

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

Научный журнал

Основан в 1961 г.

№ 1(42)
Январь – июнь 2009 г.

Минск
2009

УДК 631.4+631.8(476)
ББК 40.4+40.3(Беи)

Учредитель: Республиканское научное дочернее унитарное предприятие
«Институт почвоведения и агрохимии»

Свидетельство № 2222 от 23 мая 2007 г.
Министерства информации Республики Беларусь

Главный редактор *В.В. ЛАПА*

Редакционная коллегия: М.В. РАК (зам. главного редактора)
А.Ф. ЧЕРНЫШ (зам. главного редактора)
Н.Ю. ЖАБРОВСКАЯ (ответственный секретарь)

Н.Н. БАМБАЛОВ, И.М. БОГДЕВИЧ, И.Р. ВИЛЬДФЛУШ,
С.Е. ГОЛОВАТЫЙ, А.И. ГОРБЫЛЕВА, В.В. ЖИЛКО, С.А. КАСЬЯНЧИК,
Н.В. КЛЕБАНОВИЧ, Н.А. МИХАЙЛОВСКАЯ, Г.В. ПИРОГОВСКАЯ,
Т.А. РОМАНОВА, Т.М. СЕРАЯ, Г.М. САФРОНОВСКАЯ, Г.С. ЦЫТРОН

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

1(42)
Январь – июнь 2009 г.

Основан в 1961 г. как сборник научных трудов «Почвоведение и агрохимия»,
с 2004 г. преобразован в периодическое издание – научный журнал
«Почвоведение и агрохимия»

Адрес редакции: 220108, г. Минск, ул. Казинца, 62
Тел. (017) 212-08-21, факс (017) 212-04-02
E-mail brissainform@mail.ru

Ответственная за выпуск *Н.Ю. Жабровская*
Редактор и корректор *Т.Н. Самосюк*
Компьютерная верстка

Подписано в печать
Гарнитура Ариал

Формат 70x100 1/16
Усл. п.л.

Бумага офсетная
Тираж 150 экз. Заказ №

Отпечатано в Республиканском унитарном предприятии
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь»
ЛП № 02330/0056683 от 29.03.2004.
220004, г. Минск, ул. Кальварийская, 17

© Республиканское научное дочернее
унитарное предприятие «Институт почвоведения
и агрохимии», 2009

CONTENTS

1. SOIL RESOURCES AND THEIR RATIONAL USE

- Chernysh A.F., Radyuk A.Eh., Kas'yanchik S. A.** Estimation of ecological equation of structure of ground fund in erosive and swamped agrolandscapes the central soil-ecological province of Belarus.....
- Tsytron G.S., Bubnova T.V., Azarenok T.N., Drobyshev S.V.** Reflective capacity agrohumus horizons of agrosod-podzolic soils of different texture.....
- Matychenkov D.V., Tsytron G.S., Matychenkova O.V., Severtsov V.V.** Special soil databases of various levels information system of soil cover characteristic of Belarus.....
- SHIBUT L.I., TSYTRON G.S., RADCHENKO N.V.** REFINEMENT OF STONINESS SOILS CORRECTION FACTORS FOR LAND JUDGEMENT FOR CEREALS AND LEGUMINOUS PLANTS.....
- Alekseyev V.E., Lungu M.M.** Mineralogical composition of virgin and plough-land gray forest soils of the Central-Moldavian highland.....
- Alexeyev V.E., Cherbar' V.V., Burghelya A.N., Varlamov E.B.** Features of mineralogical composition of stagnic chernozems.....
- Tripol'skaya L., Romanovskaya D., Shlepetene A.** Humus balance and its quality in different fertilization systems in cereal crop rotation.....
- Radchenko N.V.** Inclusion of size areas of arable lands at land inventory valuation in Belarus.....
- Zhiburtovich K.K., Zhishkevich M.M., Jednach V.N., Avramenko P.V.** To the question about methods of calculation soil porosity.....

2. SOIL FERTILITY AND FERTILIZATION

- Lapa V.V., Lomonos M.M., Kulesh O.H., Malej E.S., Shpoka E.I.** Quality of spring wheat grain depending on mineral fertilizers application on sod-podzolic light loamy soil.....
- Kartavenkova L.P., Schastnaya A.A.** Effectiveness various doses and times of application of nitrogen fertilizers at winter wheat cultivation on sod-podzolic to soil.....
- Abarova E.E.** Influence of various nitrogen fertilizer forms on barley varieties yield.....
- LAPA V.V., IVAKHnenko N.N., GRACHEVA A.A.** EFFECT OF FERTILIZERS AND MINERAL FERTILIZER RATIOS ON THE YIELD AND QUALITY BARLEY HONAR OF ON LUvisol LOAMY SAND SOIL.....
- Ganusevich A.G.** Influence of new forms of liquid nitrogen fertilizers on mineral nitrogen supply in sod-podzolic light loamy soil by spring wheat cultivation.....
- Bogatyreva E.N., Seraya T.M., Biryukova O.M., Turov V.V.** Influence of fertilizers on productivity and quality of green mass of spring rapeseed on sod-podzolic loamy sand soil.....

- Tsvirkov V.V., Bosak V.N.** Fodder efficiency and quality of the pea-barley mix depending on application of fertilizers on sod-podzolic light loamy soil.....
- Klebanovich N.V.** To the question of assessment change liming soils of Belarus.....
- Germanovich T.M., Tsaruk I.A.** Yield end quality of peas depending on the liming and potassium fertilizers at cultivation on weak sour sod-podsolic light loamy soil.....
- Shik A.S., Antoniuk A.S.** Complex application of mineral fertilizers at cultivation yellow and blue lupine on reclaimed soils of Byelorussian Polesie.....
- PIRAHOUSKAYA H.V., RUSALOVICH A.M., SAZONENKO O.P., SOROKO V.I., ISAJEVA O.I., AUTKO A.A.** EFFICIENCY OF COMPLEX NITROGEN-PHOSPHORUS-POTASSIUM FERTILIZERS WITH MICROELEMENTS IN TECHNOLOGY OF ASPARAGUS BEAN CULTIVATION.....
-
- Tarasenko S.A., Smolskij V.G., Tarasenko V.S.** Efficiency of liquid complex fertilizers on the basis KNO₃ and Belvita on vegetable crops an open ground.....
- Milosta G.M., Lapa V.V.** The dependence of hops productivity on mineral fertilizers dosage.....
- Klausova Yu. V., Rak M.V.** Influence of outside root top-dressing iodine and selenium on productivity green mass and grain corn and microelement composition.....
- Rak M.V., Titova S. A.** Efficiency of seleniumcontaining nitrogen fertilizers at cultivation of spring wheat on sod-podzolic light loamy soil.....
- Rak M.V., Safronovskaya G.M., Barashkova E.N.** Influence of terms and dozes of selenium outside root top-dressing clover meadow on productivity and contents of this element in plants.....
- Vildflush I.R., Batyrshayeu E.M.** Efficiency of combined application of CAS with microfertilizers by cultivation of winter wheat and triticale.....
- Sidorenko T.N., Tikhonova L.G.** Efficiency of application of microfertilizers Helkom and Seybit at cultivation the potato.....
- Milosta A.G., Bruij A.S., Milosta G.M.** Influence of dozes and application methods of boric fertiliser on the productivity of valeriana officinalis on the sod-podzolic sandy soil.....
- Milosta G.M., Zhebrak I.S., Pirahouskaya H.V.** Dependence of hops cones anti-microbe activity on the fertilizer system.....
- Mikhailouskaya N.A., Barashenko T.B., Dyusova S.V.** Effect of Kaliplant on pea yield and use of soil potassium by plants on luvisol loamy sand soil.....
- Lapa V.V., Pirahouskaya H.V., Zhabrovskaya N.Yu., Shkurinov P.I.** Complex fertilizers for agricultural crops: perspective development.....
- Putyatin Yu.V., Adianova O.B.** Forecast of decrease collective doze of the population of Belarus in the result of optimization of acidity of soil contaminated by ⁹⁰Sr.....
- Golovatyi S.E., Kovalevitch Z.S., Lukashenko N.K.** Spatial distribution chemical pollutants in soil of territories, adjacent side to the enterprises on «Belaruskali». The message 3. Heavy metals.....
- Pirogovskaya G.V., Khmelevskij S.S., Kabashnikova L.F.** Influence of agrotechnical methods on development of a acer platanoides l. and content of heavy metals and pigments in leavers.....
- Lisitsa V.D.** About some ideas of the school of academician Smeyan Nikolaj Ivanovich.....

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

- ЧЕРНЫШ А.Ф., РАДЮК А.Э., КАСЬЯНЧИК С.А.** ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА В ЭРОЗИОННЫХ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ БЕЛАРУСИ.....
- Цытрон Г.С., Бубнова Т.В., Азарёнок Т.Н., Дробыш С.В.** Спектральная отражательная способность агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава
- Матыченков Д.В., Цытрон Г.С., Матыченкова О.В., Северцов В.В.** Специализированные почвенные базы данных различных уровней информационной системы характеристики почвенного покрова Беларуси.....
- Шибут Л.И., Цытрон Г.С., Радченко Н.В.** Уточнение поправочных коэффициентов на завалуненность почв для зерновых и зернобобовых культур к оценке земель.....
- АЛЕКСЕЕВ В.Е., ЛУНГУ М.М.** МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ЦЕЛИННОЙ И РАСПАХАННОЙ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНО-МОЛДАВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....
- Алексеев В.Е., Чербарь В.В., Бургеля А.Н., Варламов Е.Б.** Особенности минералогического состава стагниковых черноземов.....
- Трипольская Л., Романовская Д., Шлепетене А.** Баланс гумуса и его качество при разных системах удобрений в зерновом севообороте.....
- Радченко Н.В.** Контурность пахотных земель Беларуси и ее учет при качественной оценке земель.....
- ...
- Жибуртович К.К., Жишкевич М.М., Еднач В.Н., Авраменко П.В.** К вопросу о методике расчета пористости почвогрунтов.....

2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

- Лапа В.В., Ломонос М.М., Кулеш О.Г., Малей Е.С., Шпока Е.И.** Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....
- Картавенкова Л.П., Счастная А.А.** Эффективность различных доз и сроков применения азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.....
- Абарова Е.Э.** Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность сортов ячменя.....
- Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Грачева А.А.** Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя Гонар при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве.....
- ...
- Ганусевич А.Г.** Влияние новых форм жидких азотных удобрений на запасы минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании яровой пшеницы.....

- Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Бирюкова О.Н., Туров В.В.** Влияние удобрений на кормовую ценность зеленой массы ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....
- Цвирков В.В., Босак В.Н.** Кормовая продуктивность и качество горохо-ячменной смеси в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....
- Клебанович Н.В.** К вопросу оценки изменения кислотности почв Беларуси.....
- Германович Т.М., Царук И.А.** Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....
- Шик А.С., Антонюк А.С.** Комплексное применение минеральных удобрений при возделывании желтого и узколистного люпина на мелиорированных почвах Белорусского Полесья.....
- Пироговская Г.В., Русалович А.М., Сороко В.И., Сазоненко О.П., Исаева О.И., Аутко А.А.** Эффективность комплексных азотно-фосфорных-калийных удобрений с микроэлементами в технологии возделывания спаржевой фасоли.....
- Тарасенко С.А., Смольский В.Г., Тарасенко В.С.** Эффективность жидких комплексных удобрений на основе нитрата калия и Белвито на овощных культурах открытого грунта.....
- Милоста Г.М., Лапа В.В.** Продуктивность хмеля в зависимости от доз минеральных удобрений.....
- Кляусова Ю.В., Рак М.В.** Влияние некорневой подкормки цинком, йодом, селеном на урожайность и микроэлементный состав зеленой массы и зерна кукурузы.....
- Рак М.В., Титова С.А.** Эффективность применения селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....
- Рак М.В., Сафоновская Г.М., Барашкова Е.Н.** Влияние сроков и доз внесения селена в некорневую подкормку клевера лугового на урожайность и содержание элемента в растениях.....
- Вильдфлущ И.Р., Батыршаев Э.М.** Эффективность совместного внесения КАС с микроудобрениями при возделывании озимых пшеницы и тритикале.....
- Сидоренко Т.Н., Тихонова Л.Г.** Эффективность применения микроудобрений Хелком и Сейбит при возделывании картофеля.....
- Милоста А.Г., Бруйло А.С., Милоста Г. М.** Влияние доз и способов внесения борного удобрения на продуктивность валерианы лекарственной на дерново-подзолистой супесчаной почве.....
- Милоста Г.М., Жебрак И.С., Пироговская Г.В.** Антимикробная активность водных настоев шишек хмеля в зависимости от системы удобрения.....
- Михайловская Н.А., Баращенко Т.Б., Дюсова С.В.** Влияние Калипланта на урожайность гороха и потребление калия на дерново-подзолистой супесчаной почве.....
- Лапа В.В., Пироговская Г.В., Жабровская Н.Ю., Шкуринов П.И.** Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки.....
- Путятин Ю.В., Адианова О.Б.** Прогноз снижения коллективной дозы населения Республики Беларусь за счет оптимизации кислотности почв, загрязненных ^{90}Sr

- Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Лукашенко Н.К.** Пространственное распределение химических загрязнителей в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий». Сообщение 3. Тяжелые металлы.....
- Пироговская Г.В., Хмелевский С.С., Кабашникова А.Ф.** Влияние агротехнических приемов на развитие клена остролистного и содержание тяжелых металлов и пигментов в листьях.....
- Лісіца У.Д.** Аб некаторых ідэях акадэміка М. І. Смейна ў развіцці араглебазнаўства.....

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА В ЭРОЗИОННЫХ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ БЕЛАРУСИ

А.Ф. Черныш, А.Э. Радюк, С.А. Касьянчик

Институт почеведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях проблема эффективного и экологически безопасного землепользования в Беларуси стоит особенно остро. Это обусловлено сложным агротехнологическим состоянием земельного фонда, спецификой экономических отношений в аграрном секторе. В последнее десятилетие мировым сообществом ученых стал осознаваться факт, какую огромную опасность несут человечеству деградирующие и теряющие плодородие почвы. Отсюда следует, что экологическая составляющая должна быть на первом плане при планировании использования земель. Недоучет агроэкологического состояния земельного фонда и почвенного покрова агроландшафтов зачастую приводит к тому, что соотношение преобразованных человеком площадей и сохранившихся естественных ценозов превосходят уровень, соответствующий экологическому равновесию. Это обуславливает ускоренную деградацию почв, поступательные разрушение и обеднение агроэкосистем в целом.

Рациональное землепользование предусматривает ряд экологических ограничений, которые заключаются в снижении технологической нагрузки на эрозионноопасные почвы, применении дифференцированного подхода к использованию мелиорированных земель и др. Экологически сбалансированное почвоохранное устройство территории является фундаментом, на котором базируется система земледелия. Вместе с тем, зачастую внедрение экологически и экономически обоснованной системы ведения сельскохозяйственного производства, при которой достигается наибольший экономический эффект с сохранением плодородия почв, требует значительных капиталовложений. Оптимизация структуры земель агроландшафтов является наиболее важным, дешевым и коротким этапом освоения адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Многочисленные исследования показывают, что в агроландшафте существуют два типа компонентов, определяющих экологическую сбалансированность земельного фонда: стабилизирующие и нарушающие равновесие. Стабилизирующие компоненты или естественные экосистемы – это лесные земли, естественные сенокосы, болота, водные объекты. Нарушающие равновесие компоненты – улучшенные луговые и пахотные земли [1, 2, 3]. При этом самое сильное дестабилизирующее действие оказывает распаханность территории.

Наиболее актуальна проблема рационального соотношения земель стоит в эрозионных агроландшафтах, где преобладают склоновые земли в значительной степени подверженные дестабилизации. По мнению ряда авторов в агроландшафтах с самыми благоприятными условиями (выровненный рельеф, оптимальное увлажнение, плодородные почвы и т.д.) стабилизирующие компоненты должны составлять не менее 30% территории [1]. При ухудшении условий ведения хозяйства общая доля стабилизирующих компонентов может увеличиваться до 80%. В то же время Ю. Одум предлагает несколько другую схему соотношения видов земель для получения максимального эколого-социально-экономического эффекта [4]. На основе модельного подхода автором определена суммарная полезность территории в зависимости от степени ее освоенности. Максимальный эффект достигается при 40% освоенной территории и 60% площади естественных экосистем.

В Беларуси также уделялось внимание установлению оптимального соотношения видов земель. Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь № 183 от 17.11.1994 г. лесистость территории должна составлять 35%, в районах, где это не соблюдается, первоочередной задачей должно стать облесение территории [5].

Целью данной работы стала сравнительная оценка экологической сбалансированности структуры земельного фонда в почвенно-экологических районах с преобладанием эрозионных и заболоченных агроландшафтов центральной почвенно-экологической провинции Беларуси. Проведенные нами исследования показали, что установление экологической сбалансированности земельного фонда является одним из важнейших принципов оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов эрозионных и заболоченных агроландшафтов [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследования выбраны почвенно-экологические районы центральной провинции с преобладанием эрозионных и заболоченных агроландшафтов, а также входящие в них землепользователи. Эрозионные агроландшафты широко представлены в Мстиславско-Дубровенском почвенно-экологическом районе, где доля эродированных почв в составе пахотных земель достигает 46 %, а в отдельных хозяйствах около 60%. В Березинско-Кличевском почвенно-экологическом районе преобладают заболоченные агроландшафты. Удельный вес заболоченных почв в хозяйствах этого района колеблется в пределах 55-60%.

Сравнительная оценка экологической сбалансированности структуры земельного фонда проводилась также на примере территорий хозяйств, входящих в указанные почвенно-экологические районы. Всего исследованием охвачено 51 хозяйство (в Мстиславско-Дубровенском почвенно-экологическом районе – 23; в Березинско-Кличевском – 28).

В качестве исходных данных использовались сводные экспликации земель по хозяйствам Могилевской, Витебской, Минской областей, а также материалы земельного кадастра на уровне административных районов (по состоянию на 1.01.2008 г.) [7].

Начальным этапом оценки являлся анализ распределения земель по видам для отдельных землепользователей и для почвенно-экологических районов в целом. Наибольший интерес представляло наличие стабилизирующих компонентов, определяющих сбалансированность земельного фонда. Как указывалось выше, к стабилизирующими компонентам отнесены болота, водные, земли покрытые древесно-кустарниковой растительностью и прочие земли, а из сельскохозяйственных – естественные луговые угодья. Такая оценка позволяет в первом приближении определить величину сельскохозяйственной нагрузки на экосистему.

Экологическая устойчивость агроландшафта оценивалась по методике Колтунова Н.М. [2] посредством расчета коэффициента экологической стабильности территории по формуле:

$$K_{\text{эк.ст.}} = K1i * P_i * K_p / P, \quad (1)$$

где $K_{\text{эк.ст.}}$ – коэффициент экологической стабильности территории; $K1i$ – коэффициент экологической устойчивости конкретного вида угодий (застройка и дороги – 0,0; пашня – 0,14; лесополосы – 0,38; фруктовые сады, кустарники – 0,43; огороды – 0,50; многолетние травы 1-го и 2-го г. п. – 0,45; сенокосы – 0,62; пастбища – 0,68; пруды и болота естественного происхождения – 0,79; леса естественного происхождения – 1,0); P_i – площадь угодий i -го вида, га; K_p – коэффициент морфологической стабильности рельефа (равен 1 для равнинного, 0,7 для холмистого); P – общая площадь территории.

Если $K_{\text{эк.ст.}}$ 0,33 и менее территория экологически нестабильна; $K_{\text{эк.ст.}}$ – 0,34-0,50 – неустойчиво стабильна, $K_{\text{эк.ст.}}$ – 0,51-0,66 – средней стабильности; $K_{\text{эк.ст.}}$ более 0,66 – экологически стабильна.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования показывают, что большинство существующих хозяйств исследуемых почвенно-экологических районов значительно различаются структурой земельного фонда (табл. 1, 2). Это, прежде всего касается удельного веса пахотных земель.

Таблица 1
Распределение земель сельскохозяйственных организаций Мстиславско-Дубровенского почвенно-экологического района по видам, % (фрагмент)

Наименование землепользования	сельскохозяйственные земли			земли, покрытые древесно-кустарниковой растительностью	под болотами и водными объектами	другие земли	K эк.ст.
	пахотные	под постоянными культурами	луговые				
Горецкий район							
УКСП «Горецкое»	72,6	0,3	13,3	3,2	7,4	3,2	0,19
ЗАО «Горы»	58,6	0,6	27,2	2,6	8,0	3,0	0,24
СПК «Колхоз им. Ленина»	60,4	2,0	25,8	4,6	4,6	2,6	0,23
СПК «Овсянка»	74,6	0,1	15,0	4,5	3,2	2,6	0,18
СПК «Маслаки»	72,0	0,0	17,3	4,4	3,0	3,3	0,18
СПК «Каменская нива»	56,5	1,3	24,8	2,7	11,2	3,5	0,25
УКСП «Горки»	63,8	0,0	24,8	4,0	4,6	2,8	0,22
Мстиславский район							
СПК «Советская Белоруссия»	63,3	0,4	24,7	0,3	8,6	2,7	0,23
СПК «Курманово»	55,1	0,8	28,9	1,8	8,5	4,9	0,25
СПК «Сож-Агро»	56,8	0,3	29,8	1,5	5,9	5,7	0,24

СПК им. Чапаева	60,6	0,6	28,8	1,9	5,0	3,1	0,23
СПК «Мазоловский»	58,3	0,3	24,0	0,8	13,1	3,5	0,25

Распределение земель по видам в хозяйствах, входящих в Мстиславско-Дубровенский почвенно-экологический район, имеет ряд особенностей. Более 60% территории хозяйств интенсивно используется в качестве пахотных земель. В некоторых хозяйствах Горецкого района распаханность территории превышает 70% – УКСП «Горецкое», СПК «Овсянка», СПК «Маслаки» и др. Луговыми угодьями занято менее 30%, в том числе естественными – менее 10 %. В условиях значительного расчленения рельефа этого почвенно-экологического района и низкой устойчивости к эрозии преобладающих здесь лессовых почвообразующих пород [8], такое распределение в значительной степени способствует нарушению экологической стабильности территории. Доля стабилизирующих компонентов составляет 25-45%.

Выполненный анализ соотношения земель по видам в Мстиславско-Дубровенском почвенно-экологическом районе показал, что в эрозионных агроландшафтах структура земельного фонда во многом несбалансирована. Рассчитанный для хозяйств этого почвенно-экологического района коэффициент экологической стабильности колеблется от 0,18-0,19 до 0,24-0,25, что указывает на необходимость совершенствования структуры земельного фонда с учетом экологического фактора.

В хозяйствах, относящихся к Мстиславско-Дубровенскому почвенно-экологическому району, прослеживается четкая обратная зависимость величины коэффициента экологической стабильности от доли пахотных земель (рис. 1), что свидетельствует об общей экологической несбалансированности земельного фонда данного района.

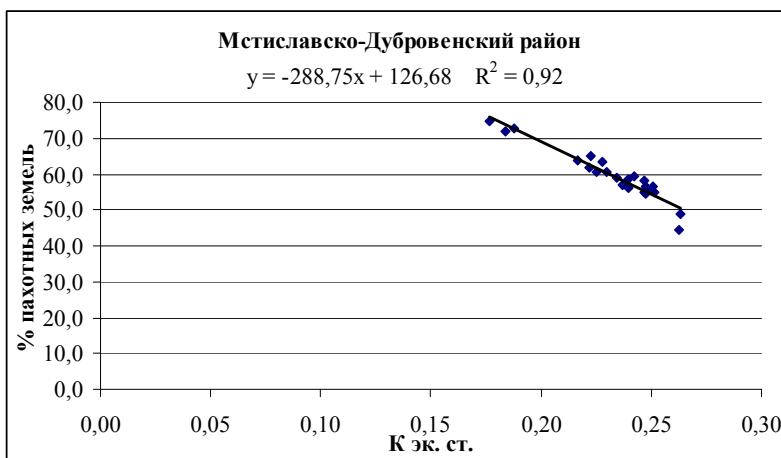


Рис. 1. Зависимость величины коэффициента экологической стабильности от распаханности территории Мстиславско-Дубровенского почвенно-экологического района

Для Березинско-Кличевского почвенно-экологического района с преобладанием заболоченных агроландшафтов характерно другое распределение земель по видам (табл. 2).

Таблица 2

Распределение земель сельскохозяйственных организаций Березинско-Кличевского почвенно-экологического района по видам, % (фрагмент)

Наименование землепользования	сельскохозяйственные земли			земли, покрытые древесно-кустарниковой растительностью	под болотами и водным и объектами	другие земли	К эк.ст.
	пахотные	под постоянными культурами	луговые				
Бобруйский район							
СПК «Стасевка»	37,3	0,5	41,4	14,2	2,8	3,8	0,42
СПК им. Ал. Невского	50,7	0,8	37,9	3,9	4,0	2,7	0,38
РУСП «Киселевичи»	49,7	0,0	35,6	3,8	4,5	6,4	0,37
УКСП «Бобруйский»	45,5	0,4	48,7	1,4	1,7	2,3	0,41
УКСП им. Ленина	51,4	0,7	36,7	3,7	3,5	4,0	0,37
Кличевский район							
КСПК «Колхоз им. Ленина»	43,0	0,3	49,7	1,0	3,2	2,8	0,42
СПК «Колхоз им Буденного»	38,0	0,3	46,0	1,7	10,3	3,7	0,45
КСПК «Колхоз им. Тельмана»	47,4	0,0	40,5	2,5	5,6	4,0	0,39

КСПК «Колхоз «Родина»	46,6	0,0	43,9	3,7	3,1	2,7	0,40
СПК «Колхоз «Несытая»	49,6	0,8	41,5	0,7	2,5	4,9	0,38
УКСП «Совхоз «Кличевский»	44,5	0,0	46,3	0,3	3,5	5,4	0,41
УКСП «Совхоз «Долговский»	33,4	0,0	40,4	2,5	5,2	18,5	0,41
УКСП «Совхоз «Ольса»	48,3	0,0	36,8	1,5	7,6	5,8	0,39

В исследуемых хозяйствах этого района пахотные земли занимают 33-51%. Примерно такие же площади заняты луговыми землями (36-50%), причем доля естественные сенокосов и пастбищ более 65%. Большинство землепользований характеризуется практически полным отсутствием земель, занятых постоянными насаждениями. В то же время значительные площади заняты древесно-кустарниковой растительностью (0,3-3,9%), до 8-10% земель находится под болотами и водными объектами. Такое распределение земельного фонда в сочетании с выровненным рельефом позволяет судить о более высокой экологической стабильности исследуемой территории. Этот вывод подтверждается также и расчетом коэффициента экологической стабильности. В большинстве случаев этот показатель превышает 0,36, а в ряде хозяйств – 0,45 (СПК «Колхоз им. Буденного» Кличевского района, ОСПК «Колхоз «Восход» Осиповичского района и др.). В соответствии с этим показателем территория Березинско-Кличевского почвенно-экологического района характеризуется как неустойчиво стабильная, что может рассматриваться как благоприятное явление при условии неувеличения распаханности территории.

Рассчитанный для территории этого района коэффициент экологической стабильности находится в тесной взаимосвязи с долей луговых земель в составе земельного фонда, что подтверждается данными рис. 2.

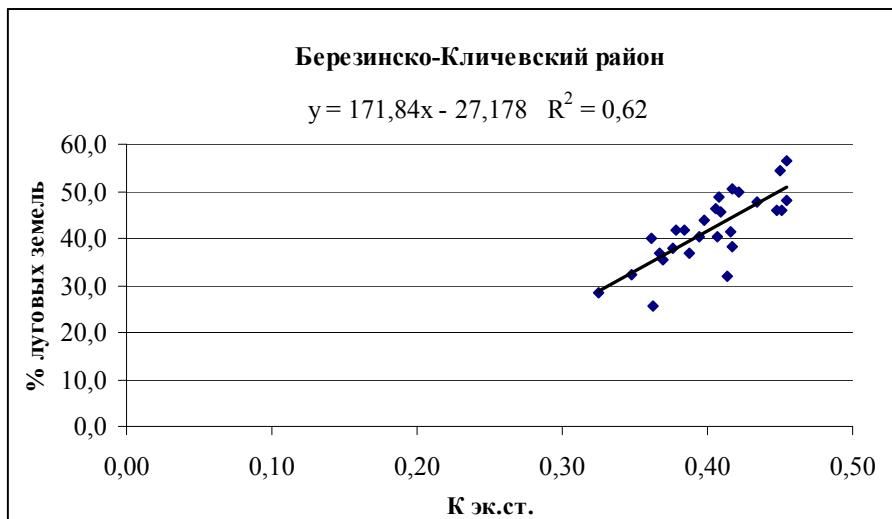


Рис. 2. Зависимость величины коэффициента экологической стабильности от доли луговых земель на территории Березинско-Кличевского почвенно-экологического района

Исследования структуры земельного фонда отдельных землепользователей позволяет говорить о величине экологической стабильности почвенно-экологических районов в целом. Для подтверждения этого вывода нами выполнен анализ структуры земель почвенно-экологических районов и рассчитаны коэффициенты экологической стабильности. Полученные результаты показывают, что оптимальное соотношение стабилизирующих и прочих компонентов (60:40) соблюдается для почвенно-экологического района с преобладанием заболоченных агроландшафтов. Этого нельзя сказать о Мстиславско-Дубровенском почвенно-экологическом районе, где лесные и лесопокрытые территории составляют менее 25% (табл. 3).

Таблица 3

Распределение земель по видам в почвенно-экологических районах

Наименование почвенно-экологического района	Σ ф. д.	В ТОМ ЧИСЛЕ					
		сельскохозяйственные	лесные	водоемы	заболоченные	лесопокрытые	воздух

		Всего	пахотные	используемые под постоянные культуры	луговые				
Мстиславско-Дубровенский	<u>319,6</u> 100,0	<u>228,2</u> 71,4	<u>143,8</u> 45,0	<u>2,6</u> 0,8	<u>81,8</u> 25,6	<u>65,8</u> 20,6	<u>5,8</u> 1,8	<u>8,0</u> 2,5	<u>11,8</u> 3,7
Березинско-Кличевский	<u>1030,2</u> 100,0	<u>475,9</u> 46,2	<u>313,2</u> 30,4	<u>6,2</u> 0,6	<u>156,6</u> 15,2	<u>450,2</u> 43,7	<u>23,7</u> 2,3	<u>15,5</u> 1,5	<u>67,0</u> 6,5

Примечание. * над чертой площадь в га, под чертой в %

По данным табл. 3 рассчитан коэффициент экологической стабильности территории почвенно-экологических районов, который составил для Мстиславско-Дубровенского района 0,33, а для Березинско-Кличевского – 0,66. Следует отметить, что величина коэффициента экологической стабильности для почвенно-экологических районов в целом несколько выше, чем для входящих в их состав хозяйств, так как в площади районов включены лесопокрытые территории, что способствует повышению экологической стабильности. По величине коэффициента экологической стабильности территории Мстиславско-Дубровенского почвенно-экологического района характеризуется как экологически нестабильная. В этом районе требуется коренное изменение условий хозяйствования и увеличение площадей стабилизирующих компонентов, в первую очередь лесного фонда. Наиболее близка к экологически стабильной территории Березинско-Кличевском почвенно-экологического района с преобладанием заболоченных агроландшафтов. Это указывает на сбалансированную структуру земельных угодий в этом районе.

ВЫВОДЫ

1. Экологическая стабильность территории определяется наличием нарушающих равновесие компонентов (пахотные земли, улучшенные сенокосы и пастбища) и стабилизирующих (лесные и лесопокрытые территории, естественные сенокосы и пастбища, болота, водные объекты). Проведенные исследования показали, что в эрозионных агроландшафтах Мстиславско-Дубровенского почвенно-экологического района наиболее существенное влияние на величину экологической стабильности оказывает степень распаханности территории (коэффициент корреляции $R^2=0,92$), а в заболоченных агроландшафтах Березинско-Кличевского района – доля луговых земель ($R^2=0,62$).

2. Сравнительный анализ экологической стабильности территории почвенно-экологических районов центральной провинции с преобладанием эрозионных и заболоченных агроландшафтов показал, что первые отличаются более выраженной несбалансированностью распределения земель по видам, что обуславливает экологическую нестабильность территории (Кэк.ст.=0,33). В целом, в почвенно-экологических районах центральной провинции с преобладанием эрозионных агроландшафтов коэффициент экологической стабильности в 1,5-2,0 раз ниже, чем в районах с преобладанием заболоченных агроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусько, Е.Г. Планирование и управление природопользованием / Е.Г. Бусько, А.А. Волчек, Л.В. Образцов. – Минск: БГУ, 2004. – 230 с.
2. Колтунов, Н.М. Эколо-ландшафтная организация территории / Н.М. Колтунов. – М., 1998. – 127 с.
3. Лопырев, М.И. Основы агроландшафтования / М.И. Лопырев – Воронеж, 1995. – 181 с.
4. Одум, Ю. Экология: в 2-х т. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 214 с.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.11.1994 г. №183
6. Черныш, А.Ф. Методические подходы к оценке потенциала почвенно-земельных ресурсов эрозионных и заболоченных агроландшафтов / А.Ф. Черныш, А.Э. Радюк, А.А. Клус // Почвоведение и агрохимия. – № 1(40). – 2008. – С. 40-50.
7. Государственный земельный кадстр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2008г.) – Минск, 2008 – 63 с.
8. Дубовик, А.Э. Противоэрзионная устойчивость дерново-подзолистых почв на лессовидных почвообразующих породах (по данным гранулометрического состава / А.Э. Дубовик // Агрэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-

летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева. – Курск, 14-16 сент. 2004 г.
– Курск, 2004. – С. 366-369.

ESTIMATION OF ECOLOGICAL EQUATION OF STRUCTURE OF GROUND FUND IN EROSIVE AND SWAMPED AGROLANDSCAPES THE CENTRAL SOIL-ECOLOGICAL PROVINCE OF BELARUS

A.F. Chernysh, A.Eh. Radyuk, S. A. Kas'yanchik

Summary

The comparative estimation of ecological stability of territory erosive and swamped agrolandscapes the central soil-ecological province is resulted in the article. It is established, that ecological stability the share of arable lands in structure of ground fund most essentially reduces. The stability of territory in swamped agrolandscapes is in 2 times above, than in erosive.

Поступила 17 марта 2009 г.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ АГРОГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Г.С. Цытрон, Т.В. Бубнова, Т.Н. Азарёнок, С.В. Дробыш
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Цвет (окраска) почв является одним из основных и вместе с тем, легкодоступных наблюдению морфологических признаков. Это интегрирующий показатель происходящих в почве процессов и, как следствие, ее классификационной принадлежности. Цвет почв определяется ее вещественным составом, физическим состоянием и степенью увлажнения. Основу окраски почв составляют соединения углерода, железа, марганца, кальция, серы и кремния.[1].

Сочетание окраски соединений этих элементов с цветом первичных минералов создают многообразные цвета почв, которые устанавливаются визуально (глазомерно или с применением цветовых шкал), либо количественно (с помощью кривых спектральной отражательной способности).

Для более объективной визуальной характеристики цвета почв глазомерное его определение сравнивается с эталоном стандартных окрасок. В настоящее время для этих целей широко используется международный атлас цветов Манселла, где цвет почв имеет свой определенный код. Оценка окраски по цветовой шкале атласа Манселла позволяет получить только три показателя: тон окраски, степень насыщенности и степень интенсивности (осветленности). Сочетая визуальные (глазомерный и по атласу Манселла) методы можно получить четкую дифференциацию окрасок горизонтов почвенного профиля.

Однако, самое объективное установление цвета почвы возможно с использованием кривых ее спектральной отражательной способности в видимой области спектра, то есть в диапазоне длин волн от 400 до 750 нм.

Обзор литературных источников по влиянию отдельных составляющих вещественного состава почв на их отражательную способность показал, что особенно велика в формировании их оптико-спектральных свойств роль органики [1-5].

Так, И.И. Карманов [2] в своей монографии отмечает, что между относительным поглощением света и содержанием гумуса в почве существует высокая корреляционная зависимость в том случае, когда состав органического вещества различается незначительно и разница в поглощении света почвой определяется количеством гумуса. S.A. Bowers, R.J. Hanks [6] в своих исследованиях показали, что по мере увеличения размера частиц от 0,022 мм до 2,65 мм их отражательная способность падала, причем наиболее заметно это происходит в интервале диаметров частиц от 0,022 мм до 0,4 мм. Такое падение они объясняли неодинаковой шероховатостью поверхности частиц самих минералов.

По данным Д.С. Орлова [1] для почв характерно диффузное отражение, обусловленное как неровной поверхностью, так и формированием структурных агрегатов. Более мелкие частицы обладают несколько повышенной отражательной способностью. Это он объясняет тем, что мелкие частицы полнее заполняют объем и поэтому формируют более выровненную поверхность. В исследуемых образцах агрегаты могут быть представлены не идеальными частицами с гладкой поверхностью, а такими, поверхность которых в большей или меньшей степени испещрена порами различного размера. Пористые поверхности обладают явно меньшей отражательной способностью.

Вместе с тем в данной проблеме имеется еще целый ряд нерешенных вопросов. Например, не до конца выяснена роль органики в отражательной способности почв при изменчивости других факторов, влияющих также на оптико-спектральные свойства почвенных горизонтов. Одним из них, а именно, влиянию гранулометрического состава агрогумусовых горизонтов почв на их отражательную способность при одинаковом содержании гумуса и посвящена наша публикация.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явились агродерново-подзолистые почвы легкосуглинистого и связнопесчаного гранулометрического состава, представленные шестью разрезами (по два разреза с одинаковым содержанием гумуса):

- агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 58 см моренным суглинком, с прослойкой песка на глубине 43-58 см,

- легкосуглинистая (разрез 1Л-00 заложен в СПК «Беларусь» Червенского района, содержание гумуса – 4,02%);
- агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 13А-97 заложен в СПК им Киселева Брестского района, содержание гумуса – 4,0%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 35 см моренным суглинком, легкосуглинистая (разрез 4Л-00 заложен в СПК «Беларусь» Червенского района, содержание гумуса – 2,71%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковых песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 18А-97 заложен в СПК «Озёры» Гродненского района, содержание гумуса – 2,75%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на мощных лессовидных отложениях, легкосуглинистая (разрез 2М-08 заложен в СПК «Щемыслица» Минского района, содержание гумуса – 1,49%);
 - агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная, (разрез 7М-00 заложен в СПК «Подолесье» Речицкого района, содержание гумуса – 1,34%).

Спектральная отражательная способность почв определялась на спектрофотометре СФ-18. Исследовались агрогумусовые горизонты вышеназванных почв, с последующим расчетом коэффициентов по формулам И.И. Карманова [2], выведенных с учетом роли основных почвенных красителей в формировании отражательных свойств (коэффициент спектрального отражения – КО; коэффициент относительного поглощения света – ОПС).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленными исследованиями установлено [1-5], что все гумусовые горизонты агродерново-подзолистых (дерново-подзолистых) почв имеют однотипные спектральные кривые. Расположены они полого и не имеют резких перегибов или максимумов отражения. Минимум отражения приходится на сине-фиолетовую часть спектра, максимум – на красную, что и подтверждается нашими данными (рис. 1).

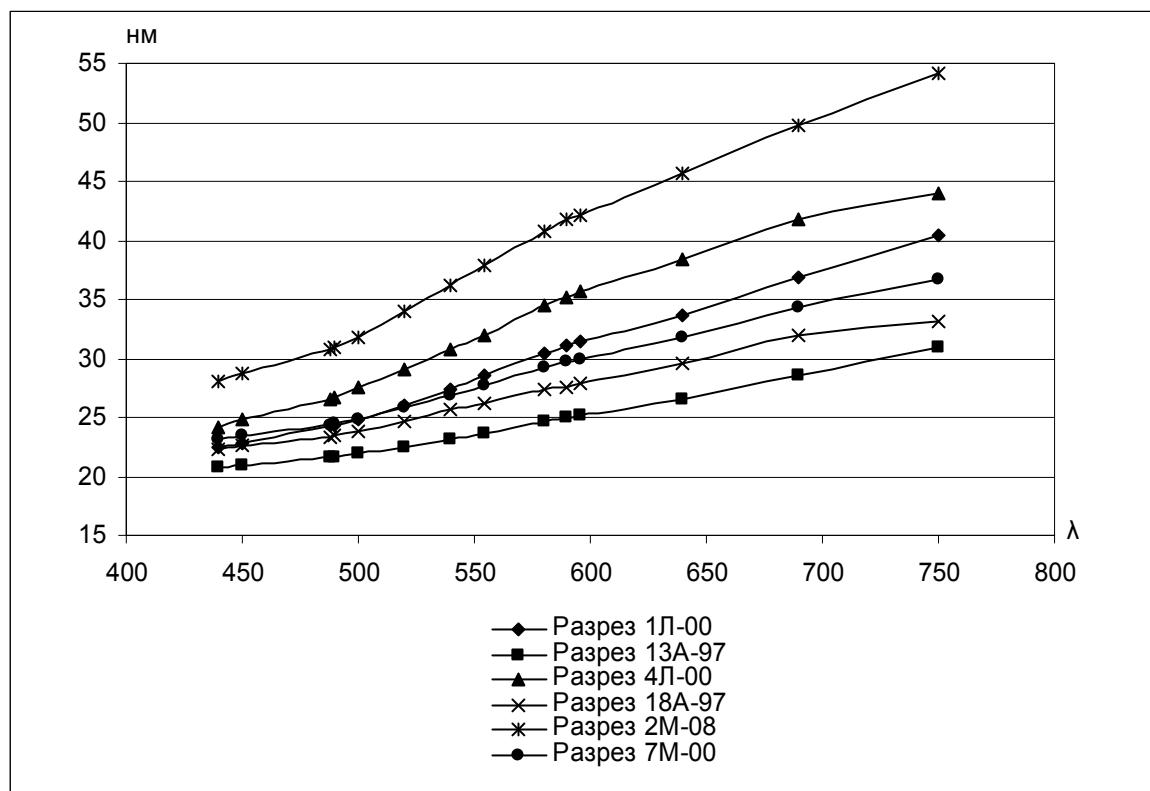


Рис. 1. Кривые спектрального отражения агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв

Однако сопоставление кривых гумус-отражения исследуемых почв показывает, что они имеют разное расположение, выражаяющиеся в разной интенсивности отражения, причем, абсолютные колебания величины отражения довольно велики.

Одной из причин изменчивости окраски почвенных образцов и расположения кривых в разном интервале, является варьирование содержания гумуса в агрогумусовых горизонтах (табл.1).

**Таблица 1
Спектральная отражательная способность агрогумусовых горизонтов
агродерново-подзолистых почв**

Почва	КО	ОПС	Гумус, %
Агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 58 см моренным суглинком, с прослойкой песка на глубине 43-58 см, легкосуглинистая (разрез 1Л-00)	29,3	15,3	4,02
агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная (разрез 13А-97)	24,2	19,2	4,00
Агродерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных отложениях, подстилаемых с глубины 35 см моренным суглинком, легкосуглинистая (разрез 4Л-00)	30,8	14,4	2,71
Агродерново-подзолистая, развивающаяся на водоно-ледниковых песчаных отложениях связнопесчаная (разрез 18А -97)	25,2	18,3	2,75
агродерново-подзолистая, развивающаяся на мощных лессовидных отложениях, легкосуглинистая (разрез 2М-08)	38,7	10,6	1,49
агродерново-подзолистая, развивающаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, связнопесчаная, (разрез 7М-00)	28,4	15,9	1,34

Гумусовые вещества отражают свет наиболее слабо и, в общем, равномерно по спектру. Коэффициент отражения гуминовых кислот (в порошке) составляет всего около 4%. Коэффициенты цветности (ЦУ и ЦХ) и коэффициенты относительной чистоты цвета для этих кислот близки к 0 [2]. Фульвокислоты отличаются несколько более интенсивным отражением света и некоторой неравномерностью отражения по спектру с преобладанием более длинноволновых излучений.

Проведенные нами исследования показывают, что агрогумусовые горизонты агродерново-подзолистых легкосуглинистых и песчаных почв, с одинаковым содержанием гумуса, имеют разные величины интегрального коэффициента отражения (КО) и относительного поглощения света (ОПС).

С увеличением содержания гумуса в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв, интегральный коэффициент отражения (КО) уменьшается, а коэффициент относительного поглощения света (ОПС) увеличивается, то есть спектральные кривые у них расположены ниже, чем в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв с более низким содержанием гумуса. Однако, для агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых песчаных почв, характерны более низкие значения коэффициента отражения (КО) и более высокие значения относительного поглощения света (ОПС), то есть спектральные кривые у них расположены еще ниже.

Так, например, спектральные кривые (рис. 1) агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых легкосуглинистых почв (разрезы 1Л-00; 4Л-00 и 2М-08) находятся выше и имеют более высокие значения интегрального коэффициента отражения (КО), чем почвы связнопесчаного гранулометрического состава (разрезы 13А-97; 18А-97; 7М-00).

При практически одинаковом содержании гумуса в агрогумусовых горизонтах разрезов (1Л-00 и 13А-97; 4Л-00 и 18А-97; 2М-08 и 7М-00) коэффициенты отражения (КО) соответственно равны 29,3 и 24,2; 30,8 и 25,2; 38,7 и 28,4.

Относительное поглощение света (ОПС) – это величина, обратная коэффициенту отражения.

ОПС для почв легкосуглинистого гранулометрического состава (разрезы 1Л-00; 4Л-00 и 2М-08) равен 15,3; 14,4 и 10,6. В агродерново-подзолистых песчаных почвах (разрезы 13А-97; 18А-97 и 7М-00) относительное поглощение света (ОПС) идет в сторону увеличения и их значения составляют 19,2; 18,3 и 15,9.

Согласно Карманову И.И. [2] «для спектрофотометрических исследований нужно применять воздушно-сухие почвенные образцы, пропущенные через сито 0,25 мм. Частицы такого размера образуют ровную, равномерно отражающую поверхность, без теневых участков и в тоже время при пропускании через сито в 0,25 мм нет опасности разрушения почвенных частиц, за исключением

песчаных. Для частиц крупнее 1,0 мм может сказываться влияние на спектральный состав отраженных излучений межагрегатных «теневых» участков, для некоторых почв это явление будет наблюдаться и для частиц несколько меньше 1,0 мм. Разрушение песчаных частиц при расширении их до размера <0,25 мм может существенно изменить спектральный состав отраженных излучений за счет отражения внутренними участками песчаных частиц, и коэффициенты отражения у них окажутся несколько заниженными». Однако Орлов Д.С. [1] отмечает, что «размеры различных фракций не являются определяющими при формировании отражательной способности почв».

Наши исследования проведены на почвах легкосуглинистого гранулометрического состава, сформировавшихся на лессовидных суглинках, где основной является крупнопылеватая фракция (0,05-0,01 мм) и песчаных почвах водно-ледникового и древнеаллювиального генезиса с преобладанием песчаной фракции (1,0-0,5 мм). То есть, исходя из вышеизложенного метод подготовки образцов к анализу, используемый нами в просеивание через сито 0,25 мм, не оказывает влияние на отражательную способность почв.

К тому же Н.А. Михайлова [3] указывает, что «большинство спектрофотометрических определений выполняется на образцах с крупностью частиц <0,1, <0,25, <0,5 и <1,0 мм».

Одной из причин увеличения отражательной способности лессов и лессовидных суглинков по мнению Д.С. Орлова[1], является повышенное содержание в этих почвах кальция. Он отмечает, что по мере увеличения в почвах кальция, спектральная отражательная способность этих почв возрастает.

Систематизация и анализ данных валового содержания оксида кальция в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых почв Беларуси, сформировавшихся на лессах и лессовидных суглинках, и песчаных древнеаллювиальных и водно-ледниковых отложениях показали, что содержание CaO в прокаленной почве на лессовидных суглинках на 40% выше, чем на песках (табл. 2).

**Таблица 2
Среднестатистические показатели содержания оксидов кальция и кремния
в агрогумусовых горизонтах агродерново-подзолистых почв**

Почвы		CaO	SiO ₂
Агродерново-подзолистые суглинках	на лессовых и лессовидных	<u>0,82±0,4</u> 19	<u>81,75±1,96</u> 19
Агродерново-подзолистые древнеаллювиальных песках	на водно-ледниковых и	<u>0,50±0,2</u> 18	<u>94,33±2,46</u> 18

Именно это и является, по-видимому, одной из составляющих более высокого значения коэффициента отражения агрогумусовых горизонтов легкосуглинистого гранулометрического состава в сравнении с песчаными почвами. Однако следует отметить, что в песчаных образцах довольно высокое содержание светлоокрашенных соединений кремния: в среднем на 14% выше, чем в легкосуглинистых (табл. 2). В некоторой степени можно было бы ожидать сглаживания количественных показателей КО в почвах разного гранулометрического состава, однако этого не наблюдается.

Обобщив весь имеющийся материал по спектральной отражательной способности агродерново-подзолистых почв Беларуси (табл. 3) мы пришли к выводу, что КО и ОПС могут служить в качестве диагностического критерия степени окультуренности почв разного гранулометрического состава, в частности, по содержанию в них гумуса. Так, агродерново-подзолистые легкосуглинистые почвы при содержании гумуса ниже 1,5% имеют КО более 36,6%, в то время как на песках менее 28,8%.

Представленные в таблице 3 данные являются лишь первым приближением количественного определения степени окультуренности агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава исходя из их спектральной отражательной способности.

**Таблица 3
Среднестатистические значения коэффициентов спектральной отражательной способности агродерново-подзолистых почв Беларуси**

Почвы	Гумус <1,5%		Гумус 1,5-2,5%		Гумус >2,5%	
	КО	ОПС	КО	ОПС	КО	ОПС
Агродерново-подзолистые на лессовых и лессовидных	<u>38,3±1,7</u> 14	<u>10,6±1,3</u> 14	<u>35,3±2,7</u> 20	<u>12,1±1,8</u> 20	<u>29,7±2,5</u> 17	<u>15,1±1,8</u> 17

суглинках							
Агродерново-подзолистые на водно-ледниковых и древнеаллювиальных песках	$27,2 \pm 1,6$ 21	$16,8 \pm 1,2$ 21	$25,9 \pm 2,2$ 20	$17,9 \pm 1,8$ 20	$23,5 \pm 2,4$ 18	$19,9 \pm 1,5$ 18	

ВЫВОДЫ

Все вышеизложенное позволяет заключить:

1. Отражательная способность агрогумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв при одинаковом содержании в них гумуса определяется и их гранулометрическим составом.
2. Коэффициент отражения, являющийся характеристикой только самой поверхности почвы и не зависящий от внешних факторов, в почвах легкосуглинистого гранулометрического состава выше, чем в песчаных при одинаковом содержании гумуса.
3. При достаточном наборе данных количественные показатели спектрального коэффициента отражения агрогумусовых горизонтов почв разного гранулометрического состава могут служить основой определения в них гумуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Д.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов / д.с. орлов, н.и. суханова, м.с. розанова. – м.: изд-во мгу, 2001. – 176 с.
2. Карманов, и.и. спектральная отражательная способность и цвет почв, как показатели их свойств / и.и. карманов. – м.: колос, 1974. – 351 с.
3. Михайлова, н.а. оптические свойства почв и почвенных компонентов / н.а. михайлова, д.с. орлов – м.: наука, 1986. – 120 с.
4. Караванова, е.и. оценка содержания гумуса в почвах по их спектральной отражательной способности / е.и. караванова // агрохимия. – 1996. – №1. – с.3-9.
5. Гранина, н.и. спектральная отражательная способность почв разного возраста предбайкалья / н.и. гранина, н.в. вашукевич // тезисы докладов iii съезда докучаевского о-ва почвоведов, москва, 11-15 авг. 2000 г. / почв. ин.-т им. в.в. докучаева; редкол.: г.в. добровольский [и др.]. – суздаль, 2000. – кн. 1. – с. 40.
6. Bowers, s.a., hanks r.j. reflection of radiant energy from soils / s.a. bowers, r.j. hanks // soil science. – 1965. – vol. 100, – №2. – p. 130-138.

REFLECTIVE CAPACITY AGROHUMUS HORIZONS OF AGROSOD-PODZOLIC SOILS OF DIFFERENT TEXTURE

G.S. Tsytron, T.V. Bubnova, T.N. Azarenok, S.V. Drobyshev

Summary

The results of research reflective capacity agrohumus horizons of agrosod-podzolic soils of different granulometric composition was presented. It was established, that reflect coefficient of agrohumus horizons is defined by its granulometric composition; agrohumus horizons of light-loamy soils has significantly more values of reflect coefficient than sandy soils at equal humus content. Values of reflect coefficient for diagnostic the degree of cultivation of agrosod-podzolic soils were attempted.

Поступила 18 февраля 2009 г.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПОЧВЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕЛАРУСИ

Д.В. Матыченков¹, Г.С. Цытрон¹, О.В. Матыченкова¹, В.В. Северцов²

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Почвы Беларуси к настоящему времени разносторонне исследованы, картографированы в разных масштабах и охарактеризованы для различных целей. Имеется огромный объем информации, требующей объединения в единую систему, которая была бы связующим звеном между различными типами данных о почвах и почвенном покрове, и явилась источником доступных необходимых о них сведений, и была востребована в различных целях.

В 2007 г. была разработана концепция геоинформационной характеристики почвенного покрова республики, включающая принципы её создания, перечень имеющихся источников информации, структуру обобщения, содержание структурных уровней и их соподчиненную дифференциацию, возможности целенаправленного использования, которая явилась основой «Методики формирования почвенных баз данных Беларуси, их интерпретации и использования (для создания геоинформационной системы характеристики почвенного покрова)» [1].

Создаваемая до настоящего времени база данных о почвах содержит строго фактический материал, без его научно-прикладного анализа, с минимумом иллюстративности и наглядности. Также в создаваемой базе данных статистическая обработка изначальных показателей свойств присутствует только в обобщении фактической информации на различных уровнях самой базы. Поэтому представленные в данной публикации результаты исследований и посвящены созданию системы специализированных почвенных баз данных, которая бы позволила сделать информацию о почвах и почвенном покрове республики востребованной широким кругом как специалистов, так и других заинтересованных лиц и организаций.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований является все разнообразие почв Республики Беларусь согласно «Номенклатурному списку почв Беларуси» и новой классификации почв на различных иерархических уровнях в зависимости от уровней обобщения информации, но основу все же составляют почвы и почвенный покров сельскохозяйственных земель [2, 3].

Работы по созданию информационной системы характеристики почвенного покрова Беларуси с применением ГИС-технологий (порядок ввода, обработки и возможности использования инвентаризированной информации) включают следующие этапы: подготовительные работы, создание электронной почвенной карты, формирование баз данных по разным источникам информации и по уровням обобщения информации о почвенном покрове, нахождение реляционных связей источников информации, обработка инвентаризированной информации о почвенном покрове, вывод полученных данных в требуемой форме (в виде таблиц или картографического материала), возможности использования баз данных о почвах на разных уровнях обобщения и осуществляются согласно «Методике формирования почвенных баз данных Беларуси, их интерпретации и использования (для создания геоинформационной системы характеристики почвенного покрова)» [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обзор существующих специализированных баз данных о почвах показал, что они содержат характеристики, являющиеся наиболее актуальными для каждой конкретной страны [4-6]. Почвенный покров Республики Беларусь имеет также свои особенности и специфические черты, обусловленные, в первую очередь, разнообразием почвообразующих и подстилающих пород (генезис и гранулометрический состав), условиями увлажнения (от автоморфных, слабоглеевых, глееватых и глеевых до гидроморфных) [7]. Пестрота почвенного покрова пахотных земель усложняется также проявлением эрозионных процессов и различной степенью окультуренности полей. Большое влияние на компонентный состав почвенного покроваоказал и антропогенный фактор, связанный с широким применением гидромелиоративных, культуртехнических, рекультивационных, строительных и других видов работ [8].

Поэтому возникает необходимость в создании таких специфических почвенных баз данных, которые бы содержали объективные показатели, определяющие качественные и количественные характеристики современного состояния почвенного покрова Республики Беларусь (генезис почвообразующих пород, характеристики увлажнения, гранулометрический состав и строение почвообразующих пород, классификационная часть в зависимости от таксономического уровня, морфология, свойства почв (одного показателя или нескольких), плодородие почв (балл бонитета, генетический потенциал), пригодность почв под культуры, экологическое состояние почвенного покрова (эрозия, завалуненность, загрязнение и др.)).

Исходя из поставленных задач и предъявляемых требований к геоинформационной системе специализированных почвенных баз данных, в общем виде она должна включать в себя:

1. Источник информации:

- общую базу данных почвенных профилей, состоящую из базы данных эталонных профилей, и созданных по фондовым материалам и литературным источникам;
- электронные векторные почвенные карты различного масштаба;
- дополнительные специфические почвенные базы данных;
- дополнительные картографические материалы.

2. Реляционные связи источников информации между собой:

- координатная привязка;
- привязка по классификационному признаку почв;
- привязка по различным свойствам почвенного покрова;
- привязка по административно-территориальному признаку.

3. Пересечение и объединение различных источников информации.

4. Генерализация и статистическая обработка полученной информации.

5. Вывод полученной информации в виде таблиц или картографического материала.

В Беларуси уже несколько лет ведутся работы по созданию разноуровневой информационной системы характеристики почвенного покрова. Первый уровень обобщения соответствует уровню республики. К настоящему времени создана электронная векторная почвенная карта Республики Беларусь, состоящая из 523 полигонов (почвенных выделов). Атрибутивная база данных каждого полигона содержит таксономическую принадлежность доминирующей и сопутствующей почв в различных классификационных системах (старой и новой классификациях почв Беларуси, Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (WRB)), а также занимаемые ими доли в почвенных выделах. Кроме того, в атрибуатах почвенного полигона имеется описание преобладающих типов его использования, доминирующей почвообразующей породы и класса гранулометрического состава. Здесь же содержится информация и о занимаемой площади.

На первом уровне обобщения также создается специализированная база данных репрезентативных (эталонных) почвенных профилей. На электронную карту почв Республики Беларусь наносятся с координатной привязкой репрезентативные почвенные профили, характеризующие преобладающую почву в конкретном почвенном выделе (полигоне). Так создается привязка самой базы данных почвенных профилей к электронной векторной карте. Несмотря на то, что эта база данных создается на первом уровне обобщения, она содержит наиболее полную, характерную для пятого уровня (рабочий участок), информацию о конкретной почве: положение данной почвы в различных классификационных построениях, морфологическое строение, детальную характеристику каждого почвенного горизонта, которая включает в себя как морфологические и морфометрические характеристики, так и большой набор аналитической информации (данные гранулометрического, минералогического и валового химического составов, физических, физико-химических и агрохимических свойств) и состоит из 107 полей. В настоящее время база данных включает в себя информацию о 53 почвенных профилях с цифровой фотографией каждого эталонного почвенного разреза.

Таким образом, эта специализированная база данных объединяет в себе электронную векторную почвенную карту Республики Беларусь и базу данных репрезентативных почвенных профилей, являясь основой для геоинформационной системы почвенного покрова Беларуси на самом высоком уровне обобщения.

К этому же уровню обобщения относятся картосхемы распространения почв по генезису почвообразующих пород и по гранулометрическому составу (рис. 1), степени увлажнения, составленные на основе почвенной карты Республики Беларусь, и являющиеся производной информацией из существующих источников данных, облеченный в доступную и организованную форму вывода.

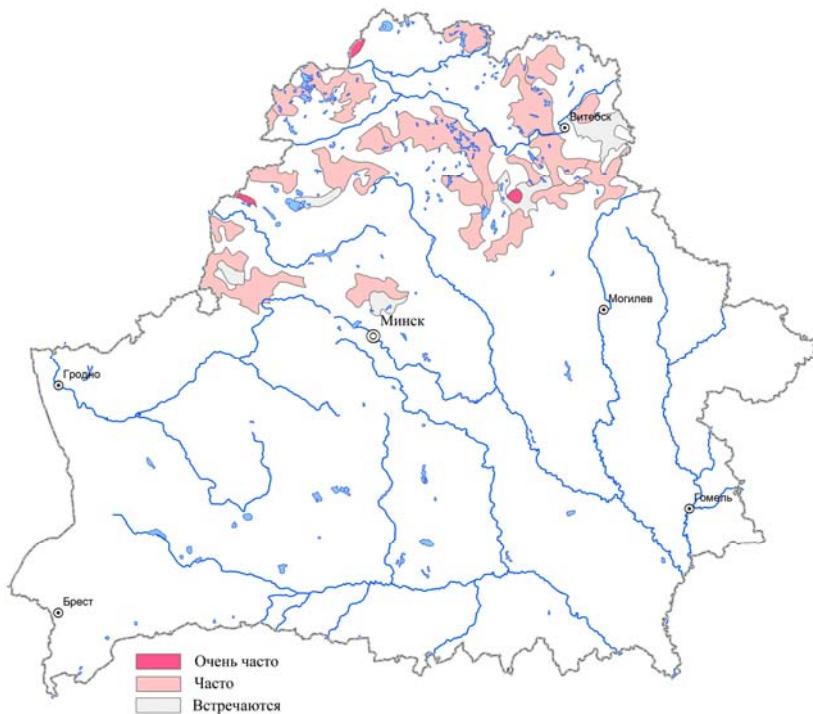


Рис. 1. Распространение агродерново-подзолистых почв, развивающихся на средних и легких моренных суглинках

На основе базы данных почвенных профилей по фондовым материалам и литературным источникам, которая была разработана нами в 2007 г. [9], создаются специализированные почвенные базы данных, направленные на решение конкретных прикладных задач. Информация, представленная в табличном виде, может быть разбита на несколько подгрупп, сходных по своему представлению и ранжированности типов данных:

- различные типы привязки объекта к местности;
- классификационная часть;
- морфологические свойства почвы;
- гранулометрический состав;
- физические и химические свойства почвы.

Примером может служить таблица средних статистических значений показателей физико-химических свойств агроторфяных низинных маломощных почв (табл. 1).

Таблица 1

Средние статистические значения показателей физико-химических свойств агроторфяных низинных маломощных почв

Генетический горизонт	Глубина отбора образца, см	рН в KCL	H+	S	T	V
			ммоль/100 г почвы		%	
TP ₁ (AT _п)						
Cp.	5-15	5,41	42,33	106,57	149,78	70,21
n		233	60	82	82	82
min		4,15	2,76	25,20	16,02	27,00
max		6,70	75,00	174,00	223,00	96,00
TP ₂ (AT _п)						
Cp.	40-50	5,40	46,08	116,46	157,55	70,67
n		185	45	56	55	55
min		3,80	18,00	34,00	13,70	40,00
max		6,90	75,00	175,00	241,00	90,00

К специальным типам данных относятся картограммы распространения почв, созданные на основе сборника «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» на трех уровнях обобщения – 1-ом (республика), 2-ом (область) и 3-ем (район) (рис. 2) [10]. Следует отметить, что данные картограммы отражают состояние почвенного покрова на определенный момент времени, и для наиболее объективной информации они должны периодически обновляться.

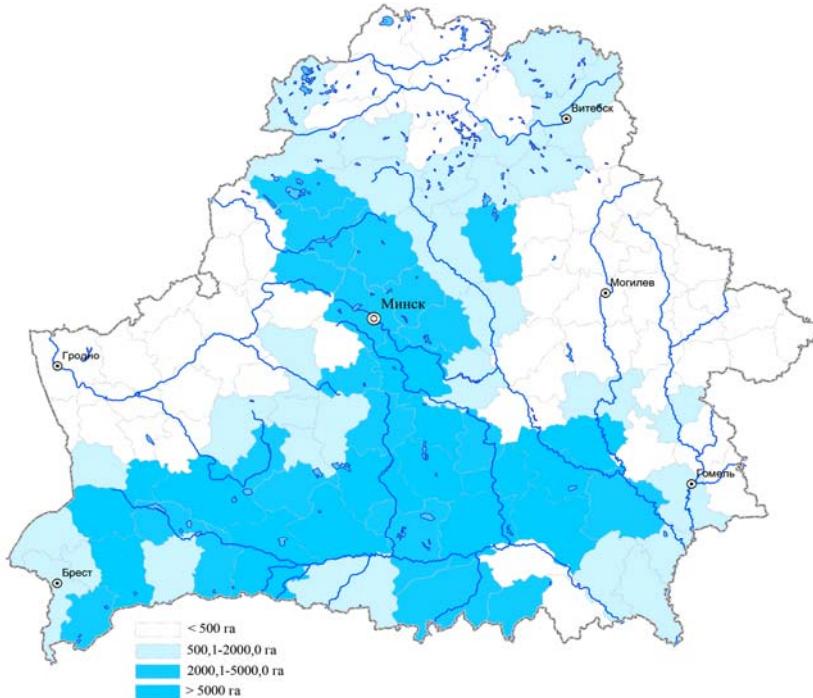


Рис. 2. Картограмма распространения агроторфянных низинных почв по районам республики

Создание специализированных почвенных баз данных на низких уровнях обобщения (хозяйство и рабочий участок) имеет большую практическую значимость, и будет актуальным для различных заинтересованных лиц и организаций. Необходимость в планировании, доступности информации о почвенном покрове и природных ресурсах региона, делают специализированные базы данных особенно востребованными. В качестве модельного объекта для создания различных специализированных почвенных баз данных на более низких уровнях обобщения нами был взят Солигорский район Минской области. Данный район представляется нам оптимальным для подобного выбора вследствие большого разнообразия почвообразующих и подстилающих пород, хорошей изученности территории и огромного количества различных фондовых, литературных и картографических источников информации.

В качестве основного фактического материала собрана база данных, содержащая в себе информацию о 1165 почвенных разрезах, заложенных на территории Солигорского района в ходе работ III тура крупномасштабного почвенного картографирования и научно-исследовательских работ, проводимых в секторе методики картографирования и бонитировки почв Института почвоведения и агрохимии. Она содержит информацию о классификационной принадлежности почв, морфологии и морфометрии почвенных разрезов, физических и химических свойствах почвенных горизонтов, а также географическую привязку. Вся информация о почвенных разрезах была занесена в электронную таблицу, которая содержит 4072 строки информации о почвенных горизонтах.

В основу создания специализированных баз данных положена электронная почвенная карта Солигорского района (масштаба 1:50 000), включающая информацию о почвенном покрове, пригодную как для непосредственной работы в электронном виде, так и в доступной для вывода на печать с соблюдением всех традиционных атрибутов почвенной картографии нашей республики.

Для создания полноценной информационной системы почвенного покрова Солигорского района подготовлены и переведены в цифровую векторную форму следующие картографические материалы: административно-территориальное деление района, картосхема четвертичных отложений, карта гидрографической сети, картосхема рельефа, карта растительности, картосхемы качества сельскохозяйственных земель района, картосхемы дифференциальной освоенности территорий и распаханности земель, картосхема территориальной зональности в характере использования земель, размещение землепользователей сельскохозяйственных организаций района, таблицы подсчета площадей основных почвенных разновидностей. Все различные

специализированные базы данных, карты и картограммы в общей системе должны быть связаны друг с другом посредством различных реляционных связей.

Общая методика составления специализированных баз данных для других объектов и уровней обобщения информационной системы почвенного покрова республики будет идентична вышеописанной. Изменения на различных уровнях будут происходить в статистической обработке и обобщении аналитических данных, формате и полноте конечных выходных результатов, что в конечном итоге определяется непосредственно целью создания конкретной базы

ВЫВОДЫ

Все вышеперечисленное позволяет заключить, что:

- содержание специализированных почвенных баз данных Беларуси определяется спецификой естественных и антропогенных условий почвообразования на её территории;
- основные и дополнительные источники информации для создания специализированных баз данных о почвах и способы их создания выбираются исходя из конкретно поставленных целей по их формированию;
- основу формирования специализированных баз данных на разных уровнях обобщения составляет база данных репрезентативных (эталонных) почвенных профилей, создаваемая на первом уровне обобщения, электронные почвенные карты, соответствующего уровня (республика, область, район, хозяйство, рабочий участок) и атрибутивная (аналитическая) база данных, показатели которой также дифференцированы по уровням.

Создание как общей информационной характеристики почвенного покрова Беларуси, так и специализированных баз данных о почвах, не является простой инвентаризацией имеющейся информации о почвах и почвенном покрове республики, это инвентаризация информации с целью ее научно-прикладного анализа и дальнейшего оперативного использования в различных отраслях деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика сбора, ввода, обработки и интерпретации информации о почвах Беларуси (для создания геоинформационной системы характеристики почвенного покрова) / Г.С. Цыtron [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 34 с.
2. Номенклатурный список почв Беларуси / Н.И. Смеян [и др.]. – Мн., 2003. – 43 с.
3. Смеян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смеян, Г.С. Цыtron; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 220 с.
4. Digital Soil Mapping with Limited Data / By edit. A.E. Hartemink, A. McBratney, M.L. Mendonca-Santos. – B.V.: Springer Science+Business Media, 2008. – 397 p.
5. Australian Soil Resource Information System, ASRIS [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.asris.csiro.au/index_other.html
6. Chuenpitchai, Kanjana. Integration of Geographic Information System and Expert System for Coastal land Use Planning in southeast Thailand: Chanthaburi Province. Asian Institute of Technology, Thailand. – Thasis, 2001. – 215 p.
7. Смеян, Н.И. Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры / Н.И. Смеян. – Мн.: Ураджай, 1980. – 173 с.
8. Цыtron, Г.С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цыtron. – Мн., 2004. – 124 с.
9. Информационно-аналитическая система комплексной характеристики почвенного покрова Беларуси / Г.С. Цыtron [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1(40). – с. 19-26.
10. Почвы сельскохозяйственных земель республики Беларусь: Практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

SPECIAL SOIL DATABASES OF VARIOUS LEVELS INFORMATION SYSTEM OF SOIL COVER CHARACTERISTIC OF BELARUS

D.V. Matychenkov, G.S. Tsytron, O.V. Matychenkova, V.V. Severtsov

Summary

Based on studies of specialized soil databases creating, as part of an overall information system of soil cover characteristic of Belarus, was sets their types for the country conditions. Theirs content at different levels of aggregation, methods of formation and stages of creation, the basic relational context of input information, was developed and various forms of theirs output was presented.

Поступила 6 марта 2009 г.

УТОЧНЕНИЕ ПОПРАВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ЗАВАЛУНЕННОСТЬ ПОЧВ ДЛЯ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР К ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ

Л.И. Шибут¹, Г.С. Цытрон¹, Н.В. Радченко²

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

На территории Беларуси завалуненные (закамененные) почвы имеют довольно широкое распространение. наибольшие площади их характерны для северной, северо-западной и центральной частей республики, где преобладают породы представленные моренными суглинками и супесями. в меньшей степени такие почвы встречаются в районах, где моренные отложения перекрыты маломощными покровными породами и практически отсутствуют в пределах распространения лесовых и лессовидных пород, а также аллювиальных и древнеаллювиальных отложений.

Наличие валунов на пахотных землях снижает урожайность сельскохозяйственных культур как непосредственно, занимая какую-то часть поверхности, так и косвенно, из-за ухудшения качества обработки почвы и уборки урожая (наличие огрехов вокруг крупных валунов, неравномерная заделка семян при посеве при наличии значительного количества мелких валунов в пахотном горизонте, поломка сельскохозяйственной техники и др.). поэтому с первых лет развития землеоценочных работ на территории бывшего СССР (60-70-ые годы прошлого столетия) учету завалуненности почв при оценке уделялось большое внимание как за пределами Беларуси [1-5], так и в нашей республике. в Беларуси завалуненность учитывалась при проведении трех предыдущих туроров бонитировки почв [6-8], а также при проведении кадастровой оценки [9]. учет влияния завалуненности на производительную способность почв осуществлялся посредством введения снижающих поправочных коэффициентов к баллу почв, определяемому по шкале, в зависимости от степени их завалуненности.

В процессе работ по оценке земель степени завалуненности (слабо-, средне-, сильно-, очень сильно завалуненные), определяемые по количеству валунов в $m^3/га$, и поправочные коэффициенты на завалуненность неоднократно изменялись и корректировались. устанавливались они в основном экспертным путем. поэтому перед очередным турором оценки земель, который планируется провести в 2009-2012 гг., использовавшиеся ранее поправочные коэффициенты на завалуненность [9] были уточнены на основании экспериментальных данных, полученных в исследованиях, проведенных на протяжении 2003-2006 гг.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение влияния завалуненности почв на урожайность сельскохозяйственных культур проводилось методом полевых мелкоделяночных учетов в производственных посевах в сравнимых условиях агротехники.

Объекты исследования – дерново-подзолистые рыхло- и связносупесчаные почвы, развитые на моренных супесях, подстилаемых моренными суглинками, характеризующиеся разной степенью завалуненности, были подобраны на территории хозяйств "кубличи", "агро-селище" и "великодольцы" Ушачского района Витебской области. всего подобрано 12 площадок, на которых проводился учет валунов и урожайности сельскохозяйственных культур. валуны учитывались как на поверхности, так и в пахотном горизонте на глубину до 30 см. для определения их количества на поверхности почв закладывались площадки размером 10x10 м, с которых собирались валуны и укладывались на площадку размером 1x1 м. учитывались валуны размером более 5 см. высота полученного штабеля в сантиметрах соответствовала количеству валунов в m^3 на 1 гектаре. для определения количества валунов в пахотном горизонте на каждой площадке размером 10x10 м закладывалась другая площадка размером 2x2 м. она перекапывалась на глубину 30 см, извлекались все валуны размером более 5 см, определялся их объем и пересчитывался на 1 га. для получения общей завалуненности, количество валунов на поверхности и в пахотном горизонте суммировалось. группировка по степени завалуненности приведена по данным государственного комитета по имуществу Республики Беларусь [10].

На каждой учетной площадке были заложены почвенные разрезы для уточнения классификационной принадлежности почв. сделано описание почвенных разрезов. Отобраны почвенные образцы по генетическим горизонтам для уточнения гранулометрического состава, определения агрохимических свойств. Поля и площадки для учетов подбирались таким образом,

чтобы различия агрохимических свойств почв были незначительными. Учет урожайности проводился метровками (1 м^2) в 6-кратной повторности с отбором смешанных образцов для определения степени окультуренности почв и ее сравнения по учетным площадкам.

Аналитические работы выполнены общепринятыми методами в агрохимической лаборатории РУП "Институт почвоведения и агрохимии" [11].

Обработка данных проведена методом математической статистики [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно методике кадастровой оценки земель [9] баллы бонитета почв и поправочные коэффициенты на завалунненность устанавливались для рабочих (оценочных) участков. исходя из оценки рабочих участков, определялись средневзвешенные поправочные коэффициенты на завалунненность более крупных территориальных единиц (хозяйств, районов, областей, республики). на основании этих коэффициентов и исходных баллов, установлено снижение оценки почв за счет завалунненности для районов, областей, республики.

Анализ материалов предыдущего тура землеоценочных работ показал, что в целом по республике снижение балльной оценки почв за счет завалунненности составляет 0,5 балла [13]. наибольшее снижение отмечается в гродненской области (1,6 балла), значительное – в витебской и минской (по 0,7 балла) и практически отсутствует снижение на завалунненность в гомельской области. в отдельных районах республики величина снижения балла на завалунненность более существенна. максимальное ее значение отмечено в следующих районах: свислочском и вороновском – 2,6 балла, волковысском – 2,5, щучинском – 2,3, докшицком – 2,1, городокском – 1,7, ушачском – 1,4, вилейском – 1,5, логойском – 1,4 балла. следовательно этот фактор необходимо учитывать с целью объективной оценки земель в районах с сильной завалунненностью почв.

Для оценки земель и разработки поправочных коэффициентов, все сельскохозяйственные культуры, возделываемые в республике и включенные в шкалу оценочных баллов, объединены в четыре группы: зерновые и зернобобовые, пропашные, лен, многолетние травы. в структуре посевных площадей зерновые и зернобобовые занимают наибольшие площади. поэтому исследования в первую очередь и проводились для этой группы культур.

В результате исследований было установлено, что на подобранных площадках количество валунов изменялось в интервале от 0-5 $\text{м}^3/\text{га}$ (незавалуненные почвы) до 155 $\text{м}^3/\text{га}$ (очень сильно завалуненные).

Учитывались урожаи следующих зерновых и зернобобовых культур: озимой ржи, ячменя, овса, вико-овсяной смеси. всего сделано 198 учетов урожая. завалунненность почв на учетных площадках, а также результаты учетов урожайности различных культур в хозяйствах по годам приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что завалунненность почв оказывает существенное влияние на снижение урожайности сельскохозяйственных культур, которое в среднем на очень сильно завалуненных почвах составляет 45-50% по сравнению с незавалуненными, а в отдельные годы достигает 60%. установлена средняя обратная корреляционная зависимость между урожайностью культур и завалунненностью почв ($r = -0,54$) (рис. 1). обобщение и тщательный анализ полученных данных позволили разработать поправочные коэффициенты на завалунненность почв для зерновых и зернобобовых культур (табл. 2).

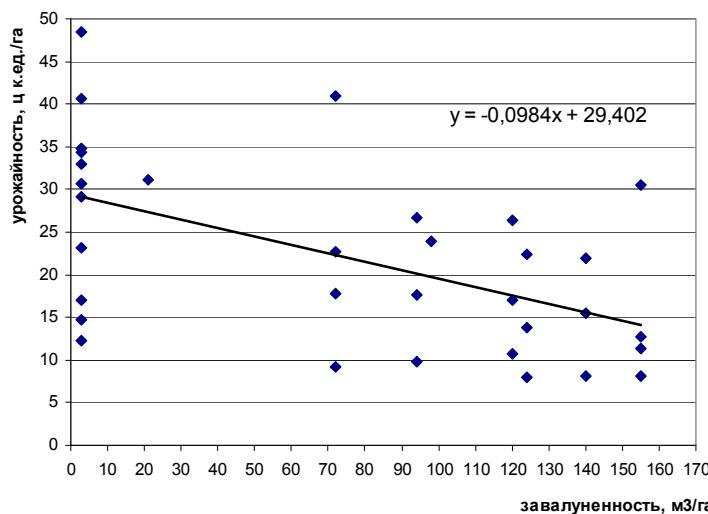


рис. 1. Зависимость урожайности зерновых и зернобобовых культур от завалунненности почв

таблица 1

Урожайность зерновых и зернобобовых культур на завалуненных почвах

хозяйство	№ пло- щадки	количество м ³ /га	валунов, в пахот- ном горизонте (0-30 см)	средняя урожайность по годам						средня я относи- тельна я оценка, %				
				2003 г.			2004 г.			2006 г.				
				куль- тура	урожайность ц/га	%	куль- тура	урожайность ц/га	%	куль- тура	урожайность ц/га	%		
"кубличи"	1	68	72	140	ячмень	10,3	38	ячмень	14,7	67	куль- тура	6,2	48	51
	2	52	68	120	ячмень	11,4	42	ячмень	17,6	80	урожайность	8,2	63	62
	3	контроль			ячмень	27,1	100	ячмень	22,0	100	овес	13,0	100	100
	4	68	87	155	ячмень	9,7	42	ячмень	23,3	63	урожайность	5,8	66	55
"агро- селище"	5	28	44	72	овес	17,3	74	овес	31,2	84	о з. рожь	12,3	77	78
	6	контроль			овес	23,4	100	овес	37,0	100	овес + вика	8,8	100	100
	7	36	58	94	овес	13,4	60	овес	20,4	77	овес + вика	7,0	67	68
	8	45	79	124	овес	10,5	47	овес	17,1	64	овес + вика	5,7	54	56
"велико- дольцы"	9	контроль			овес	22,3	100	овес	26,6	100	овес + вика	10,5	100	100
	10	контроль			овес	26,2	100							91
	11	8	13	21	овес	23,8	91							70
	12	36	62	98	овес	18,3	70							

таблица 2

Поправочные коэффициенты на завалуненность почв для зерновых и зернобобовых культур

степень завалуненности почв, м ³ /га	группировка по содержанию валунов для оценки, м ³ /га	поправочные коэффициенты к баллам почв
i. незавалуненные <5	<5	1,00
ii. слабозавалуненные 5-20	5-10 11-20	0,98 0,95
iii. среднезавалуненные 21-50	21-30 31-50	0,91 0,86
iv. сильнозавалуненные 51-100	51-70 71-100	0,80 0,73
v. очень сильнозавалуненные > 100	101-130 >130	0,65 0,56

В настоящее время для учета площадей завалуненных почв по степеням используются следующие градации: незавалуненные (менее 5 м³/га); слабозавалуненные (5-20 м³/га); среднезавалуненные (21-50 м³/га); сильнозавалуненные (51-100 м³/га); очень сильнозавалуненные (более 100 м³/га) [10]. однако в каждую из этих степеней входят почвы с большим интервалом по объему валунов (30, 50 м³/га). поэтому для оценки земель каждая из этих степеней разделена еще на две группы, для которых и установлены поправочные коэффициенты. всего выделено 9 градаций завалуненных почв. с увеличением степени завалуненности объем валунов, входящих в каждую градацию также увеличивается, и соответственно увеличивается снижение балльной оценки за ее счет (значение поправочного коэффициента уменьшается). по сравнению с предыдущим туром кадастровой оценки градации по завалуненности и поправочные коэффициенты к ним значительно изменились. максимальное снижение при завалуненности более 130 м³/га для зерновых и зернобобовых культур составляет 44% (коэффициент 0,56). эти коэффициенты могут также использоваться для оценки однолетних трав и рапса, что в сумме составляет около 60% посевных площадей.

Поправочные коэффициенты для других групп культур (пропашные, лен, многолетние травы), которые занимают меньшие площади, будут установлены с учетом дополнительных исследований, литературных данных, анализа материалов предыдущего туре оценки, методом интерполяции. исходя из полученных коэффициентов и посевых площадей этих групп культур по республике будут уточнены средние поправочные коэффициенты на завалуненность для пахотных земель в целом.

ВЫВОДЫ

1. завалуненность почв является одним из факторов, лимитирующих использование пахотных земель, а потому и учитываемых при проведении землеоценочных работ в беларуси.

2. учет влияния завалуненности на производительную способность почв осуществляется посредством введения снижающих поправочных коэффициентов к баллу почв, определяемому по шкале, в зависимости от степени их завалуненности.

3. снижение урожайности на завалуненных почвах зависит также от культур. для оценки все культуры разбиты на четыре группы: зерновые и зернобобовые, пропашные, лен, многолетние травы.

4. на основании экспериментальных исследований уточнены поправочные коэффициенты на завалуненность для зерновых и зернобобовых культур, которые в структуре посевых площадей занимают наибольшие площади. коэффициенты установлены для пяти степеней завалуненности (незавалуненные, слабозавалуненные, среднезавалуненные, сильнозавалуненные, очень сильнозавалуненные земли) и девяти групп по содержанию валунов в м³/га (менее 5, 5-10, 11-20, 21-30, 31-50, 51-70, 71-100, 101-130, более 130). максимальное снижение балла при объеме валунов более 130 м³/га для зерновых и зернобобовых культур составляет 44% (коэффициент 0,56).

5. разработанные поправочные коэффициенты на завалуненность почв для зерновых и зернобобовых культур, наряду с коэффициентами для других групп культур, будут использованы при проведении очередного туре кадастровой оценки земель в республике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каск, Р.П. О методике качественной оценки сельскохозяйственных земель в Эстонской ССР / Р.П. Каск // Почвоведение. – 1965. – № 8. – С. 89-99.
2. Семенов, В.А. Качественная оценка сельскохозяйственных земель / В.А. Семенов. – Л.: Колос, 1970. – 158 с.
3. Борук, А.Я. Бонитировка и экономическая оценка земель / А.Я. Борук. – М.: Колос, 1972. – 192с.
4. Гаврилюк, Ф.Я. Бонитировка почв: учеб. пособие для вузов / Ф.Я. Гаврилюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1974. – 272 с.
5. Карманов, И.И. О различной природе поправочных коэффициентов на свойства почв, снижающие плодородие / И.И. Карманов, С.А. Шувалов, Д.С. Булгаков // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – М., 1978. – Вып. XVIII. – С. 30-36.
6. Качественная оценка земель в колхозах и совхозах БССР / А.Г. Медведев [и др.]; под общ. ред. С.Г. Скоропанова. – Минск: Урожай, 1971. – 328 с.
7. Качественная оценка земель в колхозах и совхозах БССР / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Т.Н. Кулаковской. – 2-е изд. – Минск: Ураджай, 1977. – 200 с.
8. Оценка плодородия почв Белоруссии / Н.И. Смеян [и др.]; под общ. ред. Н.И. Смеяна. – Минск: Ураджай, 1989. – 359 с.
9. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий: методические указания / Г.И. Кузнецова [и др.]; Госкомзем. – Минск, 2001. – 116 с.
10. Культуртехническое состояние земель // Земля Беларуси 1997 / И.М. Богдевич [и др.]; под ред. Г.И. Кузнецова. – Минск, 1997. – С. 21-22.
11. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / РУП «Институт почвоведения и агрохимии»; под ред. акад. И.М. Богдевича. – Минск, 2006. – 64 с.
12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 4-е изд. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
13. Смеян, Н.И. Влияние агротехнологического состояния полей на оценку плодородия пахотных земель Беларуси / Н.И. Смеян, Л.И. Шибут // Земляробства і ахова раслін. – Мн., 2005. – №1. – С.29-30.

REFINEMENT of stoniness soilS correction factors for land judgement for cereals and leguminous plants

L.I. SHIBUT, G.S. TSYTRON, N.V. RADCHENKO

Summary

The correction factors of soil stoniness score for basic group of cultivated in the republic crops, cereals and leguminous, have been refined based on experimental data obtained by integrating yield on varying degrees stoniness soils. the correction factors differed by depending on boulders volume in m³/hc. there are 9 groups of soil stoniness, the correction factors for each was determined.

Поступила 27 февраля 2009 г.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ЦЕЛИННОЙ И РАСПАХАННОЙ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНО-МОЛДАВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.Е. АЛЕКСЕЕВ, М.М. ЛУНГУ

**ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ И
ОХРАНЫ ПОЧВ ИМ. Н.А. ДИМО, Г. КИШИНЕВ,
МОЛДОВА**

ВВЕДЕНИЕ

За последние несколько веков площадь лесов Молдовы существенно сократилась. Наиболее крупные лесные массивы сохранились на Центрально-Молдавской возвышенности, получившие название Кодр. Максимальная высота около 430 м. Преобладают дубовые леса. Освободившиеся от леса территории были освоены под земледелие. С целью изучения влияния культуры земледелия на природные свойства лесных почв в этом регионе были заложены соответствующие полигоны. Проведенные исследования решают задачи, связанные с выявлением изменений состава и свойств этих почв в результате смены фаз почвообразования, смены лесного типа почвообразования длительным воздействием земледелия. Для более глубокого понимания происходивших и происходящих процессов наряду с изучением физических, физико-химических и химических свойств почв проведены исследования их минералогического состава. Минералогические исследования существенно расширили представления о формировании минеральной основы самих почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами изучения стали серые лесные почвы, сформировавшиеся на лессовидном тяжелом суглинке, подстилаемом более древними осадочными отложениями. регион исследования – Центрально-Молдавская возвышенность, Оргеевский район, село Бранешты. Абсолютная высота полигона исследования – 195-200 м. Геоморфологическое положение – водораздел. две почвы, серая лесная под лесом и на пашне, представлены двумя разрезами, 51 и 52 соответственно. расстояние между разрезами около 150 м.

Наиболее характерные признаки почв под лесом и на пашне, представляющие для нас наибольший интерес, заключаются в следующем: в лесу карбонаты находятся на глубине 80 см, на пашне – 72 см. ниже линии вскипания наблюдаются большие их аккумуляции, достигающие 16-23%. в гор. ae, behtw, bhtw почвы под лесом на глубине 8-50 см значения рн находятся в интервале 5,1-5,4. к гор. вс они постепенно увеличиваются до 8,0. в почве на пашне, в кислой части профиля, значения рн выше 5,6-6,4. гидролитическая кислотность в гор. ae в лесу достигает 12, в дерновом горизонте падает до 1,5, ниже гор. ae постепенно снижается с 6,6 в гор. behtw до 2,1 мг-экв на 100 г почвы в гор. btw. в почве на пашне гидролитическая кислотность не превышает 5,1 (гор. bhtw, глубина 30-50 см), в пахотном слое падает до 2,5, в гор. btw – до 3,2 мг-экв на 100 г почвы. таким образом, по показателям кислотности серая лесная почва под лесом и на пашне заметно различаются.

Изучен состав первичных и глинистых минералов. к первичным с некоторой степенью условности отнесены породообразующие минералы с каркасной и слоистой структурами размером частиц >1 мкм, к глинистым – тонкодисперсные слоистые силикаты с размером частиц <1 мкм. фракционное разделение образцов произведено способом центрифугирования [5]. органическое вещество и карбонаты перед фракционированием образцов были удалены. состав первичных и глинистых минералов установлен методом рентгеновской дифрактометрии по рекомендациям [9,10]. количественный анализ минералов проведен по методикам, разработанным алексеевым в.е. и др. [2,6]. повторность определения 4-кратная (два образца по две съемки). коэффициент вариации результатов анализа, установленный по стандартным калибровочным смесям минералов, в зависимости от содержания минералов в смеси характеризуется следующими параметрами (отн. %): кварц – 2,9-3,3; полевые шпаты – 3,8-8,9; слюды – 5-20; хлорит – 15-26; группа смектита – 2,5-3,0; иллит – 2,2-2,6; хлорит (ил) – 12-25; каолинит (ил) – 15-25. все расчеты произведены на минеральную и бескарбонатную части фракции почвы. обоснование и методика расчета баланса минералов по профилю почв даны в публикациях [1,4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание фракции >1 мкм в исследуемых серых лесных почвах находится в пределах 60-73% (табл.1). максимальные ее показатели в обеих почвах отмечаются в верхней части профиля, минимальные – в средней. представлена фракция первичными минералами: кварцем (49-68%), плагиоклазами (11-14), калиевыми полевыми шпатами (8-10), слюдами (7-19), хлоритом (1-3) и глинистым минералом каолинитом (2-5%). максимальное содержание кварца во фракции наблюдается в гор. ае и behtw почвы в лесу (67-68%) и в гор. bhtw почвы под паштой (65%). эти же горизонты характеризуются самой высокой кислотностью. минимальное содержание кварца – в гор. вс обеих почв (49 под лесом и 57% на пашне). минимальное содержание слюд (7 и 9%) наблюдается в тех горизонтах, где отмечается максимальное содержание кварца (гор. ае и behtw под лесом и гор. bhtw на пашне) и, напротив, максимальное содержание слюд (19 и 13%) там, где присутствует минимальное содержание кварца (гор. вс). содержание во фракции хлорита и каолинита заметно увеличивается с глубиной. максимальные их показатели в гор. вс. ситуация с полевыми шпатами менее определенна. в пересчете на почву отмеченные закономерности в распределении первичных минералов по профилю в основном сохраняются. содержание кварца находится в пределах 32-50%, плагиоклазов – 7-10, калиевых полевых шпатов – 5-7, слюд – 5-13, хлорита – 0,8-2,3 и каолинита – 1,3-3,4%. наиболее заметные различия в составе первичных минералов лесных почв относятся к содержанию кварца, который аккумулируется в верхних горизонтах (под лесом 47-50, на пашне 39-42%), и к слюдам и хлориту, содержание которых в тех же горизонтах под лесом ниже, чем на пашне (по слюдам 4,8-5,6 против 5,8-8,3%).

ТАБЛИЦА 1
ПЕРВИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ (%)

Гори- зонт	Глуби- на, см	Фракция > 1 мкм, %	Фракция >1мкм						Почва					
			Кварц	Пла- гио- клазы	Кали- шпа- ты	Слю- ды	Хло- рит	Као- ли- нит	Кварц	Пла- гио- клазы	Кали- шпа- ты	Слю- ды	Хло- рит	Као- ли- нит
Разрез 51, лес, водораздел, абс. выс. 200 м														
Ahet	0-8	72,0	65,1	13,8	8,9	7,8	1,5	2,9	46,9	9,9	6,4	5,6	1,1	2,1
AEh	8-20	73,9	68,1	12,7	9,1	7,1	1,0	2,1	50,3	9,3	6,7	5,3	0,8	1,5
BEhtw	20-30	73,0	67,4	13,7	9,4	6,6	1,1	1,7	49,2	10,0	6,9	4,8	0,8	1,3
Bhtw	30-50	65,4	64,6	13,7	9,4	8,8	1,2	2,3	42,3	9,0	6,1	5,7	0,8	1,5
Btw	50-80	60,7	58,5	13,1	9,3	14,0	2,2	2,8	35,5	7,9	5,6	8,5	1,4	1,7
BCtwk	80-100	63,7	50,1	13,0	8,6	19,9	3,2	5,3	31,9	8,3	5,5	12,7	2,1	3,4
Ck	130-150	68,0	61,2	13,1	9,7	9,7	3,4	2,9	41,6	8,9	6,6	6,6	2,3	2,0
Разрез 52, пахота, водораздел, абс. выс. 195 м														
Ahp	0-30	69,4	60,6	12,2	10,2	12,0	1,8	3,2	42,1	8,5	7,1	8,3	1,3	2,2
Bhtw	30-50	59,9	63,8	11,6	9,6	9,6	2,2	3,0	38,2	7,0	5,8	5,8	1,3	1,8
Btw	50-72	59,9	61,2	13,7	9,9	10,4	1,7	3,0	36,7	8,2	5,9	6,3	1,0	1,8
BCtwk	72-90	63,5	57,4	12,6	9,8	13,4	2,7	4,0	36,5	8,0	6,2	8,5	1,7	2,6
Ck	130-150	65,1	61,1	11,8	9,6	10,6	3,1	3,8	39,7	7,7	6,2	6,9	2,0	2,5

Содержание безгумусной бескарбонатной фракции <1 мкм (ила), рассчитанное на безгумусную бескарбонатную почву, в исследуемых серых лесных почвах находится в пределах 27-40% (табл. 2). в обеих почвах наиболее высокие показатели его содержания отмечаются в иллювиальных горизонтах в, минимальные – в самых верхних горизонтах, дерновом и пахотном. низкое содержание ила в пахотном горизонте – один из признаков прошлого элювиального горизонта. илистая фракция состоит из смектита (52-67%), иллита (19-30), хлорита (4-7) и каолинита (6-13%). доминирует смектит, на втором месте иллит. содержание смектита в илистой фракции обеих почв закономерно увеличивается вниз по профилю, иллита – вверх. эти данные свидетельствуют о разном поведении названных минералов в почвах. содержание хлорита с глубиной также увеличивается, а каолинита, напротив, увеличивается вверх по профилю. в пересчете на почву становится очевидным накопление смектита в горизонтах в обеих почв, причем профиль этого минерала в почве под лесом более дифференцирован, чем в почве на пашне. в этих же горизонтах отмечается повышенное содержание иллита, как и в целом в верхней части профиля. содержание хлорита увеличивается с глубиной, содержание каолинита – вверх по профилю. содержание глинистых минералов в исследуемых почвах находится в пределах: смектита – 15-26%, иллита – 6,9-9,5, хлорита – 1,3-2,8, каолинита – 1,6-3,6%.

Таблица 2

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ (%)

Горизонт	Глубина, см	Фракция <1мкм, %	Фракция <1мкм				Почва			
			Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит
Разрез 51, лес, водораздел, абс. выс. 200 м										
Ahe \ddot{t}	0-8	28,0	52,3	30,3	4,5	12,8	14,7	8,5	1,3	3,6
AEh	0-20	26,1	56,9	26,6	5,3	11,1	14,9	7,0	1,4	2,9
BEhtw	20-30	27,0	59,7	25,1	6,9	8,4	16,1	6,8	1,9	2,3
Bhtw	30-50	34,6	63,3	23,5	7,2	6,0	21,9	8,1	2,5	2,1
Btw	50-80	39,3	63,9	22,7	5,6	7,8	25,1	8,9	2,2	3,1
BCtwk	80-100	36,3	66,9	20,8	5,6	6,7	24,3	7,5	2,0	2,4
Ck	130-150	32,1	66,7	21,4	7,0	4,9	21,4	6,9	2,2	1,6
Разрез 52, пахота, водораздел, абс. выс. 195 м										
Ahp	0-30	30,6	58,3	25,0	5,9	10,7	17,9	7,7	1,8	3,3
Bhtw	30-50	40,1	63,2	23,6	6,2	7,0	25,3	9,5	2,5	2,8
Btw	50-72	40,1	65,6	21,6	5,8	7,0	26,3	8,7	2,3	2,8
BCtwk	72-90	36,5	67,5	19,4	6,1	7,0	24,6	7,1	2,2	2,6
Ck	130-150	35,0	66,4	20,4	8,1	5,2	23,2	7,1	2,8	1,8

таким образом, как по первичным, так и глинистым минералам, профили обеих почв (под лесом и на пашне) в большой степени дифференцированы. вместе с тем эта дифференцированность в почве под лесом (естественной) проявляется в более выраженной форме. определенную роль в сглаживании минералогического профиля почвы на пашне играет сама вспашка (0-30 см), которая смешала в себе три природных горизонта почвы: ahe \ddot{t} , ae \ddot{h} и behtw. трансформация минералогического состава почв идет в направлении разрушения слоистых силикатов и относительного накопления кварца в крупном материале, разрушения и выноса смектита и хлорита и относительного накопления иллита и каолинита в илистой фракции. отдельные аномалии в содержании минералов отмечаются в иллювиальной части профиля обеих почв.

Более рельефные представления о состоянии силикатной основы почв дают балансы минералов и минеральных масс. расчеты таких балансов предполагают изначальную однородность почвообразующей породы. они весьма информативны для оценки состояния минеральной основы почвы даже тогда, когда нет убедительных свидетельств исходной однородности породы. такие расчеты позволяют практически однозначно установить наличие или отсутствие однородности породы. ниже приведены результаты таких расчетов (табл. 3-5).

В таблицах 3 и 4 представлены данные баланса минералов силикатной части серых лесных почв, вскрытых разрезами 51 (лес) и 52 (пашня). левую часть таблиц представляют исходные для расчета данные по содержанию первичных и глинистых минералов. среднюю – те же данные, приведенные к содержанию кварца в породе. кварц используется в качестве наиболее устойчивого к выветриванию пордообразующего минерала и маркера изменений. правая часть таблиц содержит результаты по профильному балансу отдельных минералов и балансу первичных и глинистых минералов по горизонтам почв. там же приведен общий баланс минералов. простейшая техника расчета описана в публикации [1].

Таблица 3

Баланс минералов силикатной части серой лесной почвы, разрез 51 (лес)
Первичные минералы

Гори- зонт	Глубина , см	Весовой % в почве								Мгп, кг/100кг породы								Мг, кг/100 кг породы							
		Квар- ц	Плагио- клизы	Кали- шпат	Слюд- ы	Хлори- т	Каоли- нит	Фракция >1мкм	Кварц	Плагио- клизы	Кали- шпат	Слюд- ы	Хлори- т	Каоли- нит	Сумма	Квар- ц	Плагио- клизы	Кали- шпа- ты	Слю- ды	Хло- рит	Каоли- нит	Бпм			
Ahet	0-8	46,9	9,9	6,4	5,6	1,1	2,1	72,0	41,6	8,8	5,7	5,0	1,0	1,9	63,8	0,0	-0,1	-0,9	-1,6	-1,3	-0,1	-4,1			
AEh	8-20	50,3	9,3	6,7	5,3	0,8	1,5	73,9	41,6	7,7	5,5	4,4	0,6	1,3	61,1	0,0	-1,2	-1,1	-2,2	-1,7	-0,7	-6,8			
BEhtw	20-30	49,2	10,0	6,9	4,8	0,8	1,3	73,0	41,6	8,5	5,8	4,1	0,7	1,1	61,6	0,0	-0,4	-0,8	-2,5	-1,7	-0,9	-6,3			
Bhtw	30-50	42,3	9,0	6,1	5,7	0,8	1,5	65,4	41,6	8,8	6,0	5,6	0,8	1,5	64,3	0,0	-0,1	-0,6	-0,9	-1,5	-0,5	-3,6			
Btw	50-80	35,5	7,9	5,6	8,5	1,4	1,7	60,7	41,6	9,3	6,6	10,0	1,6	2,0	71,0	0,0	0,4	0,0	3,4	-0,7	0,0	3,1			
Btw	80-100	31,9	8,3	5,5	12,7	2,1	3,4	63,7	41,6	10,8	7,1	16,5	2,7	4,4	83,0	0,0	1,9	0,5	9,9	0,4	2,4	15,1			
Ck	130-150	41,6	8,9	6,6	6,6	2,3	2,0	67,9	41,6	8,9	6,6	6,6	2,3	2,0	67,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

Глинистые минералы

Гори- зонт	Глубина, см	Весовой % в почве								Мгп, кг/100кг породы								Мг, кг/100 кг породы								
		Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Фракция <1мкм	Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Сумма	Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Бгм										
Ahet	0-8	14,7	8,5	1,3	3,6	28,0	13,0	7,5	1,1	3,2	24,9	-6,2	-0,4	-1,1	0,4	-7,2	-4,1	-7,2	-11,3							
AEh	8-20	14,9	7,0	1,4	2,9	26,1	12,3	5,8	1,2	2,4	21,6	-6,9	-2,2	-1,0	-0,3	-10,5	-6,8	-10,5	-17,3							
BEhtw	20-30	16,1	6,8	1,9	2,3	27,0	13,6	5,7	1,6	1,9	22,8	-5,7	-2,2	-0,6	-0,8	-9,3	-6,3	-9,3	-15,6							
Bhtw	30-50	21,9	8,1	2,5	2,1	34,6	21,5	8,0	2,5	2,0	34,0	2,3	0,1	0,3	-0,7	1,9	-3,6	1,9	-1,7							
Btw	50-80	25,1	8,9	2,2	3,1	39,3	29,4	10,4	2,6	3,6	46,0	10,1	2,5	0,4	0,9	13,9	3,1	13,9	17,0							
Btw	80-100	24,3	7,5	2,0	2,4	36,3	31,6	9,8	2,6	3,2	47,2	12,4	1,9	0,5	0,4	15,2	15,1	15,2	30,3							
Ck	130-150	19,2	7,9	2,2	2,7	32,1	19,2	7,9	2,2	2,7	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							

Примечание: Мгп – содержание минерала в горизонте, приведенное к содержанию кварца в породе; Мд – убыль (прибавка) минерала в сравнении с породой; Бпм – баланс первичных минералов; Бгм - баланс глинистых минералов; Бо – общий баланс минералов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что верхний слой серой лесной почвы под лесом мощностью 0-50 см потерял: 0,1-1,2 кг/100 кг породы плагиоклазов; 0,6-1,1 – калиевых полевых шпатов; 0,9-2,5 – слюд; 1,3-1,7 – хлорита; 0,1-0,9 кг/100 кг породы каолинита. Общие потери минералов из фракции более 1 мкм в этом слое по горизонтам составили от 3,6 до 6,8 кг/100 кг породы (табл. 3). Наибольшие потери произошли в гор. AEh и BEhtw. В слое почвы 50-100 см по большинству первичных минералов отмечается прирост их содержания, особенно по слюдам. Общая прибавка по горизонтам составила 3-15 кг/100 кг породы. Учитывая то, что первичные тектосиликаты в почвенных условиях не могут воспроизводиться, а только разрушаются, приведенные данные указывают единственно на инородность слоя 50-100 см по отношению к гор. Ск. Данные по глинистым минералам в слое 0-30 см этой почвы показывают потери: до 6,9 кг/100 кг породы смектита; до 2,2 – иллита; до 1-0,8 кг/100 кг породы хлорита и каолинита. Общие потери глинистых минералов в этом слое по горизонтам составили 7-10 кг/100 кг породы. Наибольшие потери первичных и глинистых минералов произошли в гор. AEh, т.е. в наиболее кислых условиях. В слое почвы 70-100 см наблюдается прибавка глинистых минералов, которая по смектиту составила максимально до 12 кг/100 кг породы, иллиту – 2,5; хлориту и каолиниту – до 0,5-0,9 кг/100 кг породы. Суммарная прибавка глинистых минералов в этом слое достигает почти 30 кг/100 кг породы. Потери первичных и глинистых минералов в слое 0-50 см в сумме составили от 1,7 до 17,3 кг/100 кг породы, их прибавки в слое 50-100 см – от 17 до 30 кг/100 кг породы.

В почве на пашне тот же ряд показателей выглядит следующим образом (табл. 4): по полевым шпатам и слюдам на глубину 90 см большинство значений имеет небольшой, но положительный баланс (от 0,3 до 2,4 кг/100 кг породы), что является признаком некоторой неоднородности породы, причем такой, при которой вверх по профилю почвы соотношение между кварцем и названными минералами изменяется в пользу этих минералов. однако по хлориту и каолиниту все-таки проявился отрицательный баланс. он ниже, чем в почве под лесом, и составил 0,1-0,9 кг/100 кг породы. по глинистым минералам отрицательный баланс наметился только в верхнем гор. ahp: по смектиту до 4,1 кг/100 кг породы, по остальным минералам – меньше. в горизонтах в баланс преимущественно положительный, особенно по смектиту, по которому составил 7,5 кг/100 кг породы. по иллиту и другим минералам баланс на грани положительного и отрицательного. суммарный баланс по глинистым минералам в гор. ahp отрицательный (6,1 кг), в горизонтах в положительный (макс. до 8,5 кг/100 кг породы). общий баланс по первичным и глинистым минералам в гор. ahp отрицательный, в горизонтах в – положительный (макс. в гор. bctwk до 9 кг/100 кг породы).

Приведенные результаты баланса минералов силикатной части почв не вскрывают полной картины состояния бескарбонатной минеральной их основы. Но они, при наличии сведений по объемной массе почв по профилю и мощности горизонтов, дают возможность рассчитать баланс масс силикатной части почв. Произведенные расчеты показали (табл. 5), что верхний слой серой лесной почвы под лесом мощностью 0-50 см потерял более 300 т/га первичных и столько же глинистых минералов. Общая потеря составила 660т/га.

Таблица 4

Баланс минералов силикатной части серой лесной почвы, разрез 52 (пашня)
Первичные минералы

Гори- зонт	Глубина, см	Весовой % в почве							Мгп, кг/100кг породы							Мг, кг/100 кг породы						
		Кварц	Плагио- клаэзы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит	Фрак- ция >1мкм	Кварц	Плагио- клаэзы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит	Сумма	Ква- рц	Плагио- клаэзы	Калиш- паты	Слю- ды	Хло- рит	Каоли- нит	Блм
Ahp	0-30	42,1	8,5	7,1	8,3	1,3	2,2	69,4	39,7	8,0	6,7	7,9	1,2	2,1	65,5	0,0	0,3	0,5	1,0	-0,8	-0,4	0,5
Bhtw	30-50	38,2	7,0	5,8	5,8	1,3	1,8	59,9	39,7	7,2	6,0	6,0	1,4	1,9	62,2	0,0	-0,4	-0,3	-0,9	-0,6	-0,6	-2,8
Btw	50-72	36,7	8,2	5,9	6,3	1,0	1,8	59,9	39,7	8,9	6,4	6,8	1,1	2,0	64,9	0,0	1,2	0,2	-0,1	-0,9	-0,5	-0,1
BCtwk	72-90	36,5	8,0	6,2	8,5	1,7	2,6	63,5	39,7	8,7	6,8	9,3	1,9	2,8	69,2	0,0	1,1	0,5	2,4	-0,1	0,3	4,2
Ck	130-150	39,7	7,7	6,2	6,9	2,0	2,5	65,0	39,7	7,7	6,2	6,9	2,0	2,5	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Глинистые минералы

Гори- зонт	Глубина , см	Весовой % в почве							Мгп, кг/100кг породы							Баланс минералов						
		Смекти т	Иллит	Хлори т	Каолини т	Фракция <1мкм	Смекти т	Иллит	Хлори т	Каолини т	Сумма	Смекти т	Иллит	Хлори т	Каолини т	Бгм	Блм	Бгм	Бо			
Ahp	0-30	17,9	7,7	1,8	3,3	30,6	16,9	7,2	1,7	3,1	28,9	-4,1	-1,4	-0,7	0,1	-6,1	0,5	-6,1	-5,6			
Bhtw	30-50	25,3	9,5	2,5	2,8	40,1	26,3	9,8	2,6	2,9	41,7	5,4	1,2	0,2	-0,1	6,7	-2,8	6,7	3,9			
Btw	50-72	26,3	8,7	2,3	2,8	40,1	28,5	9,4	2,5	3,0	43,4	7,5	0,8	0,2	0,1	8,5	-0,1	8,5	8,4			
BCtwk	72-90	24,6	7,1	2,2	2,6	36,5	26,9	7,7	2,4	2,8	39,8	5,9	-0,9	0,1	-0,2	4,8	4,2	4,8	9,0			
Ck	130-150	21,0	8,6	2,4	3,0	35,0	21,0	8,6	2,4	3,0	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

Таблица 5

Баланс масс силикатной части лесной почвы, разрез 51 (лес)

Горизонт	Глубина, см	Объемная масса, г/см ³	Вес слоя, т/га	Первичные минералы			Глинистые минералы			Всего потеря-прибавки, т/га
				Потеря-прибавка, вес.%	Потеря-прибавка, т/га	Сумма потерь-прибавок, т/га	Потеря-прибавка, вес.%	Потеря-прибавка, т/га	Сумма потерь-прибавок, т/га	
Ahet	0-8	0,84	672	-4,1	-27	-330	-7,2	-49	-330	-660
AEh	8-20	1,22	1464	-6,8	-100		-10,5	-153		
BEhtw	20-30	1,38	1380	-6,3	-86		-9,3	-128		
Bhtw	30-50	1,64	3280	-3,6	-117		1,9	63		
Btw	50-80	1,64	4920	3,1	151	625	13,9	683	1222	1847
BCtwk	80-100	1,57	3140	15,1	474		15,2	476		
Ck	130-150	1,46	1460	0,0	0		0,0	0		

Баланс масс силикатной части лесной почвы, разрез 52 (пашня)

Ahp	0-30	1,47	4410	0,5	24	-68	-6,0	-264	-264	-332
Bhtw	30-50	1,6	3200	-2,8	-89		6,8	216	653	770
Btw	50-72	1,6	3520	-0,1	-3		8,5	300		
BCtwk	72-90	1,55	2790	4,2	117	117	4,9	137		
Ck	130-150	1,46	1460	0,0	0		0,0	0		

В отношении первичных минералов потери, скорее всего следует связывать с их кислотным разложением. Правда, существуют отдельные данные, что весьма малого размера частицы этих минералов способны перемещаться по профилю в форме лессиважа [8]. Потери глинистых минералов в условиях Молдовы обусловлены двумя главными причинами – кислотным разложением и выносом посредством лессиважа [1]. Причем первыми начинают перемещаться частицы смектита, представляющие собой наиболее тонкую часть почв. Интересно заметить, что потери минерального вещества частично затронули горизонты, морфологически определенные как горизонты В. Прибавки первичных минералов в слое 50-100 см составили более 600, глинистых – более 1200 т/га. Суммарная величина прибавки превысила 1800 т/га, что в три раза больше потерь этих минералов в верхней части профиля. Те же данные по почве на пашне выглядят существенно по иному. Потери первичных минералов в слое 0-72 см составили всего 68 т/га, потери глинистых минералов значительно больше – 264 т/га, но только в пахотном горизонте (0-30) см. Общие потери силикатов в верхней части профиля – 332 т/га. Прибавка первичных минералов отмечается только в гор. BC_{twk}, в слое 72-90 см (117 т/га). Прибавка глинистых минералов охватывает слой 30-90 см и достигает 653 т/га. Положительный баланс тех и других составил 770 т/га, что вдвое превышает потери массы силикатов в верхней части профиля.

Данные по балансу масс силикатной части лесной почвы и на пашне с очевидностью свидетельствуют о неоднородности их почвообразующих пород по профилю. На это указывает: (1) положительный баланс первичных минералов в иллювиальных горизонтах; (2) положительный баланс в тех же горизонтах глинистых минералов, превышающий суммарную потерю первичных и глинистых минералов в горизонтах, откуда может происходить их вынос (кислотное разрушение или лессиваж); (3) суммарный положительный баланс первичных и глинистых минералов в иллювиальной части профиля, превышающий суммарный отрицательный баланс тех же минералов в элювиальных горизонтах. При однородной породе в иллювиальной части профиля баланс первичных минералов может быть или нулевым, если первичные минералы не подвергаются разрушению, или отрицательным. Последнее имеет место в двух случаях. В первом – первичные минералы разрушаются, и продукты разрушения идут на формирование глинистых минералов этого же горизонта. Тогда разговор идет о процессе оглинивания или камбиком процессе [7]. В исследуемых почвах этот процесс из-за специфического проявления неоднородности породы не может быть ни опровергнут, ни подтвержден. Во втором случае отрицательный баланс первичных минералов возникает, когда продукты их разрушения выносятся за пределы почвенного профиля без образования глинистых минералов.

По количественному составу первичных и глинистых минералов, объемной массе горизонты С почв под лесом и на пашне принадлежат к одной и той же почвообразующей породе (табл. 1,2,5). Нормальный профиль выветривания первичных и глинистых минералов в верхнем слое 0-50 см почвы под лесом (табл. 3) может свидетельствовать об идентичности его почвообразующего материала материалу породы, что труднее сказать о верхнем пахотном слое почвы на пашне (табл. 4). В нем видны признаки неоднородности почвообразующей породы с породой гор. С. Но наибольшие проявления неоднородности пород в изученных почвах имеют место в средней части их профиля, совпадающей с выделенными иллювиальными горизонтами. Наличие элювиального процесса в лесной почве и последствий его в почве на пашне не может быть подвергнуто сомнению. Поэтому не может быть подвергнуто сомнению и образование в этих почвах иллювиальных горизонтов. Однако продукты иллювиирования наложились на инеродный в этой части профиля осадочный материал, отличающийся от осадочного материала, обозначенного нами как горизонт С, по двум признакам. В нем доля первичных минералов (1) и доля глинистых минералов (2) по отношению к кварцу оказалась выше, чем в гор. С.

Если сравнивать исследованные почвы по степени выраженности в них неоднородности породы, то в почве на пашне она существенно выше. Вместе с тем по конструкции неоднородности, т.е. по месту, занимаемому в почвенном профиле, обе почвы близки между собой. Это указывает на то, что осадочные отложения, послужившие исходными породами для формирования исследуемых почв, образовались под воздействием одних и тех же факторов и в одно и то же время.

Вероятное 100-летнее использование лесной почвы под пашню вызывает вопрос, могло ли это обстоятельство в какой-то мере повлиять на ее минералогию и в каком направлении. В отношении механического воздействия сомнений не может быть. Теоретически вспашка на глубину 30 см перемешала З горизонта лесной почвы – A_{he}, A_{Eh}, B_{Ehtw}. В этой связи следовало ожидать, что, например, отрицательный баланс по первичным и глинистым минералам почвы под лесом, на пашне должен был сохраниться в своих средних значениях. Однако этого не наблюдается. По первичным минералам в пахотном слое отмечается даже незначительный положительный баланс. По глинистым минералам отрицательный баланс диагностируется, но он должен быть не менее 13 (среднее от значений под лесом), а он составил только 6 кг/100 кг породы (табл. 3,4). Почва под лесом находилась под воздействием лесного почвообразования как минимум на протяжении всего голоцен, порядка 10 тыс. лет. Та же почва, вовлеченная в земледелие, в новых условиях пребывала, по-видимому, порядка 100 лет. Новые условия, прежде всего выразились в ослаблении

кислотного воздействия на почвенные минералы, о чем свидетельствуют ранее приведенные кислотные характеристики. Возможно, на пашне почва получила более высокую дренируемость. И все-таки относительно небольшой по времени период существования лесной почвы в новых условиях вряд ли мог принципиально повлиять на ее минералогию. Наибольшее влияние могло сказаться на глинистых минералах, как более динамичных силикатных образованиях. Так сравнительный анализ их состава под лесом и на пашне (табл. 2) позволяет отметить в пахотном слое повышенное содержание в илистой фракции смектита (58 против 52% в лесу) и пониженное – иллита (25 против 30% в лесу). По другим минералам сделать определенные суждения труднее. В пересчете на почву различие между лесом (15-16%) и пашней (18-25%) в содержании смектита в верхнем слое почвы сохраняется. Учитывая, что снижение кислотности среды способствует образованию смектита, нельзя исключать, что на пашне возникают более благоприятные условия для образования смектита или процесса смектизации. Валовой перерасчет явной деиллитизации ила на пахоте не подтверждает.

ВЫВОДЫ

Минералогические исследования серых лесных почв под лесом и на пашне выявили однотипные профиля выветривания их силикатной основы. В элювиальной части профиля почв происходит разрушение полевых шпатов, слоистых силикатов, разрушение и вынос смектита и хлорита. Относительно накапливаются кварц, в глинистой части почв – иллит и каолинит. Наиболее выраженные изменения относятся к гор. АЕh и верхам иллювиального горизонта. Продукты выноса, главным образом в виде смектита, частично, иллита, аккумулируются в иллювиальной части профиля.

Минералогические профили почвы на пашне унаследованы от природной лесной почвы, занимавшей ранее данную территорию. Прежний элювиальный горизонт вспашкой гомогенизирован, но сохраняет признаки элювиальности. Относительно к почве под лесом повышенное содержание смектита в пахотном слое может свидетельствовать об активизации в пахотной почве процесса смектитообразования, чему способствует антропогенное снижение в ней кислой реакции.

Балансовыми расчетами минералов и масс силикатной части для обеих исследованных почв однозначно установлена неоднородность почвообразующей породы по профилю, проявившаяся в положительном балансе массы первичных минералов и избыточной массе глинистых минералов в иллювиальной части профиля по отношению к кварцу. Стратиграфически однотипное размещение инородного слоя указывает на то, что осадочные отложения, послужившие исходными породами для формирования исследуемых почв, образовались в одних и тех же условиях. Балансовые расчеты минералов и масс силикатной части почв в данном исследовании послужили эффективным инструментом выявления неоднородности почвообразующей породы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы. / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241с.
2. Алексеев, В.Е. Способ количественного определения первичных минералов в почвах и породах методом рентгеновской дифрактометрии / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1994. – N1. – C.104-109.
3. Алексеев, В.Е. Минералогический состав и эволюция глинистой части черноземов Молдавии / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1977. – N2. – C.126-136.

4. Алексеев, В. Е.Происхождение и возраст минералогических профилей черноземов Молдавии / В. Е.Алексеев, А. Н. Бургеля, Е. Б. Варламов // Почвоведение. – 2008. – N 4. – С. 454-466.
5. Алексеев, В.Е. Методика супердисперсного фракционирования почв и пород при их минералогическом анализе / В.Е. Алексеев, К.Г. Арапу, А.Н. Бургеля // Почвоведение. – 1996. – N7. – С. 873-878.
6. Алексеев, В.Е. Глинистые минералы в лесных почвах Молдавии / В.Е. Алексеев [и др.]. // Генезис и рациональное использование почв Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 23-41.
7. Алексеев, В.Е. Минералогический анализ в диагностике оподзоливания, лессиважа и оглинивания / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1983. – N10. – С.12-18.
8. Мельникова, М.К. Исследование лессиважа в модельных опытах / М.К. Мельникова, С.В. Ковеня // Тр. X Междунар. конгр. почвовед. – М., 1974. – Т. 6(2). – С.600-608.
9. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Г. Браун; под ред. Г. Брауна. – М.: Мир, 1965. – 599 с.
10. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / С.А. Волкова [и др.]; под ред. В.С Власова. – Л.: Недра, 1983. – 359 с.

MINERALOGICAL COMPOSITION OF VIRGIN AND PLOUGH-LAND GRAY FOREST SOILS OF THE CENTRAL MOLDAVIAN HIGHLAND

V.E. Alekseyev, M.M. Lungu

Summary

Mineralogical investigations of silicate part of virgin and plough-land (over 100 years) gray forest soils showed similarity of minerals' weathering profiles, significative of genetic continuity between them. There was detected relatively high content of smectite in the plough layer. This may point to activation of smectite formation process in plough land, contributed by anthropogenic decrease of acid reaction in soil. Balance calculation for the both soils demonstrated heterogeneity of the soil forming rock by profile, coinciding with their illuvial horizons.

Поступила 19 марта 2009 г.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАГНИКОВЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

В.Е. АЛЕКСЕЕВ, В.В. ЧЕРБАРЬ, А.Н. БУРГЕЛЯ, Е.Б. ВАРЛАМОВ
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ И ОХРАНЫ ПОЧВ ИМ. Н.А. ДИМО, Г. КИШИНЕВ,
МОЛДОВА

ВВЕДЕНИЕ

На платообразных водоразделах левобережья среднего течения р. Реута выявлены фрагментарные ареалы своеобразных почв, получивших название черноземов стагнированных [15,16]. Сформировались они на глинах плиоценового возраста. в сухой летний период стагнированные черноземы характеризуются глубокими трещинами. в нижней части профиля отмечается застойное увлажнение водами атмосферного происхождения. Отличительной особенностью этих почв является мощный гумусовый горизонт с языками гумусовых затеков и наличие под гумусовым слоем сильно окарбонированного глеевого горизонта, образованного без участия грунтовых вод. по морфологии, физическим, химическим и физико-химическим свойствам стагнированные черноземы резко отличаются от окружающих их зональных черноземов. В этой связи существенный научный интерес представляет изучение минералогического состава описанных черноземов, что позволяет глубже понять природу этих специфических почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для минералогических исследований взяты два разреза стагнированных черноземов, 1s и 4s. Заложены они на платообразных водоразделах близ соответственно сел Тыршицей и Киштельница Теленештского района (северная часть Молдовы) на абсолютных отметках 290 и 265 м. Полученные результаты сопоставлены с соответствующими показателями минералогического состава окружающих зональных черноземов, что позволило рельефнее наблюдать различия стагнированных черноземов.

Первичные минералы изучены во фракции $>1\text{мкм}$, глинистые – во фракции $<1\text{ мкм}$. Фракционное разделение образцов проведено по методике [6]. Органическое вещество и карбонаты перед фракционированием образцов удаляли. Состав первичных и глинистых минералов изучен методом рентгеновской дифрактометрии. Качественный состав первичных и глинистых минералов установлен по известным рекомендациям [12,13]. Количественный анализ проведен по методикам [2,7]. Повторность определения 4-кратная (два образца по две съемки). Коэффициент вариации результатов анализа, установленный по стандартным калибровочным смесям минералов, в зависимости от содержания минералов в смеси характеризуется следующими параметрами: кварц – 2,9-3,3; полевые шпаты – 3,8-8,9; слюды – 5-20; хлорит – 15-26; группа смектита – 2,5-3,0; иллит – 2,2-2,6; хлорит (ил) – 12-25; каолинит (ил) – 15-25. Все расчеты произведены на минеральную и бескарбонатную части фракции и почвы. Обоснование и методика расчета баланса минералов по профилю почв даны в [1,4].

Оценка распределения минералов по профилю почв и влияния на них процессов педогенеза проведена с помощью 8 показателей (K1, K2, K3, K4, ПИИС, ПНИС, ПИКС, ПНКС). В основе показателей лежат соотношения содержания по профилю между устойчивыми к выветриванию кварцем и диоктаэдрическим иллитом, с одной стороны, и менее устойчивыми группами минералов, с другой [1,3,5]. Первые 4 показателя характеризуют состояние первичных минералов, другие 4 – глинистых. Их содержание приведено ниже.

Отношения K1, K2, K3 характеризуют степень выветривания полевых шпатов (суммарно плагиоклазов и калиевых шпатов, K1), сплоистых силикатов (суммарно слюд, хлорита и каолинита, K2), тех и других вместе (K3). Рассчитываются как отношения содержания кварца к содержанию указанных групп минералов в каждом горизонте, деленные на такое же отношение в породе. При допущении однородности породы величина показателя более 1 свидетельствует о разрушении соответствующей группы минералов.

K4 представляет собой отношение содержания кварца к содержанию безгумусного бескарбонатного ила (фракции $<1\text{ мкм}$) по профилю, деленное на такое же отношение в породе. При определенных условиях указывает на наличие или отсутствие в почве процесса оглинивания и других

[3].

В диагностике процессов выветривания показатели К1-К4 зависимы от проявлений неоднородности почвообразующей породы, на что сами и указывают.

Показатель интенсивности выветривания, иллит-смектитовый (пнис) оценивает интенсивность преобразований фракции <1 мкм по горизонтам почвы в аспекте изменения соотношения иллит/смектит. представляет собой отношение содержания устойчивого диоктаэдрического иллита (образованного по мусковиту) к содержанию неустойчивого смектита в указанной фракции, умноженное на 10 с целью получения целого числа. среди иллитов возможна примесь три-иллита.

Показатель напряженности выветривания, иллит-смектитовый (пнис) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований по всему профилю и представляет разницу в пнис (см. выше) между верхним горизонтом и породой.

Показатель интенсивности выветривания, кварцево-смектитовый (пнкс) представляет собой отношение содержания кварца во фракции >1 мкм к содержанию смектита во фракции <1 мкм в каждом горизонте, умноженное на 10 для получения целого числа. относится к особо чувствительным показателям изменений минеральной части сравниваемых почв одной гранулометрической разновидности.

Показатель напряженности выветривания, кварцево-смектитовый (пнкс) характеризует одной цифрой напряженность минеральных преобразований по всему профилю и представляет разницу в пнкс (см. выше) между верхним горизонтом и породой.

Последние четыре показателя практически независимы от неоднородности почвообразующей породы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования рассмотрены в последовательности, начиная с гранулометрического состава сравниваемых почв, от которого во многом зависит их минералогия. Отдельно показаны особенности состава первичных и особенности состава глинистых минералов. Анализ завершен характеристикой распределения указанных групп минералов по почвенному профилю с помощью упомянутых выше интегральных показателей, что в совокупности позволило предметно судить о специфике свойств и происхождении стагниковых черноземов в сравнении с классическими зональными черноземами и сделать соответствующие выводы.

Стагниковые черноземы обращают на себя внимание тяжелым глинистым составом. В наименее глинистом из изученных черноземов (р.4s) содержание фракции < 1 мкм составило более 50%. В другом (р.1s) оно достигает 70% и более. В окружающих выщелоченных зональных черноземах этот показатель находится на уровне 30-40% (табл. 5,6). Содержание фракции < 1 мкм в стагниковых черноземах с глубиной увеличивается, в выщелоченных зональных в данном случае отмечается та же картина. Следует заметить, что в стагниковых черноземах содержание этой фракции и фракции > 1 мкм по профилю испытывает более выраженные колебания, чем в зональных черноземах, что может рассматриваться как первый признак повышенной неоднородности их почвообразующей породы.

ТАБЛИЦА 1

Первичные минералы в черноземах стагниковых глинистых (%)

Гори- зонт	Глубина см	Фракция >1мкм						Почва					
		Кварц	Плагио- клавы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит	Кварц	Плагио- клавы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит
Разрез 1s, Тыршицей, платообразный водораздел, абс. выс. 290 м													
Ahp	0-32	49.7	7.5	7.9	22.2	4.6	8.0	17.4	2.6	2.8	7.8	1.6	2.8
Ah	32-45	43.7	7.4	8.0	25.2	5.8	9.9	14.9	2.5	2.7	8.6	2.0	3.4
Ah	45-55	42.4	7.6	9.0	25.1	6.8	9.2	14.0	2.5	3.0	8.3	2.3	3.0
B1hk	55-70	45.1	7.5	8.5	23.3	6.9	8.8	14.9	2.5	2.8	7.7	2.3	2.9
B1hk	70-80	40.2	7.9	8.9	26.5	7.7	8.8	13.9	2.7	3.1	9.2	2.7	3.1
B2Ghk	80-105	41.7	6.8	7.6	30.4	5.3	8.2	12.5	2.0	2.3	9.1	1.6	2.5
Gk	105-130	52.2	5.6	7.2	26.1	2.9	6.0	14.8	1.6	2.1	7.4	0.8	1.7
Cgk1	130-150	50.2	5.2	6.6	29.3	2.6	6.1	12.9	1.3	1.7	7.5	0.7	1.6
Разрез 4s, Киштельница, платообразный водораздел, абс. выс. 265 м													
Ahp	0-35	57.4	10.4	8.6	15.6	3.3	4.8	27.7	5.0	4.1	7.5	1.6	2.3
Ah	35-65	58.7	10.8	7.5	14.2	3.7	5.1	27.1	5.0	3.5	6.6	1.7	2.4

ABh	80-100	63.4	10.6	8.8	12.7	2.0	2.5	27.7	4.6	3.9	5.6	0.9	1.1
ABh	100-125	64.3	10.5	9.1	11.3	1.6	3.2	26.6	4.3	3.8	4.7	0.7	1.3
Bhk	125-150	62.5	11.5	9.0	11.7	2.4	3.0	28.5	5.2	4.1	5.3	1.1	1.4
Gk	150-170	56.0	8.5	7.9	18.2	3.7	5.8	18.1	2.8	2.5	5.9	1.2	1.9
Cgk	170-200	52.2	9.0	8.1	19.1	4.3	7.3	21.3	3.7	3.3	7.8	1.8	3.0
CRgk	200-230	47.4	12.5	7.8	19.1	5.2	7.9	26.8	7.1	4.4	10.8	3.0	4.5

ТАБЛИЦА 2

Первичные минералы в черноземах выщелоченных зональных (%)

Гори- зонт	Глубина см	Фракция >1мкм						Почва					
		Кварц	Плагио- -клазы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит	Кварц	Плагио- -клазы	Кали- шпаты	Слюды	Хлорит	Каоли- нит
Разрез 72, Единцы, плато, абс. выс. 254 м													
Ap	0-26	68,0	12,1	10,3	7,5	0,8	1,5	44,3	7,8	6,7	4,9	0,5	0,9
A	37-50	67,4	12,4	10,2	7,7	1,0	1,3	41,9	7,7	6,4	4,8	0,6	0,8
B1	57-74	66,0	11,9	10,4	8,2	1,3	2,2	40,7	7,4	6,4	5,0	0,8	1,4
B2	90-100	65,5	11,7	9,7	9,2	1,6	2,4	40,9	7,3	6,0	5,7	1,0	1,5
Ck	170-180	64,1	11,5	9,9	9,2	2,3	3,1	39,6	7,1	6,1	5,6	1,4	1,9
Разрез 75, Фетешты, плато, абс. выс. 227 м													
Ap	0-37	65,8	12,2	11,3	8,1	1,0	1,6	43,7	8,1	7,5	5,4	0,6	1,1
A	37-53	65,2	13,2	11,1	7,5	1,3	1,6	42,4	8,6	7,2	4,9	0,9	1,0
B1	60-72	62,1	12,3	11,2	9,5	2,0	2,9	40,7	8,1	7,3	6,2	1,3	1,9
B2	80-92	60,8	13,7	10,9	9,5	2,0	3,0	41,1	9,3	7,4	6,4	1,4	2,0
Ck	170-180	52,0	12,3	9,5	16,3	3,8	6,1	35,7	8,5	6,5	11,2	2,6	4,2

Содержание первичных минералов в почве определяется содержанием фракции > 1 мкм. Поскольку стагниковые черноземы являются высокоглинистыми почвами, содержание в них первичных минералов существенно ниже, чем в зональных черноземах. Представление о количественном соотношении первичных минералов в стадниковых и зональных черноземах дают таблицы 1, 2. Из них видно, что стагниковые черноземы в 1,5-2 раза меньше содержат каркасных минералов (кварца и полевых шпатов) и примерно вдвое больше – слоистых силикатов. Первичные минералы в стадниковых черноземах по большей части составляют менее 50% веса почвы, но их количество нередко снижается до величины менее 35% (р.1s).

Фракция > 1 мкм в стадниковых черноземах, как и в зональных, представлена кварцем (13-28% в пересчете на почву), плагиоклазами (1-7), калиевыми полевыми шпатами (2-4), слюдами (5-10), хлоритом (1-3) и глинистым минералом каолинитом (1-4%, табл. 1). Распределение первичных минералов по профилю стадниковых черноземов, особенно кварца, менее закономерно, чем в зональных черноземах (содержание кварца в них последовательно увеличивается вверх по профилю), что может также указывать на неоднородность почвообразующей породы. Это особенно заметно в разрезе 4s.

Глинистые минералы стадниковых черноземов представлены той же ассоциацией, что и в зональных черноземах. Она включает смектит (30-50%), иллит (9-30), хлорит (2-5) и каолинит (0,2-5%). Количество соотношение глинистых минералов в стадниковых и зональных выщелоченных черноземах можно наблюдать по данным таблиц 3 и 4.

Надо заметить, что исследованиями 70-х годов прошлого века состав глинистых отложений, послуживших почвообразующими породами для стадниковых черноземов, определен геологами как хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистый [10]. По современной терминологии он может быть назван как хлорит-смектит-иллитовый, что подтверждается нашими анализами. Однако исследования того времени не смогли выявить присутствие в этих породах также от 0,2 до 5% каолинита.

Из характерных особенностей состава глинистых минералов стадниковых черноземов в сравнении с зональными черноземами следует отметить две главные: первая, что содержание в них смектита и иллита в пересчете на почву выше в 1,5-2 раза; вторая – распределение этих двух основных минералов по профилю не подчиняется той обычной закономерности, которая постоянно присутствует в зональных черноземах и заключается в одностороннем с глубиной увеличении содержания смектита и уменьшении содержания иллита (табл. 4). Отклонения от этой закономерности в стадниковых черноземах связаны с теми же проявлениями неоднородности породы, особенно выраженным в разрезе 4s (табл. 3). В этом разрезе по составу глинистых минералов особо

выделяются два близлежащих горизонта Gk и Cgk, в которых содержание смектита резко возрастает с 36% в предыдущем горизонте Bhk до 45-53% и снижается содержание иллита до 10, а каолинита до 0,2-0,9%. Эти цифры указывают на наличие другой породы. Здесь к объяснению увеличения содержания смектита нельзя привлечь процесс оглеения, т.к. в этом случае должен был бы разрушиться хлорит и сохраниться каолинит, как совершенно по разному реагирующие на процесс выветривания в восстановительных условиях. Однако наблюдается нечто обратное, что указывает на свойство самой породы. К этому можно добавить, что первичные минералы гор.Gk, как показали балансовые расчеты (если принять исходную однородность материала горизонтов Cgk и Gk [1,4]), потеряли около 3 кг/100кг от количества первичных минералов исходной породы, а прибавка глинистых минералов в этом горизонте составила более 20 кг/100 породы. Если исходить из концепции внутрипочвенного оглинивания, полученные цифры выглядят абсурдными, что также свидетельствует в пользу инородности глинистого горизонта Gk.

ТАБЛИЦА 3

Глинистые минералы в черноземах стагниковых глинистых (%)

Горизонт	Глубина, см	Фракция <1 мкм, %	Фракция <1мкм				Почва			
			Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит
Разрез 1s, Тыршицей, платообразный водораздел, абс. выс. 290 м										
Ahp	0-32	65,0	50,5	35,8	6,4	7,3	32,9	23,3	4,1	4,8
Ah	32-45	65,8	51,8	33,8	8,4	6,0	34,0	22,2	5,5	3,9
Ah	45-55	66,9	53,2	32,4	7,4	7,1	35,6	21,7	4,9	4,8
B1hk	55-70	66,9	53,0	31,8	7,7	7,4	35,5	21,3	5,2	5,0
B1hk	70-80	65,3	52,7	32,5	8,1	6,7	34,4	21,2	5,3	4,4
B2Ghk	80-105	70,1	48,9	38,1	5,9	7,1	34,3	26,7	4,2	5,0
Gk	105-130	71,6	49,4	40,8	4,7	5,0	35,4	29,3	3,4	3,6
Cgk1	130-150	74,3	52,5	38,3	3,8	5,4	39,0	28,4	2,9	4,0
Разрез 4s, Киштельница, платообразный водораздел, абс. выс. 265 м										
Ahp	0-35	51,8	58,7	30,0	7,1	4,2	30,4	15,5	3,7	2,2
Ah	35-65	53,8	61,2	27,4	6,1	5,3	32,9	14,7	3,3	2,9
ABh	80-100	56,3	67,2	23,8	4,2	4,8	37,9	13,4	2,4	2,7
ABh	100-125	58,7	65,3	26,4	5,9	2,4	38,3	15,5	3,4	1,4
Bhk	125-150	54,4	66,0	24,1	5,7	4,3	35,9	13,1	3,1	2,3
Gk	150-170	67,7	76,9	17,2	4,5	1,4	52,1	11,7	3,1	0,9
Cgk	170-200	59,2	76,3	17,8	5,7	0,3	45,1	10,5	3,3	0,2
CRgk	200-230	43,5	69,9	20,1	7,1	3,0	30,4	8,7	3,1	1,3

ТАБЛИЦА 4

Глинистые минералы в черноземах выщелоченных зональных (%)

Горизонт	Глубина, см	Фракция <1мкм				Почва			
		Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит	Смектит	Иллит	Хлорит	Каолинит
Разрез 72, Единцы, плато, абс. выс. 254 м									
Ap	0-26	42,1	40,3	4,9	12,7	14,7	14,1	1,7	4,4
A	37-50	46,7	34,9	5,2	13,2	17,7	13,2	2,0	5,0
B1	57-74	50,1	32,2	5,6	12,1	19,2	12,3	2,1	4,6
B2	90-100	54,2	28,8	6,0	10,9	20,4	10,8	2,3	4,1
Ck	170-180	66,6	17,7	7,3	8,4	25,5	6,8	2,8	3,2
Разрез 75 , Фетешты, плато, абс. выс. 227 м									
Ap	0-37	48,0	33,7	6,5	11,8	16,2	11,3	2,2	4,0
A	37-53	48,4	33,1	6,4	12,1	16,9	11,6	2,2	4,2
B1	60-72	51,2	29,6	6,8	12,5	17,6	10,2	2,3	4,3
B2	80-92	54,6	25,6	6,8	13,0	17,6	8,3	2,2	4,2
Ck	170-180	58,2	21,7	6,8	13,3	18,3	6,8	2,1	4,2

Более полную информацию о минералогическом состоянии почв позволяют получить упомянутые в методической части интегральные контрольные показатели. Остановимся на этом подробнее, анализируя показатели по стагниковым черноземам в сопоставлении с таковыми по зональным черноземам (табл. 5,6).

Данные по К1-К4, контролирующие состояние первичных минералов, по разрезу 1s стагникового чернозема свидетельствуют о том, что его профиль подразделяется по крайней мере на четыре части (табл. 5). Первая распространяется до глубины 55 см включительно и содержит признаки нормального профиля выветривания, поскольку все значения с глубиной закономерно уменьшаются, указывая на относительное накопление кварца в связи с разрушением других менее стойких минералов. Значения К1 менее 1 и отрицательные величины ПНИС и ПНКС в этом слое почвы указывают на то, что гор. Сгк, определенный как почвообразующая порода, не является таковой. Это иной инородный слой. Хаотичность значений контрольных показателей и наличие среди них отрицательных величин и величин менее 1, относящихся к интервалу глубин 55-130 см, свидетельствуют о том, что в этой части профиля присутствуют по меньшей мере еще два разнородных слоя. Таким образом, профиль чернозема в разрезе 1s включает не менее четырех слоев разнородной породы, что отражает сложную историю образования этой почвы в условиях частой смены обстановок осадкообразования.

Стагниковый чернозем, представленный разрезом 4s, менее тяжелый по гранулометрическому составу, хотя содержание минерального ила (фракции <1мкм) превышает 50% (табл.3). Все интегральные показатели состояния его минеральной части рассчитаны по отношению к гор. Сгк, глубже которого находится известковый руяхлик коренной породы, обозначенный как СРгк. Показатели для горизонта СРгк рассчитаны также по отношению к гор. Сгк. На основании полученных данных можно заключить, что почвообразующая порода этого чернозема изначально неоднородна, но изменения ее минералогии с глубиной носят более постепенный характер, чем в разрезе 1s. Так, К1-К3 вниз по профилю до глубины 100-125 см включительно возрастают, что объясняется увеличением содержания кварца по отношению к полевым шпатам и слоистым силикатам. В нормальном профиле выветривания зональных черноземов такое наблюдается в ином направлении – от породы к верхним почвенным горизонтам (табл. 6). До этой же глубины снижаются значения К4, что является следствием относительного (к кварцу) увеличения содержания глинистой фракции. Совокупность этих показателей можно интерпретировать как наличие в толще 0-125 см внутрипочвенного оглинивания на фоне инородного слоя породы [3].

Данные по глинистым минералам разреза 4s свидетельствуют о том, что вглубь по профилю до 100 см соотношение в содержании между иллитом и смектитом, кварцем и смектитом, как и в зональных черноземах, изменяется в пользу смектита (табл. 5). но на глубине 100-125 см содержание иллита снова возрастает и потом опять начинает снижаться до глубины 170 см включительно как следствие проявления скрытой слоистости породы. глеевый гор. гк является частью этого нового слоя. горизонты сгк и сргк представляют два других по минералогии горизонта. таким образом, в разрезе 4s, как и в разрезе 1s стагниковых черноземов, прослеживаются до 4-х разнородных слоя исходной породы. различия заключаются в том, что в разрезе 4s смена слоев породы происходит более постепенно, чем в разрезе 1s.

Разница в характере распределения минералов по профилю в зональных и стагниковых черноземах отчетливо видна по тем же показателям табл. 5 и 6. у зональных черноземов эти показатели как по первичным минералам (к1-к3), так и глинистым (пниис, пнис, пикс, пнкс) изменяются по профилю одноравномерно и, как правило, с глубиной уменьшаются (табл. 6). По этой причине, например, пнис и пнкс можно выразить одной цифрой для всего профиля или максимальной разницей между верхним горизонтом и породой. в стагниковых черноземах из-за нарушения одноравномерной последовательности изменений промежуточных показателей по профилю этого сделать нельзя.

Таблица 5

Содержание ила и интегральные показатели минералогического состояния черноземов стагниковых глинистых

Горизонт	Глубина, см	Ил, %	К1	К2	К3	К4	ПНИС	ПНИС	ПИКС	ПНКС
Разрез 1s, Тыршицей, платообразный водораздел, абр. выс. 290 м										
Ahp	0-32	65,0	0,76	1,08	0,98	1,54	7,08	-0,21	9,84	0,28
Ah	32-45	65,8	0,67	0,81	0,77	1,31	6,54	-0,75	8,44	-1,12
Ah	45-55	66,9	0,60	0,78	0,73	1,21	6,09	-1,20	7,97	-1,59
B1hk	55-70	66,9	0,67	0,88	0,81	1,28	6,00	-1,29	8,50	-1,06
B1hk	70-80	65,3	0,56	0,71	0,67	1,23	6,17	-1,12	7,62	-1,94

B2Ghk	80-105	70,1	0,68	0,72	0,71	1,02	7,80	0,51	8,54	-1,02
Gk	105-130	71,6	0,95	1,13	1,08	1,19	8,27	0,98	10,57	1,01
Cgk1	130-150	74,3	1,00	1,00	1,00	1,00	7,29	0,00	9,56	0,00
Разрез 4s, Киштельница, платообразный водораздел, абс. выс. 265 м										
Ahp	0-35	51,8	0,99	1,43	1,24	1,48	5,12	2,78	9,79	2,95
Ah	35-65	53,8	1,05	1,51	1,31	1,40	4,48	2,15	9,60	2,76
ABh	80-100	56,3	1,07	2,17	1,59	1,37	3,54	1,21	9,43	2,59
ABh	100-125	58,7	1,07	2,35	1,65	1,26	4,04	1,71	9,84	3,00
Bhk	125-150	54,4	1,00	2,16	1,52	1,45	3,65	1,32	9,47	2,62
Gk	150-170	67,7	1,12	1,19	1,16	0,74	2,24	-0,09	7,28	0,44
Cgk	170-200	59,2	1,00	1,00	1,00	1,00	2,33	0,00	6,84	0,00
CRgk	200-230	43,5	0,76	0,86	0,83	1,71	2,87	0,53	6,78	-0,06

ТАБЛИЦА 6

Содержание ила и интегральные показатели минералогического состояния черноземов выщелоченных зональных

Разрез	Глубина, см	Ил, %	K1	K2	K3	K4	ПИИС	ПНИС	ПИКС	ПНКС
72	0-26	34,9	1,02	1,59	1,19	1,16	9,6	6,9	16,1	6,5
	37-50	37,9	1,00	1,52	1,16	1,01	7,5		14,4	
	57-74	38,3	0,99	1,28	1,09	0,98	6,4		13,2	
	90-100	37,6	1,02	1,13	1,06	0,99	5,3		12,1	
	170-180	37,0	1,00	1,00	1,00	1,00	2,7		9,6	
85	0-22	32,3	1,13	1,71	1,41	1,49	9,2	5,0	12,7	4,7
	32-40	36,8	1,05	1,72	1,35	1,20	8,8		12,3	
	50-60	34,8	1,04	1,46	1,25	1,26	8,1		11,4	
	80-88	36,6	1,02	1,29	1,16	1,12	6,7		10,2	
	170-180	37,6	1,00	1,00	1,00	1,00	4,1		8,0	

«Правильный» характер изменений показателей в зональных черноземах является следствием формирования нормальных профилей выветривания минералов в почвах, образующихся на достаточно однородных лессовидных породах, что вообще характерно для обычных черноземов. В стагниковых черноземах такая регулярность профильной динамики показателей состояния минералогического состава отсутствует из-за проявлений скрытой или явной слоистости породы. В этой связи в таких почвах сложнее оценивать масштаб изменений их минеральной части под влиянием почвообразования, т.к. практически отсутствует точка отсчета – неизмененная материнская порода.

В отношении разреза 4s было высказано предположение о наличии в его профиле как бы двух почв – современной (до глубины 65 см) и погребенной (на глубине от 65 см до 125 см), что подтверждается некоторыми различиями в аналитических данных [15]. Со стороны минералогии различия между этими двумя слоями почв имеются, но они, как было показано выше, обусловлены постепенными изменениями с глубиной. В минералогическом отношении верхний 65-см слой разреза 4s не может принадлежать современной почве, подобной окружающим зональным черноземам, поскольку он примерно в 1,5 раза меньше содержит кварца и полевых шпатов, во столько же раз больше слюд, других слоистых тектосиликатов и глинистых минералов. В этом слое вдвое больше смектита и в полтора раза больше иллита. Различия настолько существенны, что следует говорить о принципиально ином генезисе этого слоя породы, чем лессовидные породы зональных черноземов. Другое дело, что гумус этого слоя, в силу высокой изменчивости в сравнении с минералогией, мог приобрести качественное состояние, аналогичное состоянию гумуса окружающих современных черноземов.

По ряду признаков и, прежде всего высокому содержанию смектита и, особенно, иллита почвообразующие породы стагниковых черноземов очень похожи на породы современных аллювиальных слитых почв [14]. В отличие от этих почв современной поймы больших рек (Днестр, Прут) стагниковые черноземы фрагментарно размещаются в северной части Молдовы на самых

высоких отметках платообразных плато, представляющих собой остатки позднеплиоценовой поверхности выравнивания [8,9,10,11]. Общим для современных аллювиальных слитых почв и стагниковых черноземов является то, что последние также сформировались на породах слоистой природы, озерно-аллювиальных отложениях, но отложениях древнего происхождения. Возраст этих пород, а, соответственно, и почв измеряется временем более одного миллиона лет. В связи с тектоническим поднятием территории в плейстоцене они заняли свойственные им сегодня абсолютные отметки, превышающие 250м.

Следует также отметить, что по морфологии, физическим свойствам и минералогическому составу к стагниковым черноземам близки черноземы слитые, тоже нередко приуроченные к древним поверхностям водоразделов преимущественно южной половины Молдовы. Особенность слитых черноземов в том, что они привязаны к выходам бентонитоподобных пород, характеризуются исключительно высоким содержанием смектита, но от стагниковых черноземов отличаются пониженным содержанием иллита.

За прошедшее время более миллиона лет территории, на которой размещены стагниковые черноземы, находилась за пределами непосредственного воздействия оледенений четвертичного периода. Благодаря чему данная группа почв смогла сохраниться. Но за огромное время их существования не раз менялись климат и условия почвообразования. Поэтому следует иметь в виду, что почвы, получившие название стагниковых черноземов, не всегда были черноземами. На этом основании их следует рассматривать как почвы полигенетичные.

С учетом полигенетичности стагниковых черноземов и исключительно большого возраста если не самих почв как черноземов, то унаследованных от древних стадий почвообразования их минералогических профилей, большой интерес представляют те изменения в минералогии этих специфических почвенных образований, которые должны были произойти за время, измеряемое не менее, чем в миллион лет. На земной поверхности такого рода почв найдется совсем немного. Этот интерес связан с тем, что стагниковые черноземы являются уникальным объектом для изучения изменчивости почвенных минералов во времени и в определенных условиях среды, масштаба изменений, сохранности реликтовых признаков. Сложности подобного рода исследований обусловлены неоднородностью почвообразующих пород этих почв, затрудняющих, а, возможно, исключающих использование метода баланса масс, кроме тех случаев, когда этот метод можно применить именно для доказательства неоднородности породы. В этой статье данный вопрос не рассматривается, но отметить его важность считаем необходимым.

ВЫВОДЫ

Минералогические исследования стагниковых черноземов выявили ряд их особенностей в сравнении с современными зональными черноземами и общие черты с некоторыми другими почвами. Эти особенности распространяются на первичные и глинистые минералы, а также характер распределения их по почвенному профилю.

Характерной особенностью минералогического состава стагниковых черноземов, обусловившей многие их специфические свойства, является высокое содержание (50-70%) глинистых минералов и, в связи с этим, низкое содержание первичных минералов. Номенклатурный состав минералов при данном уровне исследования следует считать тем же, что и в зональных черноземах.

Другая отличительная особенность стагниковых черноземов в сравнении с зональными заключается, наряду с более высоким содержанием смектита и иллита, в смещении соотношения между этими минералами в пользу иллита, что обнаруживает средство этих древних почв с современными аллювиальными слитыми почвами. По признаку исключительно высокого содержания смектита стагниковые черноземы близки к слитым черноземам.

Стагниковые черноземы от зональных, помимо выше названного, отличает отсутствие однонаправленности профильных изменений диагностических показателей состояния минеральной части, свидетельствующей о наличии более или менее явной или скрытой неоднородности почвообразующей породы. В изученных разрезах выявлено до 4-х неоднородных слоев, что указывает на непростую историю образования этих почв в условиях неоднократной смены обстановок озерно-аллювиального осадкообразования позднего плиоцена.

В силу пережитой длительной истории, многократных изменений климатических условий и условий почвообразования на протяжении всего четвертичного периода стагниковые черноземы содержат реликты прошлых эпох, требующие изучения, и рассматриваются как почвы полигенетичного ряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы: диагностика, параметры, факторы, процессы / В.Е. Алексеев. – Кишинев, 1999. – 241с.
2. Алексеев, В.Е. Способ количественного определения первичных минералов в почвах и породах методом рентгеновской дифрактометрии / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1994. – N1. – C.104-109.
3. Алексеев, В.Е. Минералогический анализ в диагностике оподзоливания, лессиважа и оглинивания / В.Е. Алексеев // Почвоведение. – 1983. – N10. – С. 12-18.
4. Алексеев, В. Е. Происхождение и возраст минералогических профилей черноземов Молдавии / В. Е. Алексеев, А. Н. Бургеля, Е. Б. Варламов // Почвоведение. – 2008. – N 4. – С. 454-466.
5. Алексеев, В.Е. Педогенная трансформация минералогического состава четвертичного суглинка на Юге Молдовы / В. Е. Алексеев, А. Н. Бургеля, Е. Б. Варламов // Buletinul Institutului de geologie și seismologie al AŞM. – 2006. – N2. – Р. 74-81.
6. Алексеев, В.Е. Методика супердисперсного фракционирования почв и пород при их минералогическом анализе / В.Е. Алексеев, К.Г. Арапу, А.Н. Бургеля // Почвоведение. – 1996. – N7. – С.873-878.
7. Глинистые минералы в лесных почвах Молдавии / В.Е. Алексеев[и др.] // Генезис и рацион. использо. почв Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 23-41.
8. Атлас Молдавской ССР. – М., 1978. 131 с.
9. Билинкис, Г.М. Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху морфогенеза / Г.М. Билинкис. – Кишинев: «Бизнес-элита», «Lextoria», 2004. – 184 с.
10. Геоморфология Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1978. – 188 с.
11. Покатилов, В.П. Геолого-литологические структурно-геологические факторы, определяющие инженерно-геологические условия Северной Молдавии / В.П. Покатилов // Геология четвертичных отложений Молдавии – Кишинев: Штиинца, 1983. – С. 89-100.
12. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Г. Браун; под ред. Г. Брауна. – М.: Мир, 1965. – 599 с.
13. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / С.А. Волкова [и др.]; под ред. В.С Власова. – Л.: Недра, 1983. – 359 с.
14. Слитые почвы Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1990. 168с.
15. Чербарь, В. В. Черноземы стагниковые – результат сочетания современного и реликтового процессов почвообразования / В. В. Чербарь // Почвоведение и агрохимия. – Минск, 2007. – С. 37-46.
16. Cerbari, V. Sistemul de clasificare și bonitare a solurilor Republicii Moldova pentru elaborarea studiilor pedologice / V. Cerbari. – Chișinău: Pontos, 2001. – 103 p.

FEATURES OF MINERALOGICAL COMPOSITION OF STAGNIC CHERNOZEMS

V.E. Alexeyev, V.V. Cherbar', A.N. Burghelya, E.B. Varlamov

On fragments of the pliocene planation surface of the northern part of Moldova there formed specific soils called stagnic chernozems. In comparison with zonal chernozems, stagnic chernozems are characterized by hidden lamination of rock-forming solid, high content of clay minerals (among them – smectite and illite). Quantitative ratio of the latter minerals disclose affinity with modern alluvial compact soils, as well as with compact chernozems. Stagnic chernozems are considered as polygenetic soils.

Поступила 19 марта 2009 г.

БАЛАНС ГУМУСА И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЙ В ЗЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ

Л. Трипольская, Д. Романовская, А. Шлепетене
Литовский институт земледелия, Кедайнайский р-н, Литва

ВВЕДЕНИЕ

Изменение структуры посевов в сторону увеличения площади зерновых культур вызывает определенные изменения в почве. В отношении почвенного органического вещества это влияние проявляется в том, что увеличивается поступление химически схожих органических веществ с широким соотношением C:N, в результате снижения разнообразия питательной среды изменяется ценоз микроорганизмов, увеличивается количество патогенов [1, 4, 5]. С целью активизировать и оптимизировать направление микробиологические процессы в почве, в зерновых фитоценозах рекомендуется включать посевы культур на зеленое удобрение [2, 3, 16]. Их функции разнообразны: обогащение почвы органическим веществом, азотом, улучшение фитосанитарного состояния, физических свойств, водного режима и другие [8, 9, 14]. Для различных почв приоритет будут иметь определенные свойства органических удобрений, соответственно этому и подбирается такой агротехнический прием, который будет иметь наибольший экономический и экологический эффект. Для почв легкого гранулометрического состава наиболее актуальной проблемой является сохранение и обогащение почвы органическим веществом [11, 12]. Поэтому в зерновых агрофитоценозах эффективность зеленого удобрения чаще всего оценивается по его влиянию на баланс гумуса, как интегральному показателю, определяющему большинство свойств почвы.

Цель данной работы – выполнить сравнительный анализ влияния различных агротехнических приемов (внесения навоза, изменения структуры севооборота, основного и пожнивного зеленого удобрения, соломы) на баланс гумуса и его качественный состав.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – различные виды органических удобрений (навоз, многолетние и однолетние бобовые растения, крестоцветные, растительность необрабатываемого пара, солома злаковых), применяемых в агрофитоценозах для стабилизации запасов органического вещества.

Исследования проводили в 1998-2005 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве. Агрехимическая характеристика перед закладкой опыта: pH_{KCl} 5,47, подв. P₂O₅ – 125 кг/кг, подвижного K₂O – 220 мг/кг, гумуса – 2,34%. Эффективность различных агроприемов исследовали в севообороте с чередованием культур: ячмень, ячмень, озимая рожь, овес.

Изучаемые агротехнические приемы в течение севооборота применялись следующим образом: навоз (30 т/га) и пожнивное зеленое удобрение (редька масличная и подсев клевера красного) вносили под вторую культуру севооборота (ячмень), основное зеленое удобрение (отава клевера красного, люпин желтый, сегетальная flora необрабатываемого пара) вносили под озимую рожь, солому зерновых с добавкой азотных удобрений N₃₀ вносили каждый второй год. Растения севооборота удобрялись средними дозами минеральных удобрений – N₆₀₋₈₀P₆₀K₆₀.

Содержание гумуса в пахотном слое (0-20 см) определяли до закладки опыта и после окончания каждой ротации. После окончания исследований был определен качественный состав гумуса.

Количество гумуса определяли методом Тюрина, фракционный состав – методом Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой [6]. Количество фиксированного растениями азота рассчитано по их фактическому урожаю, используя коэффициент Hopkins-Piters [10]. Данные результатов исследований обработаны методом дисперсионного анализа [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биомасса растений, применяемых в качестве органического удобрения

Количество сухого вещества (СВ), внесенного в почву в различных вариантах эксперимента, за две ротации севооборота было неодинаковым и варьировало от 2,97 т/га при внесении послеуборочных остатков гороха до 13,52 т/га при внесении соломы (табл. 1). Значительно отличалась и урожайность растений, выращиваемых на зеленое удобрение. В климатических условиях Восточной Литвы на супесчаных почвах при выращивании основного зеленого удобрения

наибольшую биомассу продуцирует люпин желтый (в среднем 7,38 т/га СВ), несколько меньше – клевер красный (6,98 т/га СВ). Биомасса сегетальной флоры необрабатываемого пара, учитывая, что она формируется натурально из имеющихся в почве семян сорных растений, была только на 0,78-1,18 т/га СВ меньше, по сравнению с урожаем культурных растений.

Таблица 1

**Источники органического вещества и изменение гумусного состояния почвы
Воке, 1998-2005 гг.**

Агротехнический прием	Растения	Внесено СВ т/га	Соотношение надземной массы и корней	Внесен о азота с растени ями кг/га	Гумус %	Sx	ГК:ФК
Без органических удобрений		–	–	–	2,43 2,21	0,143 0,082	0,950
Навоз (30 т/га)		12,00	–	–	2,25 2,26	- -	0,965
Изменение структуры севооборота	Горох посевной	2,97		96 3	2,36 2,29	- -	0,995
	Клевер красный	6,98	0,66	112 70	230 2,38	0,129 0,155	0,973
Зеленое удобрение под озимые	Люпин желтый	7,38	0,23	166 26	2,34 2,17	0,298 0,243	0,965
	Сегет. флора	6,20	0,74	117 13	2,25 2,27	0,195 0,267	0,978
Пожнивное зеленое удобрение	Подсев клевера красного	4,29	0,17	80 45	2,31 2,24	0,133 0,131	0,970
	Редька масличная	2,28	0,21	84 13	2,27 2,29	0,225 0,186	0,958
Солома	Ячмень, оз. рожь	13,52		71	2,29 2,25	0,100 0,142	0,970

Пожнивные растения на зеленое удобрение в течение осеннего периода формируют значительно меньшую биомассу, чем основные посевы культур. Урожай редьки масличной составил в среднем 2,97 т/га СВ, подсев клевера красного – 4,29 т/га, однако их выращивание на зеленое удобрение экономически наиболее целесообразно, так как позволяет на том же поле получить кроме зеленой массы и урожай основной товарной продукции.

Сравнивая эффективность выращивания различных видов растений на зеленое удобрение, можно отметить преимущества подсева красного клевера – не требуется дополнительная обработка почвы и внесения азотных удобрений, меньшая вариация биомассы, обогащение почвы симбиотическим азотом. Для хозяйств с экстенсивным земледелием возможно применение в качестве зеленого удобрения под озимые сегетальной флоры необрабатываемого пара, которая формируется с весны до начала июля. В этом случае с осени, применяя гербициды сплошного действия, необходимо уничтожить многолетние сорняки, а летом запахать биомассу до начала образования семян.

С точки зрения обогащения почвы азотом, наибольшее значение имеют бобовые растения. С отавой клевера и люпином в почву было внесено почти равное количество N – в среднем 182-192 кг/га, с подсевом клевера осенью – 125 кг/га. Немалое количество азота было аккумулировано в сегетальной флоре (130 кг/га) и соломе (71 кг/га). Меньше всего баланс азота пополнила редька масличная, с массой которой в среднем было внесено 96 кг/га N. С послевборочными остатками и корнями гороха почва пополнилась 99 кг/га N, хотя с литературных источниках указывается, что горох может накапливать до 100 кг /га симбиотического азота [13].

Изменения гумусированности почвы и фракционного состава гумуса

Данные исследований подтвердили, что в зерновых агрофитоценозах на дерново-подзолистых супесчаных почвах без внесения органических удобрений происходит постепенное снижение содержания гумуса, которое в данном опыте за две ротации севооборота составило 0,22 проц. ед.

Внесение небольших доз навоза (30 т/га каждые 4 года), как и следовало, ожидать, позволило поддержать стабильный баланс гумуса. Замена злакового члена севооборота (ячменя) бобовым (горохом) также была эффективной. Пожнивные остатки гороха и дополнительный азот клубеньковых бактерий, позволили восстановить потери от минерализации органического вещества почвы и его количество за две ротации севооборота незначительно увеличилось (+0,08 проц. ед.). Сравнение изменений количества гумуса при периодическом внесении (раз в четыре года) различных видов зеленого удобрения показало, что внесение зеленой массы в целом имеет положительное влияние на запасы органического вещества в почве. Вариация его количества в вариантах с внесением зеленого удобрения за две ротации составила от -0,04 до +0,08 проц. ед. Только при применении люпина его снижение было более значительным и составило в среднем 0,17 проц. ед. Исследования скорости разложения органического вещества зеленого удобрения по количеству минерального азота в почве показали, что в первые месяцы после внесения люпина его концентрация в почве была выше, чем после внесения клевера красного или сегетальной флоры. Это свидетельствует о том, что при разложении биомассы люпина преобладают процессы минерализации, а направленность процессов определяется различиями в биохимическом составе растений [11, 16].

О положительном влиянии зеленого удобрения и соломы на гумусное состояние почвы указывает и изменение соотношения ГК и ФК, а также степени гумификации гумуса (соотношение Сгуминовых кислот и С_{опр}). В не удобряемой органическими удобрениями почве соотношение этих кислот составляло 0,950, а при внесении различных видов органических удобрений увеличилось до 0,958-0,995. Наряду с этим, в почве отчетливо наблюдалась тенденция увеличения и абсолютного количества гуминовых кислот (+0,09-0,21 С_{опр}). Замена злаковой культуры (ячменя) севооборота бобовой (клевером, горохом) также было положительным – абсолютное количество гуминовых кислот увеличилось. Это соответственно отразилось и на степени гумификации гумуса – при внесении различных видов зеленого удобрения и соломы злаковых она была выше (34,0-34,5%), по сравнению с почвой, удобряемой только минеральными удобрениями (33,9%). Сравнение направленности изменения трех показателей – содержания гумуса, изменения соотношения гуминовых и фульвокислот и степени гумификации гумуса позволяет констатировать положительное влияние зеленого удобрения и соломы на гумусное состояние почвы, хотя в большинстве случаев изменения при 95% уровне значимости были статистически несущественны.

Показатели соотношения ГК и ФК свидетельствуют о том, что гумус исследуемой почвы относится к гуматно-фульватному типу. Доля гуминовых кислот составляла 33,1-34,4%, фульвокислот – 34,0-35,8% от С_{опр}. В составе гуминовых кислот преобладали (46,7-50,5% от Σ Сгк) подвижные кислоты первой фракции и стабильные кислоты третьей фракции (35,8-40,2% от Σ Сгк), гуматы Са составляли только 12,2-14,9 %. Такое соотношение фракций ГК характерно для дерново-подзолистых кислых почв. Среди фульвокислот преобладали подвижные ФК 1 (31,0-38,6% от Σ Сфк) и ФК 3 (36,8-39,9% от Σ Сфк).

Под влиянием зеленого удобрения и соломы произошли изменения качественного состава гумуса. Не всегда эти изменения были статистически достоверны, но, анализируя несколько показателей качественного состава, можно отметить такие тенденции. В ходе деструкции зеленого удобрения (за исключением люпина), в почве происходила аккумуляция ГК (+0,013-0,021% С_{опр}) за счет образования свободных ГК (1 фракция) и ГК связанных с глинистыми минералами (3 фракция) (табл. 2).

Таблица 2
Влияние различных агроприемов на фракционный состав гумуса

Агротехнический прием	Растения	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			Σ ГК	Σ ФК
		ГК 1	ГК 2	ГК 3	ФК 1а	ФК1	ФК2		
Без органических удобрений		0,211	0,067	0,158	0,075	0,19	0,056	0,180	0,436 0,460
Навоз (30 т/га)		0,203	0,075	0,167	0,072	0,137	0,075	0,178	0,444 0,461
Изменение структуры севооборота	Горох посевной	0,214	0,071	0,171	0,071	0,151	0,067	0,167	0,455 0,457
Зеленое удобрение под озимые	Клевер красный	0,231	0,061	0,164	0,074	0,144	0,071	0,167	0,456 0,456
	Люпин желтый	0,209	0,052	0,171	0,072	0,169	0,037	0,169	0,432 0,447
	Сегет. флора	0,215	0,061	0,177	0,068	0,180	0,031	0,184	0,453 0,463
Пожнивное	Подсев	0,207	0,062	0,179	0,071	0,151	0,068	0,168	0,448 0,458

зеленое удобрение	клевера красного										
	Редька	0,221	0,059	0,171	0,073	0,176	0,039	0,183	0,451	0,471	
	масличная										
Солома	Ячмень, оз.	0,215	0,054	0,180	0,068	0,179	0,040	0,175	0,449	0,462	
	ржчь										
HCP ₀₅		0,022	0,017	0,013	0,05	0,029	0,024	0,019	0,030	0,053	

При внесении соломы зерновых, подсева клевера или растительности необрабатываемого пара, увеличение количества этой фракции было статистически достоверным.

Исследуемые агроприемы не оказали существенного влияния на абсолютное количество фульвокислот в почве, а анализ изменений их фракционного состава показал, что при разложении соломы и растительности необрабатываемого пара в почве образуется меньше "агрессивных" (1а фракция) и свободных фульвокислот (1 фракция) – сокращение их количества в пахотном слое было существенным (-0,07% С_{опр}). "Агрессивные" ФК отличаются большой подвижностью и определяют скорость процессов оподзоливания почвы, поэтому уменьшение их количества при применении соломы и некоторых видов зеленого удобрения свидетельствует о происходящем процессе окультуривания почвы.

Направление гумификации внесенного в почву растительного органического вещества также зависит от гидротермических условий после их внесения. Разложение биомассы основного зеленого удобрения (клевера красного), вносимого под озимые, происходит при относительно высокой температуре почвы (+10 - +15 °C) и в таких условиях формируется больше подвижных ГК 1 фракции – 50,8% от $\Sigma C_{гк}$, в тоже время при его внесении поздно осенью перед замерзанием почвы их количество составляло только 46,1 % от $\Sigma C_{гк}$. И наоборот, при разложении органического вещества при низких положительных температурах (около 0 °C), больше образуется (40,0% от $\Sigma C_{гк}$) ГК 3 фракции, нежели при внесении биомассы летом.

ВЫВОДЫ

1. В зерновых агрофитоценозах на дерново-подзолистых супесчаных почвах внесение зеленого удобрения и соломы злаковых позволяет поддержать, стабильный баланс гумуса и их эффективность адекватна внесению небольших доз (30 т/га) навоза. Периодическое внесение зеленого удобрения и соломы зерновых с добавкой азотных удобрений, активизирует синтез гуминовых кислот: соотношение в почве Сгк и С фк увеличилось до 0,958-0,995 (в удобряемой только минеральными удобрениями – 0,950), степень гумификации гумуса – до 34,0-34,5% (в контролльном варианте – 33,9%), отмечена тенденция увеличения абсолютного количества гуминовых кислот (+0,09-0,21% С_{опр}).

2. Внесение зеленого удобрения оказывает влияние на качественный состав гумуса: при разложении их биомассы (за исключением люпина) в почве аккумулируются больше гуминовых кислот (+0,013-0,021% С_{опр}) за счет накопления фракций свободных (ГК 1) и связанных с глинистыми минералами (ГК 3). При внесении соломы злаковых, подсева клевера красного и сегетальной флоры увеличение фракции стабильных ГК было существенным. При разложении соломы и сегетальной флоры существенно меньше образуется "агрессивных" и свободных фульвокислот.

3. Направление гумификации растительных остатков зависит от гидротермических условий разложения. При внесении биомассы клевера летом под озимые разложение происходит при более высокой температуре воздуха (+10 - -15 °C) и в таких условиях образуется больше подвижных гуминовых кислот 1 фракции – 50,8% от $\Sigma C_{гк}$, по сравнению с внесением биомассы поздно осенью (46,1% от $\Sigma C_{гк}$). И наоборот, при деструкции биомассы клевера в условиях низких температур (около 0 °C) формируется больше стабильных ГК 3 (+ 4,1% от $\Sigma C_{гк}$) по сравнению с летним периодом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, А.И. Режим гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве и урожайность сельскохозяйственных культур при внесении органических и минеральных удобрений / А.И. Жуков // Агрохимия. – 1998. – №5. – С. 21-30.
2. Минерализация различных органических удобрений в дерново-подзолистой супесчаной почве: сб. науч. тр. / Лапа В.В. [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – Минск, 2000. – С. 163-171.
3. Лукин, Л.И. Влияние удобрений на формирование баланса гумуса и растительных остатков в агроценозе озимой пшеницы / Л.И. Лукин, А.Н. Косилова // Почвы и их плодородие на рубеже столетий / Кн. 2. Актуальные проблемы плодородия почв в современных условиях. Минск, 2001. – С. 181-183.

4. Надежкин, С.М. Изменения плодородия почв при использовании сидератов / С.М. Надежкин, Н.В. Корягина // Совершенствование методологии агрохимических исследований: материалы науч. конф. Москва, 1997. – С. 257-260.
5. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – Москва, 1990. – 325 с.
6. Понамарева, В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Понамарева, Т.А. Плотникова. – Ленинград: Наука, 1980. – 222 с.
7. Влияние зеленых удобрений на плодородие дерново-подзолистых песчаных почв / В.И. Сороко и [др.]. // Почвы и их плодородие на рубеже столетий. / Кн. 2. Актуальные проблемы плодородия почв в современных условиях. – Минск, 2001. – С. 278-280.
8. Шеин, Е.В. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов / Е.В. Шеин // Почвоведение. – 2003. – №1. – С. 53-61.
9. Arlauskienė, A. Molingu dirvožemiu savybių gerinimas ankstiniais augalais ju biomase panaudojant zaliajai trasai / A. Arlauskienė // Zemdirbyste-Agriculture. – 2002. – T. 79. – P. 229-243.
10. Hamdy, Y.A. Application of nitrogen-fixing systems in soil improvement and management / Y.A. Hamdy // Soils Bulletin. – Rome, 1982. – Vol. 49. – 188 p.
11. Janusiene, V. Dirvozemio agrocheminiu savybiu, humuso kiekio ir kokybines sudeties kitimas priklausomai nuo paselio strukturos ir tresimo / V. Janusiene, V. Zekoniene // Dirvotyros ir agrochemijos pasiekimai ir uždaviniai zemės ūkio reformos bei perejimo į rinkos ekonomika metu. – Kaunas, 1997. – P. 155-159.
12. Janusiene, V. Daugiamecių zoliu agrobiologine verte / V. Janusiene, V. Zekoniene // Augalininkyste kalvoto reljefo salygomis. – Kaltinėnai, 2000. – P.172-175.
13. Lapinskas, E. Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas / E. Lapinskas Kedainiai, 1998, – 218 p.
14. MacRae R.J., Mehuys G.R. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils // University of California. 1990. Advances in Soil Science, 1985. – Vol. 3. – P. 71-94.
15. Tarakanovas, P. Agronominiu tyrimu duomenu statistinė analizė taikant kompiuterines programas / P. Tarakanovas, S. Raudonius // ANOVA. STAT. STAT-PILOT iš paketo SELEKCIJAI IRRISTAT. – Akademija, 2003. – 60 p.
16. Biochemical Quality of Crop Residues and Carbon and Nitrogen Mineralization Kinetics under Nonlimiting Nitrogen Conditions / I.Trinsoutrot [et al] // Soc. America Journal, 2000. – Vol. 64. – P. 918-926.

HUMUS BALANCE AND ITS QUALITY IN DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS IN CEREAL CROP ROTATION

L. Tripolskaya, D. Romanovskaya, A. Shlepetene

Summary

Experiments were conducted at the Voke Branch of Lithuanian institute of Agriculture during 1998-2005. Results of studying the effect of different soil and crop management on the humus status of loamy sandy *Haplic Luvisols* were generalized. It was found that the application of different green manure species (*Lupinus luteus* L., *Trifolium pratense* L., and *Raphanus sativus* L.) and straw from cereal crops (*Secale cereale*, *Hordeum* L.) under conventional conditions helped to sustain a stable humus budget in cereal agrophytocenoses. A significant change in the fractional composition of HAs and FAs occurred under the effect of green manure. The decomposition of green manure and the formation of humic substances also depended on the hydrothermal conditions during application of manure.

Поступила 18 марта 2009 г.

УДК 631.474

**КОНТУРНОСТЬ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ И ЕЕ УЧЕТ
ПРИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ**

Н.В. Радченко

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в значительной мере зависит от того насколько рационально и интенсивно используются земельные ресурсы в целом и каждый земельный участок в отдельности. Земельные участки сильно отличаются по своим качественным свойствам, влияющим на их пригодность для выращивания определенных сельскохозяйственных культур, и технологическим условиям их выращивания.

Природно-технологические условия республики определяются формами рельефа, завалуненностью почв, контурностью полей, их разобщенностью и рядом других показателей, непосредственно связанных с географическими условиями местности. Их влияние на сельскохозяйственное производство проявляется как непосредственно через особенности почвенного покрова (смытость почв, завалуненность), так и через удобства использования земель. Одно дело

выполнять обработку на выровненных полях, где можно применять более производительную энергонасыщенную технику, и совершенно иное – на мелкоконтурных сельскохозяйственных землях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом наших исследований явилась контурность как фактор, влияющий на плодородие пахотных земель.

В работе использованы статистические данные Государственного комитета по имуществу о среднем размере отдельно обрабатываемого контура пахотных земель по административным районам Республики Беларусь. Группировка административно-территориальных единиц по среднему размеру контуров пахотных земель выполнена с использованием программного обеспечения геоинформационной системы ArcView. Результаты исследований получены аналитическим путем с использованием метода статистической обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Контурность земель является одним из важнейших технологических свойств, влияющих на затраты по производству продуктов земледелия. От среднего размера отдельно обрабатываемого участка в значительной степени зависит уровень хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций. Известно, что хозяйства с большей раздробленностью земель даже на почвах с высоким естественным плодородием, достаточным внесением органических и минеральных удобрений получают более низкие урожаи сельскохозяйственных культур, чем хозяйства с крупными пахотными массивами [1-3].

Мелкоконтурность земель не только снижает качество механизированных работ, производительность машинотракторного парка, затрудняет качественную обработку почв, но и приводит к сокращению эффективно используемой площади, что в конечном итоге отрицательно оказывается на производительной способности почв, выражаясь в недоборе урожая.

Установлено, что по краю поля урожайность сельскохозяйственных культур заметно ниже, чем в середине. Это связано с концентрацией здесь отрицательного влияния таких факторов как более сильное уплотнение почвы на полосах разворота сельскохозяйственных машин и агрегатов. Также избыточная увлажнённость у границ с заболоченными и западинными местами, нарушение почвенного покрова при строительстве каналов и дорог, затенённость посевов примыкающей древесно-кустарниковой растительностью, порча прилегающих к неулучшенным дорогам посевов транспортом в ненастье и распутицу и др. являются причинами, снижающими урожайность культур на мелкоконтурных участках пахотных земель. От края поля распространяются сорняки и болезни растений [1-3].

К основным факторам, порождающим мелкоконтурность относятся:

– сложное геологическое и геоморфологическое строение территории республики (пестрота антропогенных отложений, сложный рельеф, значительная изрезанность местности овражно-балочной системой, хорошо развитая водная сеть, частое чередование холмов и низин и др.);

– завалуненность – следствие деятельности ледника. Валуны, лежащие на поверхности пахотных земель, создают значительные трудности при обработке почвы. На пашне появляются огрехи, быстро застраивающие деревьями и кустарником. Из года в год площадь огражевов увеличивается, огражевы сливаются друг с другом, и, в конце концов, из одного пахотного массива образуются 2-3 небольших участка;

– большая неоднородность почвенного покрова; при этом лучшие земли остаются под пашней, а менее плодородные уходят под другие земли.

Все перечисленные факторы образования мелкоконтурности можно разделить на две основные группы: преодолимые – завалуненность, заболоченность, закустаренность, залесенность, пестрота почвенного покрова и непреодолимые – сложный рельеф, неоднородный геологический состав материнских пород, хорошо развитая водная сеть, наличие капитальной дорожной сети и сети коммунальных сооружений.

Значительная часть территории республики характеризуется мелкой контурностью и разобщенностью пахотных земель. В наибольшей степени это присуще многим районам Витебской области, отчасти отдельным районам Гродненской и Брестской областей, расположенным в зоне Белорусского Поозерья и Полесской низменности (рис.1). При среднем размере контура пахотных земель республики 21,4 га в Россонском и Городокском районах Витебской области он не превышает 5,0 га. Значительное количество районов северной и юго-западной частей республики имеет средний размер контура пахотных земель от 5,0 до 10,0 га.



Условные обозначения
(размер среднего контура пахотных земель, га)

	3,6 - 5,0
*	5,1 - 10,0
	10,1 - 15,0
	15,1 - 20,0
	20,1 - 25,0
+	25,1 - 45,8

Рис.1. Картосхема средних размеров контуров пахотных земель
(составлена на основе базы данных кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств)

Изучение контурности пахотных земель и ее динамики [4] показывает, что типичной в отношении самой большой мелкоконтурности была и остается Витебская область (1970 г. – 2,5 га, 2006 г. – 11,5 га). В Гродненской области контурность пахотных земель повысилась за исследуемый период на 7,2 га и достигла 18,0 га, значительные изменения наблюдаются также и в Гомельской области. В целом по республике средний размер контура увеличился с 7,0 га до 21,4 га (табл.1). Это связано, прежде всего, с многоплановой работой, проводимой в республике по увеличению среднего размера отдельно обрабатываемого контура земель, и с оптимизацией землепользования сельскохозяйственных организаций, проведенной на основе кадастровой оценки участков пахотных земель по благоприятности для земледелия. Цель оптимизации состояла в исключении из активного сельскохозяйственного оборота низкокачественных и убыточных для земледелия участков, низкая эффективность использования которых также была обусловлена, в том числе мелкоконтурностью и разобщенностью пахотных земель.

Таблица 1
Динамика средних площадей контуров пахотных земель
сельскохозяйственных организаций

Наименование областей	Средний размер контура пахотных земель, га			
	1970 г.	1979 г.	1988 г.	2006 г.
Брестская	11,3	13,7	13,9	19,6
Витебская	2,5	4,7	6,0	11,5
Гомельская	14,1	15,8	19,0	32,0

Гродненская	10,8	14,7	16,0	18,0
Минская	12,6	16,0	16,1	22,7
Могилевская	13,2	17,6	18,2	25,8
В среднем по республике	7,0	10,6	12,2	21,4

По районам республики средний размер топографического контура пахотных земель колеблется от 3,6 в Россонском и 4,7 га в Городокском районах, до 45,8 га – в Добрушском. Еще большие различия в контурности пахотных земель наблюдается в сельскохозяйственных организациях республики. Наибольшей раздробленностью характеризуется территория северной части республики (Витебская область), где 66,6% пахотных земель имеет средний размер контура менее 10 га, причем 9,5% – менее 5,0 га. В среднем по республике количество контуров площадью до 20 га составляет 44,1% (табл. 2).

Таблица 2
Характеристика пахотных земель по размерам контуров

Наименование областей	Процентное соотношение размеров контуров, %						Всего
	до 5 га	5,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–25,0	свыше 25,1	
Брестская	-	-	12,5	56,2	18,8	12,5	100,0
Витебская	9,5	57,1	14,3	4,8	14,3	-	100,0
Гомельская	-	-	-	4,8	9,5	85,7	100,0
Гродненская	-	-	35,3	35,3	23,5	5,9	100,0
Минская	-	4,5	-	27,3	36,4	31,8	100,0
Могилевская	-	-	-	14,3	38,1	47,6	100,0
В среднем по областям	1,8	11,0	9,3	22,0	23,7	32,2	100,0

Как отмечалось выше, контурность пахотных земель оказывает влияние на их производительную способность. Поэтому этот показатель качественного состояния земельного фонда учитывался как при проведении трех предыдущих туров бонитировки почв, так и при проведении кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций.

Особенность кадастровой оценки заключается в том, что она проводится на поучастковом уровне и кроме технологических свойств и местоположения земельных участков учитывает плодородие земель по пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур исходя из почвенного покрова и наличия факторов, дополнительно влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур (агроклиматические условия, завалуненность, эродированность, окультуренность – состояние агрохимических показателей, неоднородность почвенного покрова – степень различия почв на участке, мелиоративное состояние осущенных земель, контурность – размер отдельно обрабатываемых участков).

Методикой кадастровой оценки земель [5] предусматривается учет влияния контурности на производительную способность земель посредством введения снижающих поправочных коэффициентов к баллу бонитета почв, определяемому по шкале. Согласно результатам, проведенной в 1992–1998 гг. кадастровой оценки, средневзвешенный поправочный коэффициент на контурность по республике составил 0,935 [6], что соответствует снижению плодородия почв на 2,9 балла. В целом по республике это снижение небольшое, однако по отдельным областям и, особенно, по районам оно значительно увеличивается. Максимальное снижение балльной оценки за счет контурности пахотных земель наблюдается в Витебской области – 5,8 балла (поправочный коэффициент – 0,883), а минимальное отмечено в Гомельской – 1,4 (поправочный коэффициент – 0,962). В Брестской и Гродненской областях оно составляет 2,9 балла. Максимальное снижение балльной оценки по административным районам республики равно 9,1 балла и характерно для Браславского района. Также значительно снижение уровня плодородия пахотных земель за счет контурности в Городокском (8,6), Ушачском (8,2) и Россонском (8,0) районах Витебской области [7].

Таким образом, контурность (средний размер участка) пахотных земель оказывает существенное влияние на результаты оценки плодородия земель.

Увеличение размеров обрабатываемых участков происходит в результате проведения мелиоративных (осушение заболоченных участков и создание более крупных массивов, особенно закрытым дренажем) и культуротехнических работ (уборка кустарников, уборка валунов), внутрихозяйственного землеустройства (ликвидация полевых дорог, утративших свое хозяйственное значение, формирование полей более крупных размеров). Однако увеличить размеры полей до

оптимальных в районах с преобладанием холмисто-моренного ландшафта с очень высокой естественной расчлененностью территории является практически невыполнимой задачей. Поэтому влияние контурности на плодородие земель, а, следовательно, и на урожайность сельскохозяйственных культур полностью исключить нельзя.

Изучение влияния мелкоконтурности на урожайность основной группы сельскохозяйственных культур – зерновых, выполнено по районным данным о среднем размере контура и среднегодовой сопоставимой урожайности (пересчитанной на средний уровень внесения удобрений). Учитывая высокую зависимость урожайности от агроклиматических условий, анализ проведен с предварительной группировкой районов по агроклиматическим условиям. Методом простейшей группировки все районы республики были объединены по величине поправочного коэффициента на агроклиматические условия в пять групп. В первую группу вошло 32 административных района северной и северо-восточной части республики с поправочным коэффициентом от 0,574 до 0,697 (табл. 3). В данную группу вошли административные районы Витебской области за исключением Браславского района и 12 районов северо-восточной части Могилевской области. Средний размер топографического контура пахотных земель в этих районах изменяется от 3,6 до 33,2 га.

Таблица 3

Влияние среднего размера топографического контура на урожайность зерновых культур

Группы районов по средней величине контура пахотных земель, га	Количество районов в группе	Средний размер контура, га	Средняя урожайность, ц/га	Увеличение урожайности, %
3,6 – 10,0	13	7,4	16,6	100
10,1-25,0	14	19,4	20,2	122
Более 25,0	5	29,5	23,1	139
По всей выборке	32	18,8	20,0	-

Как видно из табл. 3, урожайность зерновых культур в третьей подгруппе данной группы при среднем размере контура 29,5 га на 39 % выше, чем в первой подгруппе при среднем размере контура 7,4 га. Наиболее существенно возрастает урожайность от первой ко второй подгруппам на 22%, а от второй к третьей – на 17%.

Между средним размером контура пахотных земель и среднегодовой сопоставимой урожайностью зерновых культур существует степенная зависимость. Рассчитанный коэффициент корреляции по всей выборке оказался высокий ($r=0,77$). Помимо коэффициента корреляции, указывающего на степень связи, рассчитано эмпирическое уравнение регрессии ($y=11,75x^{0,171}$), позволяющее установить, как с изменением на определенную величину среднего размера контура пахотных земель изменяется урожайность зерновых культур (рис. 2).

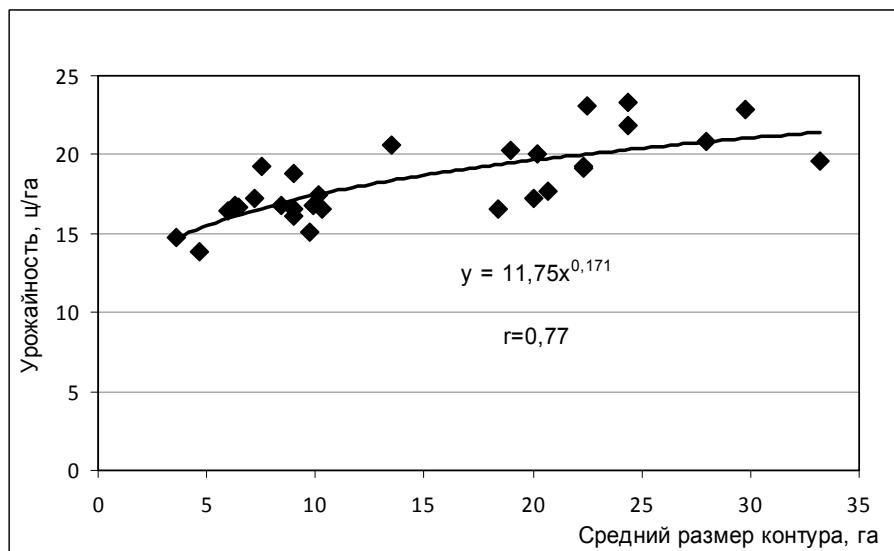


Рис. 2. Зависимость урожайности зерновых культур от среднего размера контура пахотных земель

ВЫВОДЫ

1. Для территории Беларуси характерна разноконтурность пахотных земель. Это обусловлено природными факторами и естественно-историческими условиями ее освоения. Мелкоконтурность наиболее присуща пахотным землям Витебской области и отдельным районам Гродненской и Брестской областей. Самыми крупными средними размерами контуров характеризуется Гомельская область (32,0 га).

2. Мелкая контурность пахотных земель снижает их производительную способность. При оценке уровня почвенного плодородия необходимо учитывать средний размер контура посредством введения снижающих поправочных коэффициентов к баллу бонитета почв. Согласно результатам кадастровой оценки средневзвешенный поправочный коэффициент на контурность по республике составляет 0,935, что соответствует снижению плодородия почв на 2,9 балла, однако для отдельных районов это снижение составляет около 8,0-9,0 баллов.

3. Зависимость урожайности зерновых от величины среднего размера контура пахотных земель является криволинейной. Наиболее сильно сказывается влияние контурности при малых размерах контуров. Недобор урожая при среднем размере контура 7,4 га в сравнении с контуром 29,5 га для северной части республики составляет около 40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клебанович, В.Ф. Мелкоконтурность пашни республики и ее влияние на урожайность зерновых культур / В.Ф. Клебанович, А.Ф. Черныш // Почвоведение и агрохимия сб. науч. тр. // БелНИИ почвоведения и агрохимии; редкол.: Т.Н. Кулаковская (отв. ред.). – Минск: Ураджай, 1979. – Вып. 15. – С. 12-21.
2. Суровый, А.И. Учет мелкоконтурности при качественной оценке земель / А.И. Суровый, Н.Г. Чеботаревская // Агрохимическая характеристика почв БССР. – Минск: Урожай, 1960. – Вып. 6. – С. 190-193.
3. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 272 с.
4. Контурность сельскохозяйственных угодий в колхозах и госхозах Белорусской ССР. – Минск, 1989. – 31 с.
5. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий: метод. указания / Гос. ком. по земельным ресурсам, геодезии и картографии Респ. Беларусь. – Минск, 2001. – 116 с.
6. Мороз, Г.М. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель / Г.М. Мороз // Земля Беларуси. 2001: справ. пособие / под ред. Г.И. Кузнецова, Г.В. Дудко. – Минск, 2002. – С. 70-80.
7. Смеян, Н.И. Влияние агротехнологического состояния полей на оценку плодородия пахотных земель Беларуси / Н.И. Смеян, Л.И. Шибут // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – №1. – С. 29-30.

INCLUSION OF SIZE AREAS OF ARABLE LANDS AT LAND INVENTORY VALUATION IN BELARUS

N.V. Radchenko

Summary

The size areas indexes of arable lands of republic and their effect on fertility in the article was presented. The main factors are responsible for size areas of arable lands forming were established. The arable lands of districts and regions of Belarus have been grouped in accordance with the size arable areas on the basis of land inventory valuation data. Crop yielding amount in accordance with size areas of arable lands was showed. Close correlative dependence ($r=0,77$) between size areas of arable lands and grain crops was established.

Поступила 19 марта 2009 г.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ПОРИСТОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ

К.К. Жибуртович, М.М. Жишкевич, В.Н. Еднач, П.В. Авраменко
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь

Повышение надежности мелиоративных систем – одна из наиболее актуальных задач, выдвинутых современной мелиоративной наукой. Дальнейший прогресс в деле повышения эффективности земледелия на мелиорированных землях в значительной мере определяется точностью и надежностью прогнозов изменения уровней грунтовых вод. Общеизвестно, что даже незначительное отклонение глубин стояния вод от оптимальных неизбежно приводит к существенному снижению урожайности сельскохозяйственных культур, что в свою очередь, предъявляет высокие требования к точности определения водно-физических свойств грунтов, в том числе и пористости грунтов.

Грунты, образующие водоносные пласти, обычно представляют собой пористую среду, состоящую из отдельных минеральных частиц. Эти частицы неплотно прилегают друг к другу, вследствие чего между ними образуются пустоты, называемые порами или поровыми каналами.

Пористость грунта, порозность грунта, скважность грунта – суммарный объем всех пор в грунте. Величина пористости выражается в долях единицы, или в процентах. Общий объем всех пустот в единице грунта называют общей пористостью. Опытное определение величины пористости проводится редко и только для однородного крупнозернистого материала [1]. Обычно пористость вычисляется по формуле, в которую входят величины плотности частиц грунта и плотности сложения сухого грунта:

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} \quad (\text{в долях единицы}), \quad (1)$$

$$n = (1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}) * 100 \quad (\text{в процентах}), \quad (2)$$

где n – пористость,

ρ_d – плотность сложения сухого грунта, $\text{г}/\text{см}^3$,

ρ_s – плотность частиц грунта, $\text{г}/\text{см}^3$.

Пористость удобно иногда выражать через коэффициент пористости, который равен отношению объема всех пор грунта к объему твердой части:

$$e = \frac{n}{1-n} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}, \quad (3)$$

где e – коэффициент пористости, выраженный в долях единицы.

Величина пористости грунтов зависит от размера, формы и характера расположения частиц, слагающих грунт. Общая пористость мелкозернистых грунтов обычно больше, чем крупнозернистых.

Не останавливаясь на анализе подобного рода формул, необходимо отметить, что большинство из них следует признать достоверными и пригодными для расчетов. Однако, отсутствие статистических критериев по оценке точности результата полученных по данным формулам, делает их неприменимыми для прогнозных расчетов влажности почвогрунтов и, как следствие, расчетов изменения водного режима мелиорированных земель.

Применение методов планирования и анализа многофакторного эксперимента, для экспериментального определения пористости грунтов, позволило получить математические зависимости для ее расчета в функции от гранулометрического состава грунта.

В опытах использовались образцы как нарушенной, так и ненарушенной, естественной структуры грунтов. Согласно требованиям к планированию эксперимента, часть опытов выполнялась с использованием песчаных смесей. При приготовлении фракций применяли набор сит с диаметром отверстий 0,01; 0,025; 0,045; 0,056; 0,063; 0,09; 0,125; 0,315; 0,05; 0,63; 1,0; 1,25; 2,0; 3,0; 5,0. Смеси приготавливались в соответствии с кривыми гранулометрического состава, приведенными на рис.1 а, в зависимости от d_{10} и U согласно ГОСТ 12536-79. Плотность частиц грунта при этом составляла 2,64-2,66 $\text{г}/\text{см}^3$, плотность сложения сухого грунта изменялась от 1,5 до 1,86 $\text{г}/\text{см}^3$. Подробное изложение методики проведения опытов содержится в [2]. Значение n рассчитывали по формуле (1) в соответствии с планом эксперимента.

В табл. 1 приведены результаты эксперимента и уровни факторов в натуральном и кодовом значениях.

Таблица 1

Результаты эксперимента и уровни факторов в натуральном и кодовом значениях

Натуральные значения		Кодовые значения		n_{U1}	n_{U2}	n_{U3}	n_U	$S^2(n_U)^{*1}_{0^{-7}}$
d_{10}	U	d_{10}	U					
0,16	7,6	0,5	0,866	0,2813	0,3078	0,2957	0,2949	1766,05
0,16	2,4	0,5	-0,866	0,3443	0,3436	0,3472	0,3453	37,5
0,01	5	-1	0	0,3996	0,3802	0,3658	0,3808	2894,0
0,21	5	+1	0	0,3202	0,3457	0,3208	0,3289	2117,7
0,06	7,6	-0,5	0,866	0,2962	0,3049	0,3094	0,3045	465,3
0,06	2,4	-0,5	-0,866	0,3546	0,3558	0,3418	0,3509	602,55
0,11	5	0	0	0,3290	0,3375	0,3306	0,3318	208,85
0,11	5	0	0	0,3185	0,3466	0,3308	0,3318	1984,65
								$\Sigma=10076,6$

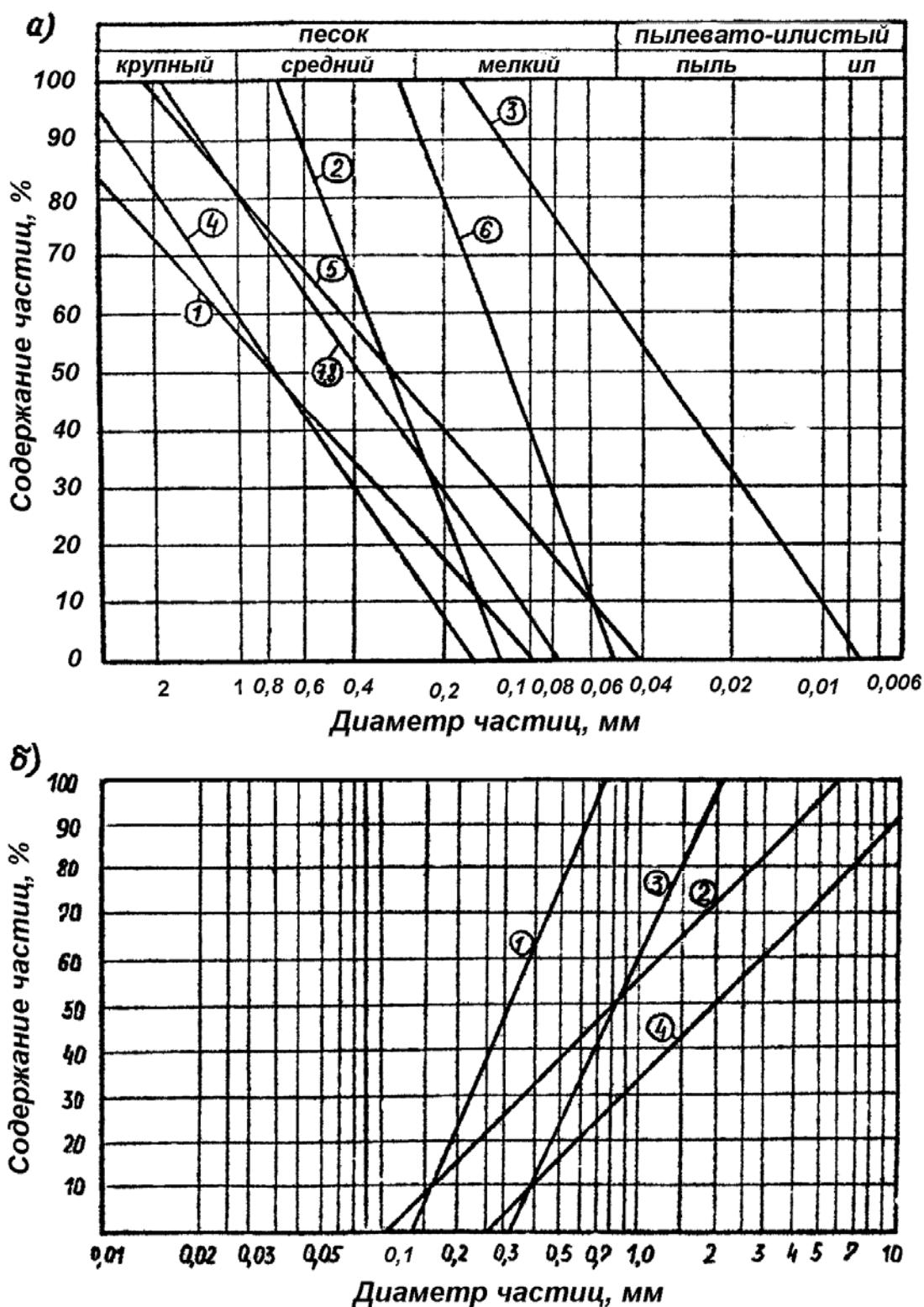


Рис 1. Кривые гранулометрического состава исследуемых грунтов

а) для плана второго порядка (композиционный, симметричный, ротатабельный, симплексно-суммируемый план на шестиугольнике);

б) для плана первого порядка (полный факторный эксперимент)

Здесь d_{10} – диаметр частиц, меньше которых в грунте находится 10% по массе, мм;

$U = d_{60}/d_{10}$ – коэффициент неоднородности грунта;

d_{60} – диаметр частиц, меньше которых в грунте находится 60% по массе, мм.

В качестве математической модели использовали полином второго порядка вида

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2. \quad (4)$$

Согласно плану эксперимента было проведено в трехкратной повторности восемь опытов в случайному порядке, применяя реномизацию с помощью таблиц случайных чисел.

Среднее значение \bar{n}_U и дисперсию параллельных опытов $S^2_{(nU)}$ рассчитывали по формулам:

$$\bar{n}_U = \frac{1}{r} \sum_{v=1}^r n_{UV}, \quad (5)$$

$$S^2(\bar{n}_U) = \frac{1}{r-1} \sum_{V=1}^r (n_{UV} - \bar{n}_U)^2, \quad (6)$$

где r – повторность опытов, $r = 3$.

Однородность полученных дисперсий проверяли по критерию Кохрена:

$$\sigma_p = \frac{S^2(\bar{n}_U^{\max})}{\sum_{U=1}^N S^2(\bar{n}_U)} = \frac{2894 * 10^{-7}}{10076,6 * 10^{-7}} = 0,287. \quad (7)$$

Так как расчетное значение σ_p меньше табличного, табл. = 0,561 соответственно для $r-1 = 2$ и $N = 7$ степеней свободы и уровне значимости $\alpha = 0,05$, то гипотеза об однородности дисперсий принимается.

Дисперсия воспроизводимости эксперимента равна:

$$S^2_{(nU)} = \frac{1}{N} \sum_{U=1}^N S^2(\bar{n}) = \frac{10,076 * 10^{-4}}{8} = 1,26 * 10^{-4}, \quad (8)$$

Средняя квадратическая ошибка составила:

$$S_{(n)} = \sqrt{S^2(\bar{n})} = \sqrt{1,26 * 10^{-4}} = 1,12 * 10^{-2}, \quad (9)$$

Для принятого плана эксперимента коэффициенты полинома второго порядка находили по формулам [3].

$$b_0 = 0,5 \sum_{U=1}^N \bar{n}_U + (-0,5) \sum_{U=1}^K \sum_{U=1}^N X^2_{UI} \bar{n}_U, \quad (10)$$

$$b_{ii} = (-0,5) \sum_{U=1}^N \bar{n}_U + 0,667 \sum_{U=1}^N X^2_{UI} * \bar{n}_U + 0,333 \sum_{U=1}^K \sum_{U=1}^N X^2_{UI} * \bar{n}_U, \quad (11)$$

$$b_i = 0,333 \sum_{U=1}^N X_{UI} * \bar{n}_U, \quad (12)$$

$$b_{ij} = 1,333 \sum_{U=1}^N X_{UI} * X_{UJ} * \bar{n}_U, \quad (13)$$

В табл. 2 приведена матрица плана эксперимента и результаты промежуточных расчетов по определению коэффициентов уравнения регрессии.

Таблица 2

Матрица эксперимента и результаты промежуточных расчетов

X_1	X_2	$X_1 X_2$	X_1^2	X_2^2	n_U	$X_1 n_U$	$X_2 n_U$	$X_1 X_2 n_U$	$X_1^2 n_U$	$X_2^2 n_U$
0,866	0,5	0,433	0,75	0,25	0,2943	0,2549	0,1472	0,1274	0,2207	0,0736
-0,866	0,5	-0,433	0,75	0,25	0,3453	-0,2990	0,1726	-0,1495	0,2590	0,0863
0	-1	0	0	1	0,3808	0	-0,3808	0	0	0,3808
0	+1	0	0	1	0,3289	0	0,3289	0	0	0,3289
0,866	-0,5	-0,433	0,75	0,25	0,3045	0,2637	-0,1522	-0,1318	0,2284	0,0761
-0,866	-0,5	0,433	0,75	0,25	0,3509	-0,3039	-0,1754	0,1519	0,2632	0,0877
0	0	0	0	0	0,3318	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,3318	0	0	0	0	0
				Σ	2,6683	-0,0843	-0,0597	-0,002	0,9713	1,0334

$$b_0 = 0,5 * 2,6683 - 0,5 * (0,9713 + 1,0334) = 0,3318.$$

$$b_{11} = -0,5 * 2,6683 + 0,667 * 0,9713 + 0,333 (0,9713 + 1,0334) = -0,01872.$$

$$b_{22} = -0,5 * 2,6683 + 0,667 * 1,0334 + 0,333 (0,9713 + 1,0334) = -0,02269.$$

$$b_1 = 0,333 * (-0,0843) = -0,02807.$$

$$b_2 = 0,333 * (-0,0597) = -0,01988.$$

$$b_{12} = 1,333 * (-0,002) = -0,00267.$$

С учетом всех коэффициентов уравнение регрессии в кодированных переменных принимает вид:

$$n_p = 0,3318 - 0,02807X_1 - 0,01988X_2 - 0,00267X_1X_2 - 0,01872X_1^2 + 0,02269X_2^2, \quad (14)$$

Статистическую значимость коэффициентов проверяли с помощью t – критерия (критерия Стьюдента) при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Критическое значение t_{kp} выбирали для числа степеней свободы $N (r-1) = 16$ и $P = 0,95$ [3].

С учетом статистически значимых коэффициентов уравнение регрессии в кодированных переменных приводится к виду:

$$n_p = 0,3318 - 0,0281X_1 - 0,0199X_2 - 0,0187X_1^2 + 0,0227X_2^2, \quad (15)$$

После раскодирования переменных уравнение регрессии принимает вид:

$$n = 0,376 - 0,698d_{10} + 0,0114U + 2,27d_{10}^2 - 0,002U^2, \quad (16)$$

В табл. 3 представлены результаты расчета дисперсии адекватности уравнения регрессии с учетом коэффициента b_{12} и без него (коэффициент b_{12} статистически незначим при $\alpha = 0,05$).

Таблица 3

Проверка адекватности модели

n_U	Все коэффициенты		Без коэффициента b_{12}	
	n_{PU}	$(n_{PU} - \bar{n}_U)^2 * 10^{-5}$	n_{PU}	$(n_{PU} - \bar{n}_U)^2 * 10^5$
0,2943	0,2880	3,97	0,2892	2,60
0,3453	0,3390	3,97	0,3378	5,62
0,3808	0,3744	4,10	0,3774	4,10
0,3289	0,3346	3,25	0,3346	3,25
0,3045	0,3103	3,36	0,3092	2,21
0,3509	0,3565	3,14	0,3578	4,76
0,3318	0,3318	0	0,3318	0
0,3318	0,3318	0	0,3318	0
		$\Sigma = 21,79 * 10^{-5}$		$\Sigma = 22,54 * 10^{-5}$

Для проверки гипотезы об адекватности модели использовали F – (критерий Фишера-Сnedокора для степеней свободы $f_{ад} = N - \lambda - 1$, где λ – число значимых коэффициентов в уравнении регрессии).

Дисперсию адекватности уравнения определяли по формуле:

$$S^2_{\text{AA}} = \frac{r \sum_{U=1}^N (n_{PU} - \bar{n}_U)^2}{N - \lambda - 1} = \frac{3 * 22,54 * 10^{-5}}{7 - 5} = 3,38 * 10^{-4}. \quad (17)$$

Значение F- составило:

$$F_p = \frac{S^2_{\text{AA}}}{S^2(n_U)} = \frac{3,38 * 10^{-4}}{1,26 * 10^{-4}} = 2,68. \quad (18)$$

Расчетное значение F_p сравнивали с табличным соответственно для степеней свободы $f_{ад} = 2$, $f_E = 16$ и уровне значимости (коэффициент надежности) $\alpha = 0,05$. $F_{\text{табл.}} = 3,6$. Так как $F_p < F_{\text{табл.}}$, то уравнение адекватно при коэффициенте надежности $\alpha = 0,05$. Зависимость (16) применима при $0,01 \leq d_{10} \leq 0,16$ и $2 \leq U \leq 8$.

Для определения п средне и крупнозернистых песчаных грунтов реализован полный факторный эксперимент (Π Ф Э) типа 2^K [4, 5]. В опытах использовались песчаные грунты в соответствии с кривыми гранулометрического состава, приведенными на рисунке 1.6. В табл. 4 приведены результаты эксперимента и уровни факторов в натуральном и кодовом значении.

Таблица 4

Результаты эксперимента и уровни факторов в натуральном и кодовом значениях

$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	d_{10}	$X_1 = \frac{U-5}{26}$	$X_2 = \frac{d_{10}-0,27}{0,11}$	n_1	n_2	n_3	n	$S^2_{(nn)} * 10^{-7}$
2,4	0,16	-1	-1	0,3443	0,3436	0,3472	0,3453	37,5
7,6	0,16	+1	-1	0,2813	0,3078	0,2957	0,2943	1766,05
2,4	0,38	-1	+1	0,3318	0,3362	0,3573	0,3418	1858,05
7,6	0,38	+1	+1	0,2814	0,3187	0,3403	0,3135	8878,45

В качестве математической модели использовали полином первого порядка вида:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2. \quad (19)$$

Согласно плану эксперимента было проведено в трехкратной повторности четыре опыта.

Среднее значение \bar{n}_U и дисперсию параллельных опытов $S^2(n_U)$ определяли по формулам (5),(6).

Для определения возможности проведения регрессионного анализа по критерию Кохрена рассчитывали однородности полученных дисперсий проведенных опытов:

$$G_P = \frac{S^2(\bar{n}_U)^{\max}}{\sum_{U=1}^N S^2(\bar{n}_U)} = \frac{8878,45 * 10^{-7}}{12540,05 * 10^{-7}} = 0,708. \quad (20)$$

Расчетное значение критерия G_P сравнивали с табличным для степеней свободы $f_1 = r-1 = 2$ и $f_2 = N = 4$ и уровне значимости $\alpha = 0,05$. $G_{\text{ТАБЛ.}} = 0,77 > 0,708$.

Следовательно гипотеза об однородности дисперсий проведенных опытов не отвергается, что позволило определить дисперсию воспроизводимости и ошибку эксперимента соответственно:

$$S^2(n_U) = \frac{1}{N} \sum_{U=1}^N S^2(\bar{n}_U) = \frac{12540,05 * 10^{-7}}{4} = 3,14 * 10^{-4}, \quad (21)$$

$$S_{(n_U)} = \sqrt{S^2(\bar{n}_U)} = \sqrt{3,14 * 10^{-4}} = 1,77 * 10^{-2}. \quad (22)$$

Для принятого плана факторного эксперимента ($\Pi \Phi \mathcal{E}$) коэффициенты полинома первого порядка находили по формулам [4]:

$$Q_i = \frac{1}{N} \sum_{U=1}^N X_{iU} n_U, \quad (23)$$

$$Q_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{U=1}^N X_{iU} X_{jU} \bar{n}_U, \quad (24)$$

Проверка статистической значимости коэффициентов выполнялась по t -критерию (Стьюдента) при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Критическое значение t_{kp} выбирали для числа степеней свободы $N (r-1) = 4 - (3-1) = 2$ [3,4].

$$t_{kp} = \frac{Q_i}{S(\bar{n})}, \quad (25)$$

$$t_{i0} = \frac{0,3237}{0,0177} = 18,29, \quad t_{i1} = \frac{0,0198}{0,0177} = 1,12, \quad t_{i2} = \frac{0,0039}{0,0177} = 0,22, \quad t_{i12} = \frac{0,0057}{0,0177} = 0,32.$$

После исключения статистически незначимого коэффициента Q_{i2} уравнение в кодированных переменных принял вид:

$$n = 0,3237 - 0,0198X_1 + 0,0057X_1X_2. \quad (26)$$

После раскодирования переменных уравнение приводится к виду:

$$n = 0,3887 - 0,0997d_{10} - 0,013U + 0,0199d_{10}U. \quad (27)$$

Таблица 5

Проверка адекватности модели

\bar{n}_U	Без коэффициента Q_2	
	n_{PU}	$(n_{PU} - \bar{n}_U)^2 * 10^{-5}$
0,3453	0,3492	1,521
0,2943	0,2982	1,521
0,3418	0,3378	1,60
0,3135	0,3095	1,60

$$\Sigma = 6,242 * 10^{-5}$$

$$S^2_{\hat{A}\hat{A}} = \frac{r \sum_{i=1}^N (n_{PU} - \bar{n})^2}{N - \lambda - 1} = \frac{3 * 6,242 * 10^{-5}}{4 - 2 - 1} = 18,726 * 10^{-5}, \quad (28)$$

$$F_p = \frac{S^2_{\hat{A}\hat{A}}}{S^2(\bar{n}_U)} = \frac{18,726 * 10^{-5}}{31,4 * 10^{-5}} = 0,596. \quad (29)$$

$F_p < F_t = 5,3$. Следовательно гипотеза об адекватности модели при принятом уровне значимости не отвергается. Зависимость (27) применима при $0,16 \leq d_{10} \leq 0,5$ и $2 \leq U \leq 8$ и адекватна при $\alpha = 0,05$.

Говоря о коэффициенте предельной (максимальной) водоотдачи, полной и наименьшей влагоемкостях [6, 7], нельзя не сказать и об эффективной пористости.

Под эффективной, или активной пористостью понимают часть площади поперечного сечения поровых каналов, занятую движущейся водой, выраженную в долях от общей площади. Таким образом, эффективная пористость представляет собой динамическую характеристику грунта.

Из определения эффективной пористости вытекает, что численно она равна разности между пористостью и наименьшей влагоемкостью т. е.

$$\Pi_{\text{ЭФ}} = n - w_0. \quad (30)$$

Значения w_0 рассчитывали по формулам [6]:

$$w_0 = 0,3474 - 0,011U - 3,651d_{10} + 0,075d_{10}U + 9,94d_{10}^2, \quad (31)$$

при $0,01 \leq d_{10} \leq 0,16$ и $2 \leq U \leq 8$

$$w_0 = 0,0239 - 0,00027U - 0,0385d_{10} + 0,0077d_{10}U. \quad (32)$$

при $0,16 \leq d_{10} \leq 0,5$ и $2 \leq U \leq 8$

В табл. 6 приведена матрица плана эксперимента и результаты промежуточных расчетов по определению коэффициентов уравнения регрессии $\Pi_{\text{ЭФ}}$.

Таблица 6

Матрица эксперимента и результаты промежуточных расчетов

X_1	X_2	$X_1 X_2$	X_1^2	X_2^2	$n_{\text{ЭФ}} U$	$X_1 n_{\text{ЭФ}} U$	$X_2 n_{\text{ЭФ}} U$	$X_1 X_2 n_{\text{ЭФ}} U$	$X_1^2 n_{\text{ЭФ}} U$	$X_2^2 n_{\text{ЭФ}} U$
0,866	0,5	0,433	0,75	0,25	0,2683	0,2323	0,1342	0,1162	0,2012	0,0671

-0,866	0,5	-0,433	0,75	0,25	0,3172	-0,2747	0,1586	-0,1373	0,2379	0,0793
0	-1	0	0	1	0,1153	0	-0,1153	0	0	0,1153
0	+1	0	0	1	0,2934	0	0,2934	0	0	0,2934
0,866	-0,5	-0,433	0,75	0,25	0,1984	0,1718	-0,0992	-0,0859	0,1488	0,0496
-0,866	-0,5	0,433	0,75	0,25	0,2092	-0,1812	-0,1046	0,0906	0,1569	0,0523
0	0	0	0	0	0,2817	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,2817	0	0	0	0	0
			Σ	1,9652	-0,0518	-0,2671	-0,0164	0,7448	0,6947	

Коэффициенты полинома второго порядка находили по формулам (10 -13).

С учетом значимых коэффициентов уравнение регрессии в кодированных переменных приводится к виду:

$$n_{\text{ЭФ}} = 0,2629 - 0,0173X_1 + 0,0889X_2 - 0,0217X_1X_2 - 0,0065X_1^2 - 0,0399X_2^2. \quad (33)$$

После раскодирования переменных уравнение регрессии принимает вид:

$$n_{\text{ЭФ}} = 2,1285 - 3,99d_{10}^2 - 0,0007U^2 + 0,0092U - 0,0723 d_{10} + 0,0878 . \quad (34)$$

при $0,01 \leq d_{10} \leq 0,16$ и $2 \leq U \leq 8$

Для определения $n_{\text{ЭФ}}$ средне и крупнозернистых песков был реализован ($\Pi \Phi \mathcal{E}$) типа 2^K [4,5] и получено уравнение вида:

$$n_{\text{ЭФ}} = 0,3369 + 0,012d_{10} - 0,0102U + 0,00d_{10}U. \quad (35)$$

при $0,16 \leq d_{10} \leq 0,5$ и $2 \leq U \leq 8$

Полученные расчетные зависимости (16, 27, 34, 35) имеют статистические критерии.

На основе применения методов математического планирования и анализа эксперимента разработаны алгоритм и вероятностно-статистические модели для расчета общей и эффективной пористостей минеральных грунтов легкого механического состава в функции от их гранулометрического состава. Погрешность расчетов по ним не превышает 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климентов, П.П. Общая гидрогеология / П.П. Климентов. – Госгеолтехиздат, 1980. – 303 с.
2. Методические указания по определению водно-физических свойств почвогрунтов мелиорированных земель. / БелНИИМиВх; [Сост.: Афанасик Г.И., Лундин К.П.]. Минск: БелНИИМиВх. 1973-82 с.
3. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей: справ. издание / В.З. Бродский [и др.]. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.
4. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа / Ю.А. Евдокимов– М.: Наука, 1980. – 230 с.
5. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер [и др.]. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

6. Жибуртович, К. К. Количественная оценка водоотдачи минеральных грунтов легкого механического состава / К. К. Жибуртович // Осушительные и осушительно-увлажнительные системы – Мин: БелНИИМиВх, 1986. – С. 117-123.

7. Жибуртович, К. К. Расчет наименьшей и полной влагоемкостей легких минеральных почв / К. К. Жибуртович // Управление водным режимом мелиорированных земель – Мин: БелНИИМиВх, 2001. – С.118-126.

TO THE QUESTION ABOUT METHODS OF CALCULATION SOIL POROSITY

K.K. Zhiburtovich, M.M. Zhishkevich, V.N. Jednach, P.V. Avramenko

Summary

On the basis of application of methods of mathematical planning and the analysis of the experiment is developed the following: algorithm and probabilistic-statistical models for calculation of the general and effective porosities of mineral soil with light mechanical structure in function of its granulometric structure.

Поступила 7 апреля 2009 г.

**КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

Лапа В.В., Ломонос М.М., Кулеш О.Г., Малей Е.С., Шпока Е.И.
Институт почеведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Яровая пшеница в Республике Беларусь в последние годы занимает все более значимое место в обеспечении населения продовольственным зерном. Зерно яровой пшеницы – это корм для сельскохозяйственных животных и сырье для промышленности, так как хлеб, произведенный из него, основной источник питания человека. Для удовлетворения потребности населения Беларуси в белом хлебе ежегодно требуется примерно 0,5 млн. т пшеничного зерна, отвечающего требованиям мукомольной и хлебопекарной промышленности [1]. Чтобы получить требуемое количество пригодного для использования зерна, необходимо значительно повысить не только урожайность, но и качество получаемой продукции. При этом проблема повышения качества пшеничного зерна приобретает особое значение. Качество зерна пшеницы в первую очередь характеризуется физическими и химическими показателями, а также хлебопекарными, которые напрямую зависят от содержания белка и клейковины. Общеизвестно, что наиболее действенным фактором повышения урожайности и улучшения качественных показателей являются минеральные удобрения. Действие минеральных удобрений на качественный состав растений определяется тем, что питательные элементы, поступающие в растения из удобрений, входят в состав важнейших органических соединений и повышают их содержание в урожае [2]. Поэтому нами была поставлена цель исследований: установить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы проводили в длительном стационарном полевом опыте в СПК «Щемыслица» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} 5,8-6,0, содержание P_2O_5 – 400-420, K_2O – 300-320 мг/кг почвы, гумуса – 1,8-2,0%, (индекс агрохимической оккультуренности – 0,92).

Яровую пшеницу сорта Рассвет возделывали на протяжении 2005-2007 гг. в зернотравяном севообороте со следующим чередованием культур: пельшко-овсяная смесь на зеленую массу – озимое тритикале + клевер – клевер луговой 1 г. п. – клевер луговой 2 г. п. – яровая пшеница. Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне различных уровней фосфорного и калийного питания: только за счет почвенных запасов фосфора и калия, на дефицитный и поддерживающий баланс фосфора и калия (табл. 1). Органические удобрения (40 т/га соломистого навоза КРС) в севообороте вносили под пельшко-овсяную смесь.

Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной защиты растений [1]. Учет урожая зерна – сплошной поделяночный.

Агрохимические показатели пахотного горизонта (pH_{KCl} , содержание P_2O_5 , K_2O , гумус) определяли по общепринятым методикам [3]. Определение содержания аминокислот в зерне проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1100» (условия гидролиза – 6 н HCl , 108 °C, 24 часа). Биологическую ценность белка исследуемых культур определяли методом химического числа и аминокислотного скора [4].

Метеорологические условия вегетационного периода яровой пшеницы в годы проведения исследований различались как температурой, так и количеством выпавших осадков. Наиболее благоприятными для возделывания яровой пшеницы были погодные условия 2005 и 2007 гг. исследований, когда температура воздуха и количество осадков в течение вегетационного периода были близкими или превышали значения средних многолетних показателей (рис. 1). Гидротермический коэффициент по Селянинову в целом был выше средних многолетних показателей в мае-июне 2005 г. на 0,1-1,8, а в мае и июле 2007 года исследований на 0,1-0,4. В 2006 году в период интенсивного роста растений яровой пшеницы (июнь-июль) значения данного показателя были меньше средних многолетних на 0,3-0,5.

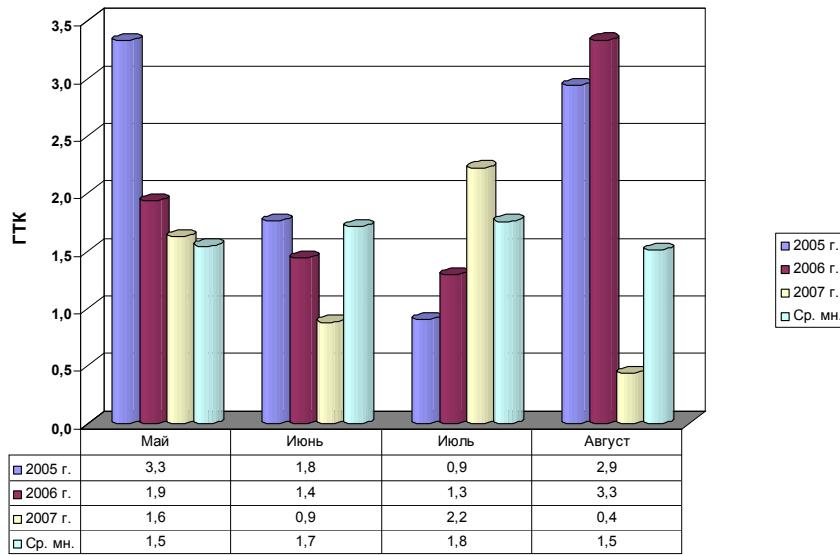


Рис. 1. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение органических и минеральных удобрений оказывало положительное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы, которая изменялась в зависимости от варианта удобрения и составила 42,9-68,2 ц/га (табл. 1). За годы исследований наибольшее влияние на формирование урожайности зерна яровой пшеницы оказали азотные удобрения. возрастающие дозы азота способствовали увеличению урожайности зерна на 7,8-14,8 ц/га. следует при этом отметить, что эффективность эквивалентных доз азотных удобрений на всех фонах фосфорного и калийного питания оказалась практически равнозначной. применение в предпосевную культивацию фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{30}K_{60}$ повышало урожайность яровой пшеницы в фоновом варианте на 3,5 ц/га. увеличение доз фосфора и калия до $P_{60}K_{120}$ обеспечило дополнительный сбор зерна 6,7-8,8 ц/га.

Максимальная урожайность яровой пшеницы за годы проведения исследований, получена в варианте с дробным внесением N_{90} (N_{60} под предпосевную культивацию + N_{30} в стадии первого узла) на фоне предпосевного внесения $P_{60}K_{120}$ и применения в занятом пару 40 т/га соломистого навоза КРС и составила 68,2 ц/га. Прибавка от внесения азотных удобрений в данном варианте составила 14,8 ц/га (в том числе 1,5 ц/га за счет дробного внесения азота), полного минерального удобрения – 21,5 ц/га. Увеличение дозы азотных удобрений при их дробном внесении до N_{120} не приводило к дальнейшему увеличению урожайности, что, прежде всего, было обусловлено (как и в вариантах с разовым внесением N_{90}) очаговым полеганием растений в этих вариантах.

Хлебопекарные показатели качества зерна можно разделить на прямые и косвенные. К прямым относится пробная лабораторная выпечка хлеба с последующим определением объемного выхода его из 100 г муки и оценкой органолептических показателей. Косвенные показатели характеризуют содержание белка, количество и качество клейковины, число падения и ряд других [5, 6, 7]. Среди химических веществ зерна основным является белок. Он играет исключительную роль являясь важнейшим питательным веществом для человека и животных. Все основные показатели качества зерна – кормовое и пищевое достоинство, мукомольно-хлебопекарные свойства и др. – зависят от содержания белка, его состава и свойств [8]. Содержание белка в зерне – функция трех составляющих: генетических особенностей сорта, факторов внешней среды и условий питания, в первую очередь обеспеченности растений азотом [9, 10, 11, 12].

В наших исследованиях применение возрастающих доз азота способствовало увеличению содержания сырого белка в зерне яровой пшеницы сорта Рассвет с 10,2 до 13,1% (табл. 1). Максимальное содержание и сбор сырого белка получены в варианте с трехкратным внесением 120 кг/га д.в. азота в основное внесение, в стадии первого узла и колошения (соответственно 13,1% и 768 кг/га) на фоне $P_{60}K_{120}$, хотя урожайность зерна в данном варианте не превышала урожайности в варианте с внесением $N_{60+30}P_{60}K_{120}$. Такая же закономерность отмечается и в отношении белка. Что касается массы 1000 зерен, то здесь отмечается тенденция к снижению крупности зерен при возрастании доз азота на всех фонах применения удобрений.

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы

Вариант	Зерно, ц/га	Сырой белок, %	Белок, %	Сбор сырого белка, кг/га	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	42,9	9,9	9,1	367	38,6
Последействие навоза, 40 т/га - фон 1	46,7	10,1	9,2	407	38,7
Фон 1 + N ₃₀	56,7	10,7	9,8	521	38,5
Фон 1 + N ₆₀	59,8	10,9	10,0	562	38,2
Фон 1 + N ₉₀	61,0	12,1	11,1	637	38,8
Фон 1 + N ₆₀ P ₃₀	60,0	11,5	10,5	595	39,0
Фон 1 + N ₆₀ K ₆₀	60,2	11,0	10,1	571	39,7
Навоз + P ₃₀ K ₆₀ – фон 2	50,2	10,3	9,3	443	39,7
Фон 2 + N ₃₀	61,2	10,7	9,8	566	39,7
Фон 2 + N ₆₀	63,4	11,3	10,3	616	39,2
Фон 2 + N ₉₀	64,5	11,8	10,7	654	39,1
Навоз + P ₆₀ K ₁₂₀ – фон 3	53,4	10,2	9,3	467	39,5
Фон 3 + N ₃₀	61,2	10,7	9,8	564	39,5
Фон 3 + N ₆₀	66,1	11,4	10,4	651	39,2
Фон 3 + N ₉₀	66,7	12,3	11,2	704	38,8
Фон 3 + N ₆₀₊₃₀	68,2	12,7	11,6	744	38,4
Фон 3 + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	68,1	13,1	12,0	768	38,6
HCP 0,05	1,5				1,2

Одним из основных показателей качества продовольственной пшеницы, определяющих хлебопекарные свойства муки, является содержание и качество клейковины, так как качество хлебных продуктов зависит, прежде всего, от уровня содержания белков и способности белкового комплекса пшеницы образовывать клейковину с высокой эластичностью, средней растяжимостью, в меру упругую. Клейковина представляет собой белковый студень, остающийся после промывания теста водой и удаления из него крахмала, клетчатки и водорастворимых веществ. Она определяет упругоэластичные свойства теста, от которых зависит пригодность муки для использования в технологическом процессе и которыми определяется объемный выход хлеба и структура мякиша [10, 13, 14, 15].

Клейковина обладает очень важными физическими свойствами: упругостью, растяжимостью и эластичностью, играющими решающую роль в формировании пористого каркаса пшеничного хлеба. Упруго-эластичные свойства клейковины оцениваются по индексу деформации ее в единицах шкалы прибора ИДК-1 и выражаются группой качества: I группа – хорошая (45-75 ед.), II группа – удовлетворительно крепкая (20-40 ед.) и удовлетворительно слабая (80-100 ед.), III группа – неудовлетворительная слабая (105-120 ед.) и IV – неудовлетворительная крепкая (0-15 ед.) [2, 10].

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания клейковины в зерне пшеницы с 26,3 до 32,5%, причем независимо от системы удобрения клейковина соответствовала 1-ой группе качества (табл. 2).

Таблица 2

Влияние условий минерального питания на содержание и качество клейковины зерна яровой пшеницы

Вариант	Клейковина	
	Содержание, %	Группа качества
Без удобрений	26,3	1-я
Последействие навоза, 40 т/га	26,7	1-я
N ₆₀	28,3	1-я
N ₆₀ P ₃₀	29,6	1-я
N ₆₀ K ₆₀	28,5	1-я
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	29,4	1-я
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	30,0	1-я

$N_{60+30}P_{60}K_{120}$	32,0	1-я
$N_{60+30+30}P_{60}K_{120}$	32,5	1-я

Питательная ценность зерна злаковых культур большей частью зависит не только от содержания белка, но и от аминокислотного состава.

Аминокислотный состав отдельных белков стабилен, так как определяется генетическим фактором, но условия выращивания культуры, а именно: минеральные удобрения, микроэлементы и ряд других факторов могут изменять соотношения между количеством отдельных белков, которые строго специфичны по аминокислотному составу. Изменение количества отдельных белков приводит к изменению аминокислотного состава белкового комплекса растений.

В исследованиях с яровой пшеницей Рассвет внесение минеральных удобрений способствовало увеличению в зерне незаменимых и критических аминокислот, в т. ч. и такой важной для сбалансированного питания человека аминокислоты как лизин (табл. 3). Минеральные удобрения увеличивали содержание незаменимых аминокислот в зерне пшеницы с 28,64 до 36,24 г/кг, критических – с 7,92 до 10,17 г/кг зерна, а лизина с 2,91 до 3,71 г/кг зерна.

Таблица 3
Влияние минеральных удобрений на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы

Вариант	Лизин*	Треонин*	Метионин*	Валин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин	$\Sigma \text{АКр}$	$\Sigma \text{АКн}$
Без удобрений	3,18	3,46	1,96	4,84	4,14	7,35	5,45	8,60	30,38
Последействие навоза, 40 т/га	2,91	3,34	1,67	4,68	4,01	6,96	5,08	7,92	28,64
N_{60}	3,12	3,46	1,74	4,85	4,29	7,32	5,35	8,33	30,14
$N_{60}P_{30}$	3,22	3,82	1,86	5,19	4,54	7,73	5,76	8,89	32,10
$N_{60}K_{60}$	3,21	3,89	1,98	5,18	4,36	7,65	5,64	9,08	31,89
$N_{60}P_{30}K_{60}$	3,24	3,91	1,97	5,20	4,49	7,71	5,74	9,13	32,27
$N_{60}P_{60}K_{120}$	3,37	3,84	1,71	5,34	4,65	7,77	5,89	8,92	32,57
$N_{60+30}P_{60}K_{120}$	3,71	4,10	2,10	5,53	5,06	8,43	6,37	9,91	35,30
$N_{60+30+30}P_{60}K_{120}$	3,62	4,35	2,21	5,79	5,12	8,59	6,58	10,17	36,24

Белковость зерна и его аминокислотный состав не являются решающим показателем его питательности и эффективности используемой технологии возделывания. Поэтому для более полной оценки качества белка определяют биологическую ценность получаемой продукции. В наших исследованиях биологическую ценность белка пшеницы оценивали по «химическому числу», где каждая незаменимая аминокислота белка выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты в белке цельного куриного яйца, и «аминокислотному скору», который аналогичен методу «химического числа», однако в нем в качестве идеальной аминокислотной шкалы используется шкала Всемирной организации здравоохранения и комитета по продовольствию ООН (шкала ФАО/ВОЗ) [4].

Расчетные методы биологической ценности белка зерна яровой пшеницы сорта Рассвет показали довольно благоприятное содержание незаменимых и критических аминокислот в белке как в сравнении с цельным куринным яйцом, так и рекомендуемыми нормами ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) (табл. 4).

Таблица 4
Биологическая ценность белка зерна яровой пшеницы

Вариант	Содержание лизина, мг/г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цельное яйцо	шкала ФАО/ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКр	АКн	АКр	АКн
Без удобрений	35,6	71	55	61,3	84,5	81,4	108,5
Последействие навоза, 40 т/га	31,4	71	55	54,9	77,9	72,8	100,0
N_{60}	30,9	71	55	52,9	75,3	70,2	96,6
$N_{60}P_{30}$	30,3	71	55	53,2	75,4	70,7	96,8
$N_{60}K_{60}$	31,6	71	55	57,7	79,0	76,6	101,3
$N_{60}P_{30}K_{60}$	31,3	71	55	56,5	77,9	75,0	100,0

$N_{60}P_{60}K_{120}$	32,1	71	55	54,4	77,7	72,3	99,7
$N_{60+30}P_{60}K_{120}$	31,8	71	55	54,1	75,2	71,8	96,5
$N_{60+30+30}P_{60}K_{120}$	30,3	71	55	53,9	75,0	71,6	96,2

Лимитирующей аминокислотой в белке зерна яровой пшеницы оказался лизин – его содержание составило 55,1-64,7% от рекомендованной нормы ФАО/ВОЗ, в то время как содержание критических аминокислот составило 70,2-81,4%, незаменимых аминокислот – 96,2-108,5%

ВЫВОДЫ

Наиболее высокая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве отмечена при основном внесении $N_{60}P_{60}K_{120}$ и подкормке азотом в дозе 30 кг/га д.в. в фазу первого узла, что обеспечило получение максимальной урожайности зерна 68,2 ц/га.

Наиболее качественное зерно получено в варианте с дробным внесением $N_{60+30+30}$ (в основное внесение, в фазу первого узла и колошения) на фоне применения $P_{60}K_{120}$: содержание белка в зерне яровой пшеницы составило 12,0%, а клейковины – 32,5% при 1-ой группе качества.

Сумма критических аминокислот при данной системе удобрения составила 10,17 г/кг зерна, незаменимых – 36,24 г/кг зерна.

ЛИТЕРАТУРА

- Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сб. науч. материалов / Ф.И. Привалова [и др.]; РУП «Науч.-прак. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
- Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 120 с.
- Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлущ [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.
- Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 14 с.
- Бегеулов, М.Ш. Новое в определении качества пшеничной муки / М.Ш. Бегеулов // Хлебопечение России. – 2001. – № 2. – С. 25-26.
- Бегеулов, М.Ш. Современные методики анализа качества хлебопродуктов / М.Ш. Бегеулов // Хлебопродукты. – 2003. – № 12. – С. 22-23.
- Зерну пшеницы – высокое качество / А.В. Миско [и др.] // НТИ и рынок. – 1998. – № 2. – С. 5-7.
- Семина, С.А. Изменение качества зерна пшеницы и ржи в Пензенской области / С.А. Семина, Н.В. Жигалина // Зерновое хозяйство. – 2003. – №7. – С. 11-12.
- Надежкина, Е.В. Формирование качества зерна яровой пшеницы в зависимости от реакции почвенной среды / Е.В. Надежкина // Зерновое хозяйство. – 2003. – №8. – С. 19-20.
- Технологические свойства зерна пшеницы / Н. Беркутова [и др.] // Хлебопродукты. – 2006. – № 8. – С. 42-44.
- Хосни, К.Р. Зерно и зернопродукты / К.Р. Хосни; пер. с англ.; под общ. ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336 с.
- Цыплаков, А. Определение содержания белка в пшенице / А. Цыплаков // Хлебопродукты. – 2004. – № 12. – С. 27-29.
- Лене, М. Новые методы исследования муки / М. Лене // Хлебопродукты. – 2004. – № 11. – С. 33-34.
- Лисовская, Я.М. Качество зерна и его роль в процессах переработки / Я.М. Лисовская // Хлебопродукты. – 2003. – №4. – С. 7-9.
- Просянникова, О.И. Влияние свойств почвы на зерно яровой пшеницы и информационно-логическая модель качества его / О.И. Просянникова // Зерновое хозяйство. – 2005. – №8.–С.32-33.

QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS APPLICATION ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

V.V. Lapa, M.M. Lomonos, O.H. Kulesh, E.S. Malej, E.I. Shpoka

Summary

The results of researches on study of efficiency of mineral fertilizers application at cultivation of spring wheat on light loamy soil are given in the article. The basic application $N_{60}P_{60}K_{120}$ and top dressing by

nitrogen in a doze of 30 kg/ha in a phase of first unit has ensured the maximal yield of a grain 68,2 c/ha. The most qualitative grain is obtained in a variant with split application $N_{60+30+30}$ against application $P_{60}K_{120}$: the protein content in spring wheat grain has made 12,0%. The sum critical amino acid – 10,17 g/kg of a grain, irreplaceable – 36,24 g/kg of a grain.

Поступила 17 марта 2009 г.

ЭФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ И СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Л.П. Карташенкова, А.А. Счастная

Витебский зональный институт сельского хозяйства, Витебская обл., Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое наращивание производства зерна озимой пшеницы, на современном этапе, является ключевой проблемой агропромышленного комплекса. Озимая пшеница – одна из наиболее продуктивных и ценных зерновых культур, используемая на продовольственные цели. Сорта нового поколения обладают высокой потенциальной продуктивностью и целым комплексом хозяйствственно-ценных признаков, однако качество зерна, как показывает анализ при заготовке, пока не высокое.

Научно-исследовательские данные и практика показывают, что из минеральных удобрений наибольшее значение для получения высококачественного зерна имеют азотные.

Генетический потенциал урожайности и качественных показателей продукции этой культуры наиболее полно реализуется при выращивании в условиях интенсивных технологий, где основная роль отводится совершенствованию системы удобрений, в т. ч. определению оптимальных доз и сроков внесения азота [1, 2]. Результаты многочисленных опытов показывают, что при однократном внесении умеренных доз азотных удобрений под пшеницу, растения не обеспечиваются этим элементом питания на протяжении всей своей вегетации [3].

Азотные удобрения оказывают как прямое влияние на производственный процесс озимой пшеницы (поступление в растения легкодоступного минерального азота), так и косвенного (посредством влияния на ряд микробиологических процессов в почве) [4]. Действие азотных удобрений во многом зависит от почвенно-климатических условий, предшественника, структуры севооборота, применяемой технологии и т.д.

Наряду с широким внедрением в производство лучших сортов зерновых культур, необходимо целенаправленно влиять системой агротехнических мероприятий на химический состав растений, используя в нужном направлении климатические ресурсы и агротехнические возможности каждой зоны.

Высокоинтенсивные сорта особенно требовательны к обеспечению их элементами минерального питания на определенных стадиях развития, поэтому целью наших исследований являлось определение наиболее эффективных доз и сроков внесения азотных удобрений, при возделывании нового сорта озимой пшеницы Сюита в агрозональных условиях Витебской области.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2007-2008 гг. на опытном поле РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларусь», почва – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая с глубины 0,5 м моренным суглинком. Почва пахотного горизонта характеризовалась повышенным содержанием гумуса (3,0-3,15%), близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (рН KCl – 6,1-6,8), средним содержанием подвижного фосфора 155-199 мг/кг почвы и средней обеспеченностью калием – 200-220 мг/кг почвы (индекс агрохимической оккультуренности 0,87).

В качестве объекта исследований взяли новый сорт озимой пшеницы Сюита селекции РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию». Схема опыта представлена в таблице.

Фосфорные и калийные удобрения ($P_{90}K_{120}$) вносили под культивацию в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия, азотные – поделяночно, согласно схеме опыта, в виде мочевины и раствора мочевины. Сев проведен в оптимальные сроки, норма высева – 4,5 млн. шт./га. Семена пропарены препаратом максим КС (2,0 л/га). Для борьбы с сорной растительностью применяли гербицид кугар КС (1,0 л/га). Фунгициды альто супер КЭ, из расчета 0,4 л/га, вносили в фазу начала трубкования (ДС 37-39) и фалькон (0,5 л/га) – в фазу колошения (ДС 51-59). Предшественник – крестоцветные. Опыт закладывали в четырехкратной повторности, площадь делянки – 24 м². Урожай учитывали сплошным методом со всей делянки.

Метеорологические условия 2006-2008 гг. в целом оказались благоприятными для перезимовки, роста и развития озимой пшеницы, хотя различались между собой как температурой, так и количеством выпавших осадков.

Осень 2006 г. была теплой и затяжной. Температура воздуха в сентябре была на уровне среднемноголетних данных, в октябре и ноябре соответственно на 2,8-2,0°C выше

среднемноголетних значений. Такие погодные условия способствовали хорошему кущению и развитию мощной корневой системы в осенний период. Начало весенней вегетации в 2007 г. отмечено в III декаде марта. В целом вегетационный период характеризовался хорошим режимом влагообеспечения. За апрель-май выпало 123 мм осадков или 120% от нормы. В I декаде июня растениями испытывался недостаток влаги. Со II декады июня до уборки выпало осадков около 125% от нормы. Среднесуточная температура была выше нормы: в марте – на 8,8°C, в апреле – на 1,3°C, в мае – на 1,7°C, в июне – на 2,3°C.

Осенне-зимний период 2007-2008 гг. характеризовался благоприятным температурным режимом и влагообеспечением для появления дружных всходов и хорошей перезимовки озимой пшеницы. Весенняя вегетация озимой пшеницы в 2008 году отмечена в I декаде апреля. Апрель характеризовался температурным режимом на 4,2°C среднемноголетней нормы и хорошим влагообеспечением. Среднесуточная температура воздуха в мае была на 1,7°C ниже среднемноголетней. В июне и июле месяцах (во время цветения и налива зерна) растениями испытывался недостаток влаги. В июне выпало 40%, в июле 90% осадков от нормы. Температура воздуха в эти месяцы была на уровне среднемноголетней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Естественное плодородие почвы и удобрения, внесенные до посева, в конкретных метеоусловиях способствовали формированию урожайности озимой пшеницы сорта Сюита в среднем за годы исследований на уровне 60,0-62,4 ц/га (табл. 1). Процент перезимовки растений озимой пшеницы составил 86-95%. Общеизвестно, что снижение дозы азотных удобрений при ранневесенней подкормке озимой пшеницы нельзя исправить за счет внесения их в более поздние этапы оргогенеза. В наших исследованиях первая подкормка минеральным азотом в дозе N₆₀ (начало активной вегетации) увеличила урожайность на 17,3 ц/га, по сравнению с фоном. Вторая подкормка в фазе начала трубкования (ДС 39-42) из расчета N₄₀ способствовала дополнительному увеличению урожайности на 13,5 ц/га.

Таблица 1

Влияние азотных подкормок на урожайность озимой пшеницы на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка фону	к Оплата 1 кг N удобрений, кг зерна
	2007 г.	2008 г.	средняя		
1. N ₂₄ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон	62,4	60,0	61,2	-	-
2. Фон + N ₆₀ '	78,6	78,4	78,5	17,3	28,3
3. Фон + N ₆₀ ' + N ₄₀ "	96,0	87,9	92,0	30,8	50,3
4. Фон + N ₆₀ ' + N ₄₀ " + N ₁₅ ""	99,8	92,4	96,2	35,0	57,2
5. Фон + N ₆₀ ' + N ₄₀ " + N ₁₅ "" + N ₁₅ """	102,3	96,2	99,3	38,1	62,2
6. Фон + N ₆₀ ' + N ₄₀ " + N ₁₅ "" + N ₁₅ """"	101,5	97,1	99,3	38,1	62,2
NCP ₀₅	4,1	3,8			

' - начало весенней вегетации

" - начало трубкования

''' - колошение

'''' - цветение

''''' - молочная спелость

Озимая пшеница сорта Сюита интенсивного типа положительно отреагировала и на третью азотную подкормку в фазу колошения (ДС 51-59) в дозе N₁₅, – прибавка составила 4,2 ц/га, по отношению к двукратной подкормке, содержание клейковины увеличилось на 0,9%, белка на 0,5%. Некорневая подкормка в фазе цветения (N₁₅) имеет тенденцию к увеличению урожайности, а также значительно увеличивает содержание клейковины и белка на 3,4 и 1,1% соответственно, по отношению к предыдущему варианту (табл. 2).

Поздние азотные подкормки в фазу колошения и цветения должны стать обязательным приемом при выращивании озимой пшеницы на продовольственные цели, так как в это время идет формирование эндосперма зерна, а доступный азот в почве практически отсутствует.

По двухлетним исследованиям некорневая подкормка в фазу молочной спелости в дозе N₁₀ не оказала положительного влияния на качественные показатели зерна озимой пшеницы.

Агрономическая эффективность применения азотных подкормок зависела от дозы и сроков их применения. Более высокая окупаемость удобрений получена в варианте с применением N₁₀₀₋₁₁₅ в два и три приема 30,4-30,8 кг.

Таблица 2
Содержание клейковины и сырого белка в зерне озимой пшеницы, %

Вариант	Клейковина				Сырой белок			
	2007 г.	2008 г.	средняя	± к фону	2007 г.	2008 г.	средняя	± к фону
1. N ₂₄ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон	11,3	23,7	17,5	-	5,9	10,7	8,3	-
2. Фон + N _{60'}	20,5	25,7	23,1	5,6	8,1	11,6	9,8	1,5
3. Фон + N _{60'} + N _{40''}	28,3	25,9	27,1	9,6	9,1	11,7	10,4	2,1
4. Фон + N _{60'} + N _{40''} + N _{15'''}	29,0	27,0	28,0	10,5	9,3	12,2	10,7	2,4
5. Фон + N _{60'} + N _{40''} + N _{15'''} + N _{15'''}	29,4	31,3	30,4	13,9	9,5	14,1	11,8	3,5
6. Фон + N _{60'} + N _{40''} + N _{15'''} + N _{10'''}	29,6	30,4	30,0	12,5	9,6	13,7	11,6	3,3

ВЫВОДЫ

1. В почвенно-климатических условиях северо-восточного региона республики для озимой пшеницы сорта Сюита наиболее эффективной является доза азота N₁₃₀ в четыре приема: N₆₀ – начало вегетации + N₄₀ – начало трубкования + N₁₅ – колошение + N₁₅ – цветение, которая повышает урожайность на 38,1 ц/га, содержание клейковины на 14,9%, сырого белка – на 3,5%.

2. Поздняя подкормка в фазу молочной спелости в дозе N₁₀, в агрометеорологических условиях 2007-2008 гг., влияния на качество и урожайность озимой пшеницы не оказала.

ЛИТЕРАТУРА

- Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В.Лапа, В.Н.Босак; Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 120 с.
- Зерну пшеницы – высокое качество / А.В.Миско [и др.] // НТИ и рынок. – 1998. – № 2 – С. 5-7.
- Семененко, Н.Н. Адаптивные системы применения азотных удобрения / Н.Н. Семененко. – Мн.: Хата, 2003. – С. 168-174.
- Сандак, Н.А. Динамика биологической активности почв и обеспеченности растений азотом и фосфором в связи с применением удобрений / Н.А. Сандак // Регуляция минерального питания растений. – М., 1989. – С.189-190.

EFFECTIVENESS VARIOUS DOSES AND TIMES OF APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZERS AT WINTER WHEAT CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC TO SOIL

L.P. Kartavenkova, A.A. Schastnaya

Summary

In the article outcomes of study of operational effectiveness of various doses and times of depositing of nitrogen top-dressings for a winter wheat a breed the Suite are introduced. It is established, that a triple nitrogen top-dressing (N₆₀ + N₄₀ + N₁₅), which one increases yielding ability on 38,1 ts/hectares, a gluten contents on 13,9 % is most expedient.

Поступила 27 февраля 2009 г.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

Е.Э. Абарова

Витебский зональный институт сельского хозяйства, Витебская обл., Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивная технология возделывания зерновых культур предполагает своевременное и оптимальное выполнение требований, предъявляемых биологией культуры (сорта), почв конкретного поля, учета погодных и фитопатологических условий в период вегетации [1]. Одним из эффективных средств повышения урожайности всех зерновых культур, в том числе и ячменя, являются азотные удобрения, которым в этом вопросе многие авторы придают первостепенное значение [2-5]. При целесообразном подходе к выращиванию кормового ячменя, необходимо сделать ставку на получение максимально возможного урожая с единицы площади в рамках экономически оправданных затрат. Поэтому важно тщательно и дифференцированно подходить к определению оптимальных доз азотных удобрений.

Результаты многих исследований свидетельствуют об одинаковом воздействии на урожайность различных форм азотных удобрений, при однократном внесении, и близком коэффициенте его использования [4-8].

Растения усваивают азот из двух источников – почвы и удобрений. В зависимости от уровня окультуренности почв и содержания в них доступного растениям азота, имеется значительный разброс величин относительного участия азота почвы и азота удобрений в выносе этого элемента урожаем сельскохозяйственных культур. При этом установлена закономерность: чем выше окультуренность почвы, тем меньше долевое участие азота удобрений в общем выносе азота урожаем. По данным отечественных и зарубежных ученых варьирование данного показателя изменяется в достаточно широких пределах – от 30 до 80%, при этом было установлено, что внесение азотных удобрений увеличивает потребление растениями азота почвы [9-14]. Очевидно, при этом усиливается минерализация органического вещества почвы, причем использование почвенного азота, под влиянием аммиачных удобрений, повышается в большей степени, чем под влиянием нитратных [7]. Неизученность сортовой специфики ярового ячменя по отношению к различным формам и дозам азотных удобрений для более рационального их использования вызвала необходимость данных исследований

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводились в течение 2003-2005 гг. в РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларусь» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта имела следующие показатели: pH_{KCl} 5,25–5,55, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 135-150 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 158-198 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) – 1,95-2,30%, азот общий 0,065-0,087%. В качестве объекта исследований были выбраны сорта кормового ячменя: среднеспелый Гонар, среднепоздние Дзюбосны и Якуб отечественной селекции. Предшественник – звено севооборота: картофель-лен. Посев ячменя проводился в первых декадах мая 2003-2005 гг. Технология возделывания ярового ячменя, за исключением изучаемых агроприемов, выдерживалась в соответствии с отраслевым регламентом. Фосфорные и калийные удобрения (двойной суперфосфат и хлористый калий) вносили в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ под основную обработку почвы. Схема опыта предусматривала внесение азотных удобрений в форме мочевины, аммиачной селитры и карбамидно-аммиачной смеси (КАС, 30% N; при разведении 1:3), обработка фунгицидом тилт (0,5 л/га) в фазу флаг-лист (ДК 37-39) и ретардантом терпал Ц (2,5 л/га) в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32), вручную. Внесение азота проводили в три срока: I – под предпосевную культивацию, II – в фазу трубкования, III – в фазу колошения.

КАС в виде раствора был взят нами в качестве варианта исследований, как наиболее доступная форма азотных удобрений в республике. Кроме того, благодаря жидкой консистенции и невысокой концентрации, эта форма минерального азота, по-нашему мнению, наиболее перспективна для внесения по вегетирующим растениям. Учет урожая – сплошной поделяночный. Повторность опыта – четырехкратная. Размещение вариантов – блочно-рендомизированное. Учетная площадь делянки – 25 м². Метеорологические условия 2003-2005 гг. значительно различались как по температуре, так и по количеству выпавших осадков и их распределению в течение вегетационного периода. Гидротермические коэффициенты периодов вегетации ячменя следующие: 2003 год – 1,6; 2004 – 1,1; 2005 – 1,8 (при среднемноголетнем значении 1,6).

Закладку и проведение полевых опытов проводили по общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований нами установлено, что в почвенно-климатических условиях северо-восточной части Республики Беларусь на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой мореной, оптимальной дозой минерального азота под предпосевную культивацию, является 90 кг/га д.в., при которой формируется максимальный урожай (табл. 1). Сорта Якуб и Гонар имеют одинаковый потенциал урожайности 47,2-47,6 ц/га, в то время, как Дзівосны, по этому параметру, уступает этим сортам на 6,4-6,8 ц/га, или 15,7-16,6%. Дальнейшее увеличение используемой дозы азота до 120 кг/га д.в. не оказывает положительного влияния на рост урожайности, при этом формы азотных удобрений достоверной разницы не имеют.

Таблица 1

Урожайность кормовых сортов ячменя в зависимости от применяемых азотных удобрений (среднее 2003-2005 гг.)

Вариант	Форма азотных удобрений	Сорт		
		Гонар	Дзівосны	Якуб
1. Р ₆₀ К ₁₂₀ – фон	-	38,6	31,3	37,9
2. Фон + N ₃₀	Мочевина	40,4	33,8	40,1
	Аммиачная селитра	39,9	33,8	39,8
	КАС	40,5	34,1	39,9
3. Фон + N ₆₀	Мочевина	44,0	36,8	43,2
	Аммиачная селитра	43,5	38,2	43,8
	КАС	43,8	37,9	44,4
4. Фон + N ₉₀	Мочевина	47,1	39,9	47,1
	Аммиачная селитра	47,6	41,0	47,0
	КАС	48,1	41,5	47,6
5. Фон + N ₁₂₀	Мочевина	45,7	40,3	46,7
	Аммиачная селитра	46,9	41,2	47,3
	КАС	48,2	42,1	47,7
6. Фон + N ₆₀₊₃₀	Мочевина	48,1	41,4	47,7
	Аммиачная селитра	49,1	42,5	47,1
	КАС	50,1	43,6	49,0
7. Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	Мочевина	48,1	42,6	47,3
	Аммиачная селитра	48,7	43,0	48,5
	КАС	50,9	44,1	50,2
8. Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + тилт	Мочевина	50,9	44,8	49,9
	Аммиачная селитра	51,9	45,4	50,5
	КАС	53,0	46,3	52,5
9. Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + тилт+терпал Ц	Мочевина	51,9	45,9	50,1
	Аммиачная селитра	53,3	47,0	51,7
	КАС	55,3	47,8	54,3
НСР ₀₅ фактор А – удобрение под культивацию фактор В – удобрение в подкормки фактор С – средства защиты		3,0	2,7	3,0
		2,7	1,7	1,2
		2,0	2,1	1,9

Сроки внесения азотного удобрения незначительно влияют на величину урожая среднеспелого ярового ячменя сорта Гонар. Среднепоздний сорт Дзівосны статистически достоверно повышает урожайность зерна в варианте с трехкратным внесением минерального азота (кг д.в./га): 60 под предпосевную культивацию + 30 в фазу колошения + 30 в фазу трубкования, независимо от изучаемых форм азотных удобрений. Для среднепозднего сорта Якуб выявлена эффективность применения минерального азота в форме КАС, при некорневых подкормках (30 кг д.в./га) в фазы трубкования и колошения.

Таблица 2

Общий и удельный вынос (в расчете на 1 т зерна с соломой) и коэффициент использования азота удобрений различными сортами ячменя в зависимости от средств химизации (среднее 2003-2005 гг.)

Вариант	Форма азотных удобрений	Сорт								
		Гонар			Дзівосны			Якуб		
		Общий вынос азота, кг/га	Удельный вынос азота, кг/т	Коэффициент использования, %	Общий вынос азота, кг/га	Удельный вынос азота, кг/т	Коэффициент использования, %	Общий вынос азота, кг/га	Удельный вынос азота, кг/т	Коэффициент использования, %
P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	-	83,6	21,7	-	70,1	22,4	-	85,8	22,6	-
Фон + N ₃₀	Мочевина	91,9	22,7	27,7	80,2	23,7	33,7	99,2	24,7	44,7
	Аммиачная селитра	91,1	22,8	25,0	77,1	22,8	23,3	98,8	24,8	43,3
	КАС	92,5	22,8	29,7	81,3	23,8	37,3	98,9	24,8	43,7
Фон + N ₆₀	Мочевина	106,0	24,1	37,3	97,0	26,4	44,8	113,7	26,3	46,5
	Аммиачная селитра	104,8	24,1	35,3	104,8	27,4	57,8	115,7	26,4	49,8
	КАС	110,2	25,2	44,3	100,5	26,5	50,7	113,2	25,5	45,7
Фон + N ₉₀	Мочевина	119,7	25,4	40,1	110,1	27,6	44,4	129,5	27,5	48,6
	Аммиачная селитра	120,3	25,3	40,8	113,5	27,7	48,2	134,4	28,6	54,0
	КАС	122,3	25,4	43,0	115,3	27,8	50,2	132,2	27,8	51,6
Фон + N ₁₂₀	Мочевина	121,8	26,7	31,8	113,3	28,1	36,0	136,3	29,2	42,1
	Аммиачная селитра	125,1	26,7	34,6	120,3	29,2	41,8	133,7	28,3	39,9
	КАС	129,0	26,8	37,8	119,0	28,3	40,8	135,2	28,3	41,2
Фон + N ₆₀₊₃₀	Мочевина	121,9	25,3	42,6	115,6	27,9	50,6	133,2	27,9	52,7
	Аммиачная селитра	129,3	26,3	50,8	122,2	28,8	57,9	135,4	28,7	55,1
	КАС	132,8	26,5	54,7	126,1	28,9	62,2	141,8	28,9	62,2
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	Мочевина	129,1	26,8	37,9	125,0	29,3	45,8	140,0	29,6	45,2
	Аммиачная селитра	130,3	26,8	38,9	130,2	30,3	50,1	153,7	31,7	56,6
	КАС	141,8	27,9	48,5	133,6	30,3	52,9	154,5	30,8	57,3
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + тилт	Мочевина	136,2	26,8	43,8	131,9	29,4	51,5	146,9	29,4	50,9
	Аммиачная селитра	139,3	26,8	46,4	137,8	30,4	56,4	153,3	30,4	56,3
	КАС	148,1	27,9	53,8	135,9	29,4	54,8	154,1	29,4	56,9
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + тилт + терпал Ц	Мочевина	138,9	26,8	46,1	129,8	28,3	49,8	146,6	29,3	50,7
	Аммиачная селитра	143,6	26,9	50,0	142,3	30,3	60,2	156,5	30,3	58,9
	КАС	147,2	26,8	53,0	144,6	30,2	62,1	159,9	29,4	61,8

Средства защиты препарат тилт (в фазу флаг-лист) и ретардант – терпал Ц (в фазу начала выхода в трубку) являются важным звеном технологии возделывания ярового ячменя, они положительно повлияли на продуктивность изучаемых сортов, повышая урожайность зерна на 5,9-9,4%.

У всех изучаемых сортов кормового ячменя установлена тесная положительная взаимосвязь между числом продуктивных стеблей на единице площади, массой зерна с 1 колоса и урожайностью. Число продуктивных стеблей положительно коррелирует с массой 1000 зерен.

Наши результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что имеется значительная сортовая специфика коэффициента использования азота удобрений растениями ярового ячменя. Так, в вариантах с однократным применением минерального азота под культивацию, при увеличении доз азотных удобрений возрастает и данный коэффициент, достигая максимальных значений у сортов Гонар и Якуб при дозе N₉₀ и варьируя в пределах 40,1-43,0% и 48,6-54,0% соответственно, а у сорта Дзюбосны – 44,7-57,8%, на фоне внесения 60 кг д.в./га азота. Очевидно, что дальнейшее увеличение дозы минерального азота способствует повышению использования растениями ячменя почвенного азота.

Максимальное значение этого показателя у всех изучаемых сортов установлено в вариантах с двукратным внесением азота в дозе 90 кг д.в./га и достигает 54,7% (у сорта Гонар) и 62,2% (у сортов Дзюбосны и Якуб). Применение фунгицида тилт способствовало повышению коэффициента использования удобрений на 1,9-7,5% лишь у сортов Гонар и Дзюбосны. Применение регулятора роста не во все годы исследований давало положительную динамику этого показателя.

В целом, среднепоздние сорта Дзюбосны и Якуб незначительно отличаются между собой по коэффициенту использования азота удобрений, но превосходят среднеранний сорт Гонар во всех изучаемых вариантах опыта.

По мере увеличения доз азотных удобрений в растениях ярового ячменя повышалось содержание питательных веществ и, как следствие, возрастал общий и удельный вынос этого элемента (табл. 2), что согласуется с данными ряда исследователей [14-15].

Рассматривая вопрос влияния изучаемых форм азотных удобрений (в среднем по опыту) на коэффициент использования азота удобрений необходимо отметить, что он ранжируется (по убыванию) следующим образом для всех трех сортов: карбамидно-аммиачная смесь, аммиачная селитра, мочевина (табл. 3).

Для сорта Гонар удельный вынос азота на единицу продукции (зерно+солома) одинаков при использовании амидной и аммонийно-нитратной формы удобрений 25,6-25,7 кг/т и несколько выше при карбамид-аммонийно-нитратной – 26,2; по сорту Дзюбосны равнозначны аммиачная селитра (28,4 кг/т) и КАС (28,2 кг/т), незначительно ниже показатель при использовании мочевины; для среднепозднего сорта Якуб удельный вынос азота в вариантах, где вносились селитра, несколько преобладает над остальными.

Таблица 3

Удельный вынос и использование азота из различных форм удобрений
(в среднем по вариантам опыта)

Форма азотных удобрений	Сорт					
	Гонар		Дзюбосны		Якуб	
Удельный вынос азота, кг/т	Коэффи-циент использования, %	Удельный вынос азота, кг/т	Коэффи-циент использования, %	Удельный вынос азота, кг/т	Коэффи-циент использования, %	
Мочевина	25,6	38,4	27,5	44,5	28,0	47,7
Аммиачная селитра	25,7	40,2	28,4	49,5	28,7	51,7
КАС	26,2	45,6	28,2	51,4	28,1	52,6

Не вызывает сомнений, что увеличение производства протеинов под действием азота удобрений зависит, главным образом, от увеличения урожая сухого вещества растений, а также, частично, от незначительного повышения содержания в нем азота.

В наших исследованиях мы проанализировали сортовые различия по участию минерального азота в синтезе азота протеинов зерна в зависимости от технологических факторов возделывания ярового ячменя (табл. 4).

Таблица 4

Использование азота удобрений сортами ярового ячменя в зависимости от технологических факторов возделывания (2003-2005 гг.)

Вариант	Форма азотных удобрений	Прибавка зерна на 1 кг N удобрений, кг	Прибавка сырого белка на 1 кг N удобрений, кг	Количество N удобрений для синтеза 1 кг азота протеинов зерна, кг	Коэффиц. преобразования N удобрений в азот протеинов зерна, %
1	2	3	4	5	6
Гонар					
Фон + N ₆₀	Мочевина	9,0	1,5	3,8	26
	Аммиачная селитра	8,2	1,5	3,8	26
	КАС	8,7	1,8	3,1	32
Фон + N ₉₀	Мочевина	9,4	1,6	3,7	27
	Аммиачная селитра	10,0	1,7	3,4	29
	КАС	10,6	1,8	3,2	31
Фон + N ₆₀₊₃₀	Мочевина	10,6	1,9	3,0	33
	Аммиачная селитра	11,7	2,0	2,8	36
	КАС	12,8	2,3	2,4	42
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	Мочевина	7,9	1,6	3,6	28
	Аммиачная селитра	8,4	1,7	3,4	29
	КАС	10,3	2,0	2,9	34
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + ТИЛТ	КАС	12,0	2,2	2,6	38
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + ТИЛТ + терпал Ц	КАС	13,7	2,2	2,6	38
Дзівосны					
Фон + N ₆₀	Мочевина	9,2	2,0	2,8	36
	Аммиачная селитра	11,5	2,3	2,4	42
	КАС	11,0	2,3	2,4	42
Фон + N ₉₀	Мочевина	9,6	1,8	3,2	31
	Аммиачная селитра	10,8	2,0	2,8	36
	КАС	11,3	2,1	2,7	37
Фон + N ₆₀₊₃₀	Мочевина	11,2	2,0	2,8	36
	Аммиачная селитра	12,4	2,4	2,3	43
	КАС	13,7	2,6	2,2	45
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	Мочевина	9,4	1,8	3,1	32
	Аммиачная селитра	9,8	2,2	2,6	38
	КАС	10,7	2,3	2,5	40
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + ТИЛТ	КАС	12,5	2,3	2,5	40
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀ + ТИЛТ + терпал Ц	КАС	13,8	2,7	2,1	48
Якуб					
Фон + N ₆₀	Мочевина	8,8	1,8	3,1	32
	Аммиачная селитра	9,8	1,8	3,1	32
	КАС	10,8	1,8	3,1	32
Фон + N ₉₀	Мочевина	10,2	2,0	2,8	36
	Аммиачная селитра	10,1	2,1	2,7	37
	КАС	10,8	1,9	3,0	33
Фон + N ₆₀₊₃₀	Мочевина	10,9	2,1	2,7	37
	Аммиачная селитра	10,2	2,3	2,4	42
	КАС	12,3	2,6	2,2	45
Фон + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	Мочевина	7,8	1,8	3,3	30
	Аммиачная селитра	8,8	2,2	2,6	38
	КАС	10,3	2,2	2,6	38

Фон+ $N_{60+30+30}$ + тилт	КАС	12,2	2,3	2,4	42
Фон + $N_{60+30+30}$ + тилт + терпал Ц	КАС	13,7	2,4	2,4	42

Одним из критериев при выборе удобрений и определении их рентабельности является прибавка урожая на единицу внесенного азота. По результатам наших исследований 1 кг азотных удобрений, внесенных под предпосевную культивацию в один прием, дает наибольшую прибавку зерна у сортов Гонар и Якуб в вариантах с дозой N_{90} – 10,0-10,4 кг; у сорта Дзивосны – 10,6 кг (в вариантах с N_{60} и N_{90}). Дифференцированное применение азотных удобрений имеет преимущество в этом аспекте по сравнению с однократным – прибавка зерна увеличивается на 0,7-2,0 кг. Обработка фунгицидом тилт и ретардантом терпал Ц увеличивает эффективность удобрений: прибавка зерна на единицу азотных удобрений достигает максимальных значений на вариантах, где применялись удобрения в форме карбамидно-аммиачной смеси 13,7-13,8 кг.

Расчеты на основании наших исследований показали, что превосходство по прибавке сырого белка на единицу внесенных азотных удобрений имеют среднепоздние сорта ярового ячменя Дзивосны и Якуб. Этот показатель выше в вариантах с подкормкой в фазу трубкования (N_{60+30}) у всех сортов и достигает 1,9-2,6 кг белка на 1 кг удобрений.

Анализ количества азотных удобрений, необходимых для синтеза 1 кг азота протеинов зерна показывает, что оно снижается по мере роста доз вносимого азота в диапазоне от 30 до 90 кг д.в./га (табл. 4). Здесь также наблюдаем тенденцию превосходства вариантов с дробным внесением удобрений, причем у сорта Гонар наименьшее количество азотных удобрений обеспечивают варианты только с карбамидно-аммиачной смесью: 1) с двукратным применением азота (N_{60+30}) – 2,4 кг, 2) с фунгицидом ($N_{60+30+30}$) – 2,6, 3) с фунгицидом и ретардантом ($N_{60+30+30}$) – 2,6 кг. Сорта Дзивосны и Якуб проявляют эту тенденцию на этих же вариантах, но при использовании двух форм удобрений – селитры и КАС.

Коэффициент преобразования азотных удобрений в азот протеинов зерна самым низким среди изучаемых сортов был у среднеспелого Гонара, Якуб превышает его (в среднем) в 1,1 раза, Дзивосны – в 1,2 раза. И в данном аспекте превалирует форма азотных удобрений в виде КАС.

Дробное внесение минерального азота способствует повышению коэффициента преобразования азотных удобрений в азот протеинов зерна по всем сортам. Положительное влияние на преобразование азота удобрений в азот протеинов зерна оказывало и применение на посевах ячменя фунгицида тилт и регулятора роста терпал Ц, повышая данный коэффициент на 2-8%.

К сожалению, для оценки эффективности тех или иных технологий, способов или форм внесения азотных удобрений – коэффициенту преобразования азотных удобрений в азот протеинов зерна уделяется мало внимания. Наряду с широко распространенными в мировой практике показателями меры эффективности удобрений – оплатой единицы внесенного азота прибавкой урожая основной продукции, энергетическими затратами, качеством продукции – он может конкретизировать комплексную оценку экономической эффективности производства кормового протеина.

ВЫВОДЫ

При возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве северо-восточной части республики оптимальной дозой минерального азота под предпосевную культивацию на фоне внесения $P_{60}K_{120}$ является 90 кг/га д.в., при которой формируется урожайность зерна на уровне 40,8-47,6 ц/га. При этом по влиянию на урожайность ячменя сортов Гонар, Дзивосны и Якуб действие изучаемых форм азотных удобрений (мочевины, аммиачной селитры и карбамидно-аммиачной смеси) было равнозначным.

Преимущество дробного внесения 90 и 120 кг/га д.в. азотных удобрений в форме КАС установлено для среднепозднего сорта ячменя Якуб, прибавка зерна составила 1,4-2,5 ц/га (2,9-5,2%). Дифференцированное внесение минерального азота (кг/га д.в.): 60 под предпосевную культивацию + 30 в фазу колошения + 30 в фазу трубкования, независимо от изучаемых форм, повышает урожайность зерна сорта Дзивосны на 1,8-2,3 ц/га (4,5-5,7%), по сравнению с одноразовым.

Максимальное значение коэффициента использования азота удобрений у всех изучаемых сортов наблюдалось на вариантах с двукратным внесением азота в дозе 90 кг/га д.в. и достигает 54,7% (у сорта Гонар) и 62,2% (у сортов Дзивосны и Якуб). Среднепоздние сорта Дзивосны и Якуб незначительно различаются между собой по коэффициенту использования азота удобрений, но превосходят среднеранний сорт Гонар во всех изучаемых вариантах опыта. По коэффициенту использования азота удобрений для всех трех сортов изучаемые формы минерального азота ранжируются (по убыванию) следующим образом: карбамидно-аммиачная смесь, аммиачная селитра, мочевина.

По результатам наших исследований 1 кг азотных удобрений, внесенных под предпосевную культивацию, в один прием, дает наибольшую прибавку зерна у сортов Гонар и Якуб в вариантах с дозой N₉₀ – 10,0-10,4 кг; у сорта Дзівосны – 10,6 кг (в вариантах с N₆₀ и N₉₀), подкормки повышают этот показатель на 0,7-2,0 кг. Внесение фунгицида тилт и ретарданта терпал Ц увеличивает эффективность удобрений: прибавка зерна на единицу азотных удобрений достигает максимальных значений на вариантах, где применялись удобрения в форме карбамидно-аммиачной смеси 13,7-13,8 кг.

Превосходство по прибавке сырого белка на единицу внесенных азотных удобрений имеют среднепоздние сорта ярового ячменя Дзівосны и Якуб, этот показатель выше в вариантах с подкормкой в фазу трубкования (N₆₀₊₃₀) у всех сортов и достигает 1,9-2,6 кг белка на 1 кг удобрений.

Для сортов кормового ярового ячменя Гонар, Дзівосны и Якуб наиболее высокий коэффициент преобразования азотных удобрений в азот протеинов зерна 42-45% определен на вариантах с дробным применением N₆₀₊₃₀ карбамидно-аммиачной смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кадыров, А.М. О перспективах производства пивоваренного ячменя в Республике Беларусь / А.М. Кадыров // Сб. науч. тр. / Институт земледелия и селекции НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 41: Земледелие и селекция в Беларуси. – С.43-48.
2. Кукареш, Л.В. Зерно: проблемы самообеспечения / Л.В. Кукареш // Ахова раслін. – 2000. – №6. – С.3-5.
3. Богдевич, И.М. Система удобрений ячменя в интенсивном земледелии / И.М. Богдевич, В.В. Лапа, Е.М. Лимантова / МСХП РБ, БелНИИПА, БелНИИЗ. – Мн.: Ураджай, 1992. – 23 с.
4. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко, Н.В. Невмержицкий / Минск: Тов-во «Хата», 1997. – 196 с.
5. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В.Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
6. Demolon, A., Croissance des végétaux cultivés / A. Demolon. – 5-e édit. – Paris, 1956. – 485 p.
7. Кореньков, Д.А. Агрохимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: Наука, 1976. – 209 с.
8. Безлюдный, Н.Н. Трансформация азотных удобрений в дерново-подзолистых почвах Белорусской ССР и пути повышения их эффективности: автореф. дис доктора с.-х. наук / Н.Н.Безлюдный. – Минск, 1984. – 46 с.
9. Смирнов, П.М. Превращение азотных удобрений в почве и их использование растениями: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / П.М. Смирнов; ТСХА. – М., 1970. – 42 с.
10. Превращение и баланс азота удобрений / Применение стабильного изотопа ¹⁵N в исследованиях по земледелию / В.Б. Замятин [и др.]. / – М.: Колос, 1973. – С.178-188.
11. Кудеяров, В.Н. Интенсивность процессов азотного цикла в почве при применении азотных удобрений / В.Н. Кудеяров // Известия АН СССР. Сер. биол. наук – 1982. – №5. – С. 660-669.
12. Jenkinsson, D.S. Interactions between fertilizer nitrogen and soil nitrogen the so-called priming effect / D.S. Jenkinsson, R.H. Fox, J.H. Rayner // J. Soil Sci. – 1985. – Vol. 36. – №3. – P. 425-444.
13. Гамзиков, Г.Н. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.Н. Гамзиков. – М.: Наука, 1981. – 263 с.
14. Петербургский, А.В. Вынос питательных веществ зерновыми культурами в разных почвенно-климатических зонах / А.В. Петербургский, Д.М. Аникст // Агрохимия: учеб.пособие / А.В. Петербургский, Д.М. Аникст. – 1973. – №2. – С.144-150.
15. Никишин, В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии / В.И. Никишин. – М. – Наука, 1984. – С. 66.

INFLUENCE OF VARIOUS NITROGEN FERTILIZER FORMS ON BARLEY VARIETIES YIELD

E.E. Abarova

Summary

The main results investigations influence of the nitrogen fertilizers and means of protection of plants, productivity on the crop capacity of three forage barley varieties and usage of nitrogen fertilizing by breeds of spring barley are represented in the article.

Поступила 10 февраля 2009 г.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ И СООТНОШЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯЧМЕНЯ ГОНАР ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАННОЙ ПОЧВЕ

В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, А.А. Грачева

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень относится к одной из важнейших зерновых культур, возделываемых в Республике Беларусь. Характерной особенностью этой культуры является существенная зависимость получаемой урожайности от условий минерального питания и погодных факторов [1,2].

Технология возделывания ячменя предусматривает использование высокоурожайных сортов интенсивного типа, размещение посевов по лучшим предшественникам, удобренным органическими удобрениями, обеспечение растений элементами питания под планируемый урожай в зависимости от почвенных условий (система применения удобрений), высокое качество обработки почвы, применение интегрированной системы защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, своевременное выполнение всего комплекса агротехнических работ [1-4].

В последнее десятилетие значительно возросли цены на минеральные удобрения и затраты на их внесение. В связи с этим, применяемая ранее система удобрения сельскохозяйственных культур в современных условиях не окупается и является энергозатратной.

Основным требованием к системе удобрения сельскохозяйственных культур в настоящее время должно быть повышение окупаемости минеральных удобрений, снижение энергетических затрат на их применение и эффективное использование достигнутого потенциала плодородия почв.

Цель исследований – определить наиболее эффективные системы применения минеральных удобрений под ячмень, исходя из критериев полученной урожайности, агрономической окупаемости и экономической эффективности применяемых доз удобрений.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение эффективности применения минеральных удобрений на фоне последействия 40т/га органических при возделывании ячменя сорта Гонар (2005-2007 гг.) в зернотравяном севообороте: горохо-овсяная смесь – ячмень – озимая рожь с подсевом клевера – клевер луговой – озимое тритикале проводили в стационарном полевом опыте на окультуренной дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой с глубины 30-50 см песком почве в РУП "Экспериментальная база им. Суворова" Узденского района Минской области. Пахотный слой перед внесением 40 т/га соломистого навоза крупного рогатого скота (НКРС) под горохо-овсяную смесь характеризовался следующими показателями: pH_{KCl} 5,9-6,2, гидролитическая кислотность 1,58-1,92, сумма обменных оснований 9,10-9,52 смоль (+)/кг почвы, обменные: кальций 4,4-4,8 и магний 1,3-1,6 смоль (+)/кг почвы, содержание гумуса 2,5-3,0%, подвижных: P₂O₅ – 170-290, K₂O – 130-230 мг/кг почвы. Схема опыта под ячмень предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне последействия навоза КРС и различных уровней фосфорных и калийных удобрений, рассчитанных на положительные, поддерживающие и дефицитные балансы P₂O₅ и K₂O.

Осенью 2003, 2004 и 2005 гг. под горохо-овсяную смесь внесен навоз (НКРС), характеризующийся следующими показателями: влажность – 70,5%, pH_{KCl} – 7,55, зольность 41,3%, Nобщ. – 0,50%, P₂O₅ – 0,30, K₂O – 0,56. Минеральные удобрения (карбамид, простой аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) под ячмень вносили под предпосевную культивацию согласно схеме опыта (табл. 1). Общая площадь делянки – 45 м² (9x5м), учетная – 32 м² (8x4м), повторность вариантов 4-х кратная.

Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми регламентами и учетом рекомендаций по интенсивной технологии возделывания зерновых культур [1].

В опыте применяли интегрированную систему защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, включающую следующие мероприятия: обработку семян фунгицидом «ориус» (500 мл/т); химическую прополку: в 2005 г. – диален-супер 0,5 л/га + 0,3 л/га лонтрел, в 2006 г. – «гусар» (0,15 г/га), в 2007 г. – агритокс (0,7 л/га) + лонтрел 300 (0,3 л/га); и защиту от болезней фунгицидами фалькон (0,6 л/га) и фоликур (1л/га), от вредителей инсектицидом децис-экстра (60 мл/га).

Сев проводили: 18 апреля 2005 г., 21 апреля 2006 г. и 9 апреля 2007 г.; учет урожайности: 12 августа 2005 г., 3 августа 2006 г. и 24 июля в 2007 г.

Анализ почвенных и растительных образцов выполнен в соответствии с общепринятыми методиками: гидролитическая кислотность по Каппену, сумма обменных оснований по Каппену-Гильковицу, подвижные фосфор и калий в почве по методу Кирсанова, обменные кальций и магний методом ЦИНАО-ГОСТ 26487-85, гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО. Содержание элементов питания в зерне и соломе определяли методом ИК – спектроскопии.

Энергетическую эффективность рассчитывали согласно [5].

На формирование урожая сельскохозяйственных культур, наряду с питанием растений, большое влияние оказывает водный и температурный режимы почв в течение вегетационного периода растений. Как избыток, так и недостаток влаги и тепла негативно сказывается на урожае сельскохозяйственных культур. Годы исследований различались по метеорологическим условиям. Вегетационный период 2006 г. по количеству осадков и температуре воздуха был близок к средней многолетней величине. По тепло- и влагообеспеченности мая-июля (критический период, от которого зависит продуктивность ячменя) месяцев 2005 г. также был близок к средним показателям, однако в мае осадков поступило в два раза больше средней многолетней, а в июне на 58% меньше. В 2007 г. сложились самые неблагоприятные метеорологические условия для ячменя – отсутствие осадков в третьей декаде мая и почти двух декадах июня (28 дней) не способствовало положительному влиянию азотных удобрений на формирование урожайности зерна ячменя сорта Гонар.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В годы исследований для роста и развития ячменя сорта гонар благоприятными были 2005 и 2006 гг., так как урожайность формировалась практически на одном уровне 32,0– 55,7 ц/га и 36,2– 54,1 ц/га соответственно. в 2007 г. из-за метеорологических условий недобор урожайности зерна оказался на уровне 6,6-17,7 ц/га, а в варианте без удобрений на 6,6 и 10,8 ц/га ниже, чем в 2005 и 2006 гг. соответственно. более благоприятные погодные условия для формирования урожайности зерна ячменя складывались в 2006 г., т. к. в варианте без удобрений она была на 4,2 ц/га выше, чем в 2005 г. при последействии органических удобрений урожайность в 2007 г. ниже, чем в 2006 г. на 12,0 ц/га, а из-за сухой погоды азотные удобрения практически не оказали влияния на урожайность зерна ячменя.

В среднем за три года урожайность зерна ячменя в вариантах с применением $P_{20-70}K_{40-120}$ формировалась на уровне 41,0-44,5 ц/га, а при внесении азотных удобрений на этих же фонах она увеличилась на 2,6-5,7 ц/га (до 43,4-49,0 ц/га), при окупаемости 1 кг прк – 4,3-8,1 кг и 1 кг азотных удобрений – 5,0-10,1 кг. последействие 40 т/га органических удобрений обеспечило прибавку урожая в 5,8 ц/га, а действие фосфорных и калийных 3,1 и 1,4 ц/га соответственно. роль фосфорных удобрений в формировании урожайности зерна ячменя по сравнению с калийными оказалась более значительной. так, при исключении из системы удобрения калия урожайность ячменя составила 44,8 ц/га, что на 1,7 ц/га меньше, чем при исключении фосфора. максимальная урожайность на уровне 48,7-49,0 ц/га получена при применении 90 кг/га д.в. азотных удобрений в два срока на фоне $P_{40-70}K_{80-120}$ в расчете на поддерживающие и положительные балансы при окупаемости 1 кг д.в. прк только 5,6 и 4,3 кг зерна, а 1 кг азотных удобрений – 5,9 и 5,0 кг (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1
ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ СОРТ ГОНАР, 2005-2007 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га					Прибавка зерна, ц/га		Оплата зерном 1 кг д.в., кг	
	зерна				соломы	фону	РК	NPK	N
	2005г.	2006г.	2007г.	Ø					
1. Без удобрений	32,0	36,2	25,4	31,2	15,4	-	-	-	-
2. Последействие 40 т/га НКРС – фон	36,3	43,4	31,4	37,0	18,2	5,8	-	-	-
3. $N_{60}P_{70}$	52,0	52,4	35,0	46,5	32,8	9,5	-	7,3	-
4. $N_{60}K_{120}$	45,9	49,6	38,8	44,8	31,0	7,8	-	4,3	-
5. $P_{70}K_{120}$	48,3	49,1	36,1	44,5	29,7	7,5	-	3,9	-
6. $N_{30}P_{70}K_{120}$	53,8	52,5	36,3	47,5	31,8	10,5	3,0	4,8	10,1
7. $N_{60}P_{70}K_{120}$	53,8	52,9	37,0	47,9	32,0	10,9	3,4	4,4	5,7
8. $N_{90}P_{70}K_{120}$	55,7	53,8	37,4	49,0	35,5	12,0	4,5	4,3	5,0
9. $P_{40}K_{80}$	46,8	48,8	34,6	43,4	25,5	6,4	-	5,3	-
10. $N_{30}P_{40}K_{80}$	51,4	51,5	36,4	46,4	25,9	9,4	3,0	6,3	10,1
11. $N_{60}P_{40}K_{80}$	52,9	52,0	34,6	46,5	33,3	9,5	3,1	5,3	5,2

12. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	54,0	54,1	38,0	48,7	31,2	11,7	5,3	5,6	5,9
13. P ₂₀ K ₄₀	44,1	44,6	34,3	41,0	20,8	4,0	-	6,6	-
14. N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	47,2	47,5	36,1	43,6	23,5	6,6	2,6	7,3	8,7
15. N ₆₀ P ₂₀ K ₄₀	49,8	50,4	39,9	46,7	23,1	9,7	5,7	8,1	9,5
HCP ₀₅	3,6	2,1	3,22	1,7					

Оценивая участие исследуемых факторов в формировании урожайности зерна ячменя сорт Гонар на разных фонах компенсации выносов фосфора и калия, необходимо отметить высокую долю почвенного плодородия и органических удобрений 79,2 при 50% компенсации выносов фосфора и калия, которая с нарастанием доз фосфорных и калийных удобрений уменьшалась до 75,5% при 150% компенсации выносов P₂O₅ и K₂O. Доля азотных удобрений в формировании урожайности также снижалась с 12,2% при 50 % компенсации выносов P₂O₅ и K₂O до 9,2 % при 150%. Роль фосфорных и калийных удобрений наоборот высокая 15,3% при системе удобрения в расчете на 150% компенсацию выносов фосфора и калия и уменьшалась до 13,1 и 8,6% при снижении компенсации выносов P₂O₅ и K₂O до 50% (дефицитные балансы) (табл. 2).

Таблица 2
Участие исследуемых факторов в формировании урожайности ячменя при различной компенсации выносов фосфора и калия

Факторы	Долевое участие РК, %					
	150		100		50	
	Продуктивность					
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Почва	31,2	63,7	31,2	64,1	31,2	66,8
Последействие 40 т/га НКРС	5,8	11,8	5,8	11,9	5,8	12,4
РК – удобрения	7,5	15,3	6,4	13,1	4,0	8,6
N-удобрения	4,5	9,2	5,3	10,9	5,7	12,2
Урожайность, ц/га	49,0	100	48,7	100	46,7	100

Урожай соломы в среднем за три года имел тенденцию или достоверно повышался при нарастании доз минеральных удобрений (табл. 1).

Расчет энергетической эффективности применения минеральных удобрений определяется отношением количества энергии, накопленной в прибавке урожая, к энергетическим затратам на ее получение [3]. Рассматривая показатели энергетической эффективности применения систем удобрения с дефицитным, поддерживающим и положительным балансом фосфора и калия, можно отметить минимальные удельные энергозатраты при применении фосфорных и калийных удобрений, которые увеличиваются при нарастании доз удобрений от 535 до 648 МДж/ц, а энергоотдача уменьшается от 3,7 до 2,54 ед. В варианте оптимальном по урожайности зерна при применении системы удобрения с поддерживающими балансами фосфора и калия удельные энергозатраты составили 1095 МДж/ц, а коэффициент энергоотдачи – 1,5 (табл. 3).

В среднем за три года максимальная рентабельность 90,7% получена при производстве ячменя на фуражные цели в варианте с последействием 40 т/га органических удобрений при чистом доходе 32,1 у.е. Высокая рентабельность 65,8% и 51,8% получена при возделывании ячменя сорта Гонар на фуражные цели при применении органо-минеральной системы удобрения (N₆₀K₁₂₀ и N₆₀P₂₀K₄₀ на фоне последействия 40 т/га навоза КРС). В варианте оптимальном по урожайности зерна получен чистый доход 14,4 \$ при рентабельности – 11,8 %. При реализации ячменя на продовольственные цели чистый доход и рентабельность увеличиваются (табл.3).

ТАБЛИЦА 3
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ЯЧМЕНЯ

ВАРИАНТ	ЭНЕРГИЯ, СОДЕРЖАЩАЯСЯ В ПРИБАВКЕ, МДЖ/Ц	УДЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГО-ЗАТРАТЫ, МДЖ/Ц	ЭНЕРГООТДАЧА, ЕД.	ЧИСТЫЙ ДОХОД, \$		РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %	
				ФУРАЖ	ПРОДОВОЛЬСТВИЕ	ФУРАЖ	ПРОДОВОЛЬСТВИЕ
2. Последействие	9541	1021	1,6		48,5	90,7	137,2

40т/га НКРС - фон							
3. N ₆₀ P ₇₀	15628	966	1,70	-22,9	4,0	-17,2	3,0
4. N ₆₀ K ₁₂₀	12831	1120	1,47	36,0	58,2	65,8	106,3
5. P ₇₀ K ₁₂₀	12338	648	2,54	-29,7	-8,4	-25,4	-7,2
6. N ₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	17273	784	2,10	-13,6	16,2	-10,0	11,9
7. N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀	17931	995	1,65	-23,2	7,8	-15,5	5,2
8. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	19740	1155	1,42	-25,8	8,3	-15,6	5,0
9. P ₄₀ K ₈₀	10528	558	2,95	2,6	20,7	3,6	28,9
10. N ₃₀ P ₄₀ K ₈₀	15463	743	2,22	18,7	45,4	20,7	50,1
11. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	15628	996	1,65	6,2	33,2	5,9	31,8
12. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	19247	1095	1,50	14,4	47,6	11,8	39,1
13. P ₂₀ K ₄₀	6580	535	3,07	9,2	20,6	24,6	55,1
14. N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	10857	818	2,01	21,4	40,1	38,6	72,5
15. N ₆₀ P ₂₀ K ₄₀	15957	907	1,81	38,5	66,1	51,8	88,9

Масса 1000 зерен по годам исследований различалась от 45,63 г в 2005 г. в варианте N₆₀P₇₀ до 50,68 г в 2006 г. в варианте N₆₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀. Самая низкая масса 1000 зерен отмечена в 2005 году. В среднем за три года масса 1000 зерен изменялась от 48,04 до 49,73 г. При нарастании доз азотных, фосфорных и калийных удобрений наблюдается тенденция к снижению массы 1000 зерен (табл. 4).

Анализ содержания белка по годам исследования показал, что максимальное его количество наблюдалось в 2007 г., а минимальное – в 2006 г. С увеличением доз азотных удобрений содержание белка имело тенденцию к повышению.

В среднем за три года сбор белка изменялся от 230 кг/га в варианте без удобрений до 421-426 кг/га при внесении 90 кг/га д.в. азотных удобрений в два приема на фоне положительного и поддерживающего балансов фосфора и калия N60+N30P40,70K80,120. В варианте оптимальном по урожайности, т. е. при применении системы удобрения с поддерживающим балансом фосфора и калия – N60 P40K80+N30 в фазу стеблевания сбор белка составил 426 кг/га, что на 86 кг/га больше, чем при этой же системе удобрения без азотных удобрений (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4
ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ СОРТ ГОНАР, 2005-2007 ГГ.

Вар иант	Качество зерна								Сбор белка, кг/га			
	Масса 1000 зерен, г				Содержание белка, %							
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Ø	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Ø	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Ø
1	48,84	49,44	48,51	48,93	8,8	7,8	9,4	8,7	242	243	205	230
2	48,20	47,59	49,97	48,59	9,1	7,9	9,8	8,9	284	295	265	281
3	45,63	48,45	50,04	48,04	9,2	8,4	9,6	9,1	411	379	289	360
4	48,48	50,03	49,69	49,40	9,2	9,0	9,6	9,3	363	384	320	356
5	50,92	50,12	47,42	49,49	8,9	8,6	10,1	9,2	370	363	314	349
6	49,58	50,03	49,51	49,71	8,7	8,7	10,3	9,2	403	393	322	372
7	46,89	49,26	49,39	48,51	9,5	9,2	10,3	9,7	440	419	328	395
8	46,03	50,68	48,13	48,28	10,4	9,4	10,3	10,0	498	435	331	421
9	49,23	49,85	49,19	49,42	9,0	8,7	9,8	9,2	362	365	292	340
10	49,28	49,85	48,49	49,21	9,2	8,7	10,3	9,4	407	385	322	371
11	47,16	49,31	47,98	48,15	9,5	9,0	10,7	9,7	432	402	318	384
12	45,84	49,30	50,20	48,45	10,4	9,8	10,4	10,2	483	456	340	426
13	49,19	49,64	50,37	49,73	9,2	8,8	10,2	9,4	349	338	301	329
14	48,10	50,02	49,74	49,29	9,2	8,8	10,0	9,3	373	359	310	348
15	48,20	50,14	50,14	49,49	9,4	8,9	9,9	9,4	403	386	340	376
HCP ₀₅	1,6	1,21	1,29	1,16	0,7	0,8	0,9	0,8				

Химический анализ содержания элементов питания в зерне и соломе ячменя показал, что содержание кальция и магния практически постоянные величины и не зависят от погодных условий и применяемой системы удобрения. Содержание азота, фосфора и калия изменялось в зависимости от погодных условий периода вегетации и применяемой системы удобрения.

В среднем за три года, в оптимальном по урожайности варианте, следующее содержание элементов питания в зерне: N – 1,99, P₂O₅ – 0,96, K₂O – 0,51, CaO – 0,04, MgO – 0,17 %; в соломе: N – 0,30, P₂O₅ – 0,26, K₂O – 1,59, CaO – 0,25, MgO – 0,13% (табл. 5).

Таблица 5

Влияние систем удобрения на содержание элементов питания в зерне и соломе ячменя сорт Гонар, 2005-2007 гг.

Вариант	Содержание элементов питания, % в сухом веществе										
	зерно						солома				
	No	Nб	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Без удобрений	1,68	1,52	0,90	0,54	0,03	0,17	0,21	0,33	1,37	0,22	0,17
2. Последействие 40 т/га НКРС	1,73	1,57	0,92	0,55	0,03	0,17	0,18	0,32	1,55	0,21	0,15
3. N ₆₀ P ₇₀	1,77	1,59	0,94	0,54	0,03	0,17	0,26	0,28	1,55	0,24	0,12
4. N ₆₀ K ₁₂₀	1,80	1,63	0,91	0,52	0,04	0,16	0,26	0,27	2,13	0,22	0,13
5. P ₇₀ K ₁₂₀	1,79	1,62	0,94	0,54	0,03	0,17	0,24	0,27	1,98	0,22	0,13
6. N ₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	1,82	1,62	0,94	0,54	0,03	0,16	0,20	0,28	2,26	0,24	0,12
7. N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀	1,88	1,70	0,94	0,53	0,03	0,17	0,21	0,25	2,19	0,23	0,12
8. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	1,95	1,76	0,96	0,54	0,03	0,17	0,24	0,30	2,54	0,26	0,12
9. P ₄₀ K ₈₀	1,78	1,61	0,94	0,54	0,03	0,17	0,20	0,30	1,96	0,22	0,15
10. N ₃₀ P ₄₀ K ₈₀	1,85	1,66	0,92	0,53	0,03	0,17	0,20	0,27	1,95	0,23	0,12
11. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	1,91	1,71	0,91	0,52	0,04	0,17	0,24	0,26	1,93	0,23	0,13
12. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	1,99	1,79	0,96	0,51	0,04	0,17	0,30	0,26	2,14	0,25	0,13
13. P ₂₀ K ₄₀	1,81	1,65	0,94	0,53	0,03	0,17	0,23	0,32	2,12	0,21	0,14
14. N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	1,81	1,64	0,94	0,53	0,03	0,17	0,22	0,28	1,92	0,25	0,14
15. N ₆₀ P ₂₀ K ₄₀	1,85	1,65	0,96	0,53	0,03	0,17	0,21	0,24	1,83	0,23	0,13
HCP ₀₅	0,08	0,07	0,05	0,03	0,001	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02

Для определения потребности в минеральных удобрениях на планируемый урожай и расчетов баланса элементов питания в агрохимической практике используется общий или хозяйственный и удельный вынос. В варианте оптимальном по урожайности зерна хозяйственный вынос элементов питания (с урожаем основной и побочной продукции) с 1 гектара составил: азота – 91 кг, фосфора – 47, калия – 77, кальция – 8 и магния – 11 кг.

Удельный вынос элементов питания (вынос с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции) следующий: азот 18,7 кг/т, фосфор 9,7, калий 15,9, кальций 1,7, магний 2,2 кг/т (табл. 6).

Таблица 6

Влияние систем удобрения на общий и удельный вынос элементов питания продукцией ячменя, 2005-2007 гг.

Вариант	Общий вынос элементов питания, кг/га					Удельный вынос элементов питания, кг/т				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Без удобрений	47,8	28,4	32,2	3,7	6,8	15,3	9,1	10,3	1,2	2,2
2. Последействие 40 т/га НКРС	57,8	34,2	41,2	4,2	7,7	15,6	9,2	11,1	1,1	2,1
3. N ₆₀ P ₇₀	77,9	45,3	64,3	7,8	10,1	16,8	9,7	13,8	1,7	2,2
4. N ₆₀ K ₁₂₀	76,1	42,1	75,5	7,3	9,5	17,0	9,4	16,9	1,6	2,1
5. P ₇₀ K ₁₂₀	74,5	42,7	70,1	6,6	9,7	16,7	9,6	15,7	1,5	2,2
6. N ₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	79,7	45,9	82,4	7,6	9,7	16,8	9,7	17,4	1,6	2,1
7. N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀	83,1	45,4	80,7	7,4	10,2	17,3	9,5	16,8	1,5	2,1
8. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	89,3	49,4	98,5	9,0	10,7	18,2	10,1	20,1	1,8	2,2
9. P ₄₀ K ₈₀	70,7	41,5	62,1	5,8	9,6	16,3	9,6	14,3	1,3	2,2
10. N ₃₀ P ₄₀ K ₈₀	78,2	42,6	63,6	6,2	9,4	16,8	9,2	13,7	1,3	2,0
11. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	83,1	43,7	74,8	8,0	10,4	17,9	9,4	16,1	1,7	2,2
12. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	91,2	47,0	77,4	8,2	10,5	18,7	9,7	15,9	1,7	2,2
13. P ₂₀ K ₄₀	67,8	38,7	55,7	4,7	8,4	16,5	9,4	13,6	1,2	2,1
14. N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	72,2	40,8	57,8	6,1	9,1	16,6	9,4	13,3	1,4	2,1
15. N ₆₀ P ₂₀ K ₄₀	78,4	43,2	56,8	5,7	9,4	16,8	9,3	12,2	1,2	2,0

Баланс элементов питания, рассчитанный с учетом поступления с минеральными удобрениями и выносом их с урожаем, показал, что по фосфору и калию он практически совпадает с расчетным на всех фонах – положительном, поддерживающем (нулевом) и дефицитном (табл. 7).

По результатам исследований нами разностным методом рассчитаны коэффициенты использования элементов питания из удобрений (табл. 7). Установлено, что в оптимальном по урожайности варианте ($N_{60+30}P_{40}K_{80}$) потребление азота из удобрений составило 37%, фосфора – 32% и калия только – 45%. С увеличением доз фосфорных и калийных удобрений коэффициенты использования этих элементов из удобрений снижались, а применение возрастающих доз азотных удобрений способствовало повышению коэффициентов использования фосфора и калия (табл.7).

Таблица 7
Баланс и коэффициенты использования элементов питания из удобрений
и возмещения выноса удобрениями

Вариант	Азот		Фосфор		Калий		Коэффициенты использования элементов питания из удобрений, %		
	баланс ±	ИБ, %	баланс ±	ИБ, %	баланс ±	ИБ, %	N	P_2O_5	K_2O
1	-47,8	-	-28,3	-	-32,2	-	-	-	-
2	-57,8	-	-35,7	-	-41,2	-	-	-	-
3	17,9	77	-53,8	155	-64,3	-	34	16	-
4	16,1	79	58,0	-	44,5	159	31	-	29
5	-74,5	-	61,7	164	49,9	171	-	12	24
6	-49,7	38	52,3	153	37,6	146	73	17	34
7	-23,1	72	54,4	154	39,3	149	70	16	33
8	0,7	101	40,9	142	21,5	122	35	22	48
9	-70,7	-	27,5	96	17,9	129	-	18	26
10	-48,2	38	26,4	94	16,4	126	68	21	28
11	-23,1	72	20	92	5,2	107	42	24	42
12	-1,2	99	17	85	2,6	103	37	32	45
13	-67,8	-	-7,2	52	-15,7	72	-	23	36
14	-42,2	42	-8,1	49	-17,8	69	48	33	41
15	-18,4	77	-7,9	46	-16,8	70	34	45	39

ВЫВОДЫ

1. В среднем за три года исследований оптимальный и энергетически обоснованный уровень урожая ячменя 38,0-54,1 ц/га обеспечивался при применении $N_{60}P_{40}K_{80}$ (РК на поддерживающий баланс) + N_{30} в фазу начала стеблевания на фоне последействия 40 т/га органических удобрений.

2. Применение удобрений в указанных дозах обеспечивает коэффициент энергоотдачи –1,5 ед. и коэффициенты использования элементов питания из удобрений – азота –37%, фосфора – 32%, калия – 45%. За счет плодородия почвы формировалось 63,7-66,8%, фосфорных и калийных удобрений – 15,3-8,6, азотных – 9,8-12,2 и последействия органических удобрений – 11,8-12,4% урожайности зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов/ Ин.-т аграр. экономики НАН Беларусь; рук. разраб. В.Г. Гусаков и [др.]. – Мин.: Белорусская наука, 2005. – 460 с.
2. Богдевич, И.М. Эффективность применения минеральных удобрений под ячмень на дерново-подзолистых почвах Беларусь / И.М. Богдевич, Л.В. Очковская, Г.В Пироговская // Международный аграрный журнал. – №2. – 2000. – с. 18-22.
3. Ивойлов, А.В. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов., В.И. Копылов, М.Н. Бессонова // Агрохимия – 2002. – №4. – С. 23-31.
4. Система удобрения ячменя в интенсивном земледелии: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Мин.: Ураджай, 1992. – 24С.
5. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск,, 1996. – 49 с.

**EFFECT OF FERTILIZERS AND MINERAL FERTILIZER RATIOS
ON THE YIELD AND QUALITY BARLEY HONAR OF
ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL**

V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, A.A. Gracheva

Summary

As a result of the study of mineral fertilizers doses and ratio for barley Honar it was shown that optimal yield level 40-45 c ha⁻¹ on Luvisol loamy sand soil was formed under the application of fertilizer system with maintaining balance of phosphorus and potassium at the background of organic fertilizer aftereffect.

Поступила 4 мая 2009 г.

УДК 631.84:633.11:631.445.2

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАПАСЫ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.Г. Ганусевич

Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике имеется широкий спектр жидких азотсодержащих удобрений типа КАС, в том числе и медленнодействующих их форм, которые находят широкое применение в сельскохозяйственном производстве. Они применяются в смесях со средствами защиты растений, например: в сельском хозяйстве Германии около 70% КАС совмещается с гербицидами, КАС с регуляторами роста растений (20%) и в значительно меньшей мере – с фунгицидами (9%) и инсектицидами (1%) [1, 2, 3].

Растворы КАС – хорошее жидкое азотное удобрение, представляющее собой раствор карбамида и аммиачной селитры. На их основе возможно получение комплексных удобрений, в состав которых могут входить как микроэлементы, так и регуляторы роста растений. КАС применяется под все сельскохозяйственные культуры как в качестве основного удобрения, так и для подкормки зерновых и других культур [4].

КАС широко применяется в Беларуси. На ОАО «Гродно-Азот» выпускается в зависимости от содержания азота в удобрении, три формы КАС: КАС-28, КАС-30, КАС-32. В промышленном масштабе освоено и производство КАС с регулятором роста растений «гидрогумат». Включение регуляторов роста растений в состав твердых и жидких азотных удобрений позволяет полнее реализовать потенциальные возможности удобрений, регулировать рост и развитие растений, повысить устойчивость сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам внешней среды и болезням, увеличить их продуктивность и улучшить качество продукции [5, 6, 7]. Промышленное производство КАС с микроэлементами (меди) в республике освоено и на ОАО «Лесохимик» (г. Борисов).

Достоинством КАС являются: низкие трудовые затраты на производство и применение по сравнению с другими жидкими и твёрдыми азотными удобрениями, небольшая себестоимость оборудования, высокая точность дозирования, сравнительно низкие потери азота при поверхностном внесении, равномерность распределения по полю и т.д. [7].

Для современного сельскохозяйственного производства проблема создания и применения новых форм азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ, и изучение их влияния на запасы минерального азота в почве при возделывании зерновых культур, в том числе и яровой пшеницы, является весьма актуальной.

Азот в почве образуется при разложении азотистых веществ и доступен растениям преимущественно в нитратной и аммонийной формах, которые являются основными для питания растений. Аммиачный азот, являясь продуктом жизнедеятельности аммонифицирующих бактерий, быстро поглощается почвой и удерживается на поверхности почвенных частиц силами физико-химической адсорбции. Нитратный азот образуется в результате нитрификации аммонийного азота и находится в почвенном растворе. Он легко передвигается с током влаги к корням и поступает в растение [8].

Накопление и перераспределение минеральных форм азота (сумма нитратных и аммонийных соединений) в пахотном и подпахотном горизонтах дерново-подзолистых легкосуглинистых почв при возделывании зерновых культур существенно изменяется в зависимости от применяемых систем и форм удобрений [9]. Содержание минерального азота в почве к посеву яровой пшеницы зависит от многих факторов: от предшествующих культур, их урожая, сроков посева, уборки, вспашки зяби. После озимых, бобовых и однолетних трав почва относительно рано освобождается от культур и способна к посеву яровой пшеницы накопить значительно больше минерального азота, чем после яровых зерновых [10].

В последние годы в интенсивных технологиях возделывания многих сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы, широко применяются в качестве некорневых подкормок микроэлементы в форме сульфатов, хелатов (АДОБ медь, АДОБ марганец) или жидких комплексных удобрений с хелатными формами микроэлементов (Басфолиар и др.) [11].

Известно также применение под озимые зерновые культуры микроэлементов в форме сульфатов в дозах по меди (Cu) – 50 г/га д.в. и марганцу (Mn) – 50 г/га д.в., которые вносятся в качестве некорневых подкормок по фазам растений – конец кущения, последний флаговый лист, а под яровые – Cu -50 г/га д.в. и Mn -50 г/га д.в. – фаза первого или второго узла [12].

Цель исследований – изучить влияние новых форм и доз и жидких азотных (КАС) и комплексных (ЖКУ) удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста растений, при разных способах их внесения (в один прием, дробно, некорневые подкормки), на содержание и запасы минерального азота в пахотном горизонте (слой 0-(25-32) см) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при возделывании яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка эффективности жидких азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ при возделывании яровой пшеницы сорта Рассвет проводилась (2006-2008 гг.) в полевых опытах, заложенных на дерново-подзолистой суглинистой, развивающейся на легких суглинках, подстилаемых с глубины 0,50-0,55 см моренными суглинками, почве.

Полевые опыты в 2006 г. проводили на сортоспытательном участке УО «ГГАУ» (д. Грандичи), в 2007-2008 гг. – на производственном участке «Лапенки» УО СПК «Путришки» Гродненского района Гродненской области. Площадь делянок в полевых опытах составляла в 2006 г. – 48 м², 2007 г. – 36 и 2008 г. – 39 м², учетная – 35, 25 и 30 м², повторность – 4-кратная.

Агрехимические показатели пахотных горизонтов почв на момент закладки полевых опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика пахотных горизонтов дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы перед закладкой полевых опытов

Год исследо- ваний	Мощность пахотного горизонта, см	рН	Гумус %	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn
				мг/кг почвы								
2006	25	6,3	2,1	235	300	1166	141	9,0	0,72	3,7	2,6	0,71
2007	29	6,3	2,0	205	245	1278	102	8,5	0,78	3,9	3,7	0,75
2008	32	6,2	2,1	216	213	1306	131	9,0	0,75	3,2	3,9	0,75

Данные в табл. 1, свидетельствуют, что исследования агрехимической эффективности жидких азотных удобрений проводились на почве со средним содержанием гумуса, повышенным содержанием фосфора, калия, кальция, средним содержанием магния и серы, высоким содержанием меди и низким содержанием марганца, средним по цинку и высоким по бору.

В качестве минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы применяли: азотные – КАС стандартный (ст), КАС с добавками микроэлементов (меди, марганца, или совместно меди и марганца) и регуляторов роста растений – «Эпин», «Гидрогумат», или совместно микроэлементов и регуляторов роста растений «Гидрогумат» или «Эпин»); фон – фосфорные (аммонизированный суперфосфат) и калийные (гранулированный хлористый калий). Фосфорные и калийные удобрения вносили в дозе $\text{P}_{55}\text{K}_{120}$ (среднее за три года) до посева, азотные – N_{90} (в один прием, в предпосевную культувиацию), N_{60+30} и $\text{N}_{60+30+20}$ (N_{60} – в предпосевную культувиацию, N_{30} в стадию первого узла и N_{20} – в фазу колошения, для улучшения качества зерна).

В схеме опыта применялись жидкие азотные удобрения КАС с Cu_1 , Cu_2 , Cu_3 , где при дозе N_{90} с КАС вносились меди (Cu_1) – 0,6 кг/га, Cu_2 – 1,2 кг/га, Cu_3 – 0,45 кг/га, соответственно марганца с Mn_1 – 0,3 и Mn_2 – 0,6 кг/га.

В качестве некорневых подкормок по вегетации растений яровой пшеницы применяли микроэлементы (меди, марганец) в форме сульфатов, или жидкие комплексные удобрения (марка N-P-K = 8-4-9 с Cu и Mn – в хелатной форме), выпускаемые ОАО «Гомельский химический завод» и хелаты железа.

Почвенные образцы на определение минеральных форм азота отбирались из пахотного горизонта перед закладкой полевых опытов и на момент уборки яровой пшеницы. Нитратный азот и обменный аммоний определяли фотометрически, согласно ГОСТ 26488-85 и 26489-85.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что содержание нитратного азота весной, перед закладкой опытов с яровой пшеницей, в годы исследований на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, различалось незначительно и находилось в пределах: в 2006 г. – от 11,6 до 12,0 мг/кг почвы, 2007 – 12,6-14,2 и 2008 г. 13,0-13,9 мг/кг почвы. Содержание аммонийного азота было значительно ниже и составляло в 2006 г. – 7,8-8,2 мг/кг почвы, 2007 г. – 8,0-8,2 и 2008 г. – 8,0-8,4 мг/кг почвы. К осени содержание нитратного азота уменьшалось в 3-4 раза по сравнению с весенним его содержанием, а аммонийного уменьшалось незначительно (табл. 2).

Запасы минерального азота, в целом, были довольно высокими перед посевом яровой пшеницы: 82,9-84,6 кг/га (2006 г.) и 90,1-94,8 кг/га (2007-2008 гг.). В 2007 г. запасы минерального азота к концу вегетации яровой пшеницы при дозе внесения N_{60} кг/га д.в. увеличились на 2,1 кг /га почвы, N_{90} – на 2,5 и N_{120} – на 2,9 кг/га, по сравнению с контрольным вариантом, соответственно в 2008 г. – на 1,2, 1,2 и 2,5 кг/га, табл. 3. Приведенные данные показывают, что применение возрастающих доз КАС (от 60 до 120 кг/га д.в. азота) под яровую пшеницу увеличивает к осени накопление минеральных форм азота в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

Влияние КАС с добавками микроэлементов и биологически активных веществ и способов его внесения (в один прием и дробно) на изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве приведено в табл. 4. Не выявлено существенной разницы в запасах минерального азота в почве за вегетационный период яровой пшеницы в зависимости от применения КАС с различными модифицирующими добавками, по сравнению со стандартной формой КАС (базовым вариантом). В частности, запасы минерального азота при внесении КАС с модифицирующими добавками в дозе N_{90} кг/га д.в. перед посевом яровой пшеницы, изменялись к осени в пределах от 44,5 до 47,8 кг/га, при их содержании в базовом варианте – 47,8 кг/га, соответственно при внесении азота дробно N_{60+30} эти показатели были в пределах от 45,7 до 48,0 и 47,8 кг/га. Изменение этих показателей можно проследить в длительных стационарных опытах, где эти удобрения применяются в течение одной или двух ротаций севооборота [2]. Однако следует отметить, что в вариантах, где применялась медленнодействующая форма КАС с микроэлементами, или микроэлементами и регулятором роста растений, к осени, содержание нитратного азота в почве снижалось на 0,6-2,5 кг/га, по сравнению с базовым вариантом, что является положительным моментом, так как в этот период потери нитратного азота при вымывании увеличиваются.

Установлено (2007-2008 гг.), что при внесении азота в полной дозе перед посевом (N_{90} кг/га д.в.) нитратный азот использовался растениями яровой пшеницы более активно, чем при внесении такой же дозы азота в два приема. Содержание аммонийного азота и его запасы в годы исследований при внесении азотных удобрений как дробно, так и в один прием, изменялись за вегетационный период примерно в одних и тех же пределах (28,0-29,9 и 28,6-29,9 кг/га).

По способу внесения как при основном внесении, так и при внесении азота дробно, содержание минерального азота сильно не различалось. Из этого можно сделать вывод, что способ и формы жидких азотных удобрений существенного влияния на содержание азота и усвоение растениями нитратной и аммонийной формы не оказывают за вегетационный период возделывания яровой пшеницы (табл. 4).

Некорневые подкормки яровой пшеницы микроэлементами в форме сульфатов, или жидкими комплексными удобрениями с хелатными формами микроэлементов (ЖКУ) и хелатами железа оказали равнозначенное действие как на содержание азота, так и его запасы в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (табл.4).

Таблица 2

Влияние доз КАС на содержание азота в почве за период вегетации яровой пшеницы, 2006-2008 гг.

Варианты	Содержание азота, мг/кг почвы																	
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	2006 г.						2007 г.						2008 г.					
1.Контроль без удобрений	11,8	2,8	8,2	7,9	20,0	10,7	13,5	4,0	8,1	6,8	21,6	10,8	13,7	3,8	8,1	6,4	16,2	13,2
2.N _{10,7} P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	12,0	3,0	7,8	7,7	19,8	10,7	13,8	4,1	8,0	6,6	21,8	10,7	13,9	4,0	8,1	6,7	16,1	13,3
3. Фон + N ₆₀ (КАС) ₀	-	-	-	-	-	-	12,6	4,3	8,2	7,0	20,8	11,3	13,0	3,9	8,4	6,6	16,6	13,6
4. фон + N ₉₀ (КАС)	11,6	3,0	8,0	7,7	19,6	10,7	13,3	4,3	8,2	7,1	21,5	11,4	13,3	3,6	8,0	6,9	16,2	14,0
5. фон + N ₁₂₀ (90+30) КАС	-	-	-	-			14,2	4,8	8,2	6,7	22,4	11,5	13,7	3,8	8,2	7,0	16,4	13,7
HCP ₀₅	0,59	0,15	0,40	0,39	0,71	0,33	0,67	0,22	0,41	0,34	0,97	0,50	0,68	0,23	0,49	0,40	0,73	0,41

Таблица 3

Влияние доз КАС на запасы минерального азота в почве за период вегетации яровой пшеницы, 2006-2008 гг.

Варианты	Запас азота (слой почвы 0-30 см), кг/га																	
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
	2006 г.						2007 г.						2008 г.					
1.Контроль без удобрений	49,9	11,8	34,7	33,4	84,6	45,2	57,1	16,9	34,3	28,8	91,4	45,7	58,0	16,1	34,3	27,1	92,3	43,2
2.N _{10,7} P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	50,8	12,7	33,0	32,6	83,8	45,3	58,4	17,3	33,8	27,9	92,2	45,2	58,8	16,2	34,3	27,3	93,1	43,5
3. Фон + N ₆₀ (КАС) ₀	-	-	-	-	-	-	57,5	18,2	34,7	29,6	92,2	47,8	55,0	16,5	35,5	27,9	90,5	44,4
4. фон + N ₉₀ (КАС)	49,1	12,7	33,8	32,6	82,9	45,3	56,3	18,2	34,7	30,0	91,0	48,2	56,3	15,2	33,8	29,2	90,1	44,4
5. фон + N ₁₂₀ (90+30) КАС	-	-	-	-	-	-	60,1	20,3	34,7	28,3	94,8	48,6	58,0	16,1	34,7	29,6	92,7	45,7
HCP ₀₅	2,31	0,57	1,36	1,22	4,85	1,89	2,95	0,93	1,76	1,47	5,08	2,09	2,80	0,79	1,69	1,39	4,86	2,34

Таблица 4

**Влияние КАС с модифицирующими добавками и некорневых подкормок ЖКУ на запасы минерального азота
в почве за период вегетации яровой пшеницы , 2007-2008 гг.**

Варианты	Запас азота (слой почвы 0-30 см), кг/га													
	N ₉₀ основное внесение							N ₆₀ (основное)+ N ₃₀ (подкормка)						
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ +N-NH ₄			N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ +N-NH ₄		
	вес-на	осень	вес-на	осень	весна	осень	весна	весна	осень	весна	осень	весна	осень	+, - к N ₉₀
Контроль без удобрений	57,6	16,5	34,3	28,0	91,9	44,5	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₆₀ K ₁₂₀ (фон) + N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки Cu и Mn – базовый вариант	56,3	18,2	34,3	29,6	90,6	47,8	57,8	18,0	35,3	29,9	93,1	47,8	-1,5	
Фон + N ₉₀ КАС с Cu1	58,0	16,7	34,5	29,6	92,4	46,3	-	-	-	-	-	-	-	
Фон + N ₉₀ КАС с Cu ₂	57,6	17,4	34,9	29,0	92,5	46,3	56,9	17,4	34,3	28,6	91,2	45,9	0,4	
Фон + N ₉₀ КАС с Cu ₁ и регулятор роста растений "гидрогумат"	59,3	17,4	34,3	29,4	93,5	46,8	59,2	18,2	34,9	29,4	94,1	47,6	-0,8	
Фон + N ₉₀ КАС с Mp ₁	59,0	17,4	34,3	29,0	93,3	46,4	-	-	-	-	-	-	-	
Фон + N ₉₀ КАС с Mp ₂	58,6	17,6	34,7	29,6	93,3	46,2	-	-	-	-	-	-	-	
Фон+N ₉₀ КАС с Cu ₁ +Mp ₁	58,0	17,6	35,8	29,9	93,7	47,5	57,4	18,4	34,5	29,6	91,9	48,0	-0,5	
Фон + N ₉₀ КАС с Cu ₁ +Mn ₁ +регулятор роста растений "гидрогумат"	58,6	15,7	35,2	29,4	93,7	45,1	59,1	16,1	35,1	29,6	94,2	45,7	-0,6	
Фон + N ₉₀ КАС с регулятором роста растений "Эпин ₁ "	58,4	17,6	34,5	29,6	92,9	47,2	59,0	18,0	34,5	29,6	93,5	47,6	-0,4	
Фон + N ₉₀ КАС с Cu ₁ +Mn ₁ +регулятор роста растений "эпин"	58,0	17,4	34,7	29,6	92,7	47,0	58,2	17,6	34,9	29,2	93,1	46,8	0,2	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки ЖКУ, 3 л/га	57,6	16,5	34,3	28,0	91,9	44,5	-	-	-	-	-	-	-	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки ЖКУ, 6 л/га	56,3	16,7	34,3	29,6	90,6	46,3	-	-	-	-	-	-	-	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки хелаты Fe, 3 л/га	58,6	17,6	34,9	29,2	93,5	46,7	-	-	-	-	-	-	-	
HCP ₀₅	3,08	0,61	1,84	1,56	4,83	2,35	3,12	0,95	1,86	1,58	4,93	2,35		

ВЫВОДЫ

1. Не выявлено существенного влияния жидких азотных удобрений (КАС) с добавками микроэлементов (меди и марганца) и регуляторов роста растений, а также жидких комплексных удобрений (ЖКУ), используемых в качестве некорневых подкормок по фазам развития растений яровой пшеницы на изменение содержания и запасов минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве за вегетационный период.

2. Содержание и запасы нитратной формы азота за вегетационный период яровой пшеницы уменьшались, по сравнению с весенними, что свидетельствует о более интенсивном использовании их растениями, по сравнению с аммонийной формой азота.

3. Накопление нитратной формы азота в слое 0-30 см дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы к концу вегетации яровой пшеницы при применении КАС с модифицирующими добавками снижается, по сравнению с внесением стандартной формы КАС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wolder, D. Tanrmischungen im Getreide: Was geht, was geht nicht / D. Wolber // Top Agrar. – 2000. – № 2. – S. 70-71.
2. Fuchs, M. Kombination von N-Flüssigdünger und Pflanzenschutzmitteln / M. Fuchs., H. Wozniak // Neue Landwirtschaft. – 1999. – № 1. – S. 52-54.
3. Mauch-Mani B., Metraux I.P. Salicylic acid and systemic acquired resistance to pathogen attack // Annals of Botany. 1998. – V. 82. – P. 535-540.
4. Минеев, В.Г. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии / В.Г.Минеев // Агрохимия. – 2003. – № 8. – С.5-11.
5. Применение карбамид-аммиачной смеси под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Ф.Н. Леонов [и др.]; под общ. ред. Ф.Н. Леонова. – Минск, 2004. – 12 с.
6. Пироговская, Г.В. Медленнодействующие удобрения / Г.В.Пироговская. – Минск, 2000. – 288 с.
7. Кудеярова, Г.Р. Гормоны и минеральное питание / Г.Р. Кудеярова, И.Ю. Усманов // Физиология и биохимия культурных растений, 1991. – Т.23. – № 3. – С. 232-244.
8. Большая советская энциклопедия / Советская энциклопедия. Москва,1970. – Т 21. – с. 266.
9. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко, Н.В. Невмержицкий. – Минск: Хата, 1997. – 193 с.
10. Чуб, М.П. Влияние удобрений на качество зерна яровой пшеницы / М.П.Чуб. – Москва: Россельхозиздат, 1980. – 68 с.
11. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 389 с.
12. Системы применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / редкол. М.В. Рак [и др.]. – Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 28 с.

INFLUENCE OF NEW FORMS OF LIQUID NITROGEN FERTILIZERS ON MINERAL NITROGEN SUPPLY IN SOD-PODZOLIE LIGHT LOAMY SOIL BY SPRING WHEAT CULTIVATION

A.G. Ganusevich

Summary

In the article the results of field investigations (2006-2008) on the effect of liquid nitrogen fertilizers KAS with addition of microelements and biological active substances and liquid complex fertilizers (LCF) using as outside root application of fertilizers on content and supply exchange of mineral nitrogen in sod-podzolie light loamy soil for vegetative period of spring wheat variety "Rassvet" are presented.

Поступила 11 мая 2009 г.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ ЯРОВОГО РАПСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Е.Н. Богатырева, Т.М. Серая, О.Н. Бирюкова, В.В. Туров
Институт почеведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Яровой рапс в Республике Беларусь в настоящее время находит все большее распространение в качестве культуры, обладающей широкими возможностями ее использования, благодаря меньшей требовательности к условиям произрастания и большей стабильности урожаев по сравнению с озимым рапсом. С 2005 г. по 2007 г. посевные площади ярового рапса увеличились на 20 тыс. га и составляют на данном этапе 59,1 тыс. га.

В сельскохозяйственных организациях республики рапс возделывается, прежде всего, как масличная культура. Из семян рапса получают растительное масло для пищевых и технических целей (сырье для лакокрасочной промышленности, смазочные масла, биологическое дизельное топливо и др.). Побочные продукты переработки семян рапса (жмых, экстракционные шроты) широко используются в качестве сбалансированного высокобелкового корма в животноводстве [1, 2].

Помимо высокой ценности семян рапса как источника растительного масла и кормовых добавок, его можно использовать также в зеленом конвейере как основную, поукосную и пожнившую культуру. В основном посеве яровой рапса при благоприятных погодных условиях позволяет получать несколько урожаев зеленой массы в течение вегетационного периода за счет короткого периода от появления всходов до укосной спелости. При интенсивной технологии возделывания на одном гектаре посева рапс формирует 220-450 ц/га зеленой массы [3]. Зеленая масса рапса, а также силос, производимый из нее, являются ценным кормом для животных, отличающимся хорошей переваримостью и позволяющим сбалансировать рационы скота и птицы по протеину и обменной энергии [4, 5]. В сухом веществе зеленой массы содержится до 23% сырого белка, 7-8% сахара. Зеленая масса рапса богата каротином (30-40 мг/кг), характеризуется невысоким содержанием клетчатки (15-16%) и по кормовой ценности приравнивается к вико-овсянной смеси [6]. В одном центнере зеленой массы ярового рапса в среднем содержит 14 к.ед. и 1,6 кг перевариваемого протеина [7]. Кормовая ценность зеленой массы рапса зависит от содержания питательных веществ и определяется фазой вегетации, уровнем плодородия почв, дозой внесенных удобрений и другими агротехническими факторами.

Яровой рапс относится к культурам, характеризующимся высокой потребностью в питательных веществах. Поэтому наиболее пригодными для возделывания этой культуры в условиях республики являются дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы [8]. Однако для раскрытия потенциальных возможностей рапса, позволяющих получить максимальную урожайность и оптимизировать качество продукции, немаловажное значение имеет сбалансированное применение органических и минеральных удобрений.

Целью наших исследований являлось установление эффективности применяемых органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы ярового рапса при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в 2007-2008 гг. в СПК "Щемыслица" Минского района в стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,4-5,7, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 275-315 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 180-200 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) – 1,60-1,65%.

Схема опыта предусматривала различные уровни применения органических удобрений и их сочетание с минеральными удобрениями. Общая площадь делянки 56 м² (7 × 8), учетная – 45 м² (6 × 7,5). Повторность вариантов в опыте – четырехкратная. Объект исследования – яровой рапс сорт Антей.

Исследования проводили в двух полях пятипольного плодосменного севооборота: кукуруза – яровой рапс – озимое тритикale – люпин – ячмень.

Органические удобрения (соломистый навоз КРС) в севообороте вносили под кукурузу. Минеральные удобрения в виде сульфата аммония, аммофоса, хлористого калия внесены согласно схеме опыта под предпосевную культивацию. В фазу стеблевания проведена подкормка карбамидом из расчета 30 кг д.в./га.

Уход за посевами ярового рапса включал обработку гербицидом (на 2-й день после сева Бутизан 400, 0,4 л/га) и инсектицидом (две обработки против крестоцветной блохи Децис экстра, 0,06 л/га).

Агротехника возделывания ярового рапса – общепринятая для Республики Беларусь. Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу бутонизации – начало цветения. Анализ растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками: после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли азот и фосфор фотоколориметрическим индофенольным и ванадо-молибдатным методами, калий – на пламенном фотометре, кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре [9]. Содержание сырого белка вычисляли по количеству общего азота, а переваримого протеина – по количеству белкового азота через соответствующие поправочные коэффициенты. Для расчета содержания кормопroteиновых единиц (КПЕ) использовали формулу:

$$КПЕ = (КЕ + 12 \Pi_p)/2,$$

где КЕ – содержание кормовых единиц в 1 кг корма; 12 – коэффициент, отражающий соотношение количества кормовых единиц и переваримого протеина в зерне овса среднего качества; Π_p – содержание в 1 кг корма переваримого протеина, кг.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б.А. Доспехову (1985), расчет экономической эффективности согласно принятой методике в ценах на удобрения и продукцию на 1.09.2008 г. [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о существенном влиянии применяемых удобрений на урожайность зеленой массы ярового рапса, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В среднем за два года исследований за счет почвенного плодородия получено 187 ц/га зеленой массы (табл. 1). Последействие 20 т/га навоза позволило получить 230 ц/га зеленой массы, способствуя достоверному увеличению урожайности на 23% по сравнению с неудобренным вариантом. На фоне последействия 40-60 т/га навоза прирост урожайности зеленой массы ярового рапса составил 24-48 ц/га по сравнению с 20 т/га. За счет последействия 1 т навоза в зависимости от применяемой дозы органических удобрений получено 151-215 кг зеленой массы.

Таблица 1

Влияние удобрений на урожайность зеленой массы ярового рапса, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га				Окупаемость удобрений, кг зеленой массы			
		навоз	N	PK	NPK	1 т навоза	1 кг N	1 кг PK	1 кг NPK
Контроль	187	-	-	-	-	-	-	-	-
N_{110}	317	-	130	-	-	-	118	-	-
$N_{110}P_{60}K_{120}$	376	-	130	59	189	-	118	33	65
Последействие 20 т/га навоза, 1-й год – Фон 1	230	43	-	-	-	215	-	-	-
Фон 1+ N_{110}	347	31	118	-	-	153	107	-	-
Фон 1+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	400	24	118	53	170	120	107	29	59
Последействие 40 т/га навоза, 1-й год – Фон 2	254	67	-	-	-	168	-	-	-
Фон 2+ N_{110}	365	48	111	-	-	120	101	-	-
Фон 2+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	415	40	111	51	162	99	101	28	56
Последействие 60 т/га навоза, 1-й год – Фон 3	277	91	-	-	-	151	-	-	-
Фон 3+ N_{110}	382	65	105	-	-	108	95	-	-
Фон 3+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	429	54	105	48	152	89	95	26	52
HCP_{05}	18,1								

Многие исследователи отмечают, что рапс способен раскрыть свой потенциал урожайности лишь при достаточном азотном удобрении [11, 12]. Результаты наших опытов также показали, что внесение азотных удобрений во всех изучаемых вариантах положительно сказалось на формировании урожая

зеленой массы рапса. При внесении минерального азота (N_{110}) на безнавозном фоне установлено достоверное увеличение урожайности на 130 ц/га при окупаемости 1 кг азота 118 кг зеленой массы.

Применение азотных удобрений на фоне последействия возрастающих доз навоза способствовало получению 347-365 ц/га и обеспечило дополнительный сбор 30-65 ц/га зеленой массы по сравнению с безнавозным вариантом. Однако наблюдается тенденция уменьшения прибавки урожая от азотных удобрений на фоне последействия возрастающих доз навоза. В среднем по опыту в вышеуказанных вариантах внесение 110 кг азота обеспечило прибавку 111 ц/га при окупаемости 1 кг азотных удобрений 101 кг зеленой массы рапса.

Несмотря на доминирующее значение азотного питания в формировании урожайности ярового рапса в наших исследованиях установлена более высокая эффективность полного минерального удобрения по сравнению с внесением только азотных удобрений. Применение фосфорных и калийных удобрений на фоне N_{110} обеспечило прибавку 59 ц/га при окупаемости 1 кг РК 33 кг зеленой массы ярового рапса. На фоне последействия возрастающих доз навоза прибавка от фосфорных и калийных удобрений была недостоверной.

Анализ применяемых систем удобрения в наших исследованиях показал, что применение органоминеральной системы удобрения является наиболее эффективным приемом повышения урожайности зеленой массы ярового рапса. Последействие 40-60 т/га навоза в сочетании с $N_{110}P_{60}K_{120}$ позволило получить максимальную урожайность зеленой массы рапса – 415-429 ц/га.

В среднем по опыту последействие органических удобрений обеспечило дополнительно 67 ц/га; внесение только минеральных удобрений – 160 ц/га; минеральных на фоне последействия органических – 203 ц/га при окупаемости 1 т навоза 168 ц/га, 1 кг НРК соответственно 80 и 101 ц/га зеленой массы рапса.

Закономерно, что наиболее высокий чистый доход получен от органоминеральной системы удобрения – 121,7 тыс. руб./га при рентабельности 22%; при минеральной системе удобрения чистый доход составил 75,3 тыс. руб./га при рентабельности 18%; за счет последействия органических удобрений получено 24,9 тыс. руб./га чистого дохода при рентабельности 23% (рис. 1).

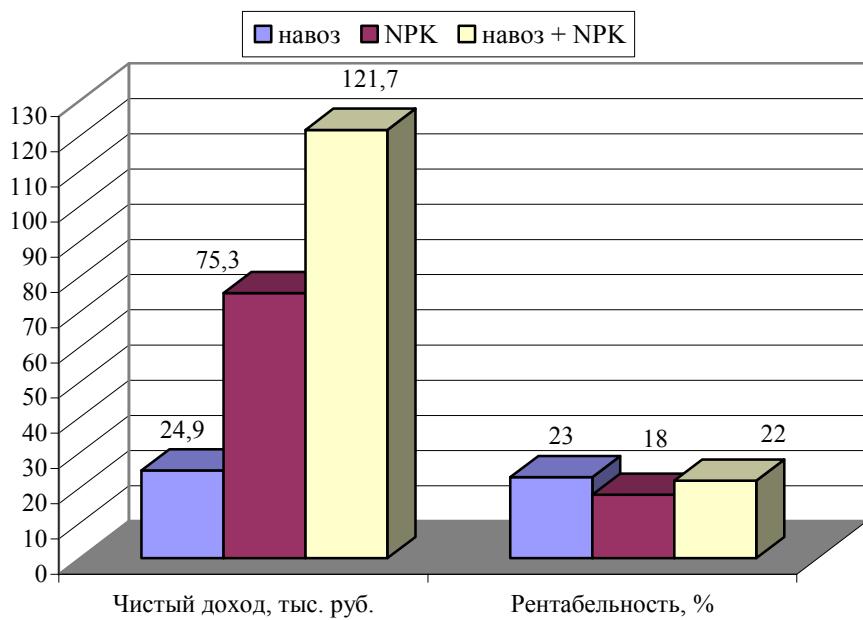


Рис. 1. Экономическая эффективность удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании ярового рапса на зеленую массу

В вариантах с максимальной урожайностью ($N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40-60 т/га навоза) чистый доход составил 123-107 тыс. руб./га, рентабельность – 22-17%.

Анализируя участие исследуемых факторов в формировании урожайности зеленой массы ярового рапса можно заключить, что плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обеспечило формирование 45% урожайности. За счет средств химизации получено 55% урожая, из них наибольший вклад внесли азотные удобрения, обеспечив получение 27% урожая; долевое участие фосфорных и калийных удобрений составило 12%. Последействие навоза увеличило урожайность зеленой массы рапса в среднем по опытным вариантам на 16% (рис. 2).

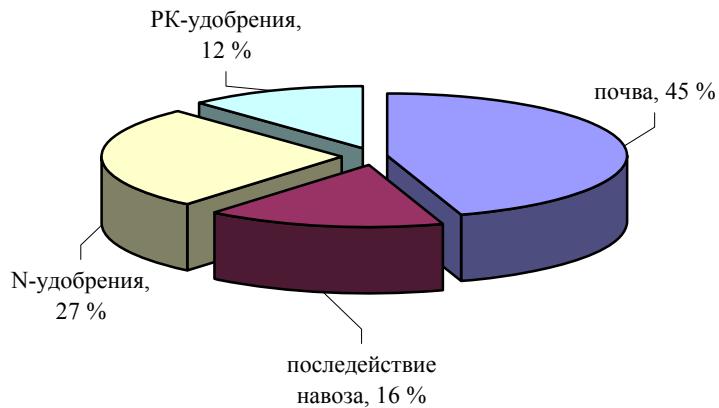


Рис. 2. Долевое участие отдельных факторов в формировании урожайности зеленой массы ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Содержание основных элементов питания в урожае возделываемых культур является важным критерием, характеризующим эффективность применяемых удобрений и оказывающим влияние как на качественные показатели растительных кормов, так, в конечном итоге, и на продуктивность сельскохозяйственных животных. По данным ряда исследователей в начальный период развития поступление основных элементов питания в растения ярового рапса идет более быстрыми темпами, чем в период созревания [13, 14]. Я.Э. Пилюк отмечает, что, потребляя до цветения основную массу питательных веществ (65-70%), растения ярового рапса характеризуются более высоким содержанием азота, фосфора и калия в начальные фазы развития с постепенным снижением к концу вегетации [3]. Результаты наших исследований показали, что содержание фосфора, кальция и магния в зеленой массе ярового рапса существенно не изменялось в зависимости от применяемых удобрений, наиболее вариабельными показателями были содержание азота и калия (табл. 2).

Таблица 2
Содержание элементов питания в зеленой массе ярового рапса в период бутонизации – начало цветения

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	P/Ca	Mg/Ca	N-NO ₃ мг/кг сырого вещества
Контроль	1,75	1,11	3,76	1,24	0,33	1,32	0,35	0,37	15,0
N ₁₁₀	2,59	1,12	3,80	1,25	0,33	1,32	0,35	0,37	247,9
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,56	1,14	4,83	1,23	0,34	1,69	0,36	0,38	244,5
Последействие 20 т/га навоза, 1-й год – Фон 1	1,87	1,13	3,96	1,25	0,33	1,38	0,35	0,37	18,5
Фон 1+N ₁₁₀	2,72	1,14	3,94	1,24	0,33	1,38	0,36	0,37	259,5
Фон 1+N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,66	1,14	4,83	1,26	0,35	1,65	0,35	0,39	251,2
Последействие 40 т/га навоза, 1-й год – Фон 2	1,98	1,14	3,98	1,25	0,33	1,39	0,35	0,37	20,4
Фон 2+N ₁₁₀	2,77	1,12	4,00	1,24	0,35	1,38	0,35	0,39	267,7
Фон 2+N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,75	1,13	4,91	1,24	0,34	1,71	0,35	0,38	260,8
Последействие 60 т/га навоза, 1-й год – Фон 3	2,01	1,14	4,01	1,21	0,33	1,43	0,36	0,38	36,3
Фон 3+N ₁₁₀	2,84	1,13	4,06	1,22	0,33	1,44	0,36	0,38	300,8
Фон 3+N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,80	1,14	4,92	1,26	0,33	1,71	0,35	0,36	292,5
HCP ₀₅	0,153	0,054	0,262	0,034	0,021				20,2

Содержание азота в зеленой массе рапса зависело от применения как азотных, так и органических удобрений. Последействие возрастающих доз органических удобрений увеличивало содержание азота на 0,12-0,26% по сравнению с неудобренным вариантом, при этом существенная разница установлена на фоне последействия 40-60 т/га навоза. Внесение азотных удобрений на безнавозном фоне способствовало достоверному повышению содержания данного элемента в зеленой массе до 2,56-2,59% по сравнению с его содержанием в контрольном варианте (1,75%).

Применение азотных удобрений на фоне последействия 20-60 т/га навоза обуславливает дальнейшее увеличение содержания азота в зеленой массе ярового рапса до 2,66-2,84%.

Применение органических и азотных удобрений может привести к накоплению нитратов в зеленой массе и, как следствие, к ухудшению качества кормов, оказывая неблагоприятное воздействие на здоровье сельскохозяйственных животных. По нормам, принятым в Республике Беларусь, предельно допустимая концентрация по содержанию нитратов в зеленых кормах для животных составляет 500 мг/кг сырого вещества [15]. В наших исследованиях минимальное накопление нитратов в зеленой массе рапса установлено в вариантах без внесения минеральных удобрений – 15,0-36,3 мг/кг, максимальное – в вариантах с применением минеральных удобрений (N_{110} и $N_{110}P_{60}K_{120}$) на фоне последействия 60 т/га навоза (292,5-300,8 мг/кг). Внесение полного минерального удобрения уменьшало содержание нитратов в зеленой массе по сравнению с внесением только минерального азота во всех опытных вариантах, однако существенно значимых изменений не обнаружено. В целом, во всех исследуемых вариантах содержание нитратов в зеленой массе рапса не превышало ПДК.

Содержание калия в зеленой массе ярового рапса в зависимости от применяемых удобрений находилось в пределах от 3,76 до 4,92%, что выше рекомендуемых значений (3,5% K_2O). Наибольшее влияние на изменение содержания калия в зеленой массе оказывали калийные удобрения.

Следует отметить, что кормовая ценность растений зависит не только от содержания отдельных элементов, но и от их соотношения. Важным показателем, характеризующим качество корма, является соотношение между калием и суммой двухвалентных катионов – $K/(Ca + Mg)$. Оптимальное отношение калия к сумме кальция и магния составляет 1,4, допустимое – 2,2. В наших исследованиях довольно благоприятным соотношением характеризовались все изучаемые варианты, в которых соотношение $K/(Ca + Mg)$ находилось в пределах 1,32-1,71, несмотря на повышенное содержание общего калия в этих вариантах. Соотношение фосфора к кальцию составило 0,35-0,36 при рекомендуемом соотношении 0,6-0,7, магния к кальцию 0,36-0,39 при рекомендуемом соотношении 0,31-0,32. В исследуемых опытных вариантах эти показатели не зависели от применяемых удобрений. Полученные данные по соотношению элементов питания свидетельствуют о достаточной сбалансированности зеленой массы ярового рапса по всем перечисленным макроэлементам.

Наряду с содержанием и соотношением основных макроэлементов при оценке питательных достоинств кормовых культур важное значение имеют такие показатели как сбор кормовых единиц, сбор кормопroteиновых единиц (КПЕ), содержание и сбор сырого протеина (Сп), обеспеченность переваримым протеином (Пп) кормовой единицы.

В результате проведенных исследований установлено, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве сбор кормовых и кормопroteиновых единиц без применения удобрений составил соответственно 26,1 и 27,6 ц/га (табл. 3).

Применение органических и минеральных удобрений способствовало достоверному увеличению выхода кормовых единиц на 6,0-26,5 ц/га, кормопroteиновых единиц – на 7,9-33,9 ц/га. Максимальный сбор кормовых (58,1-60,1 ц/га) и кормопroteиновых (70,1-73,3 ц/га) единиц получен в оптимальных по урожайности вариантах ($N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40 и 60 т/га навоза).

Необходимая белковая питательность рационов при кормлении животных является важным фактором в реализации их продуктивного потенциала. Согласно данным наших исследований содержание сырого протеина в зеленой массе рапса в зависимости от применяемых удобрений изменялось от 10,9 до 17,8%. При этом наибольшее влияние на количество белка оказывали азотные удобрения. Сбор сырого белка, зависящий от содержания в зеленой массе азота и урожайности, составил на контроле 307 кг/га, при применении минеральных удобрений – 770-902 кг/га, органических – 403-522 кг/га. Наиболее высокому сбору сырого протеина (1070-1126 кг/га) способствовало внесение $N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40-60 т/га навоза.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином согласно рекомендуемым нормам составляет 95-110 г [16]. В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином в удобренных вариантах находилась в пределах от 99 до 120 г.

Анализ содержания сырого и переваримого протеина в 1 кг корма показал, что основное влияние на изменение этих показателей оказывает внесение азотных удобрений. В среднем по опыту содержание сырого протеина в 1 кг корма на фоне N_{110} составляло 25,6 г, на фоне $N_{110}P_{60}K_{120}$ – 25,3 г; переваримого протеина – 16,1 и 16,3 г соответственно.

Таблица 3

Влияние удобрений на качественные показатели зеленой массы ярового рапса

Вариант	Сбор к. ед., ц/га	Сырой протеин, % в сухом веществе	Сбор сырого протеина, кг/га	Сбор КПЕ, ц/га	Сп, г/кг кор-ма	Пп, г/кг кор-ма	Обеспеченность 1 к.ед Пп, г
Контроль	26,1	10,9	307	27,6	16,4	13,0	93
N_{110}	44,3	16,2	770	51,3	24,3	15,3	109
$N_{110}P_{60}K_{120}$	52,6	16,0	902	61,5	24,0	15,6	112
Последействие 20 т/га навоза, 1-й год – Фон 1	32,1	11,7	403	35,2	17,5	13,8	99
Фон 1+ N_{110}	48,6	17,0	885	57,2	25,5	15,8	113
Фон 1+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	55,9	16,6	998	66,9	24,9	16,2	116
Последействие 40 т/га навоза, 1-й год – Фон 2	35,5	12,4	471	40,1	18,6	14,7	105
Фон 2+ N_{110}	51,0	17,3	948	61,4	26,0	16,4	117
Фон 2+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	58,1	17,2	1070	70,1	25,8	16,5	118
Последействие 60 т/га навоза, 1-й год – Фон 3	38,8	12,6	522	44,1	18,8	14,9	106
Фон 3+ N_{110}	53,4	17,8	1017	65,2	26,6	16,8	120
Фон 3+ $N_{110}P_{60}K_{120}$	60,1	17,5	1126	73,3	26,3	16,8	120
HCP ₀₅	2,53	0,96					

Следует отметить, что на фоне применения полного минерального удобрения прослеживается тенденция к уменьшению содержания сырого протеина в 1 кг корма по сравнению с отдельным внесением минерального азота и, наоборот, тенденция увеличения переваримого протеина, что указывает на преимущество минерального удобрения, сбалансированного по основным элементам питания, в отличие от одностороннего внесения азотных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на зеленую массу максимальная урожайность (415-429 ц/га) получена в двух вариантах – $N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40 и 60 т/га навоза. Внесение минеральных удобрений обеспечило в данных вариантах прибавку урожая 152-162 ц/га, последействие органических удобрений – 40-54 ц/га.

2. Сбор кормовых единиц в вариантах с максимальной урожайностью составил 58,1-60,1 ц/га, кормопротеиновых единиц – 70,1-73,3 ц/га, содержание сырого белка достигало 17,2-17,5% при сборе сырого протеина с 1 гектара 1070-1126 кг и обеспеченности кормовой единицы 118-120 г переваримого протеина при соотношении K/(Ca + Mg) = 1,61.

3. Чистый доход в вариантах с максимальной урожайностью ($N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40-60 т/га навоза) составил 123-107 тыс. руб./га, рентабельность – 22-17%.

ЛИТЕРАТУРА

- Артемов, И.В. Рапс / И.В. Артемов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 44 с.
- Результаты и перспективы селекции ярового рапса на качество / Я.Э Пилюк [и др.] // Рапс: масло, белок, биодизель: материалы междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 25-27 сент. 2006 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; под общ. ред М.А. Кадырова. – Минск, 2006. – С. 62-65.
- Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси (Биология, селекция и технология возделывания) / Я.Э. Пилюк. – Минск: Бизнессофсет, 2007. – 239 с.
- Осипова, Г.М. Рапс в Сибири (Морфобиологические, генетические и селекционные аспекты) / Г.М. Осипова. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов, 1998. – 168 с.
- Казанцев, В.П. Рапс, суреница и редька масличная в Сибири / В.П. Казанцев. – Новосибирск, 2001. – 116 с.
- Иоффе, В.Б. Кормовые средства и кормление высокопродуктивных коров / В.Б. Иоффе. – Молодечно: Победа, 2006. – 200 с.

7. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая: монография / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
8. Сравнительная продуктивность ярового рапса на различных почвах Беларуси / Н.И. Смеян [и др.] // Сб. науч. тр. / БелНИИПА. – Минск, 2000. – Вып 31: Почвоведение и агрохимия. – С. 129-135.
9. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлущ [и др.]. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.
10. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; БелНИИПА. – Минск, 1988. – 30 с.
11. Шпаар, Д. Рапс для Беларуси – важнейшая масличная и кормовая культура / Д. Шпаар, М.Т. Дорофеюк // Междунар. аграрный журнал. – 1998. – № 6. – С. 22-26.
12. Диагностика потребности ярового рапса в азотных удобрениях / Н.Н. Семененко [и др.] // Сб. науч. тр. / БелНИИПА. – Минск, 1996. – Вып 29: Почвоведение и агрохимия. – С. 119-126.
13. Кукреш, С.П. Влияние доз и способов внесения минеральных удобрений на поступление основных элементов питания в растения ярового рапса / С.П. Кукреш, С.Д. Курганская // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения А.А. Каликинского, Горки, 15-17 нояб., 2006 г. / БСХА; гл. ред. А.Р. Цыганов. – Горки, 2006. – С. 111-113.
14. Мишук, О.Л. Кормовая продуктивность зеленой массы ярового рапса в зависимости от содержания магния в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве и удобрений / О.Л. Мишук // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 1 (36). – С. 196-201.
15. Показатели безопасности кормов: ветеринарно-санитарный норматив / Минсельхозпрод РБ. – Минск, 2005. – № 50. – 5 с.
16. Кормовые нормы и состав кормов / А.П. Шпаков [и др.]; под общ. ред. А.П. Шпакова. – Витебск: УО ВГАВМ, 2005. – 376 с.

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GREEN MASS OF SPRING RAPESEED ON SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL

E.N. Bogatyreva, T.M. Seraya, O.M. Biryukova, V.V. Turov

Summary

In researches on sod-podzolic light loam soil the highest productivity of green mass of spring rapeseed is received at $N_{110}P_{60}K_{120}$ application on background of aftereffect of 40 and 60 t/ha manure – 41,5-42,9 t/ha at average response of yield from mineral fertilizers – 15,7 t/ha, from aftereffect of organic fertilizers – 4,7 t/ha.

Application of organic and mineral fertilizers on given variants has provided green mass with optimum zootechnics parameters: gross output of feeding and proteinogenous units in average was 5,91 and 7,17 t/ha correspondingly, the contents of crude protein – 17,4%, supply of feeding unit by digested protein – 119 g at ratio K/(Ca + Mg)=1,71.

Поступила 17 марта 2009 г.

УДК 631.8: 633.358: 633.256: 631.445.2

КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОРОХО-ЯЧМЕННОЙ СМЕСИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

В.В. Цвирков¹, В.Н. Босак^{1,2}

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Полесский государственный университет, г. Гомель, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью возделывания сельскохозяйственных культур является получение продуктов питания для человека, корма для животных и сырья для промышленности. В связи с этим улучшение химического состава растений и повышение качества урожая относится к числу важных и актуальных агрохимических задач. Формирование урожая и его качество во многом зависит от условий выращивания растений [1-9].

В создании прочной кормовой базы для животноводства важную роль играют однолетние травы. Они являются источником кормов в системе зеленого конвейера, используют их также для заготовки сена, сенажа, силоса, травяной муки.

В группе однолетних трав основную площадь в хозяйствах Республики Беларусь занимают смешанные посевы гороха, вики, люпина с овсом, ячменем и др. Состав травосмесей может быть различным в зависимости от потребности в кормах, плодородия почвы, наличия семян. Более широкое распространение получили смеси гороха с овсом или ячменем.

Важным биологическим свойством однолетних травосмесей является их скороспелость. От сева до уборки на зеленый корм проходит немногим более двух месяцев. За такой короткий срок они успевают нарастить 300 ц/га зеленой массы и более с высоким качеством товарной продукции. В среднем 1 кг зеленой массы однолетних бобово-злаковых смесей в зависимости от соотношения и вида компонентов и фазы уборки содержит 0,11-0,19 к.ед. и 18-24 г переваримого протеина (Пп); 1 кг сена – 0,47-0,55 к.ед. и 68-96 г Пп; 1 кг зерносмеси – 1,1 к.ед. и 144 г Пп [7].

Однолетние злаково-бобовые травосмеси значительную часть урожая формируют за счет азота, фиксируемого клубеньковыми бактериями из воздуха, а также накапливают его в почве с корневыми и пожнивными остатками (30-40 кг/га), что позволяет оптимизировать применение азотных удобрений в севооборотах. Однолетние бобово-злаковые смеси являются также хорошими предшественниками для озимых и яровых зерновых культур.

Цель исследований – изучить влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность горохо-ячменной смеси на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению влияния минеральных и органических удобрений на продуктивность горохо-ячменной смеси (горох Вегетативный желтый, ячмень Атаман) проводили в полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытного поля Марьиногорского аграрно-технического колледжа в Пуховичском районе Минской области на протяжении 2007-2008 гг.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 6,1-6,2, содержание P₂O₅ (0,2 М HCl) – 241-252 мг/кг, K₂O (0,2 М HCl) – 102-114 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М K₂Cr₂O₇) – 1,8-2,0%.

Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз органических удобрений (20, 30, 40, 50, 60 т/га соломистого навоза КРС), в том числе совместно с минеральными удобрениями N₆₀P₄₀K₈₀ (возрастающие дозы органических удобрений применяли из расчета их действия и последействия на последующие культуры севооборота: озимую пшеницу, озимое тритикале, озимую рожь). Органические удобрения вносили под вспашку, минеральные удобрения (мочевина, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) – под предпосевную культивацию.

Агротехника возделывания горохо-ячменной смеси – общепринятая для Республики Беларусь [10-11]. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений. Качественные показатели зеленой массы горохо-ячменной смеси определяли по общепринятым методикам [7, 12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты наших исследований, применение минеральных и органических удобрений оказало существенное влияние на показатели кормовой продуктивности горохо-ячменной смеси (табл. 1).

На фоне отдельного применения органических удобрений возрастающие дозы подстилочного навоза крс 20-60 т/га увеличили сбор кормовых единиц на 6,8-27,5 ц/га при общей продуктивности 61,0-81,7 ц/га к.ед. окупаемость 1 т навоза в данных вариантах составила 34,0-48,0 к.ед.

На фоне применения полного минерального удобрения внесение органических удобрений обеспечило дополнительный сбор 5,8-21,3 ц/га к.ед. при общей продуктивности 78,3-93,8 ц/га к.ед. и окупаемости 1 т навоза 29,0-37,5 к.ед.

Максимальная окупаемость 1 т навоза 37,5-48,0 к.ед. на обоих фонах применения минеральных удобрений получена в варианте с внесением 40 т/га подстилочного навоза.

Применение минеральных удобрений $N_{60}P_{40}K_{80}$ способствовало дополнительному сбору 12,1-18,3 ц/га к.ед. при оплате 1 кг прк 6,7-10,2 к.ед. с увеличением дозы органических удобрений эффективность применения полного минерального удобрения снижалась.

Важнейшими показателями кормовой продуктивности являются сбор кормопroteиновых единиц, содержание и сбор сырого белка, а также обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином [7, 13, 14].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве сбор кормопroteиновых единиц в зависимости от опытного варианта составил 81,3-166,6 ц/га, содержание сырого белка – 16,4-21,7% при его сборе 12,5-27,7 ц/га, содержание сырого и переваримого протеина – соответственно 41,6-55,8 и 30,0-40,2 г/кг. обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином характеризовалась высокими показателями во всех исследуемых вариантах – 167-223 г.

Применение органических удобрений увеличило сбор кормопroteиновых единиц с 81,3-107,8 до 96,4-166,6 ц/га, содержание сырого белка – с 16,4-16,6 до 17,3-21,7% при обеспеченности 1 к.ед. 180-223 г переваримого протеина. внесение полного минерального удобрения в большей мере сказалось на увеличении сбора кормопroteиновых единиц (прибавка составила 12,3-58,8 ц/га).

Таблица 1
Влияние удобрений на кормовую продуктивность зеленой массы горохо-ячменной смеси
на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, среднее 2007-2008 гг.

Вариант	Сбор к.ед., ц/га	Сбор КПЕ, ц/га	Сырой белок, %	Сбор сырого белка, ц/га	Сырой протеин, г/кг	Переваримый протеин, г/кг	Обеспеченность Пп к.ед., г
Без удобрений	54,2	81,3	16,4	12,5	41,6	30,0	167
Навоз, 20 т/га	61,0	96,4	17,3	15,2	45,0	32,4	180
Навоз, 30 т/га	67,5	114,3	19,1	18,6	49,7	35,8	199
Навоз, 40 т/га	73,4	129,5	19,9	21,5	52,6	37,9	211
Навоз, 50 т/га	78,1	139,1	20,2	23,2	53,4	38,4	213
Навоз, 60 т/га	81,7	150,4	21,2	25,3	55,8	40,2	223
$N_{60}P_{40}K_{80}$	72,5	107,8	16,6	16,6	41,1	29,6	164
$N_{60}P_{40}K_{80}$ + навоз, 20 т/га	78,3	120,1	17,8	18,8	43,1	31,0	172
$N_{60}P_{40}K_{80}$ + навоз, 30 т/га	83,2	135,3	19,2	21,8	47,0	33,8	188
$N_{60}P_{40}K_{80}$ + навоз, 40 т/га	87,5	138,9	20,1	24,4	50,3	36,2	201
$N_{60}P_{40}K_{80}$ + навоз, 50 т/га	90,9	157,6	20,8	26,0	51,4	37,0	206
$N_{60}P_{40}K_{80}$ + навоз, 60 т/га	93,8	166,6	21,7	27,7	53,2	38,3	213
HCP ₀₅	2,7	6,4	1,1	1,0	2,4	1,8	9,7

Роль почвенного плодородия в формировании кормовой продуктивности горохо-ячменной смеси оказалась преобладающей – 58% (рис. 1). Применение органических удобрений в среднем по всем опытным вариантам способствовало формированию 26%, внесение минеральных удобрений – 16% общей продуктивности.

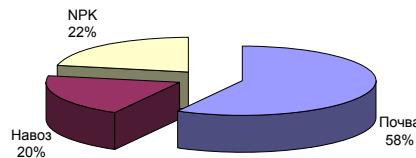


Рис. 1. Роль отдельных факторов в формировании кормовой продуктивности горохо-ячменной смеси на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Содержание основных показателей в товарной продукции также относится к основным качественным показателям растениеводческой продукции [7].

В наших исследованиях с горохо-ячменной смесью содержание общего азота в зеленой массе в среднем за два года исследований составило 2,63-3,47%, фосфора – 0,82-1,30%, калия – 2,49-3,30%, кальция – 0,53-0,65%, магния – 0,42-0,49%. Возрастающие дозы органических удобрений способствовали увеличению содержания в зеленой массе горохо-ячменной смеси общего азота на 0,19-0,81%, фосфора – на 0,05-0,36%, калия – на 0,18-0,50%, кальция – на 0,03-0,12%. Применение полного минерального удобрений сказалось в большей мере на содержании фосфора и калия – увеличение соответственно на 0,10-0,14 и 0,29-0,31%. Содержание магния в зеленой массе горохо-ячменной смеси составило 0,42-0,49% и в меньшей мере зависело от применения минеральных и органических удобрений.

Важными показателями оценки эффективности изучаемых систем удобрения являются показатели общего и удельного (нормативного) выноса, которые используются в балансовых расчетах, а также при разработке научно-обоснованных систем применения удобрений в сельскохозяйственном производстве [6, 15, 16].

Общий вынос азота в зависимости от изучаемого варианта в наших исследованиях составил 200-442 кг/га, фосфора – 62-166, калия – 190-421, кальция – 40-83, магния – 33-62 кг/га с максимальными значениями в вариантах с полным органоминеральным удобрением.

Удельный вынос азота с 1 т зеленой массы горохо-ячменной смеси в наших исследованиях оказался 6,6-8,9 кг, фосфора – 2,1-3,2, калия – 6,3-8,1, кальция – 1,3-1,6, магния – 1,0-1,2 кг.

Таблица 2

**Влияние удобрений на содержание элементов питания
в зеленой массе горохо-ячменной смеси на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве,
% в сухом веществе (среднее за 2007-2008 гг.)**

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	2,63	0,82	2,49	0,53	0,43
Навоз, 20 т/га	2,76	0,89	2,63	0,56	0,42
Навоз, 30 т/га	3,05	0,90	2,74	0,57	0,47
Навоз, 40 т/га	3,18	1,01	2,79	0,58	0,43
Навоз, 50 т/га	3,24	1,09	2,89	0,60	0,45
Навоз, 60 т/га	3,39	1,17	2,99	0,61	0,46
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	2,66	0,94	2,85	0,53	0,44
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 20 т/га	2,85	0,99	2,95	0,55	0,43
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 30 т/га	3,08	1,04	3,03	0,58	0,45
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 40 т/га	3,22	1,15	3,10	0,59	0,44
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 50 т/га	3,32	1,23	3,19	0,61	0,46
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 60 т/га	3,47	1,30	3,30	0,65	0,49
HCP ₀₅	0,15	0,05	0,15	0,03	0,02

Таблица 3

**Влияние удобрений на общий и удельный вынос элементов питания
горохо-ячменной смесью на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве
(среднее за 2007-2008 гг.)**

Вариант	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос, кг с 1 т зеленой массы				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	200	62	190	40	33	6,6	2,1	6,3	1,3	1,1
Навоз, 20 т/га	243	78	232	49	37	7,2	2,3	6,8	1,4	1,1
Навоз, 30 т/га	297	88	267	56	46	7,92	2,3	7,1	1,5	1,2
Навоз, 40 т/га	343	109	301	63	46	8,4	2,7	7,4	1,5	1,1
Навоз, 50 т/га	372	125	332	69	52	8,6	2,9	7,6	1,6	1,2
Навоз, 60 т/га	405	140	357	73	55	8,9	3,1	7,9	1,6	1,2
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	265	94	284	53	44	6,6	2,3	7,0	1,3	1,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 20 т/га	300	104	311	58	45	6,9	2,4	7,1	1,3	1,0
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 30 т/га	349	118	344	66	51	7,6	2,6	7,4	1,4	1,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 40 т/га	391	140	376	72	53	8,0	2,9	7,7	1,5	1,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 50 т/га	415	154	398	76	57	8,2	3,0	7,9	1,5	1,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + навоз, 60 т/га	442	166	421	83	62	8,5	3,2	8,1	1,6	1,2

ВЫВОДЫ

В исследованиях с горохо-ячменной смесью на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение возрастающих доз органических удобрений 20-60 т/га увеличило сбор кормовых единиц на 5,8-27,5 ц/га при общей продуктивности 61,0-93,8 ц/га к.ед. и окупаемости 1 т навоза 29,0-48,0 к.ед. обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином в вариантах с внесением органических удобрений составила 172-223 г, содержание сырого белка – 17,3-21,7%.

Внесение полного минерального удобрения N₆₀P₄₀K₈₀ способствовало дополнительному сбору 12,1-18,3 ц/га к.ед. при окупаемости 1 кг прк 6,7-10,2 к.ед.

Удельный вынос азота с 1 т зеленой массы горохо-ячменной смеси составил 6,6-8,9 кг, фосфора – 2,1-3,2, калия – 6,3-8,1, кальция – 1,3-1,6, магния – 1,0-1,2 кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В.М. Параўнальная эфектыўнасць выкарыстання ўгнаенняў пры вырошчванні аднагадовых стручава-злакавых сумесяў / В.М. Босак // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Серыя агр. навук. – 2005. – № 2. – С. 52-54.
2. Босак, В.Н. Влияние удобрений на продуктивность горохо-ячменной смеси на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / в.н. босак, в.в. цвирков // почтоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – с. 163-170.
3. Босак, В.Н. Продуктивность плюшко-овсяной смеси при различных системах удобрения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак, О.Ф. Смелянович, Е.С. Малей // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2004. – № 28. – С. 166-172.
4. Босак, В.Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
5. Влияние удобрений на урожай горохо-овсяной смеси и вынос элементов питания / В.В.Лапа [и др.] // Почтоведение и агрохимия. – 2000. – № 31. – С. 135-142.
6. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
7. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.

8. Лапа, В.В. Роль удобрений в формировании урожая вико-овсяной смеси на высокоокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.В. Лапа, В.Н. Босак, Т.М. Германович // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2001. – № 26. – С. 147-152.
9. Шлапунов, В.Н. Кормовое поле Беларуси / В.Н. Шлапунов, В.С. Цыдик. – Барановичи, 2003. – 303 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
11. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
12. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлущ [и др.]. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.
13. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 882 с.
14. Кормовые нормы и состав кормов / А.П. Шпаков [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2005. – 376 с.
15. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области / В.И. Бельский [и др.]. – Минск: Институт экономики НАН Беларуси, 2006. – 44 с.
16. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 26 с.

**FODDER EFFICIENCY AND QUALITY OF THE PEA-BARLEY MIX
DEPENDING ON APPLICATION OF FERTILIZERS
ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL**

V.V. Tsvirkov, V.N. Bosak

Summary

In researches with a pea-barley mix on sod-podzolic light loamy soil the application of increasing doses of organic fertilizers of $20\text{-}60 \text{ tha}^{-1}$ has increased gathering of feed units on $0,58\text{-}2,75 \text{ tha}^{-1}$ at the general efficiency of $6,10\text{-}9,38 \text{ tha}^{-1}$ of fodder units and a recoupmment of 1 ton of manure of $29,0\text{-}48,0 \text{ f.u.}$ Adequate provision of 1 f.u. of a digestible protein in variants with entering of organic fertilizers has made 172-223 g, the maintenance of crude protein – of 17,3-21,7%.

Entering of full mineral fertilizer $\text{N}_{60}\text{P}_{40}\text{K}_{80}$ promoted additional gathering of $1,21\text{-}1,83 \text{ tha}^{-1}$ of f.u. at a recoupmment of 1 kg NPK of $6,7\text{-}10,2 \text{ f.u.}$

Specific carrying out of nitrogen with 1 ton of green weight of a pea-barley mix has made of 6,6-8,9 kg, phosphorus – of 2,1-3,2, potassium – of 6,3-8,1, calcium – of 1,3-1,6, magnesium – of 1,0-1,2 kg.

Поступила 18 марта 2009г.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Н.В. Клебанович

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В почвенном покрове Республики Беларусь отмечается свойственное природной зоне доминирование дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почв, занимающих в составе сельскохозяйственных земель нашей страны 71% территории. В естественном состоянии они не только бедны питательными веществами, имеют плохие физические свойства, но и отличаются вследствие промывного водного режима высокой кислотностью.

Получать высокие и устойчивые урожаи на кислых почвах можно только после проведения комплекса агротехнических мероприятий, одним из важнейших среди которых является известкование кислых почв, особенно при применении интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. За многие десятилетия научных исследований и производственной деятельности по оптимизации кислотности исходили именно из аксиомы о повсеместной избыточной кислотности белорусских почв, хотя при определении доз извести брался во внимание обычно конкретный уровень почвенной кислотности. В основном это действительно так, что подтверждают данные агрохимических обследований земель за последние 40 лет.

Исходное состояние кислотности пахотных почв Беларуси наглядно иллюстрируют данные второго тура агрохимического обследования 1966-1970 гг., когда интенсивное известкование в республике еще только начиналось [1]. Две трети площадей пашни нуждались в коренном известковании, имея величину pH_{KCl} 5,0 и менее. Количество почв с pH менее 5,5 составляло 83,0% пашни и даже слегка увеличилось по сравнению с первым туром почвенно-агрохимических исследований, когда таких почв было выявлено 81,9%, причем по Минской области этот показатель превышал 90%. Эти цифры ясно свидетельствуют о предшествующих малых объемах известкования как средства коренного улучшения кислотности почв Беларуси.

Слабое антропогенное воздействие на почвы сельскохозяйственных земель Беларуси на тот период позволяет предполагать, что основные различия в кислотности были обусловлены генетическими особенностями конкретных почв. В этой связи анализ данных по кислотности в плане их взаимосвязи с отдельными свойствами почв гипотетически позволяет дифференцировать степень подкисляющего влияния процессов почвообразования на почвы Беларуси. Нами проведен анализ данных второго тура агрохимических обследований земель в разрезе административных районов с точки зрения свойств почв с целью определения степени кислотной деградации почв в зависимости от гранулометрического состава, доли органогенных отложений, генетических типов почвообразующих пород.

Основной задачей исследования было определение уровня эффективности известкования почв сельскохозяйственных земель в республике. Эта проблема является достаточно актуальной. Так, группой известных белорусских ученых предложен метод расчета эффективности известкования, основанный на нормативной величине прибавок урожая от коррекции кислотности почв [2]. Основным достоинством предложенного метода является выражение уровня эффективности известкования через прирост или сокращение сбора кормовых единиц, то есть достаточно конкретного производственного показателя, удобного для трактовки. Был выявлен затухающий характер агрономической эффективности известкования и некоторые различия в разрезе областей страны.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, известковые мелиоранты. Работа выполнялась путем анализа и обработки данных агрохимических и почвенных обследований почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь за 1965-2005 гг. Использовались данные второго тура агрохимических исследований (для сенокосов и пастбищ – третьего, так как во втором туре луга не обследовались) 1966-1970 гг. и десятого тура 2001-2005 гг. [3]. Данные первого тура агрохимических обследований не использовались из-за методических расхождений в технологии их проведения ввиду совмещенности с почвенным обследованием.

Главная цель известкования обычно – оптимизация уровня кислотности, о котором в производственных условиях судят по величине pH солевой вытяжки. Именно сдвиг величины pH является основным критерием эффективности известкования в конкретном опыте или на конкретном поле, но в рамках отдельного хозяйства или района судить о состоянии кислотности уже гораздо

сложнее, так как при внешне благоприятном средневзвешенном значении рН может быть большое количество и кислых, и переизвесткованных почв.

В этой связи значительной методической трудностью является выбор критерия для оценки степени кислотности. Средневзвешенный показатель рН был нами отвергнут, как не отражающий истинной нуждаемости почв в химической мелиорации. Доля кислых почв с неурегулированной кислотностью (с рН менее 5,5) лучше отражает общий характер кислотности почвенного покрова, но скрывает структуру данных почв. Чтобы учесть последнюю, нами был рассчитан специальный индекс неурегулированности кислотности (Инк), отражающий различную нуждаемость в известковании почв первых трех групп кислотности. Так как обычно внесение извести позволяет снизить кислотность примерно на 1 группу, то почвы с рН 5,01-5,50 получили коэффициент 1, почвы с рН 4,51-5,00 – коэффициент 2, почвы с рН 4,5 и менее – коэффициент 3. Сначала была рассчитана сумма площадей всех трех групп с учетом коэффициентов, которая была поделена на общую площадь района, что и дало значение индекса неурегулированности кислотности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных расчетов показали, что к началу систематического агрохимического обследования почвы отдельных районов заметно отличались по уровню кислотности почв (рис. 1). Индекс неурегулированности кислотности колебался от 0,79 в Браславском районе до 2,58 в Пружанском районе, то есть более чем в 3 раза при среднереспубликанском значении 1,83. С учетом невысоких объемов внесения извести в предшествующий период это позволяло допустить исходный генетический характер этих различий.

В первую очередь была проверена гипотеза о наличии связи между кислотностью почв и гранулометрическим составом. Корреляционный анализ данных показал, что связь индекса неурегулированности кислотности с долей тяжелых (суглинистых и глинистых), песчаных либо супесчаных почв полностью отсутствует (r от -0,08 до -0,02), а связь с долей торфяно-болотных почв хотя и достоверна, но невелика (0,22).

Значительно лучше увязывается уровень кислотности почв с генезисом почвообразующих пород. Группировка районов по доле лессовидных отложений позволила выявить выраженную тенденцию снижения уровня кислотности с уменьшением доли лессов и лессовидных отложений в структуре пахотных земель. Напротив, уменьшение доли моренных почвообразующих пород заметно повышает общий уровень кислотности пахотных земель. В меньшей степени выражена повышенная кислотность почв на водно-ледниковых отложениях. Так, по 20 районам страны с долей почв на водно-ледниковых отложениях более 80% средний относительный индекс неурегулированности кислотности лишь на 7% выше среднереспубликанского. Это и неудивительно, так как в половине районов республики доминируют водно-ледниковые отложения, именно они создают общий фон для остальных генетических типов пород.

Географически районы с повышенной кислотностью пахотных почв были приурочены в этой связи в основном к частям республики с преобладанием лессовидных отложений (рис. 1), а зоны с пониженной кислотностью – к частям страны с моренными отложениями.

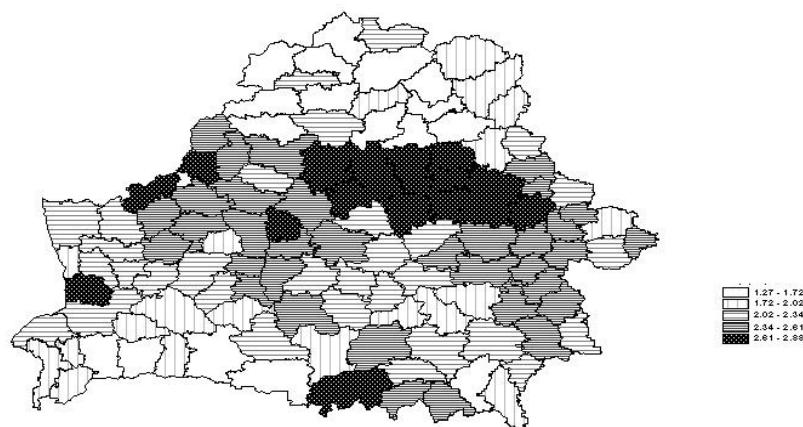


Рис. 1. Индекс неурегулированности кислотности на пахотных почвах по районам Беларуси (2 тур обследований)

Анализ состояния кислотности пахотных земель по провинциям и зонам Беларуси показал отсутствие сильно выраженных различий. Пониженнной кислотностью отличались почвы Северной провинции, особенно северо-западного округа, где относительный (по отношению к среднереспубликанскому) индекс неурегулированности кислотности составил 0,91. Повышенной кислотностью отмечены почвы Центральной провинции, особенно центрального округа (относительный индекс неурегулированности кислотности 1,14).

До 1960-х годов развертывание и планомерное проведение работ по химической мелиорации почв в хозяйствах Беларуси сдерживалась из-за отсутствия необходимого количества известковых материалов и данных о наличии кислых почв на территории республики. Проведение первых сплошных почвенных обследований (1957-1964 гг.), которые показали наличие большого количества кислых почв, и совокупность наработок отечественных ученых позволили к середине 1960-х годов на фоне некоторого экономического роста в стране приступить к известкованию почв в значительных масштабах.

За годы интенсивного известкования в почвы беларуси внесено примерно 150 млн. т сасоз, что составляет в среднем 15-20 т/га. это позволило достичь существенных успехов в деле нейтрализации избыточной почвенной кислотности. с начала регулярного агрохимического обследования почв (1966-1970 гг.) доля пахотных почв, нуждающихся в известковании, уменьшилась за первые 10 лет с 90,9% до 73,3%, за следующие 10 лет – до 50,4%, а к концу третьего десятилетия интенсивного известкования – до 39,3 %. очень важно отметить также, что в настоящее время превалируют почвы, слабо нуждающиеся в извести, а доля почв с рн менее 5,0 сократилась до 5,2% [3]. на первый план в настоящее время выходит известкование поддерживающее, в том числе и на сенокосах и пастбищах, где известкование, велось более медленными темпами и снижение количества кислых почв было, значительным, но не столь существенным.

В настоящее время уровень кислотности пахотных почв по отдельным районам республики зависит исключительно от антропогенного фактора. Связь между наличием кислых пахотных почв до периода планомерного известкования и нынешним полностью отсутствует ($r = -0,01$), то есть современное состояние кислотности пахотных земель обусловлено исключительно интенсивностью известкования. Несколько иная ситуация с почвами улучшенных луговых земель. Ввиду значительно меньших объемов известкования имеет место существенная связь (0,44) между наличием кислых почв в третьем (во втором туре эти земли не обследовались) и десятом турах агрохимического обследования. Данный факт свидетельствует о пониженном внимании агрохимической службы к известкованию сенокосов и пастбищ, отчасти носящем объективный характер, так как действующая инструкция о порядке известкования кислых почв обязывает проводить внесение извести только при перезалужении луговых земель.

В территориальном аспекте ситуация с наличием кислых почв пашни по отдельным областям отличается слабо, но на уровне районов наблюдаются существенные различия. Индекс неурегулированности кислотности пашни в настоящее время изменяется от 0,02 в Несвижском районе до 0,69 в Лунинецком (рис. 1 и 2).

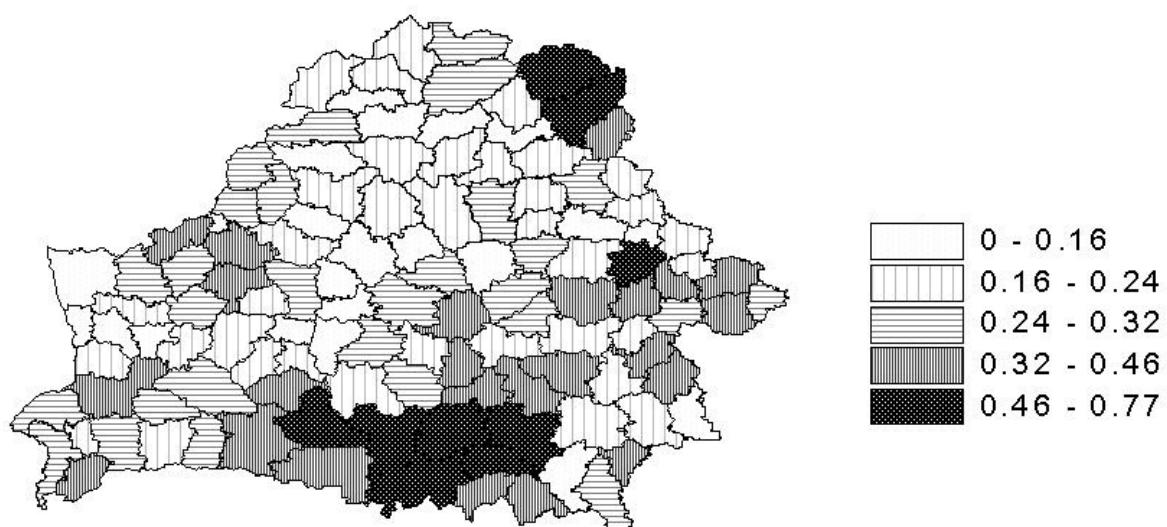


Рис. 2. Индекс неурегулированности кислотности на пахотных почвах по районам Беларуси (10 тур обследований)

Практически можно сказать, что в Несвижском районе кислых почв не осталось вообще, а еще в ряде районов страны (Барановичский, Верхнедвинский, Глубокский, Толочинский, Шарковщинский, Хойникский, Воложинский, Дзержинский, Копыльский, Пуховичский, Смолевичский, Солигорский, Кричевский, Шкловский) благодаря хорошему проведению работ по химической мелиорации индекс неурегулированности кислотности составляет от 0,10 до 0,14, то есть в химической мелиорации нуждается не более чем примерно каждый десятый гектар пашни. Характерно, что в подавляющем большинстве этих районов доминируют почвы на суглинистых и глинистых почвообразующих породах, то есть относительные успехи в нейтрализации кислотности достигнуты в значительной степени за счет более высоких объемов работ по химической мелиорации, так как только на таких почвах кроме 1-3 групп кислотности известуются и почвы 4 группы кислотности.

Противоположная тенденция имеет место в районах со сравнительно высокой долей кислых почв. В Лунинецком районе индекс неурегулированности кислотности составляет ныне 0,69, в Городокском – 0,62, в Лельчицком и Петриковском – 0,57, в Глусском – 0,54, в Калинковичском и Житковичском районах – 0,50, в Пинском и Ивьевском – 0,48. Почти все эти районы находятся в зоне активной мелиорации и значительного распространения легких почв, особенно песчаных, поэтому основная причина повышенной кислотности здесь видится в невысоких дозах извести, применяемых на песчаных почвах и более высокой скорости подкисления. По нашим данным, скорость подкисления почв на песчаных породах примерно на 70% выше, чем на суглинистых. Это, наряду с освоением новых земель в результате мелиорации является основной причиной малых темпов снижения кислотности, кратность снижения коэффициента неурегулированности кислотности составляет здесь 3,2-3,8 (рис. 3).

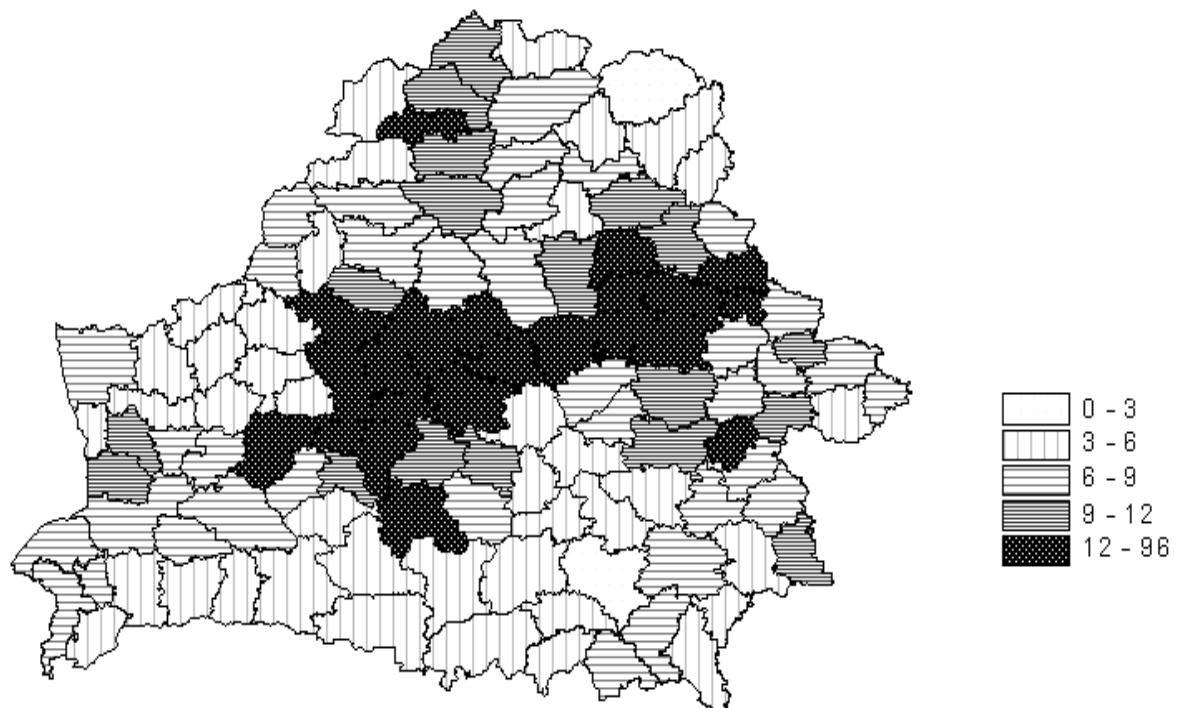


Рис. 3. Кратность снижения индекса неурегулированности кислотности на пахотных почвах Беларуси

Особняком стоит Городокский район, где изначально был сравнительно невысокий индекс неурегулированности кислотности – 1,52 против 1,83 в среднем по стране, и минимальная по республике кратность снижения этого коэффициента (2,5) однозначно свидетельствует о плохой работе производственников. В районах же с высоким уровнем проведения работ по известкованию кислых почв кратность снижения кислотности выше на порядок – 92 в Несвижском районе, 29 в Узденском, 26 в Копыльском, 25 в Смолевичском, 24 в Солигорском, 22 в Шкловском, 21 в Дзержинском, 19 в Кормянском, 18 в Минском районе.

На почвах сенокосов и пастбищ средний по стране индекс неурегулированности кислотности в 1971-1975 годах составлял 1,10, что существенно, в 1,7 раз меньше, чем на пахотных почвах (рис. 4).

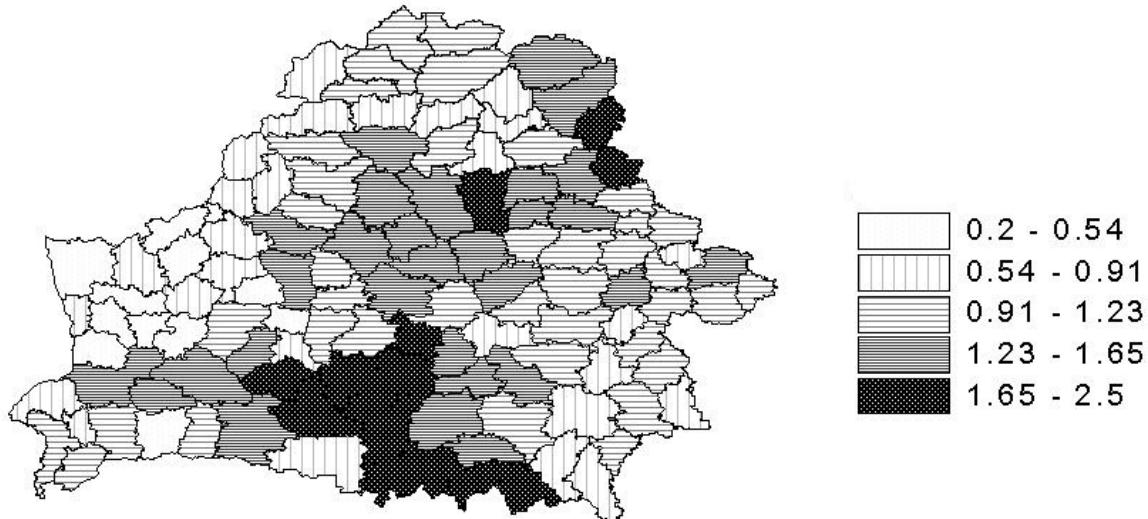


Рис. 4. Индекс неурегулированности кислотности на почвах улучшенных сенокосов и пастбищ по районам Беларуси (3 тур обследований)

Эти различия объясняются значительной долей менее кислых пойменных почв на сенокосах и пастбищах. В 10 туре эти различия существенно сгладились за счет более высокого уровня известкования пахотных почв – 0,28 и 0,25 (рис. 4 и 5).

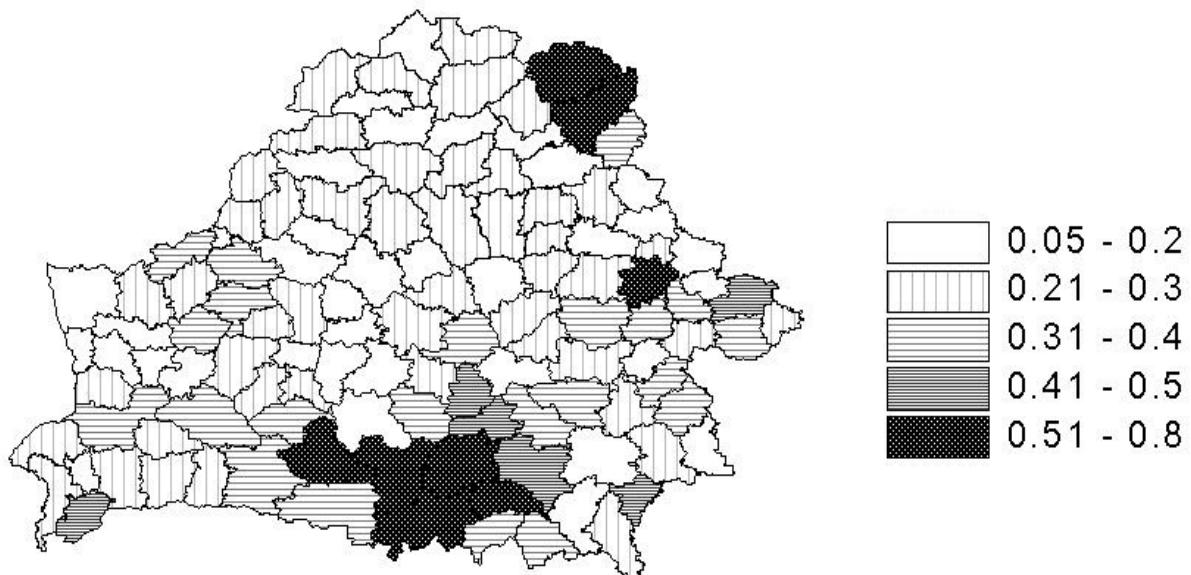


Рис. 5. Индекс неурегулированности кислотности на почвах улучшенных сенокосов и пастбищ по районам Беларуси (10 тур обследований)

Следует отметить также, что нет существенных различий по величине индекса неурегулированности кислотности луговых почв по областям, хотя по районам имеют место заметные различия. Есть ряд районов, где кратность снижения индекса за период между 3 и 10 турами обследования составляет 10 и более раз (Дубровенский, Копыльский, Минский, Несвижский, Смолевичский, Солигорский, Узденский), но в некоторых районах снижение уровня неурегулированности кислотности составило 2 и менее раз (рис. 6), а в Кореличском районе его вообще не было.

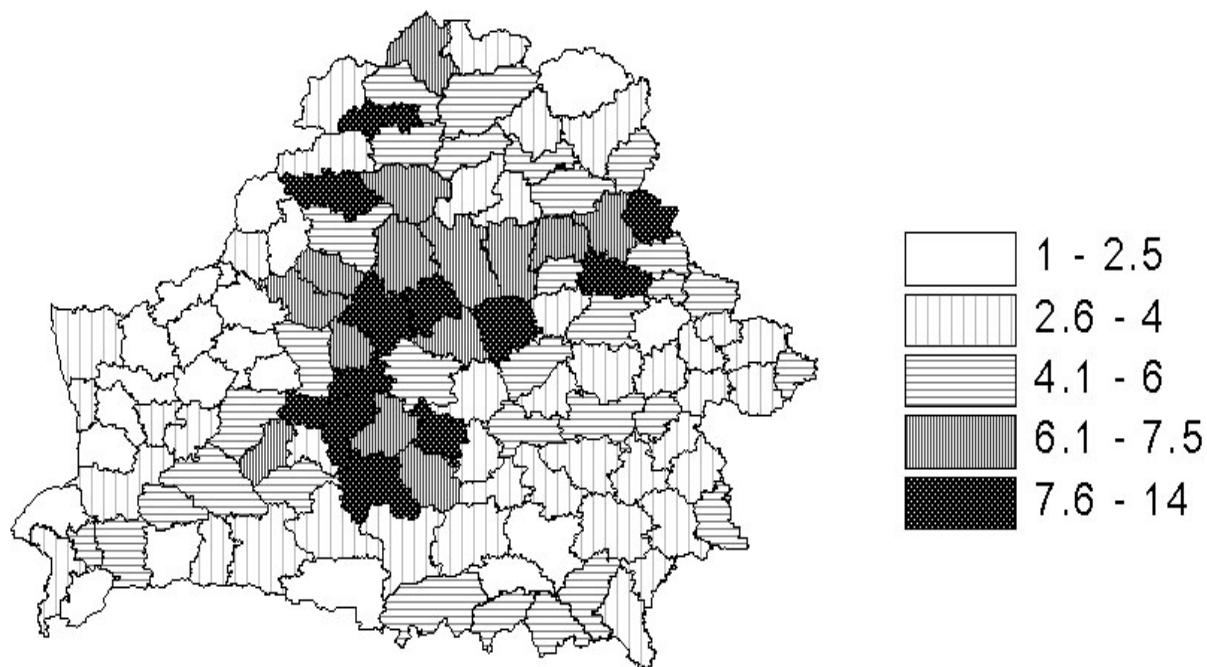


Рис. 6. Кратность снижения индекса неурегулированности кислотности на почвах улучшенных сенокосов и пастбищ Беларуси

В этом нет ничего странного, если учесть, что средневзвешенная величина рН в районе изначально составляла 6,06, то есть на уровне оптимума, тогда как в среднем по стране – 5,38 (табл. 1). На пахотных землях в Кореличском районе в этот период коэффициент неурегулированности кислотности уменьшился с 1,13 до 0,25, или в 4,8 раз, что близко к средним показателям по стране. В таблице 1 представлены районы, в которых кратность снижения Инк по луговым землям составила менее 3. Среди этих районов можно выделить две большие группы.

Таблица 1

Показатели кислотности почв пахотных и луговых земель во 2 (3) и 10 турах обследования по районам, в которых снижение уровня неурегулированности кислотности луговых земель составило менее 3

Районы	Улучшенные сенокосы и пастбища				Кратность снижения индекса	Пашня		
	1971-1975 гг.		2001-2005 гг.	1966-1970 гг.		2001-2005 гг.	Кратность снижения индекса	
	pH	Доля почв с pH менее 5,5		Индекс неурегулированности кислотности		Индекс неурегулированности кислотности		Индекс неурегулированности кислотности
Дрогичинский	5,83	27,9	0,47	0,228	2,0	1,41	0,36	3,9
Каменецкий	5,71	40,3	0,62	0,258	2,4	1,75	0,23	7,5
Малоритский	5,36	62,7	1,13	0,456	2,5	1,50	0,41	3,6
Столинский	5,5	48,9	0,91	0,367	2,5	1,39	0,37	3,8
Браславский	5,71	37,1	0,60	0,232	2,6	0,79	0,25	3,2
Витебский	5,09	74,8	1,52	0,549	2,8	1,36	0,41	3,3
Городокский	5,19	67,1	1,33	0,765	1,7	1,52	0,62	2,5
Поставский	5,64	39,6	0,75	0,285	2,6	1,08	0,19	5,8
Калинковичский	5,31	71,9	1,12	0,498	2,3	1,51	0,51	3,0
Лоевский	5,35	59,0	1,19	0,44	2,7	1,55	0,34	4,5
Мозырский	5,02	72,2	1,62	0,638	2,5	2,07	0,39	5,3
Петриковский	4,98	81,8	1,65	0,619	2,7	1,96	0,57	3,4

Чечерский	5,45	53,3	0,96	0,36	2,7	2,00	0,27	7,4
Волковысский	6,03	15,6	0,29	0,125	2,4	1,48	0,15	10,0
Вороновский	5,86	26,6	0,41	0,337	1,2	2,19	0,39	5,7
Гродненский	5,89	26,8	0,44	0,16	2,7	1,31	0,19	7,0
Дятловский	5,61	44,3	0,78	0,32	2,4	1,44	0,27	5,4
Ивьевский	5,72	35,9	0,62	0,37	1,7	1,89	0,48	4,0
Кореличский	6,06	14,2	0,20	0,208	1,0	1,19	0,25	4,8
Лидский	5,89	24,3	0,39	0,304	1,3	1,50	0,33	4,6
Мостовский	6,02	18,9	0,30	0,169	1,8	1,56	0,26	5,9
Новогрудский	5,58	47,3	0,78	0,37	2,1	1,63	0,38	4,3
Островецкий	5,71	35,4	0,59	0,276	2,1	1,82	0,30	6,1
Ошмянский	5,66	40	0,70	0,26	2,7	1,77	0,26	6,9
Свислочский	5,83	25,1	0,46	0,227	2,0	2,06	0,23	9,1
Слонимский	5,80	29,5	0,48	0,172	2,8	1,43	0,19	7,7
Сморгонский	5,76	33,6	0,61	0,295	2,1	1,60	0,36	4,5
Щучинский	5,68	41,3	0,64	0,279	2,3	1,73	0,39	4,5
Быховский	5,34	63,4	1,07	0,376	2,8	2,29	0,22	10,5
Осиповичский	5,33	66,1	1,09	0,396	2,7	1,67	0,37	4,5
Чаусский	5,31	66,1	1,11	0,536	2,1	1,81	0,21	8,7

В одной группе (Кореличский, Дрогичинский, Каменецкий, Браславский, Поставский, Волковысский, Гродненский, Ивьевский, Лидский, Мостовский, Островецкий, Ошмянский, Свислочский, Слонимский, Сморгоньский, Щучинский) был невысокий уровень кислотности – в среднем 5,64 и выше, а количество кислых (с pH менее 5,5) почв составляло 14-41%. В этой группе районов низкие темпы снижения количества кислых почв обусловлены именно малой нуждаемостью в известковании и невысокими объемами внесения мелиорантов. Об относительном благополучии в ситуации с наличием кислых почв луговых земель свидетельствует как невысокий современный уровень неурегулированности кислотности – 0,3 и менее во всех районах, кроме Ивьевского, так и тот факт, что данный показатель в большинстве этих районов лучше, чем на пахотных землях.

Можно выделить и вторую группу районов (Малоритский, Витебский, Городокский, Калинковичский, Лоевский, Мозырьский, Петриковский, Чаусский), где современный Инк составляет 0,46 и выше и показатели луговых земель заметно хуже, чем пахотных. В этой группе районов известкованию почв сенокосов и пастбищ уделяется недостаточно внимания.

В целом показатели кислотности пахотных почв Беларуси за 40 лет интенсивного известкования существенно изменились. Природные различия в кислотности почв, оказались полностью сняволированы и общий уровень кислотности в большинстве районов республики, не создает существенных препятствий в получении высоких устойчивых урожаев культур. Интенсивным известкованием создан серьезный задел на будущее, и даже отмена государственного финансирования работ по химической мелиорации не скажется ближайших 10-15 лет серьезно на эффективном плодородии почв. Это доказывает и пример Великобритании, где после отмены в 1976 г. субсидии на известкование [4] урожай существенно не снизился.

Нейтрализация избыточной кислотности в нашей стране на сельскохозяйственных землях сейчас стала менее актуальной с точки зрения плодородия, но в условиях усиления антропогенной нагрузки на природу в целом и почву в частности все большее значение приобретает известкование, как фактор охраны окружающей среды. По данным наших лизиметрических исследований, ежегодные потери кальция и магния в пересчете на CaCO_3 достигают 250-500 кг/га, и их необходимо компенсировать путем известкования для предупреждения подкисления, ухудшения питательного режима почв, активизации алюминия и т.д. Известкование имеет еще целый ряд положительных моментов: позволяет снизить поступление тяжелых металлов; улучшить биологические параметры; снизить поступление радиостронция на загрязненных радионуклидами землях; компенсировать негативное влияние на почву кислых дождей; снизить заболеваемость растений и негативное действие пестицидов.

ВЫВОДЫ

- Для анализа результативности известкования в разрезе районов Беларуси достаточно информативным и приемлемым является предложенный индекс неурегулированности кислотности.
- До начала интенсивного известкования кислотность пахотных почв Беларуси не зависела от их гранулометрического состава, но зависела от генезиса почвообразующих пород: сравнительно более

кислыми были почвы на лессовидных отложениях, в меньшей степени – на органогенных и водно-ледниковых отложениях, наименее кислыми – почвы на моренных почвообразующих породах.

3. Самая слабая эффективность известкования пахотных почв отмечена в Городокском районе (минимальная по республике кратность снижения коэффициента неурегулированности кислотности – 2,5), тогда как в ряде районов кратность снижения составляет 20 и более (в Несвижском Узденском, Копыльском, Смолевичском, Солигорском, Шкловском, Дзержинском).

4. На почвах луговых земель изначально более низкий уровень неурегулированности кислотности предопределил меньшую эффективность известкования: кратность снижения коэффициента неурегулированности кислотности – от 1 до 10 и более. В настоящее время уровень неурегулированности кислотности колеблется от 0,10 в Минском, Смолевичском и Узденском районах до 0,77 в Городокском районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика пахотных почв Белорусской ССР (по областям и районам). – Минск, 1972. – 48 с.
2. Эффективность известкования пахотных земель Республики Беларусь за 1965-2005 гг. / Т.М. Германович [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2(41). – С. 103-111.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. И.М., Богдевич [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 286 с.
4. Trow-Smith, R. Danger – sour land ahead / R. Trow-Smith // Farmers Weekly. – 1978.–Vol.88.–P.3-11.

TO THE QUESTION OF ASSESSMENT CHANGE LIMING SOILS OF BELARUS

N.V. Klebanovich

The analysis of a condition of acidity agricultural soils prior to the beginning of intensive liming is given, rather high soil acidity on loess breeds and lowered – on glazial adjournment is shown. It is established that modern acidity of arable soils is not connected with initial properties and depends only on a level of chemical land improvement. Significant differences in liming efficiency level on regions of Belarus is proved.

Поступила 1 апреля 2009 г.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ИЗВЕСТКОВАНИЯ И ДОЗ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
НА СЛАБОКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

Т.М. Германович, И.А. Царук
Институт почеведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Горох – важнейшая и наиболее распространенная зерновая бобовая культура. Зернобобовые культуры дают высокую урожайность зеленой массы. Зеленая масса может быть использована для приготовления высококачественного силоса, сенажа, сена [1]. Площадь листовой поверхности оказывает непосредственное влияние на накопление биомассы растений в процессе вегетации и в конечном итоге определяет урожайность культуры [2].

Из огромного количества природных органических веществ, входящих в состав живых организмов, ни одно не имеет такого важного значения и не обладает такими многообразными функциями в жизни организма, как белки [3]. Недостаток белка в рационе нарушает нормальную жизнедеятельность организма и приводит к серьезным отрицательным последствиям. Жизненно важное значение белков обусловлено большим разнообразием их физико-химических свойств и биологических функций.

Увеличение производства растительного белка как на кормовые цели, так и на продовольственные – одна из важнейших задач аграрной отрасли Беларуси. Дефицит кормового белка остается одной из наиболее актуальных проблем в животноводстве. Именно этот фактор в настоящее время лимитирует производство молока и мяса, является основной причиной высокой себестоимости животноводческой продукции. Поэтому ликвидация имеющегося острого дефицита пищевого и кормового белка является насущной, стратегической задачей при организации здорового, научно-обоснованного питания населения и кормления животных. Это делает необходимым изыскание новых высокобелковых растительных видов сырья, изучение их пищевых и кормовых достоинств и возможностей переработки [4].

В настоящее время производство полноценного зернофуражного корма стало актуальнейшей проблемой. Установлено, что при недостатке до физиологически обоснованной нормы в кормовой единице одного грамма переваримого белка, расход кормов увеличивается на 1,5–2% [1]. Проблему производства растительного белка можно решить за счет расширения посевных площадей зернобобовых культур, белок которых более полноценен по аминокислотному составу. Зернобобовые культуры содержат в семенах в 2-3 раза больше белка, чем зерновые культуры. В семенах гороха содержится до 30% белка, витамины А, В1, В2 и С и основные аминокислоты. Семена гороха легко усваиваются организмом человека. Гороховое сено содержит до 13, а солома – до 8% белка и охотно поедаются животными [5].

Вместе с тем высокое содержание белка еще не дает полную характеристику полноценности корма по этому показателю, поскольку в зависимости от своего аминокислотного состава он по-разному удовлетворяет потребности животного организма. Поэтому для высокоэффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо учитывать содержание аминокислот в кормах, которые используются организмом животных на поддержание физиологических функций, обеспечение их потребностей для образования новых тканей и продукции. Незаменимые аминокислоты поступают в организм в составе белков пищи. К основным незаменимым для человека аминокислотам относятся – гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин [5, 3].

Установлено, что белки гороха содержат все незаменимые аминокислоты, благодаря чему характеризуются высокой биологической ценностью. Горох является хорошим источником одной из дефицитнейших аминокислот – лизина. Лимитирует биологическую ценность белков гороха метионин, недостаток которого рекомендуется покрывать за счет других источников [1]. Качество растениеводческой продукции (содержание белка, аминокислотный состав) зависит от содержания элементов питания в растениях [6, 7].

Существует мнение, что известкование не оказывает значительного влияния на аминокислотный состав семян сельскохозяйственных культур, и качество растениеводческой продукции в меньшей степени зависит от уровня кислотности почвы, чем от уровня применяемых удобрений [8]. Особенно это касается дерново-подзолистых легкосуглинистых почв с pH 5,51-6,00, при известковании которых прибавки урожайности сельскохозяйственных культур практически отсутствуют. Избыточное известкование и внесение минеральных удобрений на почвах этой группы кислотности может привести к снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур и увеличению материальных и энергетических затрат на проведение известкования.

Поэтому целью наших исследований являлось установить влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с pH 5,51-6,00 на урожайность и качество семян такой культуры, как горох, посевные площади которой постоянно расширяются

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению эффективности известкования слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы проводились в 2007-2008 гг. в СПК «Щемыслица» Минского района. Опыт заложен в двух полях. Исследования проводились в звене севооборота: яровое тритикале «ланга», горох WSB132.128, яровой рапс «кантей». Исходная кислотность почвы опытного участка колебалась в пределах интервала 5,51-6,00. В 2006 г. проведено известкование почвы поля № 1, а в 2007 г. – поля № 2 доломитовой мукой, карбонатным сапропелем и мелом, из расчета 5,26 т/га доломитовой муки, 10,2 т/га карбонатного сапропеля и 7,1 т/га мела. Предшественником гороха было яровое тритикале. Посев гороха производился в третьей декаде апреля сеялкой СПУ-4. Норма высева гороха составила 1,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Кислотность почвы опытного участка при возделывании гороха находилась в интервале 6,0-6,5. Почва характеризовалась средним содержанием гумуса (2,1%), высоким содержанием подвижного фосфора (259-260 мг/кг почвы) и повышенным содержанием подвижного калия (265-272 мг/кг почвы), содержание обменного кальция по годам исследований было средним (978-998 мг/кг почвы), а содержание обменного магния – повышенным (205-251 мг/кг почвы).

Метеорологические условия в 2007-2008 гг. различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, что отразилось на продуктивности гороха. В целом 2007 г. оказался более засушливым, чем 2008 г. Количество осадков, выпавших за вегетационный период культуры, в 2007 г. было на 39,9 мм меньше, чем в 2008 г., а среднемесячная температура воздуха на 0,7 С была больше, чем в 2008 г. Нами был рассчитан гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК). В 2007 г. в июне он составил 0,9, июле – 2,3, в августе был равен 0,4 при среднемноголетнем значении – 1,7. В 2008 г. в июне ГТК составил 0,8, июле – 1,6, в августе был равен 1,1. Вегетационный период 2008 г. оказался более благоприятным для формирования урожая гороха, что и обеспечило более высокую урожайность этой культуры по сравнению с 2007 г.

Предпосевную обработку почвы выполняли АКШ-3,6. Под предпосевную культивацию были внесены минеральные удобрения в виде аммонизированного суперфосфата (8% N и 30% P₂O₅) и хлористого калия (60% K₂O). Азотные удобрения в виде карбамида (46% N) вносили в дозе 20 кг/га только в варианте N₃₆P₆₀K₁₅₀ + Д.М.

Агротехника возделывания гороха – общепринятая для Республики Беларусь.

В исследованиях проводились фенологические наблюдения. На посевах гороха в фазу до цветения, начала цветения, фазу начала роста бобов, фазу конец цветения, фазу спелость бобов 15%, фазу созревания были отобраны растительные образцы с метра погонного для определения площади листовой поверхности, динамики накопления сухой биомассы, расчета фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза. Показатели фотосинтетической деятельности посевов гороха определялись методом отпечатков согласного общепринятым методикам [9, 10].

Содержание сырого белка рассчитывали по общему азоту, аминокислотный состав определяли на компьютеризированном приборе «HP Agilent 1100 Series» методом жидкостной хроматографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целом за 2007-2008 гг. известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы оказывало положительное влияние на показатели фотосинтетической деятельности посевов гороха (табл. 1).

Внесение доломитовой муки способствовало увеличению листовой поверхности посевов гороха в фазу конец цветения на 1,6 тыс. м²/га.

Применение мела в варианте N₁₆P₆₀K₉₀ + мел в фазу конец цветения способствовало возрастанию площади листьев на 3,7 тыс. м²/га, карбонатного сапропеля в варианте N₁₆P₆₀K₉₀ + к.с.– на 4,6 тыс. м²/га.

Оптимальная площадь листовой поверхности по критерию полученной к урожайности семян гороха (36,8 тыс. м²/га – в фазу конец цветения) формируется на фоне известкования доломитовой мукой при внесении минерального удобрения в дозе N₁₆P₆₀K₁₅₀.

Накопление растениями органического вещества является конечным результатом взаимодействия условий окружающей среды и условий питания растений.

Накопление сухой биомассы растений гороха по фазам развития зависело от нарастания листовой поверхности и способствовало увеличению урожайности семян гороха (табл. 2).

Между площадью листьев и накоплением сухого вещества растениями гороха установлена тесная положительная корреляционная зависимость (R²= 0,92), и построена линейная регрессионная

модель $y = 11,3476x + 2,7446$, где y – масса сухого вещества растений гороха в фазу конец цветения, ц/га, x – площадь листьев гороха в фазу конец цветения, тыс. м²/га.

В фазу конец цветения применение доломитовой муки, мела и карбонатного сапропеля на фоне N₁₆P₆₀K₉₀ способствовало увеличению накопления сухой биомассы растений гороха на 1,5-2,2-2,9 ц/га соответственно.

Наибольшее влияние на накопление массы сухого вещества растений гороха оказывало внесение на фоне доломитовой муки калийного удобрения. Преимущества в росте начали проявляться с фазы начала роста бобов и сохранились до фазы созревания, что способствовало росту урожайности гороха.

Таблица 1

Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с pH 5,51-6,00 на динамику нарастания листовой поверхности по фазам роста и развития гороха (2007-2008 гг.)

Вариант	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га					
	Фаза до цветения	Фаза начало цветения	Фаза начало роста бобов	Фаза конец цветения	Фаза спелости бобов 15%	Фаза созревания
Контроль	12,1	22,2	23,1	25,3	22,8	11,1
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	13,1	26,4	29,9	32,1	26,4	15,6
N ₁₆ P ₆₀ +д.м.	12,9	24,4	26,2	28,0	22,7	11,5
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +д.м.	13,4	27,0	30,6	33,7	27,2	15,8
N ₁₆ P ₆₀ K ₁₂₀ +д.м.	13,7	28,1	33,5	36,7	33,5	22,4
N ₁₆ P ₆₀ K ₁₅₀ +д.м.	13,9	30,9	35,3	36,8	33,5	24,5
N ₃₆ P ₆₀ K ₁₅₀ +д.м.	14,9	28,1	34,1	36,7	33,4	24,2
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +мел	13,8	29,8	34,3	35,8	31,6	20,9
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +к.с.	14,1	30,3	34,7	36,7	32,3	22,3
HCP ₀₅	0,7	1,4	1,5	1,5	1,3	0,9

В целом за 2007-2008 гг. исследований, внесение калийного удобрения в варианте N₁₆P₆₀K₁₅₀ + д.м. привело к наибольшему росту массы сухого вещества по отношению к варианту N₁₆P₆₀ + д.м. в фазе созревания с 52,6 до 72,3 ц/га. В фазе созревания применение мела способствовало росту растений и накоплению сухой биомассы растений на 3,6 ц/га, карбонатного сапропеля – на 8,1 ц/га.

Таблица 2

Динамика накопления биомассы гороха в зависимости от известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с pH 5,51-6,00 (2007-2008 гг.)

Вариант	Накопление биомассы, ц/га сухого вещества					
	Фаза до цветения	Фаза начало цветения	Фаза начало роста бобов	Фаза конец цветения	Фаза спелости бобов 15%	Фаза созревания
Контроль	4,5	21,6	25,8	36,5	47,9	53,4
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	6,4	23,3	27,6	47,5	54,4	57,5
N ₁₆ P ₆₀ +д.м.	5,9	23,5	26,1	40	48,1	52,6
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +д.м.	6,2	24,1	28,1	49	55,2	58,2
N ₁₆ P ₆₀ K ₁₂₀ +д.м.	5,6	24,4	28,8	50,5	56,7	60,3
N ₁₆ P ₆₀ K ₁₅₀ +д.м.	6,4	24,5	32,6	54,9	64,4	72,3
N ₃₆ P ₆₀ K ₁₅₀ +д.м.	5,1	25,4	30,7	54,7	64,5	71,8
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +мел	5,3	24,4	28,7	49,7	60	64,6
N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +к.с.	5,6	24,6	28,2	50,4	60,9	65,5
HCP ₀₅	0,4	1,2	1,4	1,5	2,8	3

Таким образом, накопление сухой биомассы растений гороха зависело от скорости развития растений и нарастания листовой поверхности. В вариантах, где более интенсивно происходило нарастание биомассы, была получена и более высокая урожайность семян гороха.

В целом за 2007 – 2008 гг. исследований урожайность гороха находилась в пределах 43,2 – 58,7 ц/га (табл. 4).

Известкование доломитовой мукой при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$ способствовало росту урожайности гороха на 1,7 ц/га. Внесение в варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ + д.м калийного удобрения в дозе 90 кг/га влекло за собой дополнительный сбор урожая в 3,1 ц/га. Максимальная урожайность была получена на фоне внесения доломитовой муки при применении калийного удобрения в дозе 150 кг/га в варианте $N_{16}P_{60}K_{150}$ +д.м. (58,7 ц/га).

Применение карбонатного сапропеля по влиянию на прибавку урожайности гороха оказалось в 1,9 раза эффективнее, чем влияние доломитовой муки. В варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ + к.с. урожайность семян гороха оказалась на 3,2 ц/га больше, чем в варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$. Влияние мела на урожайность семян гороха было недостоверным.

В наших исследованиях элементы продуктивности растений (масса 1000 зерен, осемененность боба) находились в прямой зависимости от изучаемых факторов (табл. 3)

Таблица 3

Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с pH 5,51-6,00 на элементы структуры урожая гороха (2007-2008 гг.)

Вариант	Высота растений			Количество семян						Масса семян, г/растение			Масса 1000 зерен		
				шт/растение			шт/боб								
	2007	2008	ср.	2007	2008	ср.	2007	2008	ср.	2007	2008	ср.	2007	2008	ср.
Контроль	67,2	98,6	82,9	24	29	27	5	4	5	6,3	8,4	7,3	220,8	246,0	233,4
$N_{16}P_{60}K_{90}$	74,0	101,0	87,5	24	30	27	5	5	5	7,9	7,9	7,9	244,7	251,0	247,9
$N_{16}P_{60}$ + д.м.	69,5	104,0	86,7	19	36	27	5	4	5	6,8	9,7	8,2	248,4	250,0	249,2
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + д.м.	72,8	111,0	91,9	25	31	28	5	4	5	7,0	8,2	7,6	254,6	260,0	257,3
$N_{16}P_{60}K_{120}$ + д.м.	76,8	118,4	97,6	20	29	25	6	4	5	7,2	8,6	7,9	235,3	253,0	244,2
$N_{16}P_{60}K_{150}$ + д.м.	77,4	120,7	99,1	27	39	33	6	4	5	9,9	9,7	9,8	244,9	254,0	249,5
$N_{36}P_{60}K_{150}$ + д.м.	75,1	121,8	98,5	25	47	36	5	5	5	8,2	12,0	10,1	250,0	250,0	250,0
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + мел	76,0	106,1	91,1	24	39	31	5	5	5	7,5	11,0	9,3	244,6	245,7	245,1
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + к.с.	76,0	116,0	96,0	26	39	33	5	5	5	7,1	11,1	9,1	246,9	257,0	251,9
HCP ₀₅	2,0	2,8	2,3	1,0	2,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	6,1	5,4	5,8

Было установлено, что рост урожайности гороха по годам исследований происходил за счет увеличения количества бобов на 1 растение, осемененности боба, возрастания веса семян с 1 растения. Известкование доломитовой мукой способствовало росту таких показателей, как высота растений и масса тысячи зерен гороха. В частности применение доломитовой муки способствовало формированию более крупных семян гороха (257,3 г.). Однако зависимости между урожайностью гороха и массой тысячи зерен не было установлено. В варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ + к.с. высота растений гороха увеличилась на 8,5 см, количество семян шт./растение – на 5 шт., масса семян г/растение – на 1,2 г.,

При внесение мела количество семян шт./растение возросло на 4 шт., масса семян г/растение – на 1,3 г по сравнению с вариантом $N_{16}P_{60}K_{90}$.

В варианте с наибольшей урожайностью семян гороха высота растений гороха увеличилась на 7,5 см, количество семян шт./растение – на 6 шт., шт./боб – на 1 шт., масса семян г/растение – на 1,5 г.

Таким образом, известкование доломитовой мукой и карбонатным сапропелем достоверно повышало урожайность гороха на 1,7 и 3,2 ц/га соответственно, однако наибольшее влияние оказывало внесение карбонатного сапропеля. Повышение уровня калийного питания на фоне известкования доломитовой мукой способствовал формированию максимальной урожайности семян гороха.

Как показали результаты наших исследований содержание сырого белка в семенах гороха в среднем за 2007-2008 гг. находилось в пределах от 18,7 до 20,1% и при применении на фоне доломитовой муки $N_{16}P_{60}K_{90}$ достоверно увеличивалось на 0,6% (табл.4).

В варианте с внесением карбонатного сапропеля и мела наблюдалась тенденция к увеличению содержания сырого белка в семенах гороха.

Сбор сырого белка в зависимости от урожайности гороха находился в интервале от 6,9 ц/га в контролльном варианте до 9,8 ц/га в варианте $N_{16}P_{60}K_{150}$ + д.м.

По отношению к контрольному варианту при внесении $N_{16}P_{60}K_{90}$ сбор белка увеличился на 1,8 ц/га. При применении $N_{16}P_{60}K_{90}$ на фоне доломитовой муки сбор белка увеличился на 0,6 ц/га, на фоне карбонатного сапропеля – на 0,5 ц/га.

По сравнению с вариантом $N_{16}P_{60}$ + д.м. внесение калия в дозе K_{150} в варианте $N_{16}P_{60}K_{150}$ + д.м. способствовало увеличению сбора сырого белка на 1,3 ц/га.

В варианте с наибольшей урожайностью семян гороха ($N_{16}P_{60}K_{150}$ + д.м.) сбор белка был максимальным (9,8 ц/га) и увеличился по сравнению с вариантом $N_{16}P_{60}$ +д.м. на 1,3 ц/га.

Таблица 4

Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с рН 5,51-6,00 и доз калийного удобрения на урожайность и качественный состав семян гороха (2007-2008 гг.)

Вариант	Урожайность семян , ц/га	Масса 1000 зерен, г	Сырой белок, %	Сбор сырого белка, ц/га	Содержание лизина в белке, мг в 1 г белка
Контроль (без удобрений)	43,2	233,4	18,7	6,9	18,5
$N_{16}P_{60}K_{90}$	51,9	247,9	19,5	8,7	17,2
$N_{16}P_{60}$ +д.м.	50,5	249,2	19,5	8,5	18,1
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + д.м.	53,6	257,3	20,1	9,2	19,5
$N_{16}P_{60}K_{120}$ + д.м.	55,6	244,2	19,0	9,1	20,7
$N_{16}P_{60}K_{150}$ + д.м.	58,7	249,5	19,4	9,8	18,5
$N_{36}P_{60}K_{150}$ + д.м.	56,6	250,0	19,3	9,4	21,0
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + мел	53,1	245,1	19,4	8,8	22,1
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + к.с.	55,1	251,9	19,3	9,2	19,9
HCP ₀₅	1,31	5,8	0,5	0,5	1,0

Влияние мела на сбор сырого белка семян гороха было недостоверным.

Полноценность белков определяется качеством белка, т.е. аминокислотным составом. В ходе исследований определяли влияние известкования и минерального питания на синтез таких незаменимых аминокислот как треонин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, из которых три являются критическими (лизин, треонин, метионин).

В проведенных нами исследованиях за 2007-2008 гг. на фоне внесения минеральных удобрений содержание незаменимых аминокислот в семенах гороха имело тенденцию к снижению, за исключением валина и метионина. Известкование доломитовой мукой не оказывало положительного действия на содержание аминокислот в семенах гороха, за исключением треонина и лизина (табл. 5). Содержание этих аминокислот в варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ +д.м. достоверно повышалось.

В большей степени содержание аминокислот в семенах гороха определял уровень калийного питания. Внесение калийных удобрений приводило к снижению содержания треонина, валина, метионина, фенилаланина, изолейцина и лейцина. Максимальное содержание этих аминокислот наблюдалось в фоновом варианте без внесения калия $N_{16}P_{60}$ + д.м.

Содержание треонина колебалось в пределах от 6,0 г/кг в варианте с применением мела до 6,6 г/кг в фоновом варианте без внесения калия $N_{16}P_{60}$ + д.м. Применение калийных удобрений в дозе 150 кг/га способствовало снижению содержания треонина на 0,5 г/кг. Влияние известкования доломитовой мукой и карбонатным сапропелем способствовало достоверному повышению содержания треонина в семенах гороха (на 0,3 г/кг семян).

Содержание валина также было минимальным в варианте с внесением мела (6,7 г/кг). В варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ + д.м. содержание валина было максимальным и составляло 7,8 г/кг. Внесение калийных удобрений в дозе 90 – 150 кг/га приводило к снижению содержания валина в семенах гороха на 0,5 – 0,9 г/кг по сравнению с вариантом $N_{16}P_{60}$ + д.м.

Из семи незаменимых аминокислот содержание метионина было минимальным и менее варьируемым показателем и находилось в пределах от 2,0 до 2,2 г/кг.

Применение азотных удобрений в дозе 20 кг/га привело к снижению содержания в семенах гороха фенилаланина (на 0,5 г/кг). В варианте $N_{36}P_{60}K_{150}$ + д.м. содержание фенилаланина было минимальным (7,4 г/кг), а в варианте без внесения калийных удобрений составляло – 9,0 г/кг. Повышение дозы калийных удобрений до 150 кг/га способствовало снижению содержания фенилаланина на 1,1 г/кг, а также лейцина и изолейцина – на 0,8, 1,2 г/кг семян соответственно.

Содержание лизина в семенах гороха было максимальным и составляло в варианте $N_{16}P_{60} +$ д.м. – 13,0 г/кг, а содержание изолизина в этом варианте – 7,4 г/кг.

Известкование доломитовой мукой достоверно повышало содержание лизина по двум годам исследований в среднем на 0,5 г/кг семян. Повышение доз калийных удобрений с 90 до 120 кг/га способствовало увеличению содержания лизина в семенах гороха на 0,4 г/кг семян. Увеличение содержание лизина наблюдалось и при внесении азотных удобрений (на 0,4 г/кг семян).

Применение мела и карбонатного сапропеля в качестве известкового материала на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ способствовало увеличению содержания лизина в семенах гороха на 0,5 – 0,9 г/кг семян соответственно.

Таблица 5

Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с рН 5,51-6,00 и доз калийного удобрения на аминокислотный состав семян гороха (2007-2008 гг.)

Вариант	Аминокислоты, г/кг						
	Thr	Val	Met	Phe	Ile	Leu	Lys
Контроль	6,5	7,1	2,1	8,5	7,0	12,6	3,2
$N_{16}P_{60}K_{90}$	6,2	7,1	2,1	8,2	6,8	12,2	3,0
$N_{16}P_{60} +$ д.м.	6,6	7,8	2,2	9,0	7,4	13,0	3,2
$N_{16}P_{60}K_{90} +$ д.м.	6,5	7,3	2,1	8,2	7,0	12,5	3,5
$N_{16}P_{60}K_{120} +$ д.м.	6,3	7,1	2,1	8,1	6,9	12,1	3,6
$N_{16}P_{60}K_{150} +$ д.м.	6,1	6,9	2,1	7,9	6,6	11,8	3,3
$N_{36}P_{60}K_{150} +$ д.м.	6,1	7,1	2,0	7,4	6,6	11,9	3,7
$N_{16}P_{60}K_{90} +$ мел	6,0	6,7	2,0	8,1	6,6	12,0	3,9
$N_{16}P_{60}K_{90} +$ к.с.	6,5	7,2	2,1	8,3	6,8	12,3	3,5
HCP ₀₅	0,3	0,4	0,1	0,4	0,3	0,6	0,2

Известкование доломитовой мукой способствовало увеличению содержания лизина в белке семян гороха на 1,9 мг/г белка (табл. 4). При внесении азотного удобрения и повышении доз калийного удобрения до 120 кг/га на фоне известкования доломитовой мукой наблюдался рост этого показателя. Вариант $N_{16}P_{60}K_{150} +$ д.м. в отношении содержания лизина как в семенах, так и в белке семян гороха оказался неэффективным. Наибольшее влияние на содержание лизина в белке семян гороха оказалось внесение в почву мела. В этом варианте содержание показателя возросло на 4,9 мг/г белка по сравнению с непроизвесткованным вариантом $N_{16}P_{60}K_{90}$. Внесение карбонатного сапропеля также способствовало росту содержания лизина в белке гороха (на 2,70 мг/г белка).

Таким образом, в среднем за 2 года исследований, известкование доломитовой мукой, мелом и карбонатным сапропелем не способствовало повышению содержания суммы незаменимых аминокислот в семенах гороха (табл. 6).

Применение калийных удобрений на этом показателе сказалось отрицательно. Внесение калийных удобрений в дозе 90-150 кг/га на фоне известкования доломитовой мукой привело к снижению содержания незаменимых аминокислот в семенах гороха на 2,1-4,6 г/кг семян соответственно.

Сумма критических аминокислот под влиянием известкования доломитовой мукой за счет лизина повышалась на 0,7 г/кг, мелом – на 0,6 г/кг, карбонатным сапропелем – на 0,8 г/кг семян.

Таблица 6

Влияние известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с рН 5,51-6,00 на сумму незаменимых и критических аминокислот, аминокислотный скор, химическое число семян гороха (2007-2008 гг.)

Вариант	Сумма аминокислот		Аминокислотный скор	Химическое число
	незаменимых	критических		
Контроль	47,0	11,8	86,2	66,7
$N_{16}P_{60}K_{90}$	45,6	11,3	82,8	64,1
$N_{16}P_{60} +$ д.м.	49,2	12,0	88,2	68,2
$N_{16}P_{60}K_{90} +$ д.м.	47,1	12,0	82,0	63,5
$N_{16}P_{60}K_{120} +$ д.м.	46,1	12,0	84,5	65,5

$N_{16}P_{60}K_{150}$ +д.м.	44,6	11,5	80,4	62,3
$N_{36}P_{60}K_{150}$ + д.м.	44,8	11,8	80,4	62,4
$N_{16}P_{60}K_{90}$ + мел	45,3	11,9	81,3	62,9
$N_{16}P_{60}K_{90}$ +к.с.	46,7	12,1	84,7	65,6

Максимальное содержание незаменимых аминокислот за исключением лизина, было наибольшим по двум годам исследований в фоновом варианте без внесения калийных удобрений $N_{16}P_{60}$ +д.м. В этом варианте семена гороха характеризовалось и лучшей биологической ценностью. Биологическая ценность семян гороха по аминокислотному скому в этом варианте составила 88,2 % от рекомендованных норм ФАО/ВОЗ, и 68,2% в сравнении с белком цельного куриного яйца (табл. 6). Худшим вариантам по этим показателям оказались варианты $N_{16}P_{60}K_{150}$ +д.м. и $N_{36}P_{60}K_{150}$ + д.м.

ВЫВОДЫ

1. Известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы оказывало положительное влияние на показатели фотосинтетической деятельности посевов гороха. Внесение доломитовой муки способствовало увеличению листовой поверхности посевов гороха в фазу конец цветения на 1,6 тыс. м²/га.

Применение мела в варианте $N_{16}P_{60}K_{90}$ + мел в фазу конец цветения способствовало возрастанию площади листьев на 3,7 тыс. м²/га и увеличению накопления сухой биомассы растений на 2,2 ц/га, карбонатного сапропеля – на 4,6 тыс. м²/га и 2,9 ц/га соответственно.

Оптимальная площадь листовой поверхности по критерию полученной к урожайности семян гороха (36,8 тыс. м²/га – в фазу конец цветения) формируется на фоне известкования доломитовой мукой при внесении минерального удобрения в дозе $N_{16}P_{60}K_{150}$.

2. Известкование доломитовой мукой при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$ способствовало формированию более крупного семян гороха (257,3 г) и росту урожайности гороха на 1,7 ц/га.

Применение карбонатного сапропеля на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ способствовало увеличению количества зерен гороха на растении и урожайности семян гороха на 3,2 ц/га. Влияние мела на урожайность семян гороха было недостоверным. Наибольшая урожайность семян гороха была получена на фоне известкования доломитовой мукой при применении $N_{16}P_{60}K_{150}$ (58,7 ц/га).

3. В семенах гороха при внесении доломитовой муки и карбонатного сапропеля на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ содержание треонина увеличивалось на 0,3 г/кг, лизина – на 0,5 г/кг, сбор белка на 0,6 и 0,5 ц/га соответственно. Применение мела способствовало увеличению синтеза лизина в семенах гороха на 0,9 г/кг зерна.

В целом известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с pH 5,51-6,00 не способствовало повышению содержания незаменимых аминокислот в семенах гороха. Сумма критических аминокислот под влиянием известкования доломитовой мукой за счет лизина и треонина достоверно повышалась на 0,7 г/кг, мелом – на 0,6 г/кг, карбонатным сапропелем – на 0,8 г/кг семян.

ЛИТЕРАТУРА

- Шор, В.Ч. Возделывание гороха и яровой вики в чистых и смешанных посевах / В.Ч. Шор, Л.И. Белявская // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. тр. 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 179-190.
- Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности производственных процессов: рекомендации / В.В.Лапа и [др.]; Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 12 с.
- Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2005. – 140 с.
- Задорин, А.Д. Биохимическаяоценка сортов зернобобовых и крупяных культур нового поколения / А.Д Задорин, Н.В. Шелепина, П.И. Шумилин // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов: материалы докладов 1-ой Российской науч.-практ. конф. – Всероссийский НИИ зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2001. – Том 2. – №5. – С. 25.
- Кукреш, Л.В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу / Л.В. Кукреш, И.В. Рышкель // Земляробства і ахова раслін. – Минск, 2008. – № 1.– С. 21-24.
- Босак, В.Н. Система сбалансированного применения удобрений на хорошо окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В.Н. Босак. – Минск, 2004. – 295 с.

7. Шпаков, А.П. Кормовые культуры и состав кормов: справ. пособие / А.П. Шпаков, В.К. Назаров, И.Л. Певднер. – Минск: Ураджай, 1991. – 384 с.
8. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск.: Изд-во БГУ, 2003. – 321 с.
9. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан [и др.]. – Минск, 1996. – 101 с.
10. Практикум по физиологии растений: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Третьяков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

YIELD AND QUALITY OF PEAS DEPENDING ON THE LIMING AND POTASSIUM FERTILIZERS AT CULTIVATION ON WEAK SOUR SOD-PODSOLIC LIGHT LOAMY SOIL

T.M. Germanovich, I.A. Tsaruk

Summary

In field experiences conducted on sod-podzolic light loamy soil with pH 5,51-6,00 liming by dolomite meal, chalk and carbonate sapropel has shown positive effect on photosynthetic action for process production of peas.

Using dolomite meal and carbonate sapropel on the background of N₁₆P₆₀K₉₀ increase quantity of protein in the peas grain and irreplaceable amino acids, influence of the chalk on the quality of peas was poor.

Liming by various forms of calcareous means, potassium fertilizer application had positive influence on lisin considerably increasing this index, in which connection the most impact had chalk application in a soil.

Поступила 1 апреля 2009 г.

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЖЕЛТОГО И УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

А.С. Шик, А.С. Антонюк

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Одной из причин снижения продуктивности однолетних бобовых культур, особенно в южной зоне Беларуси, является острый дефицит влаги в период вегетации [1]. Поэтому актуальным направлением адаптивного земледелия является выявление засухоустойчивых сортов и видов растений с последующей разработкой элементов технологии их выращивания. Масштабы распространения районов, страдающих от дефицита влаги на обрабатываемых землях Белорусского Полесья, а отсюда и размеры экологического и экономического ущерба, причиняемого им сельскому хозяйству и окружающей среде свидетельствуют о том, что эта проблема требует первоочередного решения и новых подходов к ее разработке с целью предотвращения иссушения почв и улучшения экологической обстановки в агроландшафтах [2].

Сельское хозяйство является наиболее погодозависимой отраслью. Данные наблюдений гидрометеорологических станций показывают, что в Беларуси на конец XX и начало XXI века пришелся самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних 130 лет [3]. Особенность нынешнего потепления не только в небывалой продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 20 лет (1989-2008 г.г.) превысила климатическую норму на 1,1°C.

Анализ выпадения осадков по отдельным годам выявил существенную их экстремальность: частые засушливые периоды чередуются с избыточно влажными. При этом повторяемость засушливых явлений значительно больше. В среднем за последние 20 лет в теплое время недобор осадков отмечен в апреле, июне, и особенно в августе. В западной части Белорусского Полесья их выпало соответственно 91%, 93% и 88% от средне республиканских значений. В течение вегетационного периода засушливые условия возникали в большинстве лет и продолжались обычно несколько месяцев. За последнее десятилетие увеличилось число сухих дней в сочетании с максимальной температурой воздуха 25 °C и выше.

Согласно модельным оценкам до 2010-2015 г.г. изменения климатических и агроклиматических показателей будут продолжаться [4]. Поэтому одной из важнейших задач аграрного производства является совершенствование технологии возделывания засухоустойчивых сельскохозяйственных культур, в том числе разработка оптимальных систем удобрения в условиях дефицита влаги.

В связи с улучшением теплообеспеченности и с целью уменьшения негативного влияния засухоустойчивых явлений целесообразно в структуре посевных площадей увеличение удельного веса более теплолюбивых и засухоустойчивых культур (просо, сорго, пайза, сорго-суданковый гибрид и др.) [5].

Проведенные в течение 2005-2008 г.г. исследования в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси показали [6], что в группе однолетних зернобобовых культур предпочтение в условиях дефицита влаги на низкобонитетных почвах следует отдавать желтому и узколистному люпину, гороху полевому, способным в максимальной степени использовать весенние запасы влаги и меньше страдающих от летней засухи, чем другие зернобобовые.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению влияния систем удобрения на продуктивность и качество зерна и зеленой массы люпина желтого и узколистного, возделываемых в условиях дефицита влаги проводились на: 1 – дерново-подзолистой песчаной, развивающейся на рыхлом песке; 2 – дерново-глееватой песчаной; 3 – торфяно-глеевой, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, почвах (2005-2008 г.г.) в ЧУАП «Озяты» Жабинковского района Брестской области.

В качестве объектов исследования использовались узколистный люпин (*Lupinus angustifolius* L.) сорта Эдельвейс и желтый люпин (*Lupinus luteus* L.) сорта Мотив 369. Предшественник – ячмень яровой. Повторность вариантов в опытах 3–4-кратная, площадь делянок – 20-25м². Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян. Посев производился во второй декаде апреля. Уборка на зеленую массу осуществлялась во второй декаде июня в фазу плodoобразования.

В опытах применяли: аммиачную селитру, суперфосфат простой, хлористый калий, сульфат меди, молибденовокислый аммоний и борную кислоту. В фазу бутонизации люпина применяли

некорневую подкормку сульфатом меди (0,025 кг/га д.в.), молибденовокислым аммонием (0,05 кг/га д.в.) и борной кислотой (0,05 кг/га д.в.).

В почвенных образцах определяли: pH в KCl суспензии – потенциалометрически на pH-метре ЛП4-01; подвижные соединения фосфора и калия – по Кирсанову, общий гумус – по И.В. Тюрину с отбором корешков. Содержание сырого белка определяли умножением общего азота на 6,25. Оценку качества кормов проводили согласно действующих ГОСТов [7].

Агрохимические показатели пахотных горизонтов изучаемых почв перед закладкой опытов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Агрохимические свойства пахотных горизонтов исследованных почв опытного стационара

Почвы	Содержание веществ, мг/кг почвы								
	pH _{KCl}	содержание гумуса, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	B	Cu	Zn
1	5,65	1,62	116,8	38,4	696,0	119,5	0,3	1,9	3,9
2	6,13	1,71	83,3	50,6	563,2	137,7	0,4	2,2	4,8
3	5,40	> 20,0	264,0	302,6	2225,1	395,2	0,7	9,0	12,2

Вегетационный период 2006 г. был в целом засушливым: в июне – июле выпало осадков в 2,5 раза меньше нормы при температуре на 0,9-2,2 °C выше среднемноголетней.

2007 г. отличался ранним наступлением посевной кампании: в юго-западных районах Брестской области посев начался во второй декаде марта. В апреле ощущался острый дефицит влаги (в 2,2 раза меньше нормы) при повышенных температурах (на 0,3-3,7 °C выше среднемноголетних). В период цветения – плodoобразования – налива зерна (2-ая декада мая – середина июня) наблюдался также недостаток влаги при среднесуточных температурах на 4,4-6,3 °C выше нормы.

2008 г. оказался в целом благоприятным для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур. Однако дефицит влаги в июне (в 2,0 раза меньше нормы) при температуре на 1,5 °C выше среднемноголетней оказал большое влияние на ускоренное дозревание семян и недобор зеленой массы люпина.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возделывание люпина желтого и узколистного показало, что система применения различных доз минеральных микро- и макроудобрений в условиях дефицита влаги и повышенных температур оказывала существенное влияние на продуктивность и качество зерна и зеленой массы.

Учитывая, что в литературе неоднозначно освещается проблема применения азотных удобрений под люпин, нами было изучено влияние их на продуктивность. Ранее проведенные исследования [8] и результаты последних трех лет (табл. 2) показали, что внесение так называемой «стартовой» дозы азота (N₁₅) не оказалось существенного влияния на урожайность зерна узколистного люпина на всех типах почв.

Однако, что весьма важно, азотные удобрения достоверно увеличили урожайность желтого люпина на 2,8-3,5 ц/га. Это объясняется высокой засухоустойчивостью этого вида за счет хорошо развитой корневой системы и надземной массы и более длительным периодом вегетации (на 8-15 дней больше узколистного) на дерново-подзолистых и дерново-глеевых почвах.

Таблица 2

Влияние системы удобрений на продуктивность люпина на разных типах почв, 2005–2008 гг.

Почва	Культура	Вариант, кг/га д.в.	Урожайность, ц/га							
			зеленой массы	зерна	прибавка зерна, ц/га					
					от РК	от NPK	от N	от B	от Cu	от Mo
1	люпин узколистный	Контроль (без удобрений)	206	17,8	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	289	20,8	3,0	—	—	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	301	21,7	—	3,9	0,9	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	312	24,3	—	—	—	2,6	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	315	23,8	—	—	—	—	2,1	—
	люпин желтый	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	321	23,5	—	—	—	—	—	1,8
		Контроль (без удобрений)	268	13,5	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	311	17,3	3,8	—	—	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	358	20,1	—	6,6	2,8	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	384	22,1	—	—	—	2,0	—	—
2	люпин узколистный	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	379	23,6	—	—	—	—	3,5	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	381	23,5	—	—	—	—	—	3,4
	люпин желтый	Контроль (без удобрений)	214	19,9	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	308	22,7	2,8	—	—	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	322	23,9	—	4,0	1,2	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	344	25,6	—	—	—	1,7	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	341	24,2	—	—	—	—	0,3	—
3	люпин узколистный	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	343	25,0	—	—	—	—	—	1,1
		Контроль (без удобрений)	284	15,6	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	358	18,8	3,2	—	—	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	417	22,3	—	6,7	3,5	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	451	24,6	—	—	—	2,3	—	—
	люпин желтый	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	448	23,2	—	—	—	—	0,9	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	456	24,5	—	—	—	—	—	2,2
		Контроль (без удобрений)	256	20,2	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	324	24,3	4,1	—	—	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	335	25,5	—	5,3	1,2	—	—	—
	люпин желтый	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	344	26,7	—	—	—	1,2	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	347	27,6	—	—	—	—	2,1	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	348	27,7	—	—	—	—	—	2,2
		Контроль (без удобрений)	330	17,2	—	—	—	—	—	—
		P ₆₀ K ₁₀₀	409	20,3	3,1	—	—	—	—	—
	люпин желтый	N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	488	23,1	—	5,9	2,8	—	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	493	25,0	—	—	—	1,9	—	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	501	25,2	—	—	—	—	2,1	—
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	513	25,5	—	—	—	—	—	2,4
		HCP ₀₅	46	2,6						

Содержание микроэлементов в почве также имеет немаловажное значение [9]. Исследования показали, что оба вида люпина хорошо отзывались на внесение бора, меди и молибдена. При дефиците в почве азота увеличивалась доступность растениям молибдена, который положительно влиял на азотфикссирующую деятельность клубеньковых бактерий, развитие надземной массы и содержание в ней белка.

Сведений о влиянии медных удобрений на продуктивность люпина недостаточно. Известно [10], что медь входит в состав окислительных ферментов и участвует в водном балансе растений. Содержание меди во всех почвах Беларуси ниже среднего (2,22 мг/кг почвы) и за последние 15 лет этот элемент на поля не вносится. Прибавка в посевах люпина за счет внесения меди в наших исследованиях оказалась существенной, особенно на торфяно-глеевых и низкобонитетных песчаных почвах.

При недостатке бора молодые листья верхушечной почки люпина светлеют, верхняя часть стебля отмирает или искривляется [11]. Бор является антагонистом калия, поэтому, если в почве наблюдается недостаточное количество последнего, то прибавки за счет внесения в подкормки борных удобрений существенны. Это и было подтверждено в условиях дефицита влаги в наших опытах.

Установлено[12], что при содержании в пахотном горизонте фосфора и калия менее 80-100 мг на 1 кг почвы (таких почв в Брестской области, соответственно, 34 и 20%). Эти элементы необходимо вносить на семенных посевах люпина в соотношении близком 1:2.

Весьма важными являются сроки и способы внесения микроудобрений. Согласно исследований ученых Института почвоведения и агрохимии, с экономической и экологической точек зрения внесение микроэлементов непосредственно в почву является затратным.

Люпин – высокобелковая культура. Следует отметить, что содержание белка, жира, углеводов, а в конечном итоге и продуктивность, в определенной степени были связаны с возрастающими дозами минеральных удобрений. Например (табл. 3), калийные удобрения повысили содержание сырого протеина в зеленой массе (21,40-20,13%), содержание алкалоидов (0,03-0,04%). Минимальное содержание азота в зеленой массе люпина наблюдалось на контроле без удобрений, в вариантах с полной заправкой макроудобрений и использованием микроэлементов его содержание повышалось до 2,90-3,42%. Содержание сырого протеина, углеводов и сырого жира изменялось не только от количества вносимых элементов, но и от вида культуры (у желтого люпина было несколько выше).

Одним из основных показателей пригодности зерна и зеленой массы люпина на кормовые цели является уровень их алкалоидности, который не должен превышать 0,04%. Сравнительное изучение содержания алкалоидов (по Терехову) показало, что в сильно засушливые годы (особенно в 2006 г.) все сладкие сорта существенно (в 1,2-1,8 раза) повысили свою алкалоидность, однако не вышли за пределы допустимого кормового уровня. Необходимо отметить, что повышение содержания алкалоидов в семенах и зеленой массе желтого и узколистного люпина произошло при дефиците в почве калия, бора, молибдена и при одностороннем внесении под люпин значительных доз азота и фосфора.

Таким образом, современные сорта сладкого люпина способны существенно изменять свой уровень алкалоидности под влиянием засухи, дефицита в почве калия, бора, молибдена и избытка азота, фосфора.

Таблица 3
Влияние систем удобрения на содержание элементов питания и качество зеленой массы люпина на разных типах почв, %

Почва	Культура	Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Йод	Сырой протеин	Алкалоиды	Сырой жир
1	люпин узколистный	Контроль (без удобрений)	2,61	0,75	2,04	0,08	18,12	0,025	2,77
		P ₆₀ K ₁₀₀	2,77	0,88	2,97	0,09	18,60	0,030	2,76
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	2,96	0,97	2,34	0,12	18,47	0,032	2,73
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	3,11	1,04	3,09	0,11	18,34	0,031	2,75
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	3,34	1,07	3,01	0,08	18,38	0,029	2,69
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	3,37	1,11	3,04	0,10	18,24	0,032	2,72
	люпин желтый	Контроль (без удобрений)	3,05	0,85	2,22	0,11	21,40	0,018	2,83
		P ₆₀ K ₁₀₀	3,20	0,97	2,84	0,10	21,56	0,016	2,82
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	3,38	1,12	2,86	0,10	21,80	0,020	2,85
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	3,40	1,07	3,12	0,12	21,76	0,019	2,90
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	3,44	1,24	2,92	0,11	21,79	0,021	2,86
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	3,42	1,22	2,94	0,10	21,66	0,017	2,84
2	люпин узколистный	Контроль (без удобрений)	2,74	0,56	2,18	0,08	1902	0,022	2,79
		P ₆₀ K ₁₀₀	2,87	0,84	2,32	0,09	19,32	0,020	2,77
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	3,01	0,92	2,46	0,09	19,56	0,025	2,69
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	3,14	0,96	3,15	0,07	19,47	0,026	2,73
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Cu _{0,025}	3,28	0,99	3,04	0,08	19,64	0,024	2,74
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +Mo _{0,05}	3,27	0,94	2,96	0,11	19,55	0,025	2,75
	люпин желтый	Контроль (без удобрений)	3,12	0,67	2,41	0,10	22,11	0,015	2,81
		P ₆₀ K ₁₀₀	3,28	0,97	2,74	0,08	21,96	0,017	2,86
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	3,33	1,11	2,91	0,07	22,13	0,020	2,87
		N ₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ +B _{0,05}	3,35	1,06	3,17	0,09	22,01	0,022	2,82

		$N_{15}P_{60}K_{100}+Cu_{0,025}$	3,46	1,10	2,94	0,10	22,41	0,023	2,91
		$N_{15}P_{60}K_{100}+Mo_{0,05}$	3,44	1,12	2,90	0,12	22,39	0,024	2,90
3	люпин узколистный	Контроль (без удобрений)	2,88	0,82	2,56	0,09	17,17	0,021	2,65
		$P_{60}K_{100}$	2,94	0,96	2,87	0,08	17,21	0,020	2,64
		$N_{15}P_{60}K_{100}$	3,08	1,03	2,91	0,09	17,30	0,026	2,63
		$N_{15}P_{60}K_{100}+B_{0,05}$	3,22	1,10	3,26	0,07	17,46	0,027	2,65
		$N_{15}P_{60}K_{100}+Cu_{0,025}$	3,36	1,11	3,11	0,08	17,54	0,028	2,68
		$N_{15}P_{60}K_{100}+Mo_{0,05}$	3,38	1,12	3,16	0,09	17,44	0,026	2,70
	люпин желтый	Контроль (без удобрений)	3,32	0,91	2,61	0,11	20,47	0,019	2,71
		$P_{60}K_{100}$	3,37	1,22	2,94	0,12	19,96	0,018	2,79
		$N_{15}P_{60}K_{100}$	3,41	1,33	3,14	0,11	20,32	0,022	2,80
		$N_{15}P_{60}K_{100}+B_{0,05}$	3,46	1,25	3,28	0,12	20,46	0,024	2,69
		$N_{15}P_{60}K_{100}+Cu_{0,025}$	3,51	1,30	3,22	0,08	20,58	0,023	2,65
		$N_{15}P_{60}K_{100}+Mo_{0,05}$	3,55	1,31	3,18	0,09	20,33	0,025	2,68

Одной из важнейших проблем при выращивании сельскохозяйственных культур является снижение затрат на единицу производимой продукции за счет увеличения продуктивности и уменьшения себестоимости [13]. Проведенные расчеты показали, что производство желтого и узколистного люпина как на зерно, так и на зеленую массу даже в условиях дефицита влаги является весьма рентабельным (83,6-93,6%). Чистый доход в вариантах опытов с применением удобрений на изученных типах почв составил 342,6-937,7 тыс. руб. с 1 га.

ВЫВОДЫ

- При возделывании узколистного и желтого люпина на окультуренных дерново-подзолистых песчаных, дерново-глееватых песчаных и торфяно-глеевых почвах в условиях дефицита влаги в весенне-летний период оптимальной системой удобрений является внесение весной в основную заправку туков из расчета $N_{15}P_{60}K_{100}$, что обеспечило прибавку урожая на 3,9-6,7 ц/га.
- Проведение в период стеблевания-бутонизации люпина некорневых подкормок микроэлементами: бором, или медью, или молибденом из расчета, соответственно 0,05; 0,025 и 0,05 кг/га д.в., является обязательным приемом для повышения качества продукции на изученных типах почв.
- Повышение качества зеленой массы люпина (содержание сырого протеина, жира, фосфора, калия, йода) в определенной степени было обусловлено минеральными удобрениями. В период дефицита влаги сладкие сорта люпина повысили алкалоидность продукции (в 1,2-1,8 раза), однако не вышли за пределы допустимого кормового уровня.
- В условиях дефицита влаги производство зерна желтого и узколистного люпина сортов Мотив 369 и Эдельвейс является весьма эффективным. При этом чистый доход на изученных типах почв составил 342,6-937,7 тыс./га при уровне рентабельности – 39,5-93,6%.

ЛИТЕРАТУРА

- Коляда, В.В. Современные изменения агроклиматических ресурсов Беларуси / В.В. Коляда, И.В. Максимович // География в XXI веке: проблемы и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 17-18 апр. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; [редкол.: К.К. Красовский (гл. ред.), Е.П. Климец, Ю.Ф. Рой, О.И. Грядунова]. – Брест: Изд-во БрГУ, 2008. – 249 с.
- Черныш, А.Ф. Закономерности изменения компонентного состава почвенного покрова дефляционноопасных мелиорированных земель Полесья по данным мониторинговых наблюдений / А.Ф. Черныш, А.Э. Радюк, Н.А. Лихачевич // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2(41). – С. 25-34.
- Мельник, В.И. Влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. наўук. прац.: у 2 т. / НАН Беларусі, Палес. аграр.-экагал. ін-т ; рэдкал.: М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брест: Альтэрнатива, 2008. – Вып. 1. – Т. 1. – С. 51–53.
- Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: материалы Междунар. семинара, Минск, 19-21 июня 2008 г. / редкол.: И.И. Лиштван [и др.]. – Минск: Минстиппроект, 2007. – 368 с.
- Нетрадиционные засухоустойчивые кормовые культуры на Белорусском Полесье / В.А. Бачило [и др.]. // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: тезисы докладов IV

Междунар. науч. конф., Брест, 10-12 сент. 2008 г. / [редкол.: Н.В. Михальчук (отв. ред.), А.А. Волчек, Н.Н. Шпендиц]. – Брест, 2008. – С. 10.

6. Шик, А.С. Сравнительная оценка бобовых культур на устойчивость к засухе / А.С. Шик, А.С. Антонюк // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: тезисы докладов IV Междунар. науч. конф., Брест, 10-12 сент. 2008 г. / [редкол.: Н.В. Михальчук (отв. ред.), А.А. Волчек, Н.Н. Шпендиц]. – Брест, 2008. – С. 82.

7. Мальчевская, Е.Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е.Н. Мальчевская, Г.С. Миленькая. – Минск: Ураджай, 1981. – 143 с.

8. Шик, А.С. Эффективность применения минеральных удобрений под узколистный люпин на мелиорированных почвах Белорусского Полесья / А.С. Шик, А.Н. Ломаков, А.С. Антонюк // Почловедение и агрохимия. – 2007. – №1(38). – С. 202-208.

9. Босак, В.Н. Система удобрений в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В.Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.

10. Лапа, В.В. Удобрения как фактор повышения продуктивности земледелия и воспроизводства плодородия почв – состояние и перспективы / В.В. Лапа // Почловедение и агрохимия. – 2005. – № 1(34). – С. 38-43.

11. Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – М.: Колос, 1981. – 319 с.

12. Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы люпина узколистного на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и песчаных почвах / В.И. Сороко [и др.] // Почловедение и агрохимия. – 2008. – № 2(41). – С. 149-163.

13. Гусаков, В.Г. Научное обеспечение развития АПК / В.Г. Гусаков // Наука – инновационному развитию общества: междунар. научно-практ. конф, г. Минск, 22-23 янв. 2009 г. – Минск, 2009. – С. 106.

14. <http://mshp.minsk.by/documents/prices>

COMPLEX APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AT CULTIVATION YELLOW AND BLUE LUPINE ON RECLAIMED SOILS OF BYELORUSSIAN POLESIE

A.S. Shik, A.S. Antoniuk

Summary

The results of researches received in conditions of deficiency of a moisture in stationary experience (2006-2008) on various by origin mineral soils the western part of the Byelorussian Polesie, in crops yellow and blue lupine. Positive influence of entering of various dozes micromacrfertilizers on efficiency and quality of grain and green weight is established.

Поступила 1 апреля 2009 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ АЗОТНО-ФОСФОРНО-КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СПАРЖЕВОЙ ФАСОЛИ

Г.В. Пироговская¹, А.М. Русалович¹, В.И. Сороко¹, О.П. Сазоненко¹, О.И. Исаева¹, А.А. Аутко²

¹*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

²*Институт овощеводства, п. Самохваловичи, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Фасоль спаржевая – ценная пищевая культура. Фасоль богата белком (17-30%), по аминокислотному составу близкому к животным белкам. Она содержит также крахмал, клетчатку, сахара, витамины (C, группы B, каротин, PP), микроэлементы (медь, цинк и др.). Сахарные сорта фасоли не имеют пергаментного слоя и грубых волокон в зеленых бобах (лопатках), поэтому они пригодны для продовольственных целей [1].

В пищу у сахарных сортов используются зеленые бобы (лопатки) или недозревшие семена. Сочные незрелые бобы используются в отварном, тушеном, запеченном, консервированном виде, их можно также засаливать и сушить. В зеленых бобах, по сравнению со зрелыми, меньше белков (почти в два раза), но больше сахаров и витамина C, благоприятное соотношение калия и натрия, что способствует работе сердечно-сосудистой системы человека.

Основными производителями спаржевой фасоли в мире являются Китай, Франция, Польша, США и Аргентина. Данные FAO по урожайности спаржевой фасоли в странах мира приведены в табл. 1.

Таблица 1
Динамика урожайности фасоли спаржевой в странах мира (2000-2007 гг.)

Страна	Урожайность, ц/га								среднее
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	
Китай	129,5	129,0	131,5	126,0	129,0	109,7	125,0	133,3	126,6
Франция	105,5	110,0	112,8	105,3	115,2	117,4	117,8	116,4	112,6
Польша	88,6	85,3	98,0	87,9	86,3	89,2	71,5	88,6	86,9
Аргентина	88,0	88,0	80,9	80,4	83,8	83,8	82,7	-	83,9
США	81,2	77,2	81,5	80,3	85,8	81,2	82,5	84,0	81,7
Европа	102,5	105,7	110,9	102,6	110,6	112,0	108,8	111,1	108,0
В мире	81,3	80,5	84,3	83,6	88,4	86,2	87,4	87,4	84,9

По урожайности фасоли овощной в мире (2000-2007 гг.) на первом месте находится Китай – 126,6 ц/га, на втором – Франция (112,6 ц/га), третьем – Польша (86,9 ц/га), затем Аргентина – 83,9 и США – 81,7 ц/га. Средняя урожайность фасоли спаржевой за эти годы в Европе составила 108,0 ц/га, в мире – 84,9 ц/га.

Посевные площади спаржевой фасоли (по данным FAO) за последние 8 лет (с 2000 по 2007 гг.) находились в пределах от 221,5 тыс. га до 306,8 тыс. га. Ведущие производители спаржевой фасоли (2007 г.): США – 125,0 тыс. га (41,1%); Франция – 30,5 (10%); Польша – 7,2; Аргентина – 5,5 тыс. га; Китай – 1,7 тыс. га.

В 2000 г. валовой сбор фасоли спаржевой в США составил 1023,5 тыс. т, или 56,9% от мирового производства (1800,0 тыс. т), в Европе – 398,9 тыс. т (22,2%), в том числе во Франции – 336,9 тыс. т, или 84,5% от всей Европы. В 2007 г. валовой сбор фасоли в мире несколько увеличился (2666,1 тыс. т), в т. ч. в США – 1050,0 тыс. т (58,3%), в Европе – 418,8 (23,3%), во Франции – 355,0 тыс. т.

Спаржевая фасоль в Республике Беларусь возделывается, в основном, в частном секторе и в год на одного жителя республики ее производится только около 2 кг, что крайне недостаточно.

Фасоль (*Phaseolus vulgaris* L.) – однолетнее травянистое растение семейства бобовых. Высота куста от 25 до 40 см, плод – боб, прямой или изогнутой формы, плоский или цилиндрический. Фасоль формирует стержневой корень, он может проникать в почву на глубину до 1,0 метра и более. Образующиеся боковые корни разного порядка сосредоточены преимущественно в пахотном слое почвы.

Фасоль спаржевая – культура теплолюбивая, семена прорастают при температуре почвы 8-12 °C, однако, начало энергичного прорастания семян фасоли возможно при температуре почвы на глубине заделки семян от 16 до 18 °C, семена всходят через 7-10 дней. Для роста и развития растений фасоли температура должна быть не ниже 15 °C, оптимальной считается температура 20-25 °C.

Растения сильно страдают от заморозков, однако пострадавшие растения могут восстанавливаться. Норма высева фасоли от 0,3 до 0,5 млн. всхожих семян на один гектар. Глубина заделки семян 3-5 см. Сеять фасоль спаржевую необходимо только районированными сортами, включенными в государственный реестр сортов.

По отношению к влаге фасоль относится к среднетребовательным культурам. Оптимальная влажность почвы для нормального роста и развития фасоли лежит в диапазоне 70-75% наименьшей полевой влагоемкости. В засушливые годы урожайность ее резко снижается [2, 3, 4].

Спаржевая фасоль более требовательна к почвам и их плодородию, чем другие бобовые культуры. Для возделывания фасоли наиболее пригодными являются дерново-подзолистые легкосуглинистые, связно- и рыхлосупесчаные почвы, богатые гумусом, с близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора. Высокие урожаи фасоль даёт лишь в том случае, если предшественники оставляют поля чистыми от сорняков. Лучшими предшественниками для фасоли в севооборотах являются пропашные, затем озимые и яровые зерновые культуры, многолетние травы, лен, рапс. Нельзя ее размещать после других бобовых культур, так как увеличивается вероятность поражения вирусными и грибковыми заболеваниями. Возврат фасоли на прежнее поле может быть через 4-5 лет, а на полях с высоким инфекционным фоном – через 6-7 лет [5, 6].

Спаржевая фасоль достаточно требовательна к условиям минерального питания. Она отзывчива на внесение минеральных и последействие органических удобрений.

Органические удобрения (навоз, компосты), как правило, применяются под предшествующие культуры в севооборотах. Однако, зеленое удобрение (промежуточные, пожнивные и поукосные культуры, измельченную солому) вносить под фасоль целесообразно и эффективно, особенно при размещении по зерновым предшественникам.

Фасоль не нуждается в больших дозах азота. Обычно эти дозы невысокие (N_{15-45}) и называются «стартовыми», так как применяются для обеспечения растений азотом на начальном этапе роста, когда складываются экстремальные погодные условия (процессы образования нитратного азота в холодной почве идут крайне медленно). Доля фиксированного фасолью азота из воздуха, в общем количестве поглощения этого элемента, составляет около 40%. В минеральном питании исключительно велика роль фосфора, калия, кальция, серы, магния, железа, а из микроэлементов – молибдена, бора, марганца и кобальта, от которых зависит нормальное течение процессов фотосинтеза и азотофиксации. Максимальное потребление элементов питания приходится на период полного налива семян, т.е. интенсивного накопления сухого вещества (бутонизация – созревание). Потребность в фосфоре и калии в 1,5-2,0 раза больше, чем у зерновых культур. Дозы фосфорных и калийных удобрений зависят от содержания этих элементов в почве, величины планируемого урожая, и могут находиться в пределах – $P_{40-100} K_{120-180}$. Фосфор и калий вносят с осени под основную обработку почвы. Критический период потребности азота у фасоли приходится на цветение, а фосфора – на первые 40-45 дней после появления всходов. Следует учитывать, что она очень чувствительна к хлору, поэтому внесение бесхлорных удобрений перспективно и целесообразно [6].

Фасоль хорошо отзывается на предпосевную обработку семян микроудобрениями, а также на внесение магниевых удобрений в дозах 20-25 кг/га и микроэлементов: бора, молибдена, меди, цинка, марганца [7, 8].

Получение высоких и устойчивых урожаев спаржевой фасоли с хорошим качеством продукции должно основываться на применении комплексных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания с добавками микроэлементов и биологически активных веществ, на фоне защиты посевов от сорняков, вредителей и болезней.

Цель наших исследований (2006-2008 гг.) – разработка составов комплексных (твердых и жидкých) удобрений для возделывания спаржевой фасоли, установление доз их внесения и сравнительная оценка их действия на урожайность и качество продукции по сравнению со смесями стандартных туков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования: спаржевая фасоль, сорт Зинуля.

Предмет исследования – формы и дозы твердых и жидкых комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений (хлорсодержащих и бесхлорных) с добавками микроэлементов, почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая.

Изучение эффективности разных форм комплексных удобрений при возделывании спаржевой фасоли проводилось:

– на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощных лессовидных суглинках в экспериментальной базе РУП «Институт овощеводства» п. Самохваловичи, Минского района Минской области (2006-2008 гг.) со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: pH в KC1 от 5,69 до 6,25, содержание подвижного P_2O_5 – 299-346 и K_2O (по Кирсанову) от

326-479 мг/кг почвы, обменного CaO – 1909-2246 и MgO – 145-190 мг/кг, содержание гумуса от 2,82 до 3,59%.

– на дерново-подзолистой суглинистой почве, развивающейся на легких моренных суглинках (производственный опыт) в КСУП «Брилево», Гомельского района Гомельской области: pH в KCl – 5,29-5,69, содержание подвижного P₂O₅ – 428-461 и K₂O – 374-399 мг/кг почвы, обменного CaO – 1205-1397 и MgO – 167-174 мг/кг, содержание гумуса – 3,17%.

Закладку и проведение полевых опытов, статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов с использованием программ дисперсионного и корреляционного анализа [9].

Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками: фосфор и калий в почве по методу Кирсанова, обменные кальций и магний методом ЦИНАО-ГОСТ 26487-85, гумус по Тюрину; в растительных образцах после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли: азот и фосфор фотоколориметрическим индофенольным и ванадо-молибдатным методами, калий – на пламенном фотометре, кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вода и тепло являются важными факторами, определяющими рост и развитие растений в течение вегетационного периода. Избыток или недостаток влаги и тепла негативно сказывается на урожайности. Среднемноголетние данные осадков и тепла характеризуют эти режимы как оптимальные для роста и развития сельскохозяйственных растений. Гидротермический коэффициент (ГТК) показывает, в каких условиях обеспеченности влагой и теплом идет рост и развитие растений.

В течение вегетационных периодов (апрель-август) возделывания спаржевой фасоли (2006-2008 гг.) распределение осадков, температуры воздуха и суммы температур выше 5 °C было неравномерным (табл. 2).

За апрель-август 2006 г. выпало 454,8 мм осадков, что в 1,25 раза больше среднемноголетних (363 мм). При этом недостаточное их количество было в апреле 26 мм и большое в августе – 172,0 мм. Гидротермический коэффициент изменился с 4,82 (апрель) до 1,29 (июль), а в среднем за вегетационный период составил 2,22, при среднемноголетнем – 1,75.

Таблица 2
Температура воздуха, количество осадков и гидротермический коэффициент за период апрель-август

Год	Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	За апрель-август
2006 г.	Осадки, мм	26,0	85,3	91,5	80,0	172,0	454,8
	Сумма t° > 5°	53,9	308,0	504,8	618,6	565,1	2050,4
	ГТК	4,82	2,77	1,81	1,29	3,05	2,22
2007 г.	Осадки, мм	6,6	81,1	44,1	124,0	10,4	266,2
	Сумма t° > 5°	164	452	559	546	618	2339,0
	ГТК	0,40	1,79	0,79	2,27	0,17	1,14
2008 г.	Осадки, мм	106,4	157,1	45,3	169,3	117,9	596,0
	Сумма t° > 5°	277,7	369,8	496,5	563,6	570,4	2278,0
	ГТК	3,83	4,25	0,91	3,00	2,07	2,62
Средне-многолетнее	Осадки, мм	48	61	81	90	83	363,0
	t°C	5,3	12,4	16,1	17,6	16,3	13,5
	Сумма t° > 5°	159,0	384,4	483,0	545,6	505,3	2077,3
	ГТК	3,02	1,59	1,68	1,65	1,64	1,75

В апреле-августе 2007 г. выпало 266,2 мм осадков, что в 1,36 раза меньше среднемноголетних (363 мм). Гидротермический коэффициент по Селянинову в течение вегетационного периода изменился в пределах от 0,17 до 2,27. Очень низкий он был в апреле (0,40), июне (0,79) и в августе (0,17). ГТК в среднем за вегетационный период составил 1,14.

За апрель-август 2008 г. выпало 596,0 мм осадков, что в 1,64 раза больше среднемноголетних (363 мм). Гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода изменялся в пределах от 0,91 (июнь) до 4,25 (май). В июле ГТК – 3,00, а в среднем за вегетационный период он составил 2,62.

В КСУП «Брилево» Гомельского района (исследования проводились только в 2006 г.) осадки были следующие: апрель – 32 мм, май – 85, июнь – 136, июль – 45 и август – 172 мм. Гидротермический коэффициент в среднем за вегетационный период составил 2,29.

Приведенные данные показывают, что эффективность удобрений испытывалась в различные по степени увлажнения годы: гидротермический коэффициент за вегетационный период возделывания спаржевой фасоли (апрель-август) в 2006 г. характеризовался как влажный ($\text{ГТК} = 2,22-2,29$), в 2007 г. – слабозасушливый ($\text{ГТК} = 1,14$), 2008 г. – влажный ($\text{ГТК} = 2,62$), при среднемноголетнем – 1,75.

Урожайность спаржевой фасоли на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на легких лессовидных суглинках почве, изменялась в зависимости от форм и доз применяемых комплексных удобрений. Самая низкая урожайность бобов спаржевой фасоли во все годы исследований получена на контрольных вариантах без применения удобрений – 94,1 ц/га (среднее за годы исследований), с накоплением сухого вещества 6,9 ц/га. В зависимости от применяемых форм и доз комплексных удобрений урожайность бобов находилась в пределах от 117,4 до 139,9 ц/га, соответственно, сухого вещества – от 8,7 до 10,6 ц/га. При применении комплексного бесхлорного удобрения марки NPK – 5:16:29 с микроэлементами наиболее эффективной дозой оказалась $N_{25}P_{80}K_{145}$ (250 кг/га д.в.), обеспечивающая урожайность на уровне 139,9 ц/га. Применение NPK – 6:14:24 с микроэлементами обеспечило максимальную урожайность (138,9 ц/га) при дозе внесения $N_{25}P_{58}K_{100}$ (183 кг/га д.в.). Повышенные дозы комплексных удобрений ($N_{35}P_{112}K_{203}$ и $N_{35}P_{82}K_{140}$) не обеспечивали дальнейшего увеличения урожайности фасоли. Следует также отметить, что более высокая урожайность фасоли получена в слабозасушливом 2007 году. Применение разных форм комплексных бесхлорных удобрений ($N_{25}P_{80}K_{145}$ и $N_{25}P_{58}K_{100}$) обеспечивало увеличение урожайности фасоли спаржевой на 14,8 ц/га (11,8%) от марки NPK – 5:16:29 и 13,8 ц/га (11,0%) от NPK – 6:14:24, по сравнению с хлорсодержащими удобрениями (базовым вариантом, (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

**УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ СПАРЖЕВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ
(П. САМОХВАЛОВИЧИ, МИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ), 2006-2008 ГГ.**

Вариант	Урожайность при уборке, ц/га				Урожайность, сухое вещество, ц/га			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн ее	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн ее
Контроль без удобрений	59,2	114,4	108,8	94,1	5,0	7,7	8,1	6,9
$N_{25}P_{80}K_{145}$ (смесь стандартных удобрений+ некорневая подкормка В и Mo)* – базовый вариант	89,1	166,7	119,6	125,1	7,3	11,6	8,6	9,2
$N_{25}P_{80}K_{145}$ (смесь стандартных удобрений)** – базовый вариант	90,2	-	-	-	7,1	-	-	-
$N_{15}P_{48}K_{87}$ (бесхлорные), NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	98,1	167,9	114,1	126,7	7,9	10,8	9,8	9,5
$N_{25}P_{80}K_{145}$ (бесхлорные), NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	112,3	174,2	133,3	139,9	8,6	11,9	9,5	10,0
$N_{35}P_{112}K_{203}$ (бесхлорные), NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	103,6	174,8	129,9	136,1	7,9	12,6	10,2	10,2
$N_{15}P_{35}K_{60}$ (бесхлорные), NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe	84,7	151,8	115,8	117,4	7,0	10,4	8,6	8,7
$N_{25}P_{58}K_{100}$ (бесхлорные),	117,4	166,8	132,6	138,9	9,9	12	10,0	10,6

NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe								
N ₃₅ P ₈₂ K ₁₄₀ (бесхлорные), NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	94,9	180,0	130	135,0	7,7	13	9,5	10,1
HCP ₀₅	16,6	4,96	6,9	10,7	1,26	0,36	0,57	0,42

*смесь стандартных удобрений (аммонизированный суперфосфат + хлористый калий, либо комплексное хлорсодержащее удобрение) + некорневая подкормка микроэлементами (молибденом) – базовый вариант.

**смесь стандартных удобрений (аммонизированный суперфосфат, сульфат калия).

Аналогичные закономерности по действию комплексных удобрений получены в производственном опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на моренных суглинках (КСУП «Брилево», Гомельского района Гомельской области) (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность спаржевой фасоли в производственном опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в КСУП «Брилево» Гомельского района, 2006 г.

Вариант	Урожайность, ц/га			
	при уборке	прибавка к базовому	сухое вещество	прибавка к базовому
Контроль без удобрений	62,5	-	5,5	-
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (смесь стандартных удобрений + некорневая подкормка В и Mo) * – базовый вариант	74,1	-	6,4	-
N ₁₅ P ₄₈ K ₈₇ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	77,1	3,0	8,7	2,3
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	82,5	8,4	9,2	2,8
N ₃₅ P ₁₁₂ K ₂₀₃ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	79,2	5,1	7,2	0,8
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ (хлорсодержащее комплексное) – базовый вариант	74,5	-	6,5	-
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ (смесь стандартных удобрений)**	74,5	-	6,7	-
N ₁₅ P ₃₅ K ₆₀ (бесхлорные), NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	83,2	8,7	7,9	1,2
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ (бесхлорные), NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	87,2	12,7	8,6	1,9
N ₃₅ P ₈₂ K ₁₄₀ (бесхлорные), NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	85,9	11,4	8,3	1,6
HCP ₀₅	7,6	-	0,46	-

*смесь стандартных удобрений (аммонизированный суперфосфат + хлористый калий, либо комплексное хлорсодержащее удобрение);

**смесь стандартных удобрений (аммонизированный суперфосфат, сульфат калия).

В последнее время в зарубежной и отечественной практике под многие сельскохозяйственные культуры применяется широкий спектр некорневых жидких удобрений, или концентратов, содержащих важнейшие элементы питания растений и микроэлементы.

В Республике Беларусь РУП «Институт почвоведения и агрохимии» совместно с ОАО «Гомельский химический завод» разработаны жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) с хелатными формами микроэлементов для бобовых культур (марка NPK – 5:7:10 с В, Mo (в хелатной форме), предназначенные для обработки растений в период вегетации.

Эффективность жидких комплексных удобрений при некорневых обработках растений фасоли спаржевой изучалась в течение 2007-2008 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на фоне основного внесения в почву комплексного удобрения NPK с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe в дозе $N_{25}P_{58}K_{100}$. Установлено, что применение в фазу бутонизации фасоли спаржевой комплексного жидкого удобрения с хелатными формами микроэлементов в дозе 5 л/га на фоне основного внесения в почву комплексных удобрений обеспечивало увеличение урожайности бобов фасоли на 14,8 (2007 г.) – 5,2 (2008 г.) ц/га (в среднем на 10 ц/га), по сравнению с вариантом, где некорневая подкормка ЖКУ не проводилась (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5
УРОЖАЙНОСТЬ ФАСОЛИ СПАРЖЕВОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ,
(П. САМОХВАЛОВИЧИ, МИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Вариант	Урожайность, ц/га			Урожайность на сухое вещество, ц/га		
	2007 г.	2008 г.	среднее	2007 г.	2008 г.	среднее
$N_{25}P_{58}K_{100}$ NPK комплексные с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe – фон	166,8	132,6	149,7	12,0	10,0	11,0
$N_{25}P_{58}K_{100}$ комплексные с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe + некорневая подкормка ЖКУ (бобовое) в дозе 5 л/га в фазу бутонизации	181,7	137,8	159,8	13,2	10,3	11,8
HCP ₀₅	4,9	3,1	4,1	0,36	0,29	0,33

На рис. 1 приведена гистограмма влияния разных форм и доз комплексных удобрений на урожайность фасоли спаржевой (среднее за годы исследований). Приведенные данные свидетельствуют, что дозы вносимых удобрений более существенно влияют на урожайность фасоли спаржевой по сравнению с формами комплексных удобрений.

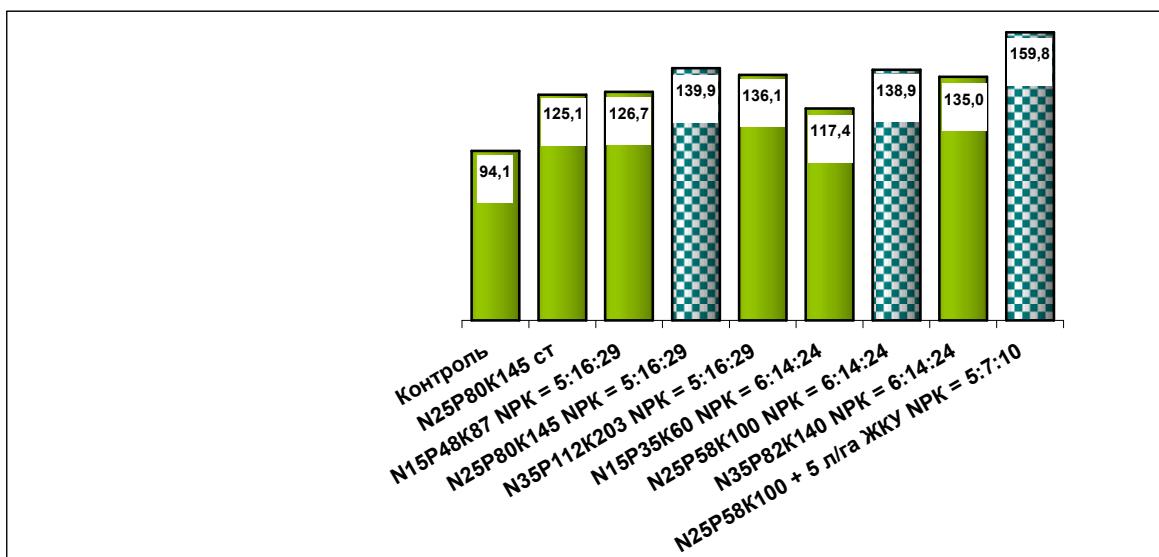


Рис. 1. Влияние комплексных твердых и жидких удобрений на урожайность спаржевой фасоли (среднее за 2006-2008 гг.), ц/га

Качество бобов фасоли спаржевой оценивалось по содержанию нитратов, товарности и химическому составу (табл.6-7).

ТАБЛИЦА 6
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ФАСОЛИ СПАРЖЕВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ,
(П. САМОХВАЛОВИЧИ, МИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ), 2007-2008 ГГ.

Вариант	Содержание нитратов, мг/кг			Процент товарности бобов фасоли, %		
	2007 г.	2008 г.	среднее	«Брилево»	п. Самохваловичи	среднее

Контроль без удобрений	707	149	428	92,8	92,3	92,6
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (смесь стандартных удобрений + некорневая подкормка В и Mo) базовый вариант	763	170	467	96,0	88,5	92,3
N ₁₅ P ₄₈ K ₈₇ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	740	100	420	95,9	86,7	91,3
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	733	93	413	96,1	92,9	94,5
N ₃₅ P ₁₁₂ K ₂₀₃ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	747	113	430	95,6	96,8	96,2
N ₁₅ P ₃₅ K ₆₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	737	101	419	95,8	91,7	93,8
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	566	103	335	95,1	94,0	94,6
N ₃₅ P ₈₂ K ₁₄₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	580	118	349	96,3	95,8	96,1
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe + некорневая подкормка ЖКУ (для бобовых культур) в дозе 5 л/га в фазу бутонизации	568	115	342	-	96,7	-
HCP ₀₅	26,7	9,7	20,1	-	-	-

Содержание нитратов в бобах фасоли существенно различалось по годам, например, в 2007 (слабозасушливом) году оно находилось в пределах от 566 до 763 мг/кг, 2008 г. (влажном) – от 93 до 170 мг/кг, в зависимости от вариантов опыта (содержание нитратов в бобах спаржевой фасоли не нормируется). При этом в оба года исследований содержание нитратов в фасоли спаржевой в вариантах с новыми формами удобрений было значительно ниже, чем в варианте с использованием стандартных форм удобрений. Товарность бобов спаржевой фасоли в опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах была высокой и находилась в пределах: в 2007 г. от 92,8% до 96,3%, в 2008 г. – от 86,7% до 96,8%, (табл. 6).

Содержание элементов питания в бобах фасоли спаржевой незначительно изменялось по годам исследований. Содержание азота, в среднем за годы исследований, в зависимости от вариантов опыта находилось в пределах – от 1,98 до 2,82, P₂O₅ – 1,59-1,78, K₂O – 3,9-5,03, кальция – 0,29-0,41 и магния – 0,29-0,36% на сухое вещество (табл. 7).

ТАБЛИЦА 7
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БОБОВ ФАСОЛИ СПАРЖЕВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ
ПОЧВЕ, (П. САМОХВАЛОВИЧИ, МИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ), 2006-2008 Г.

Вариант	Содержание, %				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Контроль без удобрений	2,67	1,67	3,90	0,34	0,36
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (смесь стандартных удобрений + некорневая подкормка В и Mo) – базовый вариант	2,42	1,66	4,16	0,37	0,30
N ₁₅ P ₄₈ K ₈₇ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	2,62	1,74	4,22	0,38	0,29
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₄₅ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	2,82	1,78	5,03	0,40	0,34
N ₃₅ P ₁₁₂ K ₂₀₃ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	2,10	1,78	4,65	0,41	0,33
N ₁₅ P ₃₅ K ₆₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	2,68	1,74	4,85	0,36	0,32
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	2,32	1,63	4,60	0,35	0,31
N ₃₅ P ₈₂ K ₁₄₀ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe	1,98	1,59	4,17	0,29	0,29
N ₂₅ P ₅₈ K ₁₀₀ с Mg, S, B, Mo,Zn,Fe + некорневая подкормка ЖКУ (бобовое) в дозе 5 л/га в фазу бутонизации	2,60	1,63	4,23	0,32	0,34

HCP 05	0,11	0,04	0,07	0,003	0,01
--------	------	------	------	-------	------

Вынос элементов питания с 1 т бобов фасоли спаржевой, которые в наших опытах занимают около 50-55% от общего веса растения, в зависимости от форм и доз комплексных удобрений, находился в пределах: азота (N) от 23,2 до 28,2 кг (в среднем – 25,4 кг), соответственно – фосфора (P_2O_5) от 16,3 до 17,8 кг (16,8 кг), калия (K_2O) от 41,6 до 50,3 кг (45,1 кг), кальция (Ca) – от 3,2 до 4,0 кг (3,6 кг), магния (Mg) от 3,0 до 3,4 кг (3,2 кг), (табл. 8).

Таблица 8
Вынос элементов питания бобами спаржевой фасоли (экспериментальная база РУП «Институт овощеводства» п. Самохваловичи, Минского района Минской области)

Вариант	Вынос, кг/т продукции				
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
$N_{25}P_{80}K_{145}$ (смесь стандартных удобрений + некорневая подкормка В и Mo) – базовый вариант	24,2	16,6	41,6	3,7	3,0
$N_{25}P_{80}K_{145}$ (бесхлорные) NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo	28,2	17,8	50,3	4,0	3,4
$N_{25}P_{58}K_{100}$ (бесхлорные) NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe	23,2	16,3	46,0	3,6	3,1
$N_{25}P_{58}K_{100}$ с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe + некорневая подкормка ЖКУ (бобовое) в дозе 5 л/га в фазу бутонизации	26,0	16,3	42,3	3,2	3,4
Среднее	25,4	16,8	45,1	3,6	3,2

Лучшими дозами комплексных удобрений с микроэлементами, при которых обеспечивается максимальный вынос элементов питания бобами спаржевой фасоли, оказались $N_{25}P_{80}K_{145}$ (марка NPK = 5:16:29) и $N_{25}P_{58}K_{100}$ (марка NPK = 6:14:24).

Дозы комплексных удобрений под фасоль спаржевую на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах рассчитываются по азоту в комплексном удобрении, в зависимости от планируемого урожая и содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах табл. 9.

Таблица 9
Дозы комплексных удобрений под фасоль спаржевую, кг ф.в. /га

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O , мг/кг почвы	Планируемый урожай (бобы), ц/га			
		60-70	70-80	80-100	100-120
		Дозы удобрений, кг/га			
		15** (N кг/га д.в.)	20**	25**	30-35**
$N_5P_{16}K_{28-29}$ бесхлорное с модифицирующим и добавками	P_2O_5 до 150 K_2O до 200	300*	400*	500*	600-700*
$N_6P_{14}K_{24}$ бесхлорное с модифицирующим и добавками	P_2O_5 от 150 и более K_2O от 200 и более	250	333	417	500-580
$N_7P_{16}K_{24}$ (хлор-содержащее) с модифицирующими добавками	P_2O_5 от 150 и более K_2O от 200 и более	214	286	357	430-500

*Вес удобрения, кг/га;

**Доза действующего вещества азота в комплексном удобрении, по которой рассчитывается физический вес удобрения на 1га.

ВЫВОДЫ

1. Для возделывания спаржевой фасоли разработаны комплексные удобрения с добавками микроэлементов для почв различного уровня плодородия: марки NPK – 5:16:29 с Mg, S, B, Mo и NPK – 6:14:24 с Mg, S, B, Mo, Zn, Fe.
2. Для получения урожайности бобов спаржевой фасоли на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах на уровне 100-140 ц/га и товарности 90-95% рекомендуется внесение комплексных удобрений с добавками микроэлементов в основное внесение в почву в дозе $N_{25}P_{58-80}K_{100-145}$, обеспечивающих увеличение урожайности на 8,4-14,8 ц/га, по сравнению со смесями стандартных туков.
3. Некорневые подкормки спаржевой фасоли в период вегетации жидкими комплексными удобрениями с хелатными формами микроэлементов (марка NPK – 5:7:10 с В и Мо) обеспечивают повышение урожайности бобов в пределах 10-15%. Подкормки проводятся 1-2 раза за вегетацию: 1-я – фаза бутонизации (3-5 л/га); 2-я – после цветения (3-6 л/га), при рабочем растворе 200-300 л/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А.А. В мире овощей / А.А. Аутко. – Мин.: УП «Технопринт», 2004. – 448 с.
2. Шкляров, А.П. Спаржевая фасоль / А.П. Шкляров // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 36-37.
3. Аутко, А.А. Технологии возделывания овощных культур / А.А. Аутко. – Мин.: Изд ООО «КрасикоПринт», 2001. – С. 122-123.
4. Радыно, Л.В. Спаржевая фасоль / Л.В. Радыно // Хозяин. – 1985. – № 12. – С. 12.
5. Иванов, Н. Р. Фасоль / Н. Р. Иванов. – М.: Ленинград. – 1961. – 280 с.
6. Технология производства продукции растениеводства / Под ред. В.Ф. Мальцева, М.К. Каюллова // Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 601 с.
7. Агрохимия / И.Р. Вильдфлущ [и др.]. – Минск: Ураджай, 1995. – С.308-310.
- 8 . В иноградова, х.г. молибден и его биологическая роль / х.г. виноградова // микроэлементы в жизни растений и животных: тр. конференции по микроэлементам 15-19 марта 1950 г., изд. ан ссср, 1952. – с. 515-538.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 335 с.

EFFICIENCY OF COMPLEX NITROGEN-PHOSPHORUS-POTASSIUM FERTILIZERS WITH MICROELEMENTS IN TECHNOLOGY OF ASPARAGUS BEAN CULTIVATION

H.V. PIRAHOUISKAYA, A.M. RUSALOVICH, O.P. SAZONENKO, V.I. SOROKO, O.I. ISAJEVA, A.A. AUTKO

Data on new forms complex nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers with additives of microelements for asparagus bean are resulted in the article. Their efficiency on soils with a different fertility level and influence on quality production is considered.

Поступила 1 апреля 2009 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ НИТРАТА КАЛИЯ И БЕЛВИТО НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

С.А. Тарасенко, В.Г. Смольский, В.С. Тарасенко

Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное применение удобрений в сельском хозяйстве является одним из основных факторов увеличения урожайности культурных растений и воспроизводства плодородия почвы. Научно-обоснованное применение удобрений позволяет также управлять качеством растениеводческой продукции при соответствии экологическим нормативам охраны окружающей среды [1,2,3].

При расчете потребностей растений в элементах питания, как правило, ориентируются только на азотные, фосфорные и калийные удобрения без учета микроэлементов. Такой подход к обеспечению питания растений приводит к нарушению оптимального соотношения между макро- и микроэлементами, ограничивает возможности высокопродуктивных сортов и гибридов овощных культур. Эффективность высоких доз азотных, фосфорных и калийных удобрений при недостатке микроэлементов снижается на 10-12% [4].

По мнению специалистов, основные требования, предъявляемые к минеральным удобрениям (повышение концентрации питательных веществ в единице объема, внесение всех необходимых макро- и микроэлементов за один прием и совместное применение их со средствами защиты растений, регуляторами роста, ингибиторами нитрификации и т.д.), удовлетворяются при использовании их жидких форм.

Совершенствование ассортимента жидкого минерального удобрений является одним из элементов энергоресурсосбережения, ибо позволяет сократить средства на получение единицы действующего вещества за счет исключения целого ряда статей затрат при производстве, хранении и использовании этих видов удобрений по сравнению с традиционными [5].

Дополнение жидких удобрений микроэлементами позволяет более полно сбалансировать минеральное питание растений и увеличить за счет этого урожайность сельскохозяйственных культур на 10-15%. Использование таких смесей должно значительно повысить эффективность применяемых средств химизации, существенно снизить затраты на применение удобрений [6, 7].

Еще одним достаточно перспективным направлением повышения урожайности овощных культур является применение регуляторов роста, которые можно определить как природные соединения или синтетические химические вещества, использующиеся для обработки растений, чтобы изменить процессы их жизнедеятельности с целью улучшения качества и увеличения урожайности. Регуляция роста растений производится фитогормонами стимулирующего и ингибирующего действия [8, 9].

Присутствие в ЖКУ физиологически активных веществ и стимуляторов роста растений позволяет изменить направленность обмена веществ в сторону более эффективного поглощения питательных элементов почвы и удобрений, увеличить коэффициент использования последних, а также, повысить устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям. Всё это должно привести к росту урожайности на 15-20% при одновременном снижении затрат на удобрения и средства защиты растений на 10-15%.

В связи с этим целью данной работы являлась разработка рецептуры новых видов жидких комплексных удобрений, включающих в себя макро- и микроэлементы и физиологически активные вещества, предназначенные для применения в овощеводстве открытого грунта. Важно отметить еще и то, что аналогов данных удобрений не зарегистрировано ни в Республике Беларусь, ни в близлежащих зарубежных странах.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния новых видов жидких комплексных удобрений (ЖКУ) на урожайность и качество овощных культур открытого грунта (капусту, морковь, столовую свеклу и лук) проводились в 2005-2007 гг. на полях РУАП «Гродненская овощная фабрика».

Состав ЖКУ определяли индивидуально для каждой овощной культуры с учетом биологических особенностей растений, их потребности в питательных элементах по отдельным этапам роста и

развития, уровня планируемой урожайности. В качестве базового удобрения при создании ЖКУ для моркови, столовой свеклы и лука был использован нитрат калия (жидкая калиевая селитра, производимая ОАО «Гродно-Азот»), с дополнением его борной кислотой, сернокислым цинком, сернокислой медью и стимулятором роста Экосил. Для капусты белокочанной – жидкое удобрение Белвито, борная кислота, сернокислая медь, сернокислый цинк, сернокислый магний и стимулятор роста Экосил (табл. 1).

Таблица 1

Состав новых видов жидких комплексных удобрений для овощных культур

Культура	Базовое удобрение, л	Необходимые добавки, г
Морковь	Нитрат калия, 10,0	H_3BO_3 – 104,0 ZnSO_4 – 8,7 CuSO_4 – 7,7 Экосил – 34,0
Столовая свекла	Нитрат калия, 10,0	H_3BO_3 – 104,0 ZnSO_4 – 8,7 CuSO_4 – 4,6 Экосил – 34,0
Лук	Нитрат калия, 10,0	H_3BO_3 – 104,0 ZnSO_4 – 8,7 Экосил – 34,0
Капуста белокочанная	Белвито, 10,0	H_3BO_3 – 42,0 ZnSO_4 – 10,5 CuSO_4 – 4,6 MgSO_4 – 26,0 Экосил – 34,0

Почва опытных участков – дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 50 см моренным суглинком. Агрохимические характеристики пахотных горизонтов опытных участков по годам исследований отличались незначительно и находились в следующих пределах: pH в KCl – 6,3-6,5; P_2O_5 – 250-271 мг/кг почвы; K_2O – 172-186 мг/кг почвы; MgO – 109-124 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм меди (1,2-1,6) мг/кг почвы и цинка (2,0-2,5) мг/кг почвы относятся к низкой группе обеспеченности микроэлементами.

Полевые опыты были заложены в соответствии с общепринятой методикой. Повторность опыта 4-х кратная. Варианты размещены методом организованных повторений, повторения – сплошным способом в 2 яруса. Общая площадь делянки составила 84 м², учетная – 44,8 м².

В качестве контрольного варианта использовалась существующая в хозяйстве система применения удобрений, а именно – почвенное допосевное внесение NPK. Изучаемые жидкие удобрения вносились в некорневую подкормку на посевах моркови, лука и столовой свеклы 2 раза за вегетацию (первая подкормка – через 20-25 дней после появления всходов, вторая – через четыре недели после первой), капусты – 3 раза (первая – через 10-15 дней после высадки рассады, вторая и третья – с интервалом в три недели). Разовая доза внесения, как базовых удобрений, так и новых видов ЖКУ составляла 30 л/га. Сорта изучаемых культур: капуста Колобок, морковь Шантенэ 2461, столовая свёкла Бордо 237, лук Нерато. Уборка овощных культур проводилась в октябре, вручную, поделяночно с одновременным отбором растительных проб для определения качества продукции и её химического состава.

В растительных пробах с использованием соответствующих методик определяли следующие показатели: сухое вещество – высушиванием в сушильном шкафу; азот общий – после мокрого озоления на фотоэлектроколориметре; фосфор – на фотоэлектроколориметре; калий – на пламенном фотометре; кальций, магний, цинк и медь – на атомно-абсорбционном спектрофотометре; сырья клетчатка – по Кюршнеру и Ганеку; крахмал – поляриметрически; сахара – по методу Бертрана; содержание нитратов – ионометрически; содержание органических кислот – методом титрования; содержание аскорбиновой кислоты – по И. Мурри.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты трехлетних полевых исследований с различными видами жидких комплексных удобрений показали их высокую эффективность на посевах и посадках овощных культур. Причем действие ЖКУ было эффективным в каждый год проведения исследований, независимо от складывающихся метеорологических условий, что говорит о высокой эффективности данных видов минеральных удобрений (табл. 2).

Преимущество ЖКУ перед базовыми минеральными удобрениями проявилось на всех культурах. Так, в среднем за три года внесение жидких комплексных удобрений обеспечивало прибавку урожайности белокочанной капусты, по сравнению с применением удобрения Белвито 68 ц/га, или 21%. Прибавка корнеплодов моркови от ЖКУ, по сравнению с базовым удобрением (нитрат калия), составила 67 ц/га, или 11%. Прибавка корнеплодов столовой свеклы – 24 ц/га, или 10%, а лука – 45 ц/г, или 29%.

Следует отметить, что полученные прибавки урожая являются существенными, так как они превышают пределы наименьшей существенной разности.

Высокая эффективность жидких комплексных удобрений обуславливается наличием в их составе микроэлементов, которые являются коферментами ферментативных систем растений, обеспечивающих высокий уровень обмена веществ. Действие ферментов приводит к активизации продукционного процесса растений и росту урожайности овощных культур.

**Таблица 2
Влияние удобрений на урожайность овощных культур, 2005-2007 гг.**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка ц/га	%
	2005 г.	2006 г.	2007 г.		
капуста белокочанная					
Контроль	315	327	305	316	-
Белвито (базовый)	367	392	415	391	75 24
ЖКУ	446	460	470	459	143 45
HCP _{0,5}	14	17	18		
морковь					
Контроль	530	524	537	531	-
Нитрат калия (базовый)	630	647	661	646	115 22
ЖКУ	690	715	734	713	182 34
HCP _{0,5}	21	24	22		
столовая свекла					
Контроль	231	228	235	232	-
Нитрат калия (базовый)	300	337	380	339	107 46
ЖКУ	330	364	395	363	131 56
HCP _{0,5}	11	13	15		
лук					
Контроль	-	150	162	156	-
Нитрат калия (базовый)	-	221	239	230	74 47
ЖКУ	-	267	282	275	119 76
HCP _{0,5}	-	23	26		

Немаловажным в действии ЖКУ является тот факт, что их положительное влияние получено на достаточно высоком уровне урожайности овощных культур на контрольных вариантах: 316 ц/га капусты, 531 ц/га моркови, 232 ц/га свеклы и 156 ц/га лука. Это еще раз подчеркивает эффективность созданных новых видов жидких комплексных удобрений, которые проявляют свое действие даже в условиях относительно высокой степени обеспеченности растений питательными элементами.

Химический состав растений определяется их биологическими особенностями и факторами внешней среды, важнейшим из которых является уровень минерального питания. Количество и соотношение элементов минерального питания в растительном организме, в целом, отображает химический состав почвы, на которой он произрастает и определяется наследственной информацией, заложенной в геноме организма. Однако процессы поступления питательных элементов в растения могут быть активизированы путём изменения внешних условий, в частности количеством вносимых питательных элементов. Учитывая, что элементы минерального питания входят в состав конституционных, запасных и транспортных веществ, являются активаторами многих ферментативных систем и определяют качество продукции, то накопление их в растительном организме можно расценивать как положительное явление. В то же время необходимо иметь ввиду, что в некоторых случаях сверхвысокое содержание элементов минерального питания следует рассматривать с отрицательной стороны, как приводящее к загрязнению растениеводческой продукции остатками агрохимикатов.

В ткани всех растительных организмов входят вода и сухое вещество, включающее органические и минеральные соединения. В большинстве вегетативных органов сельскохозяйственных культур содержится 5-20% сухого вещества и 80-95% воды. В составе сухого вещества растений 90-95% приходится на органические соединения и 5-10% на минеральные соли.

Содержание основных элементов питания в основной и побочной продукции является важным показателем оценки сельскохозяйственных культур и эффективности системы удобрения при их возделывании. При этом содержание и сбалансированность элементов питания непосредственно влияет на качественные показатели овощеводческой продукции.

В связи с этим одной из основных задач исследований являлось изучение влияния новых видов удобрений на химический состав продуктивных частей овощных культур (табл. 3).

Удобрения оказали влияние на изменение химического состава капусты, моркови, столовой свеклы и лука. Применение базовых удобрений и ЖКУ повышало по сравнению с контролем содержание азота в капусте на 62-71, в моркови на 24-26, в столовой свекле на 49-58, в луке на 28-41 мг/100 г сырого вещества. Прибавка фосфора соответственно составила: 6-8, 8-16, 9-14, 4-7, а калия 7-9, 30-35, 16-19, 38-40 мг/100 г сырого вещества.

Таблица 3
Химический состав продукции при применении удобрений, 2005-2007 гг.,
среднее, мг/100 г сырого вещества

Вариант опыта	Влажность продукции, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Cu
капуста								
Контроль	90,5	255	26	228	69	15	3	2
Белвито	90,1	317	32	237	72	15	3	2
ЖКУ	89,3	326	34	235	72	16	7	3
HCP _{0,5} ПДК		15	4	9	3	2	2	2
							10	10
морковь								
Контроль	87,6	142	50	218	57	36	4	3
Нитрат калия	86,5	166	62	246	56	38	3	3
ЖКУ	85,7	168	66	253	55	37	6	5
HCP _{0,5} ПДК		11	5	11	3	3	2	2
							10	10
столовая свекла								
Контроль	85,8	277	54	350	39	42	5	3
Нитрат калия	84,5	326	63	366	37	40	6	2
ЖКУ	83,3	335	68	369	40	42	8	6
HCP _{0,5} ПДК		20	6	4	3	4	2	4
							10	10
лук								
Контроль	87,1	95	50	130	21	7	0,7	-
Нитрат калия	85,7	123	54	168	24	9	0,8	-
ЖКУ	82,5	136	57	170	24	10	0,9	-
HCP _{0,5} ПДК		15	4	3	4	4	0,3	-
							10	

В тоже время необходимо отметить, что влияние ЖКУ на изменение химического состава овощей не превышало действие базовых удобрений, так как различие в содержании азота, фосфора и калия было математически недоказуемо. Изменения химического состава находились в пределах HCP_{0,5}.

Что касается других макроэлементов – кальция и магния, то их содержание не менялось под действием удобрений и находилось на уровне контрольного варианта. Принимая во внимание, что в составе ЖКУ находятся микроэлементы цинк и медь, их внесение увеличило содержание этих элементов в капусте на 4 и 1, в моркови на 2 и 2 в столовой свекле на 3 и 3 мг на 100 г сырого вещества. Однако ни по одному варианту содержание цинка и меди не превышало предельно-допустимых количеств [10].

Овощи, как продукты питания, занимают особое место в рационе человека. Они содержат большую группу полезных веществ, способствующих эффективному пищеварению, улучшающих самочувствие человека и повышающих его работоспособность.

В исследованиях установлено, что применяемые удобрения оказывают влияние на содержание полезных веществ (табл. 4).

Применение удобрений в целом улучшает качество возделываемых овощей: повышается содержание сухого вещества в капусте на 4-13%, в моркови на 9-15, в столовой свекле на 9-18, в луке на 11-36%. Увеличивается количество аскорбиновой кислоты соответственно на 58-102%, 60-140, 60-

100, 18-30%, повышается содержание клетчатки на 21-23, 14-17, 16-22, 8-15%, увеличивается количество сахаров на 55-71%, 26-42, 27-42, 23-41%. Вносимые удобрения повышали крахмалистость капусты, моркови и лука и не влияли на содержание органических кислот.

Оценивая действие ЖКУ необходимо отметить, что они имели преимущество перед базовыми удобрениями в отношении улучшения качества овощной продукции, обеспечивая практически по всем параметрам максимальные показатели.

Внесение жидких комплексных удобрений позволило значительно снизить содержание нитратов в овощах: в капусте на 13, в моркови на 17, в столовой свекле и луке на 21 мг на кг сырой массы, по сравнению с базовыми минеральными удобрениями.

В результате проведенных исследований установлено, что применение как базовых, так и новых видов жидких комплексных удобрений при возделывании овощей имеет высокую экономическую эффективность. В среднем за 3 года получена прибавка овощей 74-182 ц/га, чистый доход 1847-4662 тыс. руб./га, а уровень рентабельности 63-111 % (табл. 5).

Таблица 4
Влияние удобрений на качество овощеводческой продукции, 2005-2007 гг., среднее

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг	Органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Клетчатка % на сырое вещество	Крахмал	Сахара
капуста							
Контроль	9,5	87	0,22	0,041	0,61	0,40	3,1
Белвито	9,9	133	0,20	0,065	0,75	0,47	4,8
ЖКУ	10,7	120	0,24	0,083	0,74	0,45	5,3
HCP _{0,5}	0,2	14	0,06	0,009	0,04	0,07	0,3
морковь							
Контроль	12,4	237	0,04	0,005	1,01	0,15	5,7
Нитрат калия	13,5	315	0,04	0,008	1,18	0,24	7,2
ЖКУ	14,3	301	0,03	0,012	1,15	0,22	8,1
HCP _{0,5}	0,4	20	0,03	0,002	0,03	0,04	0,4
столовая свекла							
Контроль	14,2	455	0,04	0,020	0,67	-	5,2
Нитрат калия	15,5	868	0,03	0,032	0,78	-	6,6
ЖКУ	16,7	847	0,06	0,040	0,82	-	7,4
HCP _{0,5}	0,4	32	0,05	0,006	0,07	-	0,4
лук							
Контроль	12,9	30	0,17	0,071	0,71	0,08	8,2
Нитрат калия	14,3	52	0,19	0,084	0,77	0,11	10,1
ЖКУ	17,5	41	0,20	0,092	0,82	0,12	11,6
HCP _{0,5}	0,5	15	0,04	0,008	0,07	0,03	0,4

Несмотря на то, что применение ЖКУ приводит к дополнительным расходам, связанным со стоимостью микроэлементов и уборкой дополнительно полученной продукции, они являются намного экономически эффективнее, чем базовые удобрения. Стоимость прибавки от ЖКУ увеличилась в 1,9 раза при возделывании капусты, в 1,6 раза – моркови и лука, в 1,2 раза – столовой свеклы по сравнению с использованием базовых удобрений.

Таблица 5
Экономическая эффективность применения новых видов ЖКУ на овощных культурах, 2005-2007 гг., среднее

Культура	Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб./га	Дополнительные затраты, тыс.руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Капуста	Белвито	75	4875	1650	1104	2754
	ЖКУ	143	9295	1720	2913	4633
Морковь	Нитрат калия	115	4600	1570	1252	2822
	ЖКУ	182	7280	1720	2196	3916

Столова я свекла	Нитрат калия ЖКУ	107 131	5350 6550	1570 1720	1296 1382	2866 3102	2486 3448	87 111
Лук	Нитрат калия ЖКУ	74 119	4440 7140	1520 1670	1073 1726	2593 3396	1847 3744	71 110

Основным показателем, позволяющим оценить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства, является чистый доход.

В исследованиях применение жидких комплексных удобрений, по сравнению с базовыми, обеспечивает получение прироста чистого дохода при возделывании капусты, моркови, столовой свеклы и лука соответственно 2541, 1586, 962 и 1897 тыс. руб./га, а увеличение уровня рентабельности составило от 23 до 39 процентов.

ВЫВОДЫ

1. Применение новых видов жидких комплексных удобрений позволяет повысить урожайность белокочанной капусты на 68 ц/га, столовой моркови на 67 ц/га, столовой свеклы на 24 ц/га, лука на 45 ц/га по сравнению с использованием базовых (нитрат калия и Белвито) минеральных удобрений.

2. ЖКУ по сравнению с базовыми удобрениями увеличивают содержание в овощах элементов минерального питания – азота на 9-13, фосфора на 2-5, калия на 2-7 мг на 100 г сырого вещества. Содержание кальция и магния в овощах под действием ЖКУ не изменяется. Количество цинка и меди не превышает предельно-допустимых количеств.

3. Жидкие комплексные удобрения обеспечивают высокое качество овощеводческой продукции: повышается содержание сухого вещества на 13-36%, аскорбиновой кислоты на 30-140%, клетчатки на 15-23%, сахаров на 41-71%. Базовые удобрения обладают значительно меньшим воздействием на показатели качества по сравнению с ними.

4. Новые виды удобрений снижают по сравнению с базовыми удобрениями содержание нитратов в капусте на 13, в моркови на 17, в столовой свекле и луке на 21 мг на кг сырой массы.

5. Применение жидких комплексных удобрений на овощных культурах имеет высокую экономическую эффективность, обеспечивая прирост чистого дохода по сравнению с базовыми удобрениями на 962-2541 тыс. руб./га, и увеличение рентабельности на 23-39%.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов, И.А. Оптимизация минерального питания культур на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах и сохранение их плодородия / И.А. Иванов, А.И. Иванов // Бюллетең ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 95.
- Лапа, В.В. Вопросы рационального использования удобрений в земледелии Беларуси / В.В. Лапа // Почва, удобрение, плодородие. – Мн., 2000. – С. 47-56.
- Лапа, В.В. Основные направления повышения эффективности использования удобрений в сельскохозяйственном производстве Беларуси / В.В. Лапа // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 2. – С.15-17.
- Ягодин, Б.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б.А. Ягодин, А.А. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 2-3. – С.24-26.
- Кукреш, С.П. Эффективность жидких комплексных и азотных удобрений в севообороте при разных способах их внесения / С.П. Кукреш // Эффективность удобрений и плодородие почвы. – Горки: БГСХА, 1997. – С.33-40.
- Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2002. – 184 с.
- Микроэлементы в сельском хозяйстве / Под ред. А.И. Фатеева, С.Ю. Булыгина. – Харьков, 2001.- 115 с.
- Деева, В.П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П. Деева. – Мн.: Белорусская наука, 2008. – 133 с.
- Чекуров, В.М. Новые регуляторы роста растений / В.М. Чекуров [и др.]. // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – №5. – С. 20-21.
- Агрохимия: учебник / И.В. Вильдфлущ [и др.]. – Мн.: Ураджай, 2001. – 488 с.

**EFFICIENCY OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON THE BASIS
KNO₃ AND BELVITA ON VEGETABLE CROPS AN OPEN GROUND**

S.A. Tarasenko, V.G. Smolskij, V.S. Tarasenko

Summary

Results of researches with new kinds of liquid complex fertilizers on cabbage white, carrots, a table beet and an onions are resulted. It is shown that using of the given fertilizers promotes increasing of productivity of vegetable cultures, improvement of quality of received production, and also increase profitability at 23-39 %.

Поступила 16 марта 2009 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ХМЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Г.М. Милоста¹, В.В. Лапа²

²Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

¹Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Значение хмеля обусловлено тем, что шишки этого растения являются обязательным сырьем для пивоваренной промышленности. Это связано с тем, что находящиеся в шишках хмеля специфические горькие смолистые вещества, эфирные масла, полифенольные соединения (дубильные вещества) придают пиву характерный хмелевой аромат, особый горький вкус, усиливают брожение, повышают стойкость готового пива против прокисания [1].

В настоящее время большая часть этой продукции завозится в республику из-за рубежа. Слабым местом является отсутствие технологий возделывания хмеля для условий республики с учетом особенностей ее почвенно-климатических условий. Актуальность вопроса создания собственного производства хмеля связана с решением проблемы импортозамещения в нашей республике [3].

Хмель относится к культурам, требующим достаточно высоких доз минеральных удобрений. В наших исследованиях, ранее проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком в западном регионе Беларуси установлено, что максимальная продуктивность хмеля сорта Hallertauer Magnum в зависимости от содержания элементов минерального питания обеспечивается при внесении $N_{180}P_{120-180}K_{160-240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений [2]. Однако в производственных условиях хозяйства «Магнум-Хмель» Пружанского района в связи с дефицитом фосфорных удобрений была поставлена задача конкретизировать их дозы для конкретных почвенно-климатических условий.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования проводились в 2004-2005 гг. в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района Брестской области на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м легким моренным суглинком, слабокислой реакцией среды (рН в КCl – 5,8-5,9); недостаточным содержанием гумуса (1,9%); повышенным содержанием подвижного фосфора (170-171 мг/кг почвы) и средним содержанием подвижного калия (165-169 мг/кг почвы); по содержанию подвижных форм бора (0,50-0,52 мг/кг почвы), меди (1,7-1,9 мг/кг почвы) и цинка (3,1-3,2 мг/кг почвы) почва относится к II (средней) группе обеспеченности микроэлементами. В опытах по изучению зависимости продуктивности хмеля от уровня минерального питания 4-х кратная повторность вариантов в 4 яруса. На одной делянке размещали 40 учетных растений, расположенных в четыре ряда по 10 растений в каждом. По 4-12 растений того же сорта оставляли на концевых защитных полосах. Растения высаживались по схеме 3,0x1,5 м. Учетная площадь делянки – 180 м². Была составлена система агротехнических мероприятий на хмельнике, где планировались наблюдения и учеты с целью оценки продуктивности растений хмеля в зависимости от изучаемых факторов. В процессе роста и развития растений велись фенологические наблюдения. Урожай учитывался сплошным методом, поделяночно. Убирались шишки вручную и затем сушились при температуре 60-70°C в течение 6-7 часов. Определение содержания альфа-кислоты в шишках хмеля проводилось кондуктометрическим методом путем измерения силы тока, проходящего через экстракт горьких веществ, в процессе титрования его уксуснокислым свинцом (ГОСТ 21948-76).

Предыдущими исследованиями, проведенными на дерново-подзолистых супесчаных почвах СП «Бизон» Малоритского района и УО «Путришки» Гродненского района установлено, что максимальная продуктивность хмеля позднего сорта (Hallertauer Magnum) в зависимости от содержания элементов минерального питания обеспечивается при внесении $N_{180}P_{120-180}K_{160-240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений [2].

Цель исследований – оптимизация минерального питания в конкретных почвенно-климатических условиях фермерского хозяйства «Магнум-Хмель» Пружанского района.

В задачу исследований входило установить на дерново-подзолистых супесчаных почвах хозяйства оптимальные дозы фосфорных и калийных удобрений; а также связь урожайности и качества продукции хмеля от доз этих удобрений.

Азот вносили в дозе N_{180} по 60 кг/га по д.в. в три срока (1 – весной в начале вегетации хмеля, 2 – в начале образования боковых побегов и 3 – в начале цветения хмеля). Дозы фосфора составили – 120, 140, 160, 180, 200 кг/га по д.в., дозы калия – 200 и 240 кг/га по д. в.

В период проведения исследований в 2004-2005 гг. температура в основной период цветения и формирования шишек (июль-август) была благоприятной для роста и развития хмеля. Однако обеспеченность влагой по годам исследований отличалась. Наиболее благоприятные условия по обеспеченности влагой сложились в 2005 г., когда был сформирован более высокий уровень урожайности хмеля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений на фоне органических существенно повышает продуктивность хмеля сорта Hallertauer Magnum на 5,5-8,0 ц/га или на 52-75% (табл. 1), но основной задачей наших исследований являлась конкретизация доз фосфора.

**Таблица 1
Влияние минеральных удобрений на урожайность
шишек хмеля, ц/га (сорт Hallertauer Magnum)**

N п/ п	Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Средняя за два года	Прибавка к фону	
		2004 г.	2005 г.		ц/га	%
1.	Фон – 30 т/га орг. уд.	9,1	12,1	10,6	–	–
2.	Фон + $N_{180}P_{120}K_{240}$	14,5	17,6	16,1	5,5	52
3.	Фон + $N_{180}P_{140}K_{240}$	15,1	18,1	16,6	6,0	57
4.	Фон + $N_{180}P_{160}K_{240}$	16,3	19,3	17,8	7,2	68
5.	Фон + $N_{180}P_{180}K_{240}$	16,8	19,9	18,4	7,8	74
6.	Фон + $N_{180}P_{200}K_{240}$	17,0	20,2	18,6	8,0	75
7.	Фон + $N_{180}P_{160}K_{200}$	15,3	18,0	16,7	6,1	58
	HCP ₀₅	0,9	1,1			

Внесение минеральных удобрений с минимальной дозой фосфорных удобрений на фоне 30 т/га органических – $N_{180}P_{120}K_{240}$ повысило урожайность шишек хмеля до 16,1 ц/га, что обеспечило прибавку к Фону 5,5 ц/га или 52% (2 вариант).

При увеличении дозы фосфора до P_{140} урожайность шишек с учетом показателей существенной наименьшей разницы осталась на том же уровне (3 вариант) – 16,6 ц/га.

Дальнейшее увеличение дозы фосфора до P_{160} существенно повысило урожайность шишек хмеля до 17,8 ц/га, что обеспечило прибавку к Фону 7,2 ц/га или 68% (вариант 4).

При снижении дозы калия с K_{240} (вариант 4) до K_{200} (вариант 7) урожайность шишек уменьшилась с 17,8 до 16,7 ц/га. Это говорит о том, что оптимальной следует считать дозу калия – 240 кг/га по д. в. и ее снижение до K_{200} нецелесообразно.

Максимальная урожайность шишек хмеля 18,6 ц/га в среднем за два года исследований получена в варианте 6 с внесением $N_{180}P_{200}K_{240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений. Однако этот вариант не имел преимущества по урожайности шишек по сравнению с вариантами 4 и 5, так разница между урожайностью шишек в этих вариантах не превышает значений наименьшей существенной разницы. Внесение фосфора в диапазоне доз $P_{160-200}$ равноценно по влиянию на урожайность шишек. Оптимальной следует считать дозу фосфора – 160 кг/ га. Более высокие дозы не имеют преимущества по влиянию на урожайность шишек.

Таким образом, для получения максимальной урожайности шишек хмеля (17,8 ц/га) рекомендуется внесение $N_{180}P_{160}K_{240}$. При дальнейшем увеличении доз фосфорных удобрений до $N_{180}P_{200}K_{240}$ хотя и наблюдалась тенденция к росту урожайности шишек хмеля до 18,6 ц/га, однако прибавка урожайности была недостоверной.

Одним из важнейших показателей качества шишек хмеля является содержание в них а-кислот (табл. 2).

**Таблица 2
Влияние минеральных удобрений на содержание
а-кислот в шишках хмеля, % (сорт Hallertauer Magnum)**

N п/ п	Вариант опыта	Содержание а-кислот в шишках	Среднее за два	Прибавка к фону
--------------	------------------	---------------------------------	-------------------	-----------------

П		2004 г.	2005 г.	года	%	% к Фону
1.	Фон – 30 т/га орг. уд.	10,2	10,0	10,1	–	–
2.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	11,0	10,5	10,8	0,7	6,9
3.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₄₀ K ₂₄₀	11,3	10,7	11,0	0,9	8,2
4.	Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀	12,0	11,3	11,7	1,6	15,8
5.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	12,1	11,2	11,7	1,6	15,8
6.	Фон + N ₁₈₀ P ₂₀₀ K ₂₄₀	12,0	11,3	11,7	1,6	15,8
7.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₆₀ K ₂₀₀	11,4	10,7	11,1	1,0	9,9
	HCP ₀₅	0,5	0,6			

Из данных табл. 2 видно, что на фоне 30 т/га органических удобрений содержание α-кислот в шишках хмеля составило в среднем за два года 10,1%.

Внесение минеральных удобрений на фоне 30 т/га органических – N₁₈₀P₁₂₀₋₁₄₀K₂₄₀ повысило содержание α-кислот в шишках хмеля до 10,8-11,7%, что обеспечило существенную прибавку к Фону.

Максимальное содержание α-кислот в шишках хмеля 11,7%, получено в варианте 4 с внесением N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀. Увеличение доз фосфора до P₁₈₀₋₂₀₀ не привело к существенному изменению этого показателя.

Калий оказывает значительное влияние на содержание в шишках α-кислот и снижение его дозы с 240 (вариант 4) до 200 кг/га по д.в. (вариант 7) существенно снизило содержание в шишках α-кислот с 11,7 до 11,0%.

Таким образом, для получения максимального содержания в шишках α-кислот (11,7%) рекомендуется внесение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне органических удобрений.

Важнейшим производственным показателем продуктивности хмеля является выход α-кислот с единицы площади. Это связано с тем, что оплата за хмель производится с учетом содержания в шишках α-кислот и при производстве пива важна не столько масса шишек, сколько общее содержание α-кислот в этой массе.

Расчетные данные показали, что внесение минеральных удобрений заметно повышает сбор α-кислот с единицы площади (табл. 3).

В соответствии с полученной урожайностью и содержанием α-кислот в шишках хмеля, максимальный выход их с одного гектара установлен в вариантах 4, 5 и 6 при внесении N₁₈₀P₁₆₀₋₂₀₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений – соответственно 2,07 2,13 и 2,16 ц/га (табл. 3). На основании того, что варианты 5 и 6 по урожайным данным и содержанию в шишках α-кислот, как было установлено ранее, не имеют преимущества по сравнению с вариантом 4, оптимальным по сбору α-кислот с единицы площади следует считать вариант 4 (Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀).

Таблица 3
Влияние минеральных удобрений на сбор α-кислот, ц/га (сорт Hallertauer Magnum)

N п/ п	Вариант опыта	Сбор α-кислот, ц/га		Среднее	Прибавка к фону	
		2004 г.	2005 г.		ц/га	%
1.	Фон – 30 т/га орг. уд.	0,93	1,21	1,07	–	–
2.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	1,60	1,85	1,73	0,66	62
3.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₄₀ K ₂₄₀	1,71	1,90	1,81	0,74	69
4.	Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀	1,96	2,18	2,07	1,00	93
5.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	2,03	2,23	2,13	1,06	99
6.	Фон + N ₁₈₀ P ₂₀₀ K ₂₄₀	2,04	2,28	2,16	1,09	102
7.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₆₀ K ₂₀₀	1,74	1,93	1,84	0,77	72

Наиболее высокие показатели окупаемости 1 кг НРК сбором α-кислот (0,357 кг) получены в варианте 4 с внесением N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀. Этот показатель снижается при уменьшении доз фосфора до P₁₂₀₋₁₄₀ (0,320-0,323 кг) и при их возрастании до P₁₈₀₋₂₀₀ (0,348-0,355 кг). Уменьшение дозы калия до 200 кг/га в 7 варианте (N₁₈₀P₁₆₀K₂₀₀) снижает показатель окупаемости 1 кг НРК до 0,341 кг α-кислот.

Таким образом, оптимальными дозами минеральных удобрений для получения наибольшей продуктивности сорта Hallertauer Magnum при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве фермерского хозяйства «Магнум-Хмель» Пружанского района Брестской области следует считать применение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальными дозами минеральных удобрений для получения максимальной продуктивности хмеля сорта Hallertauer Magnum при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве является применение $N_{180}P_{160}K_{240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений.

2. Внесение минеральных удобрений $N_{180}P_{160}K_{240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений обеспечивает получение урожайности шишек 17,8 ц/га, содержание а-кислот в шишках –11,7%, а выход их с 1 гектара – 2,07 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Либацкий, Е.П. Хмелеводство / Е. П. Либацкий. – Москва: Колос, 1993. – 287 с.
2. Милоста, Г. М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность хмеля / Г. М. Милоста, В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2 (37). – С. 117-128.
3. Милоста, Г.М. Современное состояние и перспективы развития хмелеводства в Республике Беларусь / Г.М. Милоста, О.С. Ярошинская // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы – Гродно, ГГАУ, 2005. – с.61-63.

THE DEPENDENCE OF HOPS PRODUCTIVITY ON MINERAL FERTILIZERS DOSAGE

G.M. Milosta, V.V. Lapa

Summary

The results of the research carried out on turf-podsolic sandy soils, at the “Magnum-Chmel” farm from Pruzany county of Brest region showed that the maximal productivity (16,3 –19,3 c/ha) and alpha acid contents (11,3-12,0%) of the “Hallertauer Magnum” hops variety was achieved while using $N_{180}P_{160}K_{240}$ on a background of 30 t/ha of organic fertilizers.

Поступила 22 апреля 2009 г.

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ЦИНКОМ, ЙОДОМ И СЕЛЕНОМ НА УРОЖАЙНОСТЬ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ И ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

Ю.В. Кляусова, М.В. Рак

Институт почеведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза – одна из важнейших кормовых культур. Высокая потенциальная урожайность и сравнительно небольшие затраты при производстве обуславливают её широкое распространение. Важным условием в получении высоких и устойчивых урожаев кукурузы, является дифференцированное обеспечение её всеми необходимыми макро- и микроэлементами в зависимости от условий возделывания. Внесение микроудобрений в процессе роста и развития кукурузы необходимо для сбалансированного питания культуры, повышения урожайности и улучшения качества, получаемой продукции [1].

В настоящее время особенно острой проблемой является дефицит йода и селена в сельскохозяйственной продукции, идущей как на продовольственные, так и на кормовые цели.

В организме человека йод поступает с продуктами растительного и животного происхождения. Потребность человека в йоде составляет 100-200 мкг/сутки [2]. Оптимальное содержание йода в корме для животных в зависимости от вида и возраста колеблется от 0,4 до 1,5 мг/кг сухой массы. Антисептические свойства йода губительно действуют на вирусы и бактерии, поэтому при добавлении в пищу животным йодсодержащих препаратов у них снижается заболеваемость и увеличивается продуктивность [3].

В результате исследований, связанных с недостатком йода в окружающей среде, была признана его значительная роль не только для человека и животных, но и для растений. Под влиянием йода в растениях усиливается интенсивность протекания синтетических процессов, что в конечном итоге приводит к увеличению урожая и улучшению его качественного состава. Йод ускоряет передвижение образующихся в процессе фотосинтеза первичных углеводов к месту образования запасных полисахаридов и усиливает их биосинтез. Среднее содержание йода в сухом веществе растений составляет 0,30-0,42 мг/кг, при обычных колебаниях 0,01-2,5 мг/кг [3].

Актуальность научных исследований с селеном в последние годы обусловлена дефицитом селена в продуктах питания и низкой суточной нормой потребления этого элемента человеком и животными, а также практически повсеместным распространением в республике селенодефицитного заболевания молодняка животных – беломышечной болезни. Дефицит селена в продуктах питания приводит к возникновению у человека кардиомиопатии, поражения печени и других заболеваний. Среднестатистический житель Республики Беларусь не дополучает около 80% селена в сутки [2].

Маршрутное обследование сельскохозяйственных земель Беларуси показало, что содержание валового селена в основных типах почв очень низкое (6,5 – 265,4 мкг/кг) [4].

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности высокопродуктивных коров требуется от 0,1 до 0,5 мг селена на 1 кг сухого вещества рациона [5, 6]. Однако, содержание в корме селена 7-10 мг/кг сухой массы вызывает острую интоксикацию, которая может привести к летальному исходу. Поэтому, в связи с высокой токсичностью селена, система применения селеновых удобрений должна быть строго регламентирована в зависимости от свойств почв и биологических особенностей культур [7].

Особенно важен для полноценного роста и развития кукурузы цинк, так как она очень чувствительна к его недостатку. Данный элемент принимает непосредственное участие в синтезе хлорофилла и оказывает влияние на фотосинтез и углеводный обмен в растении. Цинк является необходимым микроэлементом для человека и животных. Он входит в состав инсулина, а также обнаружен в половых железах. При его недостатке у молодых животных наблюдается замедление роста, развитие кожных болезней [8]. Недостаток цинка проявляется у животных при содержании его в корме менее 20 мг/кг, а избыток – выше 60 мг/кг [9].

Известно, что растительная пища является основным поставщиком микроэлементов. Одним из путей преодоления дефицита йода и селена в растениеводческой продукции является повышение их содержания в растениях агрохимическим путём. Поэтому, целью наших исследований являлось определение эффективности проведения некорневой подкормки цинком, йодом и селеном для повышения урожайности и оптимизации содержания данных микроэлементов в зелёной массе и зерне кукурузы.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2007-2008 гг. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связных водно-ледниковых суглинках, подстилаемых с глубины 0,85 м лёгким моренным суглинком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH в KCl – 6,0-6,2; гумус 2,42-2,65%; P₂O₅ и K₂O в 0,2 н HCl 210-220 и 215 – 230 мг/кг почвы. Содержание подвижного цинка 2,0-2,2 мг/кг почвы; общего йода и селена 0,22-0,28 мг/кг и 30-35 мкг/кг соответственно.

Общая площадь делянки – 25 м². Предшественник – люпин узколистный. Обработка почвы включала: зяблевую вспашку, весеннюю культивацию и предпосевную обработку.

Посев кукурузы с нормой высева 120 тыс. шт./га проводился в 2007 г. во второй декаде мая (18.05) и в 2008 г. в первой декаде мая (07.05). Для посева использовался гибрид Дельфин RM 020 – французской селекции, раннеспелый (ФАО 180).

Согласно схеме опыта некорневые подкормки кукурузы цинком, йодом и селеном проводились на двух уровнях органоминерального питания (Фон 1 – 50 т/га навоза + N₁₂₀ P₆₀ K₁₂₀, Фон 2 – 50 т/га навоза + N₁₈₀ P₉₀ K₁₈₀). Микроэлементы в дозах – Zn – 150 г/га д.в., I – 60, 120, 180 г/га д.в. и Se – 30, 60, 90 г/га д.в. вносились в фазу 6-8 листьев. В качестве микроудобрений использовались минеральные соли (сульфат цинка, йодистый калий, селенит натрия). Макроудобрения – КАС, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий вносились согласно схеме опыта в основное внесение.

В фазе 4-5 листьев на втором уровне минерального питания (N₁₈₀ P₉₀ K₁₈₀ кг/га) была проведена подкормка кукурузы карбамидом в дозе 30 кг/га д.в.

Уход за посевами включал обработку гербицидом Примэкстра Голд с нормой расхода 4 л/га до появления всходов кукурузы.

Уборка зелёной массы кукурузы проводилась в фазу восковой спелости. Данные урожайности приводились к 70% влажности. На зерно кукурузу убирали при наступлении фазы полной спелости зерна. Данные приводились к стандартной влажности (14%).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В наших исследованиях, в среднем за два года, применение только органоминеральной системы удобрения позволило получить урожайность зелёной массы 508 ц/га на первом фоне и 566 ц/га на втором (табл. 1).

Таблица 1
Влияние микроудобрений на урожайность и содержание цинка и йода в зелёной массе кукурузы (среднее за 2007-2008гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание йода мг/кг сухой массы				Содержание цинка мг/кг сухой массы			
			Початок	Стебель	Лист	З/М	Поча	Стебель	Лист	З/М
Фон 1	508	–	0,22	0,17	0,29	0,19	16,1	15,4	19,5	16,9
I ₆₀ Zn ₁₅₀	575	67	0,42	0,32	0,59	0,41	22,3	22,0	27,6	23,2
I ₁₂₀ Zn ₁₅₀	580	72	0,55	0,52	0,90	0,61	23,7	23,2	27,7	24,3
I ₁₈₀ Zn ₁₅₀	558	50	0,69	0,58	1,05	0,72	19,3	19,2	22,5	20,2
Фон 2	566	–	0,21	0,17	0,29	0,21	17,2	16,1	18,9	16,7
I ₆₀ Zn ₁₅₀	646	80	0,40	0,30	0,60	0,40	21,4	22,0	27,0	22,6
I ₁₂₀ Zn ₁₅₀	644	78	0,57	0,45	0,84	0,58	23,5	23,2	29,5	23,9
I ₁₈₀ Zn ₁₅₀	627	61	0,66	0,53	0,99	0,68	18,8	17,5	23,4	20,0
HCP _{0,5}	18,4				0,09				3,8	

* – Фон 1 – 50 т/га навоза + N₁₂₀ P₆₀ K₁₂₀, Фон 2 – 50 т/га навоза + N₁₈₀ P₉₀ K₁₈₀

Применение некорневой подкормки I₆₀ Zn₁₅₀ приводило к увеличению урожайности зелёной массы на 67 ц/га на первом уровне минерального питания и на 80 ц/га на втором. Наибольшая прибавка урожая зелёной массы кукурузы 72 ц/га (фон 1) была обеспечена сочетанием I₁₂₀ Zn₁₅₀.

Внесение йодида калия в дозе 180 г/га д.в. совместно с сульфатом цинка в дозе 150 г/га д.в. на первом фоне приводило к снижению урожайности зелёной массы на 22 ц/га, а на втором на 17 ц/га по сравнению с вариантом $I_{120} Zn_{150}$.

Содержание йода в зелёной массе кукурузы в среднем за 2007-2008 гг. в фоновых вариантах низкое – 0,19 мг/кг сухой массы (фон 1) и 0,21 мг/кг (фон 2). На первом уровне питания накопление происходило с 0,19 мг/кг в фоновом варианте до 0,72 мг/кг в варианте $I_{180} Zn_{150}$, а на втором с 0,21 мг/кг до 0,68 мг/кг сухой массы соответственно.

По результатам исследований определение содержание йода в початке, стебле и листе кукурузы показало, что наибольшее его количество находится в листе и составляет 0,29-1,05 мг/кг сухой массы на первом фоне, и 0,29-0,99 мг/кг на втором, а наименьшее в стебле 0,17-0,58 мг/кг сухой массы и 0,17-0,53 мг/кг соответственно. Початок занимает промежуточное место между листом и стеблем, содержание в нём йода находится в пределах 0,22-0,69 мг/кг сухой массы на первом уровне минерального питания и 0,21-0,66 мг/кг на втором.

При внесении йодида калия в некорневую подкормку существенно увеличивается содержание йода в зелёной массе в 1,9-3,8 раз, а также в отдельных её частях по сравнению с фоновыми вариантами, тем самым, обеспечивая оптимальное содержание йода в зелёной массе кукурузы (0,4-1,5 мг/кг сухой массы).

При изучении сочетания возрастающих доз йодида калия 60, 120, 180 г/га д.в. с сульфатом цинка в дозе 150 г/га д.в. на обоих уровнях минерального питания было установлено, что данные сочетания обеспечивают увеличение содержания цинка в зелёной массе кукурузы до оптимальных значений (20-60 мг/кг сухой массы). Содержание варьирует от 20,2 до 24,3 мг/кг сухой массы на первом уровне питания и от 20,0 до 23,9 мг/кг на втором. Однако, сочетание максимальной дозы йодида калия 180 г/га д.в. с сульфатом цинка приводило не только к снижению урожайности кукурузы, но также к уменьшению содержания цинка в зелёной массе кукурузы на 4,1 мг/кг сухой массы на первом фоне и на 3,9 мг/кг на втором по сравнению с вариантом $I_{120} Zn_{150}$.

Изучая, накопление цинка в частях кукурузы, было определено, что наибольшее его количество находится в листьях и составляет 19,5-27,7 мг/кг (фон 1) и 18,9-29,5 мг/кг (фон 2), а в початке и стебле оно находится в пределах 15,4-23,5 мг/кг сухой массы.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что применение органоминерального питания обеспечивает урожайность зерна кукурузы 79,6 ц/га на первом уровне минерального питания и 91,7 ц/га на втором (табл. 2).

Таблица 2
Влияние микроудобрений на урожайность и содержание цинка и йода в зерне кукурузы
(среднее за 2007-2008гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание йода мг/кг сухой массы	Содержание цинка мг/кг сухой массы
Фон 1	79,6	–	0,19	19,3
$I_{60} Zn_{150}$	89,2	9,6	0,21	23,5
$I_{120} Zn_{150}$	89,6	10,0	0,27	24,5
$I_{180} Zn_{150}$	87,8	8,2	0,33	21,0
Фон 2	91,7	–	0,17	18,6
$I_{60} Zn_{150}$	103,3	11,6	0,21	22,8
$I_{120} Zn_{150}$	104,0	12,3	0,25	23,6
$I_{180} Zn_{150}$	100,9	9,2	0,33	21,2
HCP _{0,5}	2,7		0,06	2,8

* – фон 1 – 50 т/га навоза + $N_{120} P_{60} K_{120}$, фон 2 – 50 т/га навоза + $N_{180} P_{90} K_{180}$

Максимальные прибавки урожая зерна кукурузы были получены в вариантах $I_{60} Zn_{150}$ и $I_{120} Zn_{150}$ и составили 9,6-10,0 ц/га на первом фоне и 11,6-12,3 ц/га на втором. Применение варианта $I_{180} Zn_{150}$ на первом уровне питания приводило к снижению урожайности зерна кукурузы на 2,5% и на втором на 3,1% по сравнению с вариантом $I_{120} Zn_{150}$.

Внесение возрастающих доз йодида калия 60, 120, 180 г/га д.в. в сочетании с сульфатом цинка в дозе 150 г/га д.в. обеспечивало существенное увеличение содержание йода в зерне кукурузы, но не достигало оптимума.

Изучение применения возрастающих доз йодида калия в сочетании с одинаковой дозой сульфата цинка показало, что данные сочетания обеспечивают увеличение содержание цинка в зерне кукурузы до оптимальных показателей и колеблются от 21,0 до 24,5 мг/кг сухой массы на первом уровне минерального питания и от 21,2 до 23,6 на втором, но необходимо отметить, что максимальная доза йода 180 г/га д.в. в сочетании с цинком в дозе 150 г/га д.в. приводила к снижению накопления цинка зерном кукурузы на первом фоне на 3,5 мг/кг сухой массы или на 14,3 % и на втором на 2,4 мг/кг или на 10,2%.

Результаты наших исследований показывают, что при внесении селена в некорневую подкормку кукурузы отмечается лишь тенденция роста урожайности зелёной массы (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние селена на урожайность и содержание элемента в зелёной массе кукурузы
(среднее за 2007-2008гг.)**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание селена мкг/кг сухой массы			
			Початок	Стебель	Лист	З/М
Фон 1	508	–	52	10	58	36
Se ₃₀	524	16	130	71	71	94
Se ₆₀	526	18	253	128	186	187
Se ₉₀	526	18	388	173	392	295
Фон 2	566	–	87	22	48	53
Se ₃₀	583	17	153	78	70	107
Se ₆₀	583	17	217	157	218	191
Se ₉₀	581	15	393	184	374	301
HCP _{0,5}	18,4					42

* – фон 1 – 50 т/га навоза + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, фон 2 – 50 т/га навоза + N₁₈₀P₉₀K₁₈₀

Содержание селена в зелёной массе кукурузы в среднем за два года на фоновых вариантах было низкое и составило 36 мкг/кг на первом фоне и 53 мкг/кг сухой массы на втором, что объясняется невысокой обеспеченностью почвы данным элементом. При последовательном увеличении доз вносимого селена 30, 60, 90 г/га д.в. происходило увеличение его накопления в зелёной массе до 8,2 раз на первом фоне и до 5,7 на втором. При этом его содержание в растениях соответствовало оптимальной для кормов концентрации (100-500 мкг/кг сухой массы).

Определение содержания селена в отдельных частях растения кукурузы показало, что наибольшее его количество на обоих уровнях минерального питания находится в початке 52-388 мкг/кг на первом фоне и 87-393 мкг/кг сухой массы на втором, а также в листе 58-392 мкг/кг и 48-374 мкг/кг соответственно. Наименьшее содержание селена в стебле 10-173 мкг/кг сухой массы на первом уровне минерального питания и 22-184 мкг/кг на втором.

Применение селена в некорневую подкормку кукурузы не приводит к достоверному увеличению урожайности зерна кукурузы (табл. 4).

Внесение возрастающих доз селена 30, 60, 90 г/га д.в. обеспечивало увеличение содержания данного элемента в зерне кукурузы в пределах оптимальной концентрации. Так, на первом уровне минерального питания накопление селена возрастало с 26 мкг/кг в фоновом варианте до 380 мкг/кг в варианте с дозой внесения селена 90 г/га д.в., а на втором содержание составило 42-360 мкг/кг соответственно.

Некорневая подкормка кукурузы селеном значительно увеличивает содержание элемента в зерне в 4,5-14,6 раз и в зелёной массе 2,0-8,2 раза по сравнению с фоновыми вариантами, что способствует оптимизации содержания селена в урожае кукурузы. При этом содержание селена в зерне от некорневой подкормки селеновым удобрением увеличивалось более значительно с 26-42 до 360-380 мкг/кг сухой массы, чем в зелёной массе с 36-53 до 295-301 мкг/кг.

Таблица 4

**Влияние селена на урожайность и содержание элемента в зерне кукурузы
(среднее за 2007-2008гг.)**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание селена мкг/кг сухой массы
Фон 1	79,6	–	26
Se ₃₀	82,1	2,5	224
Se ₆₀	81,7	2,1	247
Se ₉₀	81,4	1,8	380
Фон 2	91,7	–	42
Se ₃₀	94,2	2,5	191
Se ₆₀	93,9	2,2	230
Se ₉₀	93,6	1,9	360
HCP _{0,5}	2,7		36

*— фон 1 – 50 т/га навоза + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, фон 2 – 50 т/га навоза + N₁₈₀P₉₀K₁₈₀

ВЫВОДЫ

1. Некорневая подкормка кукурузы йодидом калия в дозе 60 г/га д.в. в сочетании с сульфатом цинка в дозе 150 г/га д.в. на обоих уровнях минерального питания обеспечивала увеличение урожайности зелёной массы на 67-80 ц/га и зерна на 9,6-11,6 ц/га. Повышение дозы йода в некорневую подкормку до 120 и 180 г/га д.в. не приводило к увеличению урожайности зелёной массы и зерна кукурузы.

2. Внесение йодида калия в дозах 60, 120, 180 г/га д.в. в сочетании с цинком в дозе 150 г/га д.в. приводило к увеличению содержания йода в зелёной массе кукурузы до 0,41-0,72 мг/кг сухой массы. Влияние этих же доз на накопление йода зерном кукурузы было существенным, но не достигало оптимальных показателей (0,4-1,5 мг/кг сухой массы). Содержание цинка в зелёной массе и зерне кукурузы соответствовало нижнему уровню оптимальных значений и варьировало от 20,0 до 24,3 мг/кг в зелёной массе и от 21,0 до 24,5 мг/кг в зерне.

3. Внесение селена в некорневую подкормку в дозах 30, 60, 90 г/га д.в. не приводило к достоверному увеличению урожайности зеленой массы и зерна кукурузы на обоих уровнях минерального питания. Некорневая подкормка кукурузы селенитом натрия способствовала накоплению селена в зелёной массе 107-301 мкг/кг сухой массы и зерне 191-380 мкг/кг, соответствующим оптимальной для кормов концентрации (100-500 мкг/кг сухой массы).

ЛИТЕРАТУРА

- Шлапунов, В. Важнейшие вопросы эффективного выращивания кукурузы в Беларуси / Шлапунов В., Щербаков В., Шпаар Д.// Земледелие и растениеводство – 1999. – № 3 – С. 15-20.
- Авцын, А.П. Микроэлементы человека /А.П. Авцын [и др]. – М.: Медицина, 1991. - 496 с.
- Кашин, В.К. Биогеохимия, фитофизиология и агрохимия йода / В.К. Кащин. – Л.: Наука, 1987. – 240 с.
- Головатый, С.Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – Минск. – 2005. – С. 89-93.
- Майсеенок, А.Г. Селен, сelenоаминоислоты, селенопротеины: биодоступность, биосинтез, биохимические функции / А.Г. Майсеенок, Е.В. Пестюк, Е.А. Майсеенок // Питание и обмен веществ: сб. науч. тр. – Гродно, 2002. – С. 70-98.
- Надаринская, М.А. Эффективность использования разных уровней селена в кормлении высокопродуктивных коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: / М.А. Надаринская. – Жодино, 2004. – 18с.
- Персон, Б. Биологическая функция селена / Б. Персон. – Кишинёв, 1983. – 215 с.
- Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – М.: Наука, 1974. – 324 с.
- Ковальский, В. В. Микроэлементы в растениях и кормах / В. В. Ковальский. – М.: Колос,-1971. – 235 с.

INFLUENCE OF OUTSIDE ROOT TOP-DRESSING IODINE AND SELENIUM ON PRODUCTIVITY GREEN MASS AND GRAIN CORN AND MICROELEMENT COMPOSITION

Yu. V. Klausova, M.V. Rak

Summary

Outside root top-dressing of corn by iodine in dozes 60 g/ha reactant with zinc in doze 150 g/ha reactant on different rates of mineral nutrition (50 t/ha manure+N₁₂₀ P₆₀ K₁₂₀-rate 1 и 50 t/ha manure +N₁₈₀ P₉₀ K₁₈₀-rate 2) gives increase productivity green mass on 67-80 c/ha and grain on 4,6-5,8 c/ha. Entering of iodine in dozes 60, 120, 180 g/ha reactant with zinc in doze 150 g/ha reactant increase contain iodine until optimal level in green mass corn. Influence above mentioned dozes on contain iodine in grain corn was evidence, but fall short optimal level (0,4-1,5 mg/kg dray mass). Contain zinc in green mass was 20,0-24,3 mg/kg and grain corn was 21,0-24,5 mg/kg.

Use selenium in dozes 30, 60, 90 g/ha reactant on different rates of mineral nutrition does not to really increase yield corn, but increase selenium content in green mass and grain corn until optimal level (100-500 mkg/kg dray mass).

Поступила 22 апреля 2009 г.

УДК 631.8.022.3:[631.84+631.81.095.337]:631.445.24:633.11

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ
АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

М.В. Рак, С.А. Титова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возрастает внимание к проблеме сбалансированности пищевых продуктов по микроэлементному составу. Недостаток, избыток или нарушение соотношения между микроэлементами в почвах является частой причиной снижения урожайности культур, продуктивности сельскохозяйственных животных и возникновения биогеохимических эндемических заболеваний. Поэтому в настоящее время остается актуальным вопрос обогащения микроэлементами сельскохозяйственной продукции. Большой интерес в этой связи представляют микроэлемент селен, так как, дефицит его и низкая суточная норма потребления негативно сказывается на здоровье человека и животных. Недостаток селена в почве и кормах обуславливает

повсеместно распространение беломышечной болезни и других заболеваний животных. Дефицит селена в продуктах питания человека приводит к возникновению многих болезней, как кардиомиопатии, изменение трубчатых костей, поражение печени и др. [1].

Беларусь относится к биогеохимической провинции с дефицитом содержания селена в почве, в растениях и водах. Маршрутные исследования сельскохозяйственных земель республики показали, что содержание валового селена в почве определяется гранулометрическим составом. В дерново-подзолистых суглинистых почвах содержание селена колеблется в пределах 17,2-240,0 мкг/кг почвы, в супесчаных – 8,9-118,0, в песчаных – 6,5-77,8 и торфяно-болотных почвах – 173,2-265,4 мкг/кг почвы. Среднее содержание элемента в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и ячменя составляет 15,2 мкг/кг (с колебаниями в пределах 2,7-56,4 мкг/кг), что в 6,6 раза меньше нижнего порога оптимального содержания этого микроэлемента в кормах для сельскохозяйственных животных (100 мкг/кг) [2]. В основных продуктах питания, в частности, в картофеле селена содержится 0,8-3,0 мг/кг, свекле 0,4-1,2 мг/кг, капусте 1,04 мг/кг, хлебе белом и черном соответственно 14,6-31,1 и 0,2-13,0 мг/кг [3]. Потребление в среднем селена человеком с основными продуктами питания в республике составляет 9,9-14,0 мкг/сутки, что в 4-5 раз ниже минимального суточного потребления селена (50 мкг), рекомендованного ВОЗ [4].

В настоящее время, наряду с механическим обогащением продуктов питания и кормов селеном, выращивание дрожжей и водорослей с высоким содержанием этого элемента, инъецирование селенсодержащими препаратами животных, одним из перспективных приемов обогащения растений селеном является применение селенсодержащих удобрений.

Пшеница – главная зерновая культура, в зерне которой содержится много белка и других ценных веществ. Для нормальной жизнедеятельности организма суточная потребность человека в селене составляет 200 мкг, с хлебобулочными изделиями должно поступать не менее 25% его суточной потребности [5]. Однако в зерне этой культуры не всегда содержится достаточного количества селена и поэтому важно разработать приемы обогащения данным элементом до оптимального уровня.

Цель исследований заключалась в определении эффективности применения новых форм селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению эффективности применения новых форм селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы проводили в 2003-2004 гг. в стационарном полевом опыте в СПК «Щомыслица» Минского района на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном (пылеватом) суглинке. Агрехимическая характеристика пахотного горизонта почвы опытного участка следующая: содержание гумуса – 2,1%, pH – 5,8, P₂O₅ – 350, K₂O – 240 мг/кг почвы, валового селена – 50 мкг/кг почвы.

Площадь делянки – 29,8 м², повторность – 4-х кратная. Учет урожая – сплошной поделяночный.

Для преодоления селенодефицита в сельскохозяйственной продукции разработано новое азотное удобрение с селеном, которое в качестве азотного удобрения включает карбамид или КАС и микроэлемент селен [6].

Схемой опыта предусмотрены селенсодержащие азотные минеральные удобрения на основе КАС и карбамида с возрастающими дозами содержания в них селена, кг/га д.в.:

- | | |
|--|--|
| 1. N ₉₀ (КАС)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон I | 6. N ₉₀ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон II |
| 2. КАС + Se _{0,05} | 7. Карбамид + Se _{0,05} |
| 3. КАС + Se _{0,15} | 8. Карбамид + Se _{0,15} |
| 4. КАС + Se _{0,25} | 9. Карбамид + Se _{0,25} |
| 5. КАС + Se _{0,35} | 10. Карбамид + Se _{0,35} |

Исследования по изучению действия различных доз селенсодержащих азотных удобрений проводили на фоне РК (аммонизированного суперфосфата и хлористого калия). Минеральные удобрения внесены в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ под предпосевную культивацию. В стадию первого узла в баковой смеси с регулятором роста применяли некорневую подкормку сульфатом меди и марганца в дозе по 50 г/га действующего вещества.

Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для данной зоны. В опыте возделывали яровую пшеницу сорта Рассвет, норма высева – 4,0 млн. всхожих зерен на гектар. При возделывании яровой пшеницы применяли интегрированную систему защиты растений.

Погодные условия в годы проведения исследований были примерно одинаковыми, ГТК (за май-август) составил 1,6 и 1,7, что благоприятно сказалось на росте и развитии яровой пшеницы.

Исключение составляет июнь и август 2003 г., а также май 2004 г., где показатели увлажнения были самыми низкими.

Исследования проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов. Статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что при возделывании яровой пшеницы внесение селенсодержащих азотных удобрений под предпосевную культивацию не оказалось существенного влияния на повышение урожайности зерна (табл.1). В среднем за два года исследований урожайность зерна яровой пшеницы в фоновых вариантах составила 40,6-41,1 ц/га, а в вариантах с внесением селенсодержащих азотных удобрений с возрастающими дозами в них селена 38,5-45,5 ц/га. При этом отмечалась тенденция повышения урожайности зерна яровой пшеницы в зависимости от вида азотного удобрения, в частности при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида.

Анализ данных урожая соломы показал, что применение исследуемых удобрений также не способствовало увеличению урожайности (табл.1). Наибольшее повышение урожайности соломы яровой пшеницы отмечено при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида.

Таблица 1

Влияние селенсодержащих азотных удобрений на урожайность зерна и соломы яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, ц/га											
	зерно				солома							
	2003г.	2004г.	сред- нее	прибавка, ц/га к фону I	2003г.	2004г.	сред- нее	прибавка, ц/га к фону I				
N ₉₀ (КАС)P ₆₀ K ₁₂₀ -фон I	33,8	48,4	41,1	-	-	28,6	46,5	37,6	-	-	-	-
КАС + Se _{0,05}	35,9	47,4	41,6	0,5	-	31,1	46,2	38,7	1,1	-	-	-
КАС + Se _{0,15}	32,0	45,1	38,6	-	-	24,5	44,8	34,7	-	-	-	-
КАС + Se _{0,25}	29,4	47,6	38,5	-	-	28,0	40,3	34,2	-	-	-	-
КАС + Se _{0,35}	32,0	46,4	39,2	-	-	21,5	43,1	32,3	-	-	-	-
HCP _{0,5}	3,2	4,3	3,7	-	-	6,4	6,2	4,3	-	-	-	-
N ₉₀ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ - фон II	31,7	49,6	40,6	-	-	18,6	40,9	29,8	-	-	-	-
Карбамид + Se _{0,05}	35,7	54,3	45,0	-	4,4	20,0	35,3	27,7	-	-	-	-
Карбамид + Se _{0,15}	37,5	53,5	45,5	-	4,9	21,0	44,3	32,7	-	2,9	-	-
Карбамид + Se _{0,25}	36,3	51,3	43,8	-	3,2	24,6	46,6	35,6	-	5,8	-	-
Карбамид + Se _{0,35}	37,0	51,1	44,1	-	3,5	30,7	45,5	38,1	-	8,3	-	-
HCP _{0,5}	4,6	5,0	4,7	-	-	8,7	11,0	6,0	-	-	-	-

Исследования показали, что содержание селена в зерне и соломе яровой пшеницы зависело от доз вносимых селенсодержащих азотных удобрений (табл. 2). В среднем за два года исследований в вариантах с внесением азотного удобрения КАС и карбамида без селена (фон I и II) количество накапливаемого зерном селена было низкое и составило соответственно 45,4 и 28,2 мкг/кг сухой массы, что объясняется низким естественным содержанием селена в почве. Последовательное повышение содержания селена в азотном удобрении КАС приводило к увеличению накопления селена в зерне до 76,1-172,4 мкг/га сухой массы, что на 30,7-127,0 мкг/кг сухой массы или в 1,7-3,8 раза выше фонового варианта.

Таблица 2

Влияние селенсодержащих азотных удобрений на содержание селена в зерне и соломе яровой пшеницы, мкг/кг сухой массы

Варианты	Зерно	Солома
----------	-------	--------

	содержание селена	повышение содержания		содержание селена	повышение содержания	
		мкг/кг	%		мкг/кг	%
N ₉₀ (KAC)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон I	45,4	-	-	27,1	-	-
KAC + Se _{0,05}	76,1	30,7	67,6	61,3	34,2	126,2
KAC + Se _{0,15}	96,9	51,5	113,4	66,6	39,5	145,8
KAC + Se _{0,25}	132,8	87,4	192,5	122,9	95,8	353,5
KAC + Se _{0,35}	172,4	127,0	279,7	234,3	207,2	764,6
N ₉₀ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон II	28,2	-	-	37,8	-	-
Карбамид + Se _{0,05}	102,3	74,1	262,8	74,0	36,2	95,8
Карбамид + Se _{0,15}	142,8	114,6	406,4	88,9	51,1	135,2
Карбамид + Se _{0,25}	190,4	162,2	575,2	161,2	123,4	326,5
Карбамид + Se _{0,35}	267,6	239,4	848,9	253,6	215,8	570,9

Нижняя граница оптимального содержания селена в зерне, которая соответствует 100 мкг/кг сухой массы, в наших исследованиях была достигнута при внесении селена в дозе 0,25-0,35 кг/га. Более интенсивное накопление селена в зерне происходило при внесении всех доз селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида. Применение различных марок селенсодержащего карбамида обеспечивало содержание селена до 102,3-267,6 мкг/кг сухой массы, что на 74,1-239,4 мкг/кг сухой массы или в 3,6-9,5 раза выше фонового варианта. В целом содержание селена в зерне от применяемых селенсодержащих азотных удобрений находилось в пределах оптимальных концентраций (100-500 мкг/кг сухой массы).

При анализе данных по содержанию селена в соломе в зависимости от применяемых селенсодержащих азотных удобрений прослеживается аналогичная закономерность накопления этого микроэлемента, как и в зерне. Нижняя граница оптимального содержания селена в соломе была достигнута при внесении селена в удобрения КАС и карбамид в дозе 0,25-0,35 кг/га.

При этом были отмечены колебания содержания селена в зерне яровой пшеницы в различные годы исследований в зависимости от доз и формы селенсодержащего азотного удобрения (табл.3). В 2003 году нижняя граница оптимального содержания селена в зерне была достигнута при внесении азотного удобрения КАС и карбамида с дозами селена в них 0,05-0,35 кг/га, а в 2004 году только марка КАС + Se_{0,35} и карбамид + Se_{0,25-0,35}.

Таблица 3

**Содержание селена в почве (мкг/кг) и в зерне яровой пшеницы (мкг/кг сухой массы)
в разные годы исследований и коэффициенты накопления селена**

Варианты	2003 г.			2004 г.		
	содержание селена		накопления селена	содержание селена		накопления селена
	почва	зерно		почва	зерно	
N ₁₁₅ (KAC)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон I	51,0	64,9	1,3	63,0	26,0	0,4
KAC + Se _{0,05}	134,0	108,7	0,8	97,0	43,4	0,4
KAC + Se _{0,15}	150,0	138,2	0,9	172,0	55,6	0,3
KAC + Se _{0,25}	192,0	175,9	0,9	220,0	89,6	0,4
KAC + Se _{0,35}	327,0	204,5	0,6	264,0	140,2	0,5
N ₁₁₅ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ -фон II	73,0	31,7	0,4	92,0	24,7	0,3
Карбамид + Se _{0,05}	93,0	133,1	1,4	111,0	71,5	0,6
Карбамид + Se _{0,15}	106,0	192,8	1,8	122,0	92,8	0,8
Карбамид + Se _{0,25}	128,0	262,1	2,0	161,0	118,7	0,7

Карбамид + Se _{0,35}	132,0	378,4	2,9	206,0	156,8	0,8
-------------------------------	-------	-------	-----	-------	-------	-----

Анализ данных по содержанию селена в почве в различные годы исследований показывает, что количество накопления этого элемента происходило в зависимости от применения доз и формы селенсодержащего азотного удобрения и от погодных условий вегетационного периода (табл.3). В первый год исследований накопление селена в зерне происходило более интенсивно, коэффициент накопления составил 0,6-0,9 при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе КАС и 1,4-2,9 на основе карбамида. Во второй год процесс накопления растением яровой пшеницы селена из почвы проходил медленно. Коэффициент накопления селена снизился и составил соответственно 0,3-0,5 и 0,6-0,8, что в 1,2-3,6 раза ниже, чем в предыдущем году.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение селенсодержащих азотных удобрений на основе КАС и карбамида в технологии возделывания яровой пшеницы повышало содержание селена в зерне до оптимальных концентраций, что важно для получения зерна обогащенного этим микроэлементом.

2. Действие применяемых новых селенсодержащих азотных удобрений на накопление селена в зерне яровой пшеницы зависело от количества введенного селена в состав удобрения. Последовательное повышение содержания селена в КАС приводило к увеличению его накопления в зерне до 76,1-172,4 мкг/га сухой массы (в 1,7-3,8 раза). Внесение различных марок селенсодержащего карбамида обеспечивало более интенсивное накопление селена в зерне – до 102,3-267,6 мкг/кг сухой массы (3,6-9,5 раза).

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын [и др.]. – М.:Медицина, 1991. – 496 с.
2. Головатый, С.Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е.Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – Минск. – 2005. – С. 89-93.
3. Содержание микроэлементов в основных продуктах питания и в рационах жителей республики Беларусь / Н.Д. Коломеец [и др.] // Медицина. – 1999. – №1. – С.38-41.
4. Зайцев, В.А. Содержание селена в основных пищевых продуктах, потребляемых населением Беларуси / В.А. Зайцев, Н.Д. Коломеец, В.И. Мурох. // Питание и обмен веществ: сб.науч.тр. – Гродно, 2002. – С.34-45.
5. О путях преодоление дефицита селена // Хлебопек. – 2003. – №5. – С.22-23.
6. Азотное удобрение с селеном: пат. 9713 Респ. Беларусь МПК 7 C05 C11/00 / И.М.Богдевич, Г.В.Пироговская, М.В. Рак, С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич и др.; заявитель РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии» № а 20050104; заяв. 03.02.05; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4. – С. 96.

EFFICIENCY OF SELENIUMCONTAINING NITROGEN FERTILIZERS AT CULTIVATION OF SPRING WHEAT ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

M.V. Rak, S. A.Titova

Summary

The efficiency of new forms of selenium-containing nitrogen fertilizers for optimization of selenium content in a grain in the field experience with spring wheat cultivated on sod-podzolic light loamy soil has been studied. It is found that selenium-containing nitrogen fertilization under spring wheat has not substantial influence on yield increase but promotes the accumulation of this element in grain harvest up to the optimum concentration by introduce selenium in KAS in doses 0,25 and 0,35 kg/ha and in urea – 0,05-0,25 and 0,35 kg/ha.

Поступила 22 апреля 2009 г.

УДК 631.81.095.337:633.32:631.559

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И ДОЗ ВНЕСЕНИЯ СЕЛЕНА В НЕКОРНЕВУЮ
ПОДКОРМКУ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА УРОЖАЙНОСТЬ И
СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТА В РАСТЕНИЯХ**

М.В. Рак, Г.М. Сафоновская, Е.Н. Барашкова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени установлен весомый вклад селена в профилактику онкологических заболеваний, увеличение продолжительности жизни, поэтому столь значительно внимание к оптимизации его содержания в пище и кормах. В организме селен стимулирует процессы обмена веществ посредством участия в построении основных антиоксидантных соединений, которые окисляют чужеродные вещества и выводят активные метаболиты. Его отсутствие или дефицит снижает иммунный ответ. У животных, недополучающих селен, развивается «беломышечная болезнь», при которой наблюдаются дистрофия мышц, некроз печени, дефицит белка. Причиной дефицита селена в организме может быть его усиленный расход на нейтрализацию вредных веществ. В повседневной жизни селен поступает в организм с растительными и животными продуктами [1].

В ряде зарубежных стран с низким содержанием селена в окружающей среде проводится обогащение растениеводческой продукции данным элементом агрохимическим способом с помощью внесения селенсодержащих удобрений. В 1992-94 годах в Финляндии мероприятия по селенизации населения способствовали снижению количества больных людей на 47%, онкологических заболеваний в 1,8 раза, сердечно-сосудистых – в 2,5 раза [2].

Мероприятия по обогащению продуктов питания селеном весьма актуальны и для Беларуси, поскольку содержание селена в почвах и растениеводческой продукции весьма низкое. По данным выборочных маршрутных исследований сельскохозяйственных угодий республики (2002-2003 гг.) средневзвешенные значения содержания селена в минеральных почвах ниже кларка (100 мкг/кг) и составляют 30,5-72,0 мкг/кг. Среднее содержание этого элемента в почвах мира – 100-600 мкг/кг. По Виноградову А.П., содержание селена в почвах менее 50 мкг/кг является пороговым. В результате проведенных маршрутных исследований установлено, что содержание элемента в зерне составляет 12,6-24,5 мкг/кг, в сене клевера лугового – 5,1-13,4 мкг/кг, при оптимальном содержании в кормах – 100-500 мкг/кг сухой массы, [3].

По данным Голубкиной Н.А. (1997 г.) содержание селена в пшеничной и ржаной муке, используемой в Беларуси, низкое и составляет 94 ± 27 мкг/кг, что в 2-3 раза ниже, чем в странах Балтии. Среднее потребление селена человеком с основными продуктами питания в республике составляет 10-14 мкг/сутки, что в 4-5 раз ниже минимального суточного потребления селена, рекомендованного ВОЗ – 50 мкг/сутки [1, 4].

Главным источником питания растений и животных селеном является почва. Основными факторами, влияющими на доступность селена из почвы растениям, являются pH среды, содержание железа и гуминовых веществ. Сельскохозяйственным культурам для стимулирования поступления селена в биомассу в оптимальных концентрациях нужны малые дозы селеновых удобрений, которые в большей мере влияют на рост содержания его в растениях, чем на величину урожая [5, 6].

Решение проблемы селенодефицита для республики представляет научную, практическую и социальную значимость. Почвенно-климатические и промышленно-экономические условия нашего региона имеют свои особенности, поэтому изучение поведения селена в системе почва-удобрение-растения в конкретных условиях позволит разработать соответствующие технологии применения селенового удобрения. В связи с высокой токсичностью селена при избыточных концентрациях, технология применения селенового удобрения в республике должна быть хорошо отработанной и регламентированной в соответствии с агрохимическими свойствами почв и биологическими особенностями растений.

Целью наших исследований являлось установление оптимальных сроков и доз применения селенового удобрения в некорневую подкормку клевера лугового для повышения содержания селена в сухой массе до оптимального уровня.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В полевом опыте, заложенном в СПК «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области в 2004-2005 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,8 м моренным суглинком, сменяемым с 1,6 м песком проведены исследования с клевером луговым Цудоуны. Изучали различные дозы селена в некорневую подкормку посевов в фазы начала стеблевания и бутонизации под каждый укос.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH в KCl – 5,8-6,0, содержание гумуса – 2,6%, P_2O_5 и K_2O в 0,2 н HCl – 215-220 и 220-235 мг/кг почвы. Валовое содержание селена в пахотном слое почвы низкое – 20,6 мкг/кг.

Исследования с селеном проведены на фоне минеральных удобрений в основное внесение $N_{20}P_{75}K_{150}$ кг/га. Калий хлористый внесен дробно из расчета 80 и 60 кг/га калия под каждый укос, аммонизированный суперфосфат – ранней весной. Селеновое удобрение в некорневую подкормку вносили в виде раствора селенита натрия безводного (Na_2SeO_3), содержащего 45,7% селена. Уровни доз селенита натрия в некорневую подкормку клевера составляли 20, 40, 60 и 80 г/га Na_2SeO_3 . Площадь делянок опыта 40 m^2 , четырехкратная повторность.

Расход рабочего раствора – 200 л/га. Учет урожая зеленой массы клевера проведен в период цветения в первом и втором укосах поделяочно. Определение селена проводили на атомно-абсорбционном спектрометре Perkin Elmer Analyst 100 с приставкой холодного пара Perkin Elmer HGA-800 и дейтериевым корректором неселективного поглощения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевом опыте с клевером луговым установлено, что селеновое удобрение в некорневую подкормку в дозах селенита натрия (Na_2SeO_3) 20-80 г/га положительно влияет на урожайность культуры в сумме за два укоса (табл. 1). Исследования показывают, что за счет первого укоса

клевера формируется около 70% урожайности сухой массы, которая в первом укосе по вариантам опыта составляла 55,01-66,2 ц/га, во втором укосе – 19,0-21,3 ц/га.

Таблица 1

Урожайность сухой массы клевера лугового в зависимости от сроков и доз селенита натрия в некорневую подкормку, ц/га

Вариант	некорневая подкормка в начале стеблевания				некорневая подкормка в фазу бутонизации			
	I укос	II укос	Сумма	Прибавка	I укос	II укос	Сумма	Прибавка
1. N ₂₀ P ₇₅ K ₁₅₀ - фон	55,1	19,0	74,1	-	55,1	19,0	74,1	-
2. Фон + Na ₂ SeO ₃ 20	57,8	20,8	78,6	4,5	55,8	20,8	76,6	2,5
3. Фон + Na ₂ SeO ₃ 40	57,7	21,3	79,0	4,9	60,0	21,3	81,3	7,2
4. Фон + Na ₂ SeO ₃ 60	59,0	19,7	78,7	4,6	63,7	19,6	83,3	9,2
5. Фон + Na ₂ SeO ₃ 80	66,2	19,6	85,8	11,7	54,1	20,3	74,4	0,3
HCP ₀₅	7,2	2,5	4,5		7,2	2,5	4,5	

Отдельно по укосам отмечалась в основном тенденция роста урожайности сухой массы культуры от микроудобрения, а в сумме за 2 укоса эффективность селена возрастает. В сумме за 2 укоса прибавки сухой массы клевера от некорневой подкормки микроудобрением в начале стеблевания составляли 4,5-11,7 ц/га. Некорневая подкормка селенитом натрия в бутонизацию в дозах 40 и 60 г/га обеспечила прибавки сухой массы 7,2 и 9,2 ц/га соответственно.

Показатели качества клевера важны при его использовании на кормовые цели. Уровень обеспеченности растениеводческой продукции селеном во многом определяет ее пищевую ценность для сельскохозяйственных животных и человека. Результаты исследований показывают, что уровень содержания селена в сухой массе клевера определяется сроками и дозами проведения некорневой подкормки селеновым удобрением. Кроме этого, его содержание в сухой массе в 1 и 2 укосах различно, что обусловлено различием укосов по урожайности (табл.2).

Таблица 2

Содержание селена в сухой массе клевера лугового в зависимости от сроков и доз селенита натрия в некорневую подкормку, мкг/кг сухой массы

Вариант	некорневая подкормка в начале стеблевания		некорневая подкормка в фазу бутонизации	
	I укос	II укос	I укос	II укос
1. N ₂₀ P ₇₅ K ₁₅₀ - фон	7,0	33,0	7,0	33,0
2. Фон + Na ₂ SeO ₃ 20	116	168	304	358
3. Фон + Na ₂ SeO ₃ 40	447	470	567	5645
4. Фон + Na ₂ SeO ₃ 60	512	772	946	7517
5. Фон + Na ₂ SeO ₃ 80	675	1865	991	11710
Оптимум	100-500 мкг/кг сухой массы			

При большей урожайности в 1 укосе различия в накоплении селена по вариантам менее значительны, чем во втором укосе. Содержание селена в сухой массе клевера на фоновых вариантах в 1 и 2 укосах низкое – 7,0 и 33,0 мкг/кг соответственно.

Таким образом, при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве низко обеспеченной общим селеном, на фоне минеральных удобрений n₂₀p₇₅k₁₅₀ с планируемой урожайности сухой массы в сумме двух укосов более 75 ц/га, для повышения содержания селена в сухой массе клевера до низких (116-168 мкг/кг) и средних (304-358 мкг/кг) границ оптимальных значений, рекомендуются следующие дозы селенита натрия (na₂seo₃) в растворе в некорневую подкормку растений в один из сроков внесения: в начале стеблевания – 0,01-0,0125% (20-25 г/га); в бутонизацию – не более 0,01% (не более 20 г/га).

Таблица 3

Биомасса клевера лугового в фазу бутонизации и содержание в ней селена при некорневой подкормке селенитом натрия в начале стеблевания, 1 укос

Вариант	Сухая биомасса клевера лугового в бутонизацию, ц/га	Содержание селена в сухой массе растений в бутонизацию клевера лугового, мкг/кг
1. N ₂₀ P ₇₅ K ₁₅₀ - фон	38,4	32
2. Фон + Na ₂ SeO ₃ 20	39,3	333

3. Фон + Na_2SeO_3 40	42,5	1383
4. Фон + Na_2SeO_3 60	43,1	2062
5. Фон + Na_2SeO_3 80	42,2	4332

Сравнение сухой биомассы клевера лугового в фазу бутонизации с урожайностью сухой массы во время уборки в 1 укосе показывает, что она по вариантам опыта от бутонизации к уборке культуры увеличилась более чем на 30%. При этом, содержание в сухой массе селена от фазы бутонизации к уборке снизилось в 2,9-6,4 раза (табл. 2, 3, рис.1). Снижение концентрации селена в растениях по мере нарастания биомассы обусловлено эффектом «разбавления».

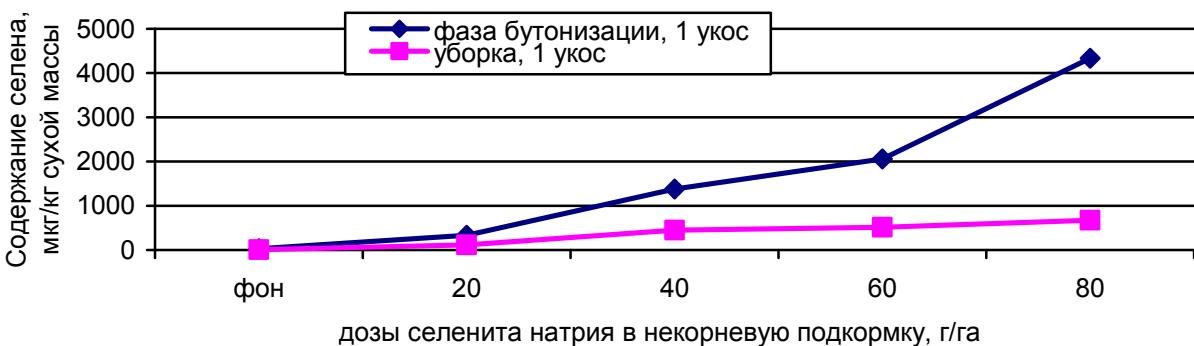


Рис. 1. Снижение содержания селена в сухой массе клевера лугового от фазы бутонизации к уборке при некорневой подкормке селенитом натрия (Na_2SeO_3) в начале стеблевания

Оценка экономической эффективности некорневой подкормки клевера лугового селеновым удобрением с учетом затрат на применение, закупочных цен на растениеводческую продукцию, затрат на уборку показывает, что применение селенита натрия в некорневую подкормку клевера лугового в начале стеблевания рентабельно (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность некорневой подкормки клевера лугового селеновым удобрением в стеблевание (в расчете на 1 гектар)

Показатели	Дозы селенита натрия (Na_2SeO_3)	
	20 г/га	40 г/га
Прибавка урожайности, ц. к. ед.	2,3	2,5
Стоимость 1 ц. к. ед., тыс. руб.		21,4
Стоимость прибавки урожая, тыс. руб.	49,2	53,5
Всего затрат, тыс. руб.*	35,8	44,2
Чистый доход, тыс. руб.	13,4	9,3
Чистый доход на 1 руб. затрат	0,37	0,21

В расчетах экономической эффективности использованы достоверные прибавки урожайности сухой массы клевера в кормовых единицах от доз селенита натрия 20 и 40 г/га, обеспечивающих повышение содержания элемента до оптимальных значений (116-470 мкг/кг). Как следует из представленных расчетов, некорневая подкормка клевера лугового в фазу начала стеблевания селенитом натрия в дозах 20 и 40 г/га в 1 и 2 укосах способствуют получению прибыли с рентабельностью соответственно 37% и 21%.

Кроме агрономической эффективности применения селенового удобрения на кормовых травах, не менее важно учитывать последующую зоотехническую ценность обогащенного селеном корма, который в свою очередь будет способствовать снижению затрат на закупку селенсодержащих пищевых добавок и лечение сельскохозяйственных животных, росту продуктивности животноводства.

ВЫВОДЫ

- Некорневая подкормка клевера лугового в начале стеблевания раствором селенита натрия (Na_2SeO_3) в дозе 20 г/га повышает урожайность сухой массы в сумме 2-х укосов на 4,5 ц/га, а содержание в ней селена до нижних границ оптимальных значений – 116-168 мкг/кг.
- При некорневой подкормке клевера лугового раствором селенитом натрия в бутонизацию в дозе 20 г/га отмечается лишь тенденция роста урожайности клевера, при этом содержание селена в сухой массе увеличивается до уровня средних границ оптимальных значений – до 304-358 мкг/кг.

3. При возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве низкообеспеченной общим селеном, на фоне минеральных удобрений $n_{20}p_{75}k_{150}$ с планируемой урожайности сухой массы в сумме двух укосов более 75 ц/га, для повышения содержания селена в сухой массе клевера до оптимальных значений рекомендуются следующие дозы селениита натрия в растворе в некорневую подкормку растений в один из сроков внесения: в начале стеблевания – 0,01-0,0125% (20-25 г/га); в бутонизацию – не более 0,01% (не более 20 г/га).

4. Применение селениита натрия в некорневую подкормку клевера лугового в начале стеблевания в дозе 20 г/га под укос обеспечивает получение чистого дохода на 1 руб. затрат 0,37 руб. без учета зоотехнической ценности обогащенного селеном корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скальный, А.В., Биоэлементы в медицине./ А.В. Скальный, И.А. Рудаков.– М.: Изд. дом «Оникс 21 век», 2004. – С. 110-113.
2. Koivistonen, J. K. Selenium in food and nutrition in Finland. An overview on research and action / J. K. Koivistonen, J.K. Hutteten // Ann. Clin. Res. 1986. – V. 18. – № 1. – P. 296-298.
3. Головатый, С. Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 34 – С. 89-93.
4. Голубкина, Н.А. Содержание селена в пшеничной и ржаной муке России, стран СНГ и Балтии / Н.А. Голубкина // Вопросы питания. – 1997. – №3. – С. 16-19.
5. Постников, А.В. Новое в использовании селена в земледелии / А.В. Постников, Э.С. Илларионова. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1991. – 37 с.
6. Машкова, Т.Е. Селен в растениях Нечерноземной зоны РФ и возможности регулирования его содержания в сельскохозяйственной продукции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04./ Т.Е. Машкова; ТСХА. – М., 1998. – 16 с.

INFLUENCE OF TERMS AND DOZES OF SELENIUM OUTSIDE ROOT TOP-DRESSING CLOVER MEADOW ON PRODUCTIVITY AND CONTENTS OF THIS ELEMENT IN PLANTS

M.V. Rak, G.M. Safronovskaya, E.N. Barashkova

Summary

In field experience with clover meadow cultivated on podzoluvisol loamy sand soil with low selenium supplying terms and dozes outside root top-dressing of crops by sodium selenite are studied. It is established that at clover meadow cultivation on podzoluvisol loamy sand soil with low supplying of general selenium, with planned productivity of dry weight in the sum of two hay harvest more than 75 c/ha, root top-dressing by sodium selenite in the beginning of stem formation in a doze 20-25 g/ha, or in bud-formation in a doze no more than 20 g/ha under hay harvest are provided the increasing of the selenium contents in dry weight up to optimum meanings. This technique contributes to net income obtaining on 1 rubles expenses 0,37 rubles without the account of zootechnical value of enriched by selenium forage.

Поступила 20 марта 2009 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ВНЕСЕНИЯ КАС С МИКРОУДОБРЕНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ

И.Р. ВИЛЬДФЛУШ¹, Э.М. БАТЫРШАЕВ²

¹БЕЛАОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ, Г. ГОРКИ,
БЕЛАРУСЬ

²ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ, Г. МИНСК, БЕЛАРУСЬ

Введение

Наличие достаточных запасов зерна в объемах, обеспечивающих потребности населения в продовольствии, животноводства в кормах, промышленности в сырье, определяют независимость любого государства. Считается, что критическим уровнем продовольственной безопасности Беларуси является производство 5,7 млн. т зерна в год [1]. Главой государства определен уровень производства зерна в республике, который составляет 10 млн. т в год [2].

Зерновые занимают в мире 34,7% пашни. На 70% потребность в сухой питательной массе и на 54% в протеине, по данным ФАО, человечество удовлетворяет за счет зерна [3].

Под урожай 2007 года посевные площади под озимой пшеницей в Республике Беларусь составили 235,6 тыс. га [4].

Озимая пшеница относится к наиболее ценным продовольственным культурам. Помимо хлебопечения, пшеница широко используется для производства макарон и кондитерских изделий. Хлеб из пшеницы отличается высокими вкусовыми качествами и по питательности и переваримости превосходит хлеб из муки всех других зерновых культур. Из зерна вырабатывается также спирт и дектрин.

Отходы мукомольного производства (отруби, мучная пыль), а также солома и полова идут на корм животным (1 кг зерна содержит 1,20 к.ед., 1 кг соломы – 0,21 к.ед., 1 кг мякоти – 0,40 к.ед., 1 кг отрубей – 0,75 к.ед.) [5, 6].

Важнейшими и наиболее ценными компонентами пшеничного зерна являются белки, состоящие из аминокислот, восемь из которых являются незаменимыми. Проблему увеличения содержания белка в зерне называют проблемой века [7].

Посевные площади озимого тритикале в республике стабилизировались в последние годы на оптимальном уровне 350-400 тыс. га. По этому показателю по данным ФАО, Беларусь вышла на третье место в мире, уступая только Польше и Германии.

Динамичный рост посевов тритикале происходит благодаря таким преимуществам культуры, как высокая урожайность, повышенная устойчивость к некоторым болезням, низкая чувствительность к неблагоприятным почвенным условиям, меньшая себестоимость производства зерна (по сравнению с пшеницей), а также высокая кормовая ценность [4].

Зерно тритикале может с успехом применяться в хлебопекарной, кондитерской, пивоваренной, спиртоводочной и комбикормовой промышленности [8].

Солому тритикале наравне с другими злаковыми культурами повсеместно используют на корм и подстилку скоту [9].

При переходе Республики Беларусь на самообеспечение продовольственным зерном вопросы повышения его качества и рациональной переработки приобретают первостепенное значение. Важная роль в повышении качества зерна принадлежит средствам химизации. Научно-обоснованное применение средств химизации позволяет управлять качеством растениеводческой продукции при соответствии экологическим нормативам охраны окружающей среды [10-15].

Применение микроудобрений является важным элементом высокой культуры земледелия. Поэтому вносить их в первую очередь следует при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям с высоким уровнем планируемых урожаев, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожай на 10-15% и более [11, 16, 17].

Для практического земледелия важны знания и умения о том, как применять средства химизации комплексно, чтобы совместное применение средств химизации было экологически и экономически целесообразно [18].

Влиянию удобрений на урожайность и качество зерна озимых пшеницы и тритикале посвящено ряд работ. Однако практически отсутствуют исследования по действию совместного применения КАС с микроудобрениями, особенно многокомпонентными, на продуктивность данных культур, что и предопределило цели и задачи наших исследований. Целью исследований является изучение

влияния жидкого азотного удобрения КАС с микроудобрениями на урожайность и качество зерна озимых пшеницы и тритикале и экономическую эффективность применяемых в опытах приемов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения эффективности комплексного применения КАС с микроудобрениями при возделывании озимых пшеницы и тритикале на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины более 1 м моренным суглинком, опытного поля «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА в 2004-2006 гг. были заложены полевые опыты с озимыми пшеницей сорта Капылянка и тритикале сорта Дубрава.

Агрохимические показатели почвы пахотного горизонта до закладки опытов показывают, что почва опытных участков характеризовалась близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, низким и недостаточным содержанием гумуса, высокой обеспеченностью подвижными соединениями фосфора, средним и повышенным содержанием подвижного калия (табл. 1). Обеспеченность почвы подвижной медью была низкой и средней, подвижным цинком – средней. В наших исследованиях по годам и по культурам индекс агрохимической оккультуренности находился в пределах 0,77-0,87, что свидетельствует о том, что почва является средне- и высокоокультуренной.

Таблица 1
Агрохимические показатели почвы опытных участков

Культура	Гумус , %	рН _{К Cl}	Hg	S	T	V , %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	И _{ок} почв ы		
			М.- экв. на 100 г почвы						мг/кг почвы				
2005 г.													
Озимая пшеница	1,38	6,2	1,43	13,4	14,83	90	296	19 7	1, 5	4, 2	0,77		
Озимое тритикале	1,42	6,2	1,86	13,6	15,46	88	296	22 4	1, 6	3, 7	0,81		
2006 г.													
Озимая пшеница	1,45	6,2	1,4 3	14, 4	15,8 3	9 1	308	20 6	1, 5	4, 1	0,79		
Озимое тритикале	1,38	6,2	1,3 7	13, 8	15,1 7	9 1	324	22 4	1, 6	4, 4	0,80		
2007 г.													
Озимая пшеница	1,79	6,2	1,2 8	12, 5	13,7 8	9 1	315	225	1,4	3,9	0,85		
Озимое тритикале	1,83	6,4	1,0 9	13, 7	14,7 9	9 3	312	225	1,7	4,2	0,87		

Предшественником была горохо-овсяная смесь. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 39,4 м², повторность – четырехкратная. Повторения размещались сплошным способом в 4 яруса, варианты внутри повторений – реномизированным методом [300].

Посев озимой пшеницы в 2004 г. был произведен сеялкой RAU Airsem 5 сентября, а озимого тритикале 8 сентября. Норма высева семян озимой пшеницы составила 5 млн./га всхожих зерен, а озимого тритикале – 4,5 млн./га.

В 2005-2006 гг. были проведены полевые опыты с вышеуказанными озимыми зерновыми культурами на такой же почве, как и в 2004-2005 гг. с аналогичной нормой высева семян. Посев озимой пшеницы в 2005 г. был произведен 4 сентября, а озимого тритикале – 7 сентября. В 2006 г. посев изучаемых культур был произведен 4 сентября.

В опытах применялись мочевина (46%), КАС (30% N) (для подкормок в разведении 1:3; объем рабочего раствора – 300 л/га), аммонизированный суперфосфат (8 %N и 30% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O). Внесение минеральных удобрений осуществлялось вручную осенью под предпосевную культивацию. Первую подкормку мочевиной в дозе N₅₀ проводили в начале возобновления активной вегетации растений. Химическая прополка озимых проводилась в фазу кущения линтуром в дозе 135 г/га. Фунгицид рекс Т применялся в фазу выхода в трубку во всех вариантах в дозе 0,6 л/га.

Жидкое азотное удобрение КАС как раздельно, так и в составе баковых смесей со 150 г/га CuSO₄·5H₂O или 1 л/га комплексного микроудобрения Витамар-3 применялось в начале фазы выхода в трубку.

Витамар-3 – жидкий концентрат микроэлементов с биологическим стимулятором роста – гидрогуматом. В 1 литре «Витамара-3» содержатся следующие компоненты: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20 г, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 10 г, FeSO₄·7H₂O – 120 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл.

Подкормки КАС, микроудобрениями, а также обработки растений средствами защиты проводились согласно схем опытов ранцевым опрыскивателем.

Метод учета урожая сплошной, поделяочный.

Расчет гидротермического коэффициента показал, что в сентябре 2004 г. и июле 2005 г. рост и развитие озимых зерновых проходили в засушливых условиях, а в мае – июне 2005 г. – в условиях избыточного увлажнения.

Сентябрь 2005 г. был сухим (ГТК = 0,2), май 2006 г. – нормально увлажненным (ГТК = 1,5), июнь 2006 г. – избыточно увлажненным (ГТК = 2,0) и июль 2006 г. – недостаточно увлажненным (ГТК = 1,2).

В связи с повышенным выпадением осадков и сильным ветром в 2007 г. наблюдалось частичное полегание посевов озимого тритикале сорта Дубрава. Июнь 2007 г. был нормально увлажнен (ГТК = 1,6). Озимая пшеница сорта Капылянка оказалась устойчивой к полеганию в условиях вегетационного периода этого года.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение CuSO₄·5H₂O в среднем за 2005-2007 гг. в начале фазы выхода в трубку в дозе 150 г/га на почвах с низким содержанием подвижной меди способствовало на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС возрастанию урожайности зерна озимой пшеницы на 4,6 ц/га (табл. 2). Совместное использование медного купороса с КАС не отличалось по действию от раздельного внесения, однако, при этом сокращается количество проходов техники по полю.

Применение комплексного микроудобрения Витамар-3 при раздельном внесении на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС повышало урожайность зерна на 5,5 ц/га, а в составе баковой смеси с КАС на 6,5 ц/га. В среднем в вариантах с микроэлементами окупаемость 1 кг NPK составила 14,1 кг зерна озимой пшеницы (табл. 2).

В среднем за 2005-2007 гг. обработка посевов озимого тритикале CuSO₄·5H₂O в дозе 150 г/га в начале фазы выхода в трубку на почвах со средним содержанием подвижной меди способствовала на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС возрастанию урожайности зерна на 1,9 ц/га, окупаемости 1 кг NPK кг зерна – на 0,7 кг. В варианте с совмещением операций по внесению КАС и меди в дозе 150 г/га повышение урожайности составило 2,8 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK кг зерна возросла на 1,0 кг.

Применение комплексного микроудобрения Витамар-3 раздельно или в составе баковой смеси с КАС на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС по действию на урожайность зерна озимого тритикале было равнозначным и повышало ее в среднем за 2005-2007 гг. на 3,4 и 4,3 ц/га соответственно.

Таблица 2
Эффективность применения КАС с микроудобрениями при возделывании
озимых пшеницы и тритикале (среднее за 2005 – 2007 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Прибавка к контролю, ц/га		Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна	
	пшеница	тритикале	пшеница	тритикале	пшеница	тритикале
1. Без удобрений	25,8	28,7	-	-	-	-
2. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС	58,1	60,2	32,3	31,5	12,0	11,7
3. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀	62,6	63,0	36,8	34,3	13,7	12,8

КАС с Cu
 4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$
 КАС + Cu
 5. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$
 КАС с Витамаром-3
 6. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$
 КАС + Витамар-3
 HCP_{0,05}

	62,7	62,1	36,9	33,4	13,7
	64,6	64,5	38,8	35,8	14,4
	63,6	63,6	37,8	34,9	14,1
	1,0	1,1			

При раздельном внесении $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в начале фазы выхода в трубку по сравнению с вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС наблюдается увеличение содержания белка в зерне озимых пшеницы и тритикале на 0,6 %, а его выхода на 1,0 и 0,6 ц/га соответственно (табл. 3).

Некорневые подкормки медным купоросом в начале фазы выхода в трубку в составе баковой смеси с КАС по сравнению с их раздельным применением не вызывали достоверного увеличения содержания сырого белка в зерне озимых пшеницы и тритикале.

При раздельном внесении комплексного микроудобрения Витамар-3 в начале фазы выхода в трубку по сравнению с фоновым вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС наблюдается достоверное увеличение содержания сырого белка в зерне озимой пшеницы на 1,0% (выход – 9,0 ц/га), тритикале – на 0,9% (8,8 ц/га).

Максимальное содержание и сбор сырого белка получены в варианте с совместным внесением комплексного микроудобрения «Витамар-3» с КАС в начале фазы выхода в трубку озимых пшеницы и тритикале – 14,4; 14,0% и 9,3; 9,0 ц/га соответственно.

В наших исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с озимой пшеницей Капылянка, применение микроудобрений обеспечивало увеличение содержания сырой клейковины с 28,2 до 31,1%. Зерно озимой пшеницы, полученное в вариантах с применением микроудобрений, по содержанию сырого белка и клейковины соответствует продовольственному зерну 2-го класса.

Раздельное и совместное применение изучаемых микроудобрений с КАС при возделывании озимой пшеницы способствовало повышению массы 1000 зерен на 1,2-1,7 г. При возделывании озимого тритикале эффективными агрохимическими приемами, способствующими повышению массы 1000 зерен, оказались обработки посевов в начале фазы выхода в трубку комплексным микроудобрением «Витамар-3» раздельно или совместно с КАС. Значение данного показателя повышалось до 38,9 г.

Таблица 3

Влияние раздельного и совместного применения КАС с микроэлементами на качество зерна озимых пшеницы и тритикале (среднее за 2005 – 2007 гг.)

Вариант	Сырой белок, %		Выход сырого белка, ц/га		Сырая клейковина, %		Масса 1000 зерен, г
	пшеница	тритикале	пшеница	тритикале	пшеница	пшеница	
1. Без удобрений	9,8	10,1	2,5	2,9	21,5	40,2	34,7
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	13,2	12,9	7,7	7,8	28,2	47,4	37,6
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	14,0	13,4	8,8	8,4	29,7	48,7	38,0
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	13,8	13,5	8,7	8,4	29,3	48,6	37,8
5. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	14,4	14,0	9,3	9,0	31,1	49,1	38,9
6. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	14,2	13,8	9,0	8,8	30,5	48,8	38,8
HCP _{0,05}	0,6	0,6			1,6	0,9	1,0

Расчет экономической эффективности применения минеральных удобрений показал, что совместное внесение медного купороса с КАС является экономически оправданным приемом. Применение $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в начале фазы выхода в трубку в дозе 150 г/га с КАС при возделывании озимых пшеницы и тритикале повышало чистый доход по сравнению с вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu на 3,8 и 12,8 \$/га, при повышении уровня рентабельности на 7 и 10% (табл. 4).

Наибольший чистый доход отмечен в варианте с совместным применением Витамара-3 с КАС – 354,2 \$/га (рентабельность – 196%) в опыте с озимой пшеницей и 152,1 \$/га (92%) в исследованиях с тритикале. Это связано с получением в этом варианте более высокой урожайности зерна и снижением затрат за счет совмещения операций по внесению КАС и микроудобрений.

Таблица 4

Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании озимых пшеницы и тритикале (среднее за 2005-2007 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га		Стоимость прибавки, \$/га		Затраты, \$/га		Чистый доход, \$/га		Рентабельность, %	
	Пшеница	Тритикале	Пшеница	Тритикале	Пшеница	Тритикале	Пшеница	Тритикале	Пшеница	Тритикале
1. Без удобрений	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	32,3	31,5	445,3	279,7	170,8	156,9	274,5	122,8	161	78
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	36,8	34,3	507,3	304,5	172,9	158,2	334,4	146,3	193	92
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	36,9	33,4	508,7	296,6	178,1	163,0	330,6	133,5	186	82
5. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	38,8	35,8	534,9	317,9	180,7	165,8	354,2	152,1	196	92
6. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	37,8	34,9	521,1	309,9	185,4	170,6	335,6	139,3	181	82

ВЫВОДЫ

1. Целесообразно совместное внесение $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ с КАС при возделывании озимых пшеницы и тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в северо-восточной части Могилевской области, т.к. урожайность зерна не снижается, по сравнению с их раздельным применением, и в среднем за годы исследований составила 62,6 (озимая пшеница) и 63,0 ц/га (озимое тритикале). При этом зерно пшеницы по содержанию сырого белка (14,0%) и клейковины (29,7%) соответствует продовольственному зерну 2-го класса. Применение баковой смеси $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ с КАС при реализации зерна озимого тритикале для переработки на муку (группа А) обеспечивает рентабельность на уровне 92%, озимой пшеницы (продовольственное зерно 2 класса) – 193%.

2. Наиболее высокая урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 2005-2007 гг. (64,6 ц/га), выход сырого белка 9,3 ц/га, чистый доход 354,2 \$/га и рентабельность 196% получены при совместном применении Витамара-3 с КАС на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$.

3. Наиболее высокая урожайность зерна озимого тритикале в среднем за 2005-2007 гг. (64,5 ц/га), выход сырого белка 9,0 ц/га, чистый доход 152,1 \$/га и рентабельность 92% получены в варианте $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильина, З.М. Научные основы продовольственной безопасности / З.М. Ильина. – Мин.: ООО «Мисанта», 2001. – 228 с.
- Шапиро, С.Б. Актуальные проблемы агропромышленного комплекса Республики / С.Б. Шапиро // Вес. Нац. акад. наук Беларусь. Сер. агр. наук. – 2008. – №4. – С. 23.
- Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – 2-е изд., дораб. и доп. – Минск: ФУА информ, 2000. – 421 с.
- Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

5. Босак, В.Н. Краткий нормативный агрохимический справочник / В.Н. Босак. – Мн., 2003. – 68 с.
6. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков [и др.]; под общ. ред. Н.А. Попкова. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 882 с.
7. Кретович, В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1991. – 131 с.
8. Босак, В.М. Уплыў угнаення ў на ўраджайнасць і якасць яравой пшаніцы Івалга на дярнова-падзолістай легкасуглінкавай глебе / В.М. Босак // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. агр. навук. – 2002. – № 3. – С. 40 – 43.
9. Гриб, С.И. Особенности возделывания озимого тритикале / С.И. Гриб; Ин-т земледелия и селекции. – Жодино, 1996. – 15 с.
10. Богдевич, И.М. Агрохимические пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада: 06.01.04 / И.М. Богдевич; Бел НИИПА – Мн., 1993. – 73 с.
11. Рациональное применение удобрений: пособие / И.Р. Вильдфлущ [и др.]; под общ. ред. И.Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2002. – 324 с.
12. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
13. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Мн., 2002. – 184 с.
14. Лапа, В.В. Ресурсосберегающая система удобрений сельскохозяйственных культур: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В.В. Лапа; БелНИИПА – Мн., 1995. – 36 с.
15. Семененко, Н.Н. Азотный режим дерново-подзолистых почв: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Н.Н. Семененко; Бел НИИПА. – Мн., 1992. – 48 с.
16. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник 2-е изд. перераб. и доп. / П.И. Анспок. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
17. О нормативах микроудобрений под зерновые и зернобобовые культуры / Е.В. Курганова [и др.] // Агрохим. вестник. – 1998. – №2. – С. 17 – 19.
18. Кореньков, Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях / Д.А. Кореньков. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.

EFFICIENCY OF Combined application of CAS WITH MICROFertilizers BY CULTIVATION OF WINTER wheat AND TRITICALE

I.R. VILDFLUSH, E.M. BATYRSHAYEU

SUMMARY

In the article the analysis of influence of separate and complex usage of liquid nitric fertilizer mixture of carbamide and ammonium saltpeter with microfertilizers on winter wheat and triticale crop capacity and seed quality is shown. The economic effectiveness of investigated methods is calculated.

For winter wheat: the highest crops on average for the period of 2005-2007 (64,6 centner per ha), the raw protein of 9,3 c/ha, the net profit of 354,2 \$/ha and profitability of 196% are gained with the combined usage of CAS with complex micro-fertilizer Vitamar-Z on the background of $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$.

For winter triticale: the highest crops on average for the period of 2005-2007 (64,5 centner per ha), the raw protein of 9,0 c/ha, the net profit of 152,1 \$/ha and profitability of 92% are gained with the combined usage of CAS with complex micro-fertilizer Vitamar-Z on the background of $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$.

Поступила 29 апреля 2009 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ ХЕЛКОМ И СЕЙБИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Т.Н. Сидоренко, Л.Г. Тихонова

Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция, п. Новый Довск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением деятельности в растениеводстве является поиск и разработка приемов, которые могли бы повысить урожайность культурных растений без увеличения норм внесения удобрений, а также улучшить качество сельскохозяйственной продукции. Одно из таких направлений – переход к технологиям, которые способствуют оптимизации питания растений микроэлементами и стимуляторами их роста и развития в соответствии с биологическими требованиями культур, к стратегии комплексного и дифференцированного использования генетических, почвенно-климатических и техногенных факторов. Адаптивная интенсификация сельского хозяйства требует широкого применения методов биологической коррекции, к которой можно отнести и некорневые подкормки стимуляторами роста.

В основе управления ростом и развитием растений лежат, как известно, факторы, обеспечивающие изменение процессов обмена веществ. Важную роль в этих процессах выполняют физиологически активные вещества, среди которых особое место занимают регуляторы роста растений, обладающие стимулирующим действием. Под их влиянием интенсифицируются в растениях обменные процессы, меняется направленность биохимических реакций, что приводит к подъему уровня их жизнедеятельности и повышению продуктивности [1, 8].

При обработке растений в период вегетации регуляторами роста активнее формируется ассимиляционная поверхность и корневая система, повышается урожайность, улучшается качество новых клубней, что обеспечивает их лучшее хранение в зимний период. С помощью регуляторов роста ускоряется образование питательных веществ и их поступление из листьев в клубни [2, 7].

Обработка клубней перед посадкой регуляторами роста ускоряет на 3-4 дня появление всходов картофеля, сокращается продолжительность межфазных периодов, ускоряется прохождение основных фенофаз развития, увеличивается число стеблей [3].

Под действием регуляторов роста отмечено повышение урожайности, снижение содержания нитратного азота, возрастало содержание витамина С, крахмала и сухого вещества у сортов Сантэ и Орбита [4].

Гуминовые вещества представляют собой сложную смесь химических соединений. Они облегчают поступление и передвижение питательных веществ в культурных растениях. Вследствие этого оптимизируется фотосинтез, растения полнее используют внесенные удобрения. Гуминовые вещества интенсифицируют процесс дыхания, а также они могут поглощаться и усваиваться растениями [6].

Огромная роль микроэлементов в жизни растений объясняется тем, что они участвуют в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обмене, в образовании хлорофилла, входят в состав многих ферментов и витаминов, влияют на проницаемость клеточных мембран и поступление элементов питания в растения. Более быстро растениями усваиваются комплексы микроэлементов с органическими соединениями (хелаты).

Микроудобрения в форме хелатов являются элементоорганическими соединениями, но диссоциации на ионы в водных средах обычно не происходит, они практически не адсорбируются почвенным поглощающим комплексом и длительное время остаются доступными для растений, а также быстрее усваиваются ими.

Микроудобрение минеральное жидкое Сейбит представляет собой водный концентрат:

– Сейбит-В1 марки Б состоит из двух компонентов (гуминовые соединения + микроэлементы (борная кислота 2,5%, медь сернокислая 2,0%, марганец сернокислый 5,0%, аммоний молибденовокислый 0,009%, магний сернокислый 8,0%, цинк сернокислый 3,0%);

– Сейбит-В2 марки Б микроэлементы (борная кислота 2,5%, медь сернокислая 2,5%, марганец сернокислый 3,0%, аммоний молибденовокислый 0,02%, магний сернокислый 8,0%, цинк сернокислый 3,0%);

– Сейбит-В2 микроэлементы (марганец сернокислый 16,0%, аммоний молибденовокислый 0,05%, магний сернокислый – 8,0%).

Микроудобрение Хелком представляет собой растворы в хелатной форме:

- Хелком-В23 состоит из двух компонентов (гуминовые соединения + микроэлементы (бор 0,3%, медь 2,0%, марганец 3,0%, цинк 2,0%, молибден 0,04%, магний (в пересчете на MgO) 1,0%, железо 0,01%);
- Хелком-В23 микроэлементы (бор 0,3%, медь 2,0%, марганец 3,0%, цинк 2,0%, молибден 0,04%, магний (в пересчете на MgO) 1,0%, железо 0,01%);
- Хелком-В3К микроэлементы (марганец – 4,0%, молибден – 0,03%, магний (в пересчете на MgO) 1,8%).

Микроудобрение минеральное жидкое Сейбит и микроудобрение Хелком производит Научно-агропромышленное внедренческое общество с дополнительной ответственностью Сейбит.

Целью данных исследований было изучить влияние микроудобрений Сейбит и Хелком на урожайность, фракционный и биохимический состав клубней.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в РУП «Гомельская ОСХОС НАН Беларусь» в течение 2006-2008 гг., на дерново-подзолистой супесчаной почве характеризующейся следующими агрохимическими показателями: содержание P_2O_5 – 310-367 мг/кг почвы, K_2O – 210-286, Ca – 705-869, Mg – 150-179, B – 0,37-0,55, Ci – 0,98-1,16, Zn – 2,18-3,22 мг/кг почвы, ^{137}Cs – 4,1-4,8, Ki/km^2 , ^{90}Sr – 0,08-0,09 Ki/km^2 , рН в KCl – 5,3-6,1, гумус – 1,95-2,54%. Предшествующая культура – озимая рожь. Агротехника включала: ранневесеннюю культивацию; чизелевание на глубину 20 см в два следа; нарезку гряд (гребней); посадку сажалкой СН-4Б-К (третья декада апреля) по схеме 70 x 30 см. Внесение минеральных удобрений проводилось из расчета – $N_{100}P_{60}K_{150}$, (KCl – 2,5 ц/га, суперфосфат аммонизированный – 2,0, мочевина – 2,2 ц/га), органические удобрения – 40 т/га (осенью), за две недели до уборки ботва удалялась химическим способом. Объектом исследований являлись сорта: среднеранний Одиссей и среднеспелый Дубрава. За период вегетации были проведены – одна междурядная обработка, внесены гербициды: зенкор (1кг/га до всходов), фюзиллад форте (1,0 л/га по всходам), обработки фунгицидами и инсектицидами. Проводились фенологические наблюдения, биометрические измерения, биохимический состав клубней после уборки. Обработка растений картофеля препаратами Хелком и Сейбит проведена по схеме: 1-ая при высоте растений 15-20 см; 2-ая в период бутонизации; 3-я в период массового цветения. Обработку поводили ранцевым опрыскивателем и опрыскивателем ОП-2000.

Схема опыта – некорневые подкормки посадок картофеля микроудобрениями:

1. Контроль – три обработки растений водой (200 л/га);
2. 1-ая подкормка – Хелком-В23 норма расхода – 1,6 л/га состоит из: (гидрогумин 1,0 л/га + микроэлементы 0,6 л/га расход рабочего раствора 200 л/га); 2-ая подкормка – Хелком-В23 норма расхода – 0,6 л/га; 3-ая подкормка Хелком-В3К норма расхода – 2,5 л/га;
3. 1-ая подкормка – Сейбит-В1 марки Б норма расхода – 1,6 л/га состоит из: (гидрогумин 1,0 л/га + микроэлементы 0,6 л/га расход рабочего раствора 200 л/га); 2-ая подкормка – Сейбит-В2 марки Б норма расхода – 0,6 л/га; 3-ая подкормка Сейбит-В3 норма расхода – 2,5 л/га.

Агроклиматические показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1
Температура воздуха и количество осадков в 2006–2008 гг.

Месяц	Температура воздуха, °C				Количество осадков, мм			
	среднее многолетнее	2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее многолетнее	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Май	13,9	13,2	15,8	13,1	55	64,6	41,1	11,7
Июнь	16,9	17,8	18,1	16,6	79	60,5	70,8	54,2
Июль	18,3	19,7	18,2	19,6	87	88,2	144,3	101,5
Август	17,1	18,7	20,7	19,0	67	213,3	8,8	109,2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение влияния микроудобрений Хелком и Сейбит на рост и развитие растений картофеля показало, что применяемые препараты Хелком и Сейбит на прохождение фенологических фаз (бутонизация, цветение) влияния не оказывали. Всходы появились в третьей декаде мая. Цветение проходило в сложных погодных условиях, когда стояла жаркая и сухая погода, поэтому отсутствовало дружное цветение. Высота растений по вариантам в среднем составила – 72-77 см, наибольшей она была в варианте с применением микроудобрений группы Хелком. Количество стеблей на один куст – 3,4 шт., от применения изучаемых микроудобрений биометрические показатели существенно не изменились (табл. 2).

Таблица 2

Влияние микроудобрений на биометрические показатели растений и устойчивость к фитофторозу, сорт Дубрава, 2006–2007 гг.

Вариант	Количество стеблей, шт.	Высота растений, см	Устойчивость к фитофторозу, балл
Контроль	3,4	73	4
«Хелком»	3,4	77	6
«Сейбит»	3,4	74	6
HCP ₀₅	0,6	9,1	1,2

Устойчивость к фитофторозу растений картофеля по вариантам характеризовалась от 5 до 7 баллов. Клубней пораженных фитофторозом по изучаемым вариантам не обнаружено.

Анализ влияния микроудобрений на урожайность показал, что в среднем за 2 года от трехкратного применения микроудобрений Хелком урожайность возрастила на 5,5 т/га по отношению к контролю и составила 50,6 т/га. В то время, как от трехкратной обработки вегетирующих растений препаратом Сейбит, урожайность находилась на уровне контроля. В среднем по сорту Дубрава урожайность клубней составила от 45,1 до 50,6 т/га. В структуре урожая по всем вариантам преобладали клубни товарной фракции от 91 до 93%, средняя масса одного клубня составила 81,0–89,7 г. От применения микроудобрений Хелком увеличивалось количество клубней под кустом на 9%, а также масса одного клубня на 7,6 г (табл. 3).

Таблица 3

Влияние микроудобрений на урожайность и его структуру, 2006–2008 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	+/- к стандарту	Средняя масса одного клубня, г	Средняя масса одного клубня по фракциям, г		Количество клубней по фракциям на куст, шт./%	
				товарные	не товарные	товарные	не товарные
Полевой, сорт Дубрава, в среднее за 2 года (2006–2007 гг.)							
Контроль	45,1	-	82,1	113	19	8,3/68	3,9/32
Хелком	50,6	+ 5,5	89,7	108	28	9,9/77	2,9/23
Сейбит	46,4	+ 1,3	81,0	109	22	8,9/68,8	4,0/31,2
HCP ₀₅	1,5	1,5	7,0	1,0	1,2	0,6	0,6
Производственное испытание, РСХУП «Э/б Довск» Рогачевский район Гомельская обл., сорт Одиссей, 2008 г.							
Контроль	23,2	-	73,8	91,7	23,9	9,9/73,0	3,6/27,0
Хелком	25,8	+2,6	79,4	100,6	17,2	9,0/75,0	3,0/25,0
HCP ₀₅	1,7	1,7	6,0	1,2	1,4	0,5	0,8

Применение микроудобрения Хелком позволило повысить урожайность сорта Одиссей на 2,6 т/га и составила 25,8 т/га, по отношению к контролю – 23,2 т/га, при средней урожайности сорта – 24,5 т/га. Повышение урожайности происходит за счет увеличения средней массы товарных клубней, которая составила 100,6 г.

Биохимические характеристики клубней определяются в основном генотипом сорта, однако условия возделывания, дозы и соотношение удобрений, применение различных препаратов могут в значительной степени изменить их количество, от которого зависит не только вкус клубней, но и качество продуктов переработки изготовленных из него. Применяемые микроудобрения Хелком и Сейбит по-разному влияли на биохимический состав клубней у сорта Дубрава – такие показатели как содержание сухое вещества и крахмала в клубнях снижалось на 0,5–0,6%, а у Одиссея повышается содержание крахмала и сухого вещества на 1,3 и 1,2%.

Нитраты относятся к небелковым азотистым веществам. Накопление нитратов, не использованных в биосинтезе органических соединений до токсических уровней, зависит от биологических особенностей сорта, почвы, погодных условий, а также от внесения удобрений и других агротехнических приемов. Исследуемые сорта различались по концентрации нитратов в клубнях и их накоплению.

Некорневые подкормки микроудобрениями Хелком и Сейбит увеличивают содержание нитратов по изучаемому сорту Дубрава на 25-58 мг/кг. Однако их содержание ниже ПДУ (150 мг/кг) и составляет от 107 до 132 мг/кг. Снижается содержание нитратов у сорта Одиссей на 53 мг/кг от применения микроудобрения Хелком.

Существенное значение картофель имеет, как источник витамина С. При потреблении человеком 300 г картофеля в день обеспечивается около половины суточной потребности организма в этом витамине. Содержание витамина С зависит от биологических особенностей сорта и изменяется в процессе вегетации растений. Наиболее высокое содержание витамина С в опыте имели клубни сорта Одиссей 22,0 мг %. Повышению накопления витамина С у сорта Дубрава способствовало применение микроудобрений Хелком на 1,8 мг % (табл. 4).

Таблица 4

Влияние обработок растений картофеля микроудобрениями на биохимические показатели клубней картофеля, 2006–2008 гг.

Вариант	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Сырой протеин, %	Суммарный белок, %	Редуцирующие сахара, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
Полевой, сорт Дубрава, в среднем за 2 года (2006-2007 гг.)							
Контроль	21,1	14,9	2,79	1,45	0,12	19,1	107
Хелком	20,5	14,3	2,37	1,30	0,18	20,9	132
Сейбит	20,4	14,4	3,01	1,49	0,13	19,5	165
HCP ₀₅	0,4	0,2	0,05	0,05	0,02	0,9	10,0
Производственное испытание, РСХУП «Э/б Довск» Рогачевский район Гомельская обл., сорт Одиссей, 2008 г.							
Контроль	15,9	10,0	2,32	1,40	0,38	21,9	150,2
Хелком	17,4	11,2	2,78	1,46	0,31	22,0	97,0
HCP ₀₅	0,3	0,2	0,06	0,05	0,02	1,3	10,5

Весьма существенным качественным показателем, характеризующим вкус картофеля, является содержание в клубнях картофеля редуцирующих сахаров. По мере роста и созревания клубней снижается количество редуцирующих сахаров, так как из них происходит синтез крахмала. Содержание редуцирующих сахаров у исследуемых сортов составило 0,12-0,38%, выше было у сорта Одиссей 0,38% в контролльном варианте. Внесение микроудобрений Хелком и Сейбит приводило к увеличению редуцирующих сахаров у сорта Дубрава на 0,01-0,06%, а сорт Одиссей снижал их содержание до 0,07%.

Картофельный белок (туберин) содержит все восемь незаменимых аминокислот. По биологической ценности он занимает одно из первых мест, является основной составной частью протеина картофеля. Сорта, выращенные в одинаковых условиях, сохраняют определенную способность к накоплению белка. По количеству накапливаемого белка они могут быть разделены на три группы: относительно высокобелковые, со средним количеством белка, низкобелковые. Наиболее существенных факторов, влияющих на содержание белка и протеина в клубнях картофеля, при проведении исследований не установлено. У исследуемых сортов Лилея и Веснянка их содержание находилось на уровне 1,30-1,49 и 2,37-3,01%.

ВЫВОДЫ

Некорневые подкормки микроудобрением Хелком на посадках картофеля исследуемых сортов повышают урожайность клубней на 5,5 т/га – Дубрава; 2,6 т/га – Одиссей. Повышение урожайности происходит за счет увеличения средней массы товарных клубней, которая составила 100-108 г.

Некорневые подкормки микроудобрением Хелком и Сейбит по разному влияют на биохимический состав клубней. Увеличиваются редуцирующие сахара у сорта Дубрава на 0,01-0,06%, а сорт Одиссей снижает их содержание до 0,07%. Повышению накопления витамина С у сорта Дубрава способствовало применение микроудобрений Хелком на 1,8 мг/%.

Некорневые подкормки микроудобрениями Хелком и Сейбит увеличивают содержание нитратов по изучаемому сорту Дубрава на 25-58 мг/кг. Однако их содержание ниже ПДУ (150 мг/кг) и составляет от 107 до 132 мг/кг. Снижается содержание нитратов у сорта Одиссей на 53 мг/кг от применения микроудобрения Хелком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумова, Г.В. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения / Г.В. Наумова [и др.]. // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С. 178-188.
2. Кефели, В.И. Химические регуляторы роста растений / В.И. Кефели, Л.Д. Прусакова – М., 1985. – С. 21.
3. Наумова, Г.В. Влияние новых биологически активных препаратов на развитие растений картофеля / Г.В. Наумова [и др.]. // Весці Акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1994. – № 4. – С. 26.
4. Юхневич, М.И. Влияние биологически активных препаратов мальтамин и гидрогумат на продуктивность и качественные показатели картофеля: науч. тр. / БелНИИ картофелеводства; М.И. Юхневич, Г.В. Наумова, А.А. Хрипач. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 242.
5. Рекомендации по применению новых форм минеральных удобрений с добавками биологически активных веществ под основные сельскохозяйственные культуры / Г.В. Пироговская [и др.]. – Мин., 1999. – 28 с.
6. Технология возделывания картофеля при использовании полиазофосса и гуминовых препаратов: сб. науч. тр. / Науч.-прак. центр НАНБ по картоф. и плодоовош.; А.В. Марухленко [и др.]. – Самохваловичи, 2007. – Т. 13. – С. 144.
7. Теория и практика применения регуляторов роста растений / Л.С. Суханова [и др.] // Вестн. с.-х. наук. – 1985. – № 3. – С. 153.
8. Влияние органических микроудобрений на урожайность и качество клубней картофеля сб. науч. тр. / Науч.-прак. центр НАНБ по картоф. и плодоовош.; Т.Н. Сидоренко [и др.]. – Самохваловичи, 2008. – Т. 15. – С. 200.
9. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю.. Росс. – М.: ВАСХНИЛ, 1969. – 25 с.
10. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хоз-ва; ред. кол. Н. С. Бацанов [и др.]. – М., 1961. – 265 с.
11. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1981. – 493 с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS HELKOM AND SEYBIT AT CULTIVATION THE POTATO

T.N. Sidorenko, L.G. Tikhonova

Summary

In article results of researches on application microfertilizers Helkom and Seybit on productivity and biochemical indicators of tubers of a potato are resulted.

Поступила 5 марта 2009 г.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ И СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ БОРНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

А.Г. Милоста, А.С. Бруйло, Г. М. Милоста

Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение биологического разнообразия флоры Республики Беларусь тесно связано с решением проблем культивирования наиболее ценных лекарственных растений, природные запасы которых находятся на грани исчезновения.

Основной причиной дефицита в Республике Беларусь лекарственных препаратов растительного происхождения является слабое развитие собственной сырьевой базы. В настоящее время в республике культивируется около 20 видов лекарственных и пряно-ароматических растений, в то время как Государственный реестр содержит более 100 видов таких растений. Производимое количество сырья лекарственных растений, в частности валерианы лекарственной, не обеспечивает всех существующих потребностей. Поэтому в Беларуси и разработана долгосрочная программа развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений. В ней предусмотрено увеличить производство лекарственных трав. Главная цель программы – обеспечить становление и дальнейшее поступательное развитие в Республике Беларусь производства лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья и наиболее полное насыщение внутреннего рынка доступными для населения лечебными препаратами. Решение этой задачи должно способствовать уменьшению зависимости Республики Беларусь от импорта лекарственных препаратов и субстанций для фармацевтической промышленности и пряно-ароматического сырья для предприятий иного профиля, расширению экспортного потенциала страны. Почвенно-климатические условия Беларуси благоприятны для выращивания многих лекарственных растений. Но, к сожалению, годовой объём заготовок составляет всего 216 т, или около 16% от существующей потребности [3].

Одним из таких растений является валериана лекарственная (*Valeriana officinalis L.*), которая в естественном состоянии в республике растет в разнообразных экологических условиях: на травяных и торфяных болотах, низинах и заболоченных лугах, по берегам рек и озер, в зарослях кустарников, по лесным полянам и опушкам. С лечебной целью препараты этого растения используют с I века н. э. Вначале их применяли в виде сухой травы и корней от удушья и в качестве мочегонного средства. В средние века – для профилактики инфекционных болезней, против эпилепсии и как средство, успокаивающее нервную систему. В настоящее время экспериментально доказано, что валериана усиливает тормозные процессы, уменьшает рефлекторную возбудимость, расслабляет спазм гладких мышц, поэтому ее применяют как успокаивающее средство, а также при бессоннице, нервном возбуждении, неврозах, эпилепсии, нервном потрясении и тяжелом переживании, при спазмах коронарных сосудов, мигрени и запорах. Иногда валериану с успехом используют для лечения заболеваний щитовидной железы. Настой корня назначают при приливах крови к голове, особенно у женщин в климактерическом периоде [4].

Условия нашей республики вполне соответствуют биологическим особенностям валерианы лекарственной. Введение валерианы лекарственной в культуру, привело к необходимости проведения комплекса исследований, направленных на изучение отношения этого растения к условиям произрастания, органическим и минеральным удобрениям. Повышение её продуктивности и качества урожая корней и корневищ является необходимым условием при возделывании валерианы. В интенсивной технологии возделывания валерианы лекарственной особую роль играют микроудобрения, потребность которой в микроэлементах повышается в связи с расширением применения концентрированных макроудобрений [1,2]. Особую роль имеет применение борных микроудобрений, которые являются важнейшим фактором роста ее урожайности и повышения качества корней и корневищ, однако действие микроэлементов во многом зависит от конкретных почвенно-климатических условий каждого региона. Кроме того, в почвах Беларуси содержится недостаточное количество подвижных форм бора.

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты закладывались в 2005-2007 гг. на хорошо окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях УО СПК «Путришки» Гродненского района.

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы в среднем за три года: рН_{KCl} – 6,1, содержание гумуса 1,9 %, P₂O₅ – 198 и K₂O – 202 мг/кг почвы, содержание водорастворимого бора – 0,51 мг/кг.

Закладка опыта проводилась по следующей схеме:

1. Без удобрений;
2. Фон (60 т/га орг. уд. + N₉₀P₉₀K₁₂₀);
3. Фон + B_(0,025+0,025+0,025);
4. Фон + B_(0,05+0,05+0,05);
5. Фон + B_(0,075+0,075+0,075);
6. Фон + B_(0,5 в почву);
7. Фон + B_(1,0 в почву);
8. Фон + B_(1,5 в почву);
9. Фон + B_{2,0 в почву}.

Борное удобрение вносились в форме борной кислоты по вегетирующему растениям путем трехкратной некорневой подкормки и непосредственно в почву, однократно. Повторность в опытах 4-х кратная. Общая площадь делянки 35 м² (10,0 x 3,5), учетная – 16,8 (8,0 x 2,1) м². Варианты размещены реномизированным методом.

Учёт урожая проводили сплошным методом со всей делянки. В процессе роста и развития растений проводились различные наблюдения, учёты и анализы: определялась площадь листовой поверхности и масса листьев (в пересчете на единицу площади), средняя масса одного корневища и содержание в корнях и корневицах экстрактивных веществ.

В задачу наших исследований входило:

1. Установить зависимость урожайности и качества корней и корневиц валерианы лекарственной от применения борного микроудобрения, вносимого в различных дозах в некорневые подкормки и в почву.
2. Установить зависимость показателей структуры урожая валерианы лекарственной от применения борного микроудобрения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность валерианы лекарственной во многом зависит от применения органических и минеральных удобрений. В варианте без удобрений урожайность корней и корневиц валерианы лекарственной составила, в среднем, 7,6 ц/га. Внесение в почву 60 т/га органических удобрений и минеральных в норме N₉₀P₉₀K₁₂₀ повысило урожайность корней и корневиц валерианы лекарственной до 20,5 ц/га.

В результате исследований установлено, что борное микроудобрение оказало существенное влияние на увеличение урожайности и качества корней и корневиц валерианы лекарственной, но их действие зависело от доз и способов внесения бора на валериане лекарственной.

Внесение бора в виде некорневой подкормки способствовало увеличению урожайности корней и корневиц во всех трёх вариантах с возрастающими дозами бора. При трехкратной подкормке растений бором в норме 0,025 кг/га (B_(0,025+0,025+0,025)) был отмечен существенный рост урожайности корней и корневиц валерианы до 21,9 ц/га. При дальнейшем увеличении дозы до 0,050 кг/га (B_(0,05+0,05+0,05)) урожайность валерианы достоверно увеличилась относительно предыдущего варианта на 1,1 ц/га и составила 23,0 ц/га (табл. 1).

При дальнейшем увеличении доз бора, вносимого в виде некорневой подкормки, до максимального уровня – B_(0,075+0,075+0,075), урожайность корней и корневиц валерианы с учетом данных НСР₀₅ существенно не изменились по сравнению с предыдущим вариантом, хотя и отмечалась тенденция к росту этих показателей (в среднем на 0,5 ц/га). Как видим, величина урожайности корней и корневиц валерианы лекарственной в 3 и 4 вариантах опыта находится практически на одном уровне, что дает основанием считать, что оптимальной нормой бора при некорневой подкормке является внесение B_(0,05+0,05+0,05) на фоне органических и минеральных удобрений (Фон – 60 т/га орг. уд. + N₉₀P₉₀K₁₂₀).

Таблица 1
Влияние борного микроудобрения на урожайность валерианы лекарственной

№ п/ п	Варианты опыта	Урожайность корней и корневиц, ц/га				Листовая масса, ц/га			
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.
1.	Без удобрений	7,0	8,2	6,8	7,6	7,8	9,7	7,7	8,4
2.	Фон (60 т/га орг. уд. + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀)	20,5	21,4	19,7	20,5	23,8	26,5	23,2	24,5

3.	Фон + В _(0,025+0,025+0,025)	22,0	23,0	20,8	21,9	26,0	29,4	25,2	26,9
4.	Фон + В _(0,05+0,05+0,05)	22,9	24,2	21,9	23,0	27,7	31,9	26,9	28,8
5.	Фон + В _(0,075+0,075+0,075)	23,0	24,8	22,8	23,5	28,1	32,7	28,5	29,8
6.	Фон + В _(0,5 в почву)	20,7	21,8	20,0	20,8	24,0	26,2	23,8	24,7
7.	Фон + В _(1,0 в почву)	21,2	22,3	20,5	21,3	24,8	27,2	24,6	25,5
8.	Фон + В _(1,5 в почву)	23,3	24,3	22,4	23,3	28,0	31,6	27,6	29,1
9.	Фон + В _(2,0 в почву)	23,5	24,6	22,3	23,4	28,4	32,0	27,7	29,4
	HCP ₀₅	0,8	1,0	0,9					

В опытах также изучались варианты с внесением бора в почву. При внесении бора в почву в норме 0,5 и 1,0 кг/га д.в. (варианты 6 и 7) урожайность корней и корневищ практически не изменилась, с учетом данных наименьшей существенной разницы, относительно фонового варианта. С увеличением доз бора, вносимого в почву, до 1,5 кг/га урожайность существенно уже возросла на 2,8 ц/га относительно фонового варианта и составила 23,3 ц/га. При дальнейшем увеличении доз бора, вносимого в почву, до 2,0 кг/га, получена фактически такая же урожайность корней и корневищ (23,4 ц/га), как и в 8 варианте, так как разница между этими вариантами не превышает значений наименьшей существенной разницы. Следовательно, при внесении бора в почву оптимальным следует считать вариант 8 с внесением 1,5 кг/га бора в почву на фоне органических и минеральных удобрений.

Как видим, урожайность в 4 и 8 вариантах, с учетом данных наименьшей существенной разницы, находится на одном уровне. Внесение бора в виде некорневой подкормки по вегетирующем растениям – В_(0,050+0,050+0,050) или в почву – В_{1,5} кг/га равноценно по их влиянию на урожайность (23,0-23,3 ц/га).

Для выявления зависимости продуктивности валерианы лекарственной от применяемого борного микроудобрения определялась средняя сухая масса листьев с одного растения. Этот показатель оказывает косвенное влияние на элементы продуктивности валерианы лекарственной, что обуславливает необходимость его определения при проведении исследований.

Из данных табл. 1 видно, что сбор листовой массы в варианте без удобрений составил всего 8,4 ц/га. Этот показатель заметно возрастал при внесении органических и минеральных удобрений до 24,5 ц/га. Максимальный сбор листовой массы получен при внесении бора в виде некорневой подкормки в дозе В_(0,05+0,05+0,05) и составил 28,8 ц/га, а при почвенном внесении – В_(0,05+0,05+0,05) и составил 29,1 ц/га.

Из литературных данных известно, что важнейшим показателем качества корневищ валерианы, выражающим количественное содержание действующих лекарственных веществ, является содержание в них экстрактивных веществ, то есть веществ, переходящих при определенных условиях в спиртовой экстракт. В соответствии с требованиями к лекарственному растительному сырью этот показатель должен быть не менее 25%.

Результаты исследований показали, что в контролльном варианте (без удобрений) содержание экстрактивных веществ составило 26,9%. На фоне органических и минеральных удобрений (60т/га навоза + N₉₀P₉₀K₁₂₀) этот показатель практически не изменился и составил 27,0%, что обеспечило выход экстрактивных веществ с единицы площади в количестве 5,54 ц/га.

Однако основной задачей наших исследований являлось установление зависимости качества корней и корневищ валерианы от применения бора. В результате исследований установлено, что борное микроудобрение оказывает существенное влияние на улучшение качества корней и корневищ валерианы лекарственной (табл.2).

Таблица 2

**Влияние борного микроудобрения на содержание экстрактивных веществ
в корнях и корневищах валерианы лекарственной**

№ п/ п	Варианты опыта	Содержание экстрактивных веществ в корнях и корневищах, %				Сбор экстрактивных веществ, ц/га			
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.
1.	Без удобрений	27,2	26,1	27,4	26,9	1,90	2,14	1,86	1,97
2.	Фон (60 т/га орг. уд. + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀)	27,1	26,4	27,5	27,0	5,56	5,65	5,42	5,54
3.	Фон + В _(0,025+0,025+0,025)	27,5	26,5	27,9	27,3	6,05	6,10	5,80	5,98
4.	Фон + В _(0,05+0,05+0,05)	28,2	27,2	28,3	27,9	6,46	6,58	6,20	6,36
5.	Фон + В _(0,075+0,075+0,075)	28,3	27,7	28,8	28,3	6,51	6,87	6,57	6,65
6.	Фон + В _(0,5 в почву)	27,2	26,6	27,7	27,2	5,63	6,00	5,54	5,72
7.	Фон + В _(1,0 в почву)	27,5	26,9	27,9	27,4	5,83	6,00	5,72	5,85

8.	Фон + В _(1,5 в почву)	28,3	27,0	28,2	27,8	6,59	6,56	6,32	6,49
9.	Фон + В _{2,0 в почву}	28,4	27,2	28,2	27,9	6,67	6,69	6,29	6,55
	HCP ₀₅	0,5	0,6	0,6					

Внесение бора по вегетирующему растениям в виде некорневой подкормки на фоне органических и минеральных удобрений в минимальной изучаемой дозе бора – В_(0,025+0,025+0,025) не оказало существенного влияния на качество корней и корневищ валерианы лекарственной. При этом содержание экстрактивных веществ возросло всего на 0,3% относительно фонового варианта и составило 27,3%.

С увеличением этих доз бора в два раза – В_(0,050+0,050+0,050) – уже существенно возросло содержание экстрактивных веществ до 27,9%, а их сбор – до 6,36 ц/га. При дальнейшем увеличении доз бора до уровня – В_(0,075+0,075+0,075) – урожайность и качество корней и корневищ валерианы с учетом данных HCP₀₅ существенно не изменились, так как полученная прибавка была недостоверна. Поэтому оптимальной нормой внесения бора некорневым способом для получения максимального содержания экстрактивных веществ в корнях и корневищах является – В_(0,050+0,050+0,050).

При внесении бора в почву в норме 0,5 и 1,0 кг/га д. в. получен фактически такой же уровень содержания экстрактивных веществ (27,2-27,4%), как и в фоновом варианте. Увеличение дозы бора до 1,5 кг/га способствовало существенному росту содержания экстрактивных веществ до 27,8%. Дальнейшее увеличение доз бора до 2,0 кг/га не оказалось заметного влияния на качество корней и корневищ валерианы.

Таким образом, внесение бора в виде некорневой подкормки по вегетирующему растениям валерианы в норме – В_(0,050+0,050+0,050) или в почву – В_{1,5} кг/га равноценно по их влиянию на урожайность (23,0-23,3 ц/га) и содержание экстрактивных веществ (27,8-27,9%) в корнях и корневищах (варианты 3 и 8). Соответственно, в этих вариантах получен и максимальный сбор экстрактивных веществ с единицы площади (6,36-6,49 ц/га). Хотя в варианте 5 сбор экстрактивных веществ (6,65 ц/га) более высокий, чем в предыдущем варианте 4 (6,36 ц/га), но это увеличение связано с недостоверной прибавкой содержания экстрактивных веществ и урожайности в 5 и 4 вариантах.

Для определения зависимости продуктивности валерианы лекарственной от борного микроудобрения определялась площадь листовой поверхности и соотношение листовой массы к массе корней и корневищ. Эти показатели оказывают определенное влияние на элементы продуктивности валерианы лекарственной, что и обуславливает необходимость их определения при проведении исследований (табл. 3).

Таблица 3
**Влияние борного микроудобрения на площадь листовой поверхности валерианы
и соотношение листовой массы к массе корневищ**

№ п/ п	Варианты опыта	Площадь листьев, тыс. м ² /га				Соотношение листовой массы к массе корней			
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред.
1.	Без удобрений	20,5	25,1	22,1	25,6	1,11	1,18	1,13	1,14
2.	Фон (60 т/га орг. уд. + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀)	35,5	40,9	38,0	38,1	1,16	1,24	1,18	1,19
3.	Фон + В _(0,025+0,025+0,025)	37,9	45,1	40,2	41,1	1,18	1,28	1,21	1,22
4.	Фон + В _(0,05+0,05+0,05)	40,3	47,7	45,1	44,4	1,21	1,32	1,23	1,25
5.	Фон + В _(0,075+0,075+0,075)	40,8	49,3	45,5	45,2	1,22	1,32	1,25	1,26
6.	Фон + В _(0,5 в почву)	36,0	41,1	36,9	38,0	1,16	1,20	1,19	1,18
7.	Фон + В _(1,0 в почву)	37,5	43,3	40,0	40,3	1,17	1,22	1,20	1,20
8.	Фон + В _(1,5 в почву)	41,1	50,1	44,3	45,2	1,20	1,30	1,23	1,24
9.	Фон + В _{2,0 в почву}	41,4	50,0	44,5	45,3	1,21	1,30	1,24	1,25

Из данных табл. 3 видно, что площадь листьев в варианте без удобрений составила 25,6 тыс. м²/га. Этот показатель заметно возрастал при внесении органических и минеральных удобрений до 38,1 тыс. м²/га. Максимальная площадь листовой поверхности – 44,4-45,2 тыс. м²/га получена при внесении бора некорневым способом в дозе В_(0,05+0,05+0,05).

В опытах рассчитывалось соотношение листовой массы к массе корней. Из полученных данных следует, что с увеличением доз бора, вносимого как некорневым способом, так и в почву, возрастает доля листовой массы в структуре урожая. Полученные данные показывают, что с увеличением доз бора листовая масса и ее площадь растут более высокими темпами, чем масса корневищ и корней, но при достижении оптимальных доз бора (варианты 4 и 8) увеличение доли листовой массы и ее площади замедляется. Под влиянием бора заметно возрастает средняя масса одного корневища и доля листовой массы в структуре урожая.

В производственных условиях экономическая эффективность способа внесения бора будет зависеть от конкретных производственных ситуаций. При возможности совмещения некорневой подкормки бором с обработкой валерианы лекарственной против болезней, вредителей или сорной растительности этому способу следует отдать предпочтение. В случае внесения бора в форме комплексных удобрений почвенное внесение будет иметь экономическое преимущество.

ВЫВОДЫ

Для получения максимальной урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной рекомендуется внесение бора в виде некорневой подкормки по вегетирующему растению валерианы лекарственной в норме – $B_{(0.050+0.050+0.050)}$ или в почву – $B_{1,5}$ кг/га на фоне органических (60 т/га) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{120}$). Внесение бора в виде некорневой подкормки по вегетирующему растению – $B_{(0.050+0.050+0.050)}$ или в почву – $B_{1,5}$ кг/га равноценно по их влиянию на урожайность (27,7 и 28,0 ц/га) и содержание экстрактивных веществ (27,9 и 27,8%) в корнях и корневищах. Соответственно, в этих вариантах получен и максимальный сбор экстрактивных веществ с единицы площади (6,36 и 6,49 ц/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Аутко, А.А. Эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко, О.В. Позняк // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – С. 157-161.
3. Кухарева, Л.В. Современное состояние и перспективы развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений в Беларуси / Кухарева Л.В., Путырский И.Н. // Наука производству: материалы науч.-практ. конф. – Гродно, 2000. – С. 128-129
4. Асаблівасці мінеральнага абмену лекавых культур ва ўмовах Беларусі. Валяр'ян лекавы / Ж.А Рупасава [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. – 1994. – №3. – С. 6-11.

INFLUENCE OF DOZES AND APPLICATION METHODS OF BORIC FERTILISER ON THE PRODUCTIVITY OF VALERIANA OFFICINALIS ON THE SOD-PODZOLIC SANDY SOIL

A.G. Milosta, A.S. Bruil, G.M. Milosta

Summary

For the maximal productivity and quality of valerian at the sod-podzolic sandy soils at the maintenance of mobile forms of the boron no more than 0,5 mg/kg it is normally recommended to apply $B_{(0.050+0.050+0.050)}$ or into the soil – $B_{1,5}$ kg/ha on the background of organic fertilizers (60 t/ha) and mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{120}$) to valerian medicinal plants during vegetation. Applying the boron to the plants during vegetation $B_{(0.050+0.050+0.050)}$ or to the soil – $B_{1,5}$ kg/ha is of equal value in regard to the yields (23,0-23,3 c/ha) and extractive substances contents (27,8-27,9%) in the roots and rhizomes. The maximal yield of the extractive substances from unit of the area (6,36-6,49 c/ha) is obtained in these variants accordingly.

Поступила 31 марта 2009 г.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ НАСТОЕВ ХИШЕК ХМЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ

Г.М. Милоста¹, И.С. Жебрак², Г.В. Пироговская³

¹Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь

²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь³

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем успешного развития отечественной пивоваренной отрасли является низкий уровень обеспеченности качественным хмелем. Создание собственного производства хмеля в республике, его роль в решении проблемы импортозамещения в Беларуси, удовлетворение на необходимом уровне потребностей в хмеле национальной пивоваренной, хлебопекарной и фармацевтической промышленностей актуальны и обусловили необходимость проведения исследований по повышению урожайности и качества хмеля в Беларуси.

Шишки хмеля являются незаменимым сырьем для производства пива, придающие ему характерный привкус хмельевой горечи. На сегодня хмель остается единственным источником хмельевых горьких веществ в природе. Горькие вещества, наиболее полезные и характерные составные части шишек хмеля, которые в подобной форме не встречаются у других растений. Если ячмень при производстве пива может быть частично заменен пшеницей, кукурузой, рисом, соей и другими культурами, то шишки хмеля – незаменимое сырье.

Хмель относится к культурам, требующим достаточно высоких доз минеральных удобрений. Большую роль в повышении продуктивности хмеля в Беларуси играет оптимизация минерального питания и, в частности, применение азотных удобрений, которые обеспечивают значительное повышение урожайности хмеля.

Предполагается, что применение азотных удобрений оказывает определенное влияние на такой качественный показатель хмеля как его антимикробная активность. Значимость этого показателя для пивоварения связана с тем, что при его увеличении повышается устойчивость готового пива к скисанию, увеличивается продолжительность его хранения при снижении доли консервантов, которые добавляют в готовое пиво для увеличения сроков его хранения. Пиво с более высокими антимикробными свойствами обладает антисептическими свойствами ко многим бактериям, вызывающим болезни. В конечном итоге это положительно отражается на здоровье человека [4].

Установлено, что α-кислоты и, особенно β-кислоты, подавляют развитие как грам-положительных, так и грам-отрицательных бактерий, но оказывают положительное действие на жизнедеятельность пивных дрожжей. Это имеет большое значение для технологии приготовления качественного пива, так как при оптимальном содержании в нем горьких веществ повышается и микробиологическая стойкость его и не поддается жизнедеятельность дрожжей. Следует отметить, что компоненты смол хмеля задерживают развитие не только бактерий, но и некоторых грибов и актиномицетов [7].

Важная роль принадлежит хмелию как лекарственному растению, обладающему сильными антимикробными свойствами. Издавна хмель применяли в народной медицине как средство против многих инфекционных и воспалительных заболеваний. Организм человека постоянно подвержен воздействию различных патогенных микроорганизмов, вызывающих серьезные болезни у человека. Стафилококковые инфекции снижают иммунную защиту человека. Повреждения кожи (травмы, занозы, трение об одежду, нарушение правил гигиены) – предпосылка к местным стафилококковым инфекциям, снижение иммунитета вследствие других болезней, расстройства питания, стрессы, гиповитаминос – предпосылки к общим стафилококковым инфекциям. Стафилококковые инфекции во всех странах мира стремительно растут. Стафилококки размножаются во многих пищевых продуктах, масляных кремах, овощных и мясных салатах, консервах. При размножении стафилококка в пище накапливается токсин и с ним, а не с самим стафилококком, связаны симптомы пищевой интоксикации. Стафилококк вырабатывает сильнейший яд, способный вызывать тяжелые заболевания. Самая распространенная токсическая стафилококковая болезнь – пищевое отравление [7,8].

Серьезные нарушения здоровья человека может вызвать бактерия *Escherichia coli*, которая относится к числу условно патогенных бактерий, то есть является постоянным компонентом микрофлоры кишечника человека, но при ослаблении защитных функций организма может проникать в другие органы и вызывать сильные воспалительные процессы.

Неблагоприятное влияние на здоровье человека может оказать развитие в пище дрожжеподобных грибов *Candida albicans*. В больших количествах эти микроскопические грибы обнаруживаются в несвежих молочных продуктах: в творожных сырках, твороге, сметане. Кандиды способны сапрофитировать в окружающей среде на субстратах живой и неживой природы (чаще на богатых сахарами фруктах и овощах, особенно несвежих). У людей этот гриб предпочтительно колонизирует поверхность слизистых тканей (ротовая полость, влагалище). *Candida albicans* при снижении иммунитета человека способна колонизировать практически любую часть желудочно-кишечного тракта, от ротовой полости до перianальных тканей и вызывает заболевание кандидоз. К факторам, которые увеличивают процент носительства дрожжеподобных грибов кандид (*Candida albicans*) в ротовой полости человека, относят: снижение процесса слюноотделения, низкую pH слюны, увеличение концентрации глюкозы в слюне, курение [1,7]. Установление особенностей действия растительных препаратов, в частности хмеля, на ограничение развития данных микроорганизмов – актуально для пищевой промышленности.

Активные вещества хмеля: лупулон и гумулон тормозят рост фитопатогенных грибов *Rhizopus nigricans* и *Sclerotinia fructicola* (в концентрациях 20 мкг/мл). Обработка растворенным в гексане гумулоном растений, зараженных *Ustilago tritici*, приводит к полному уничтожению грибов. Эфирные экстракты листьев и шишек хмеля проявляют бактерицидную и фунгицидную активность в отношении микроорганизмов, способных вызывать заболевания у человека. Они активно проявляют антимикробную активность в отношении грамположительных бактерий (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) и грибов *Trichophyton mentagrophytes*, но более слабое антибактериальное действие в отношении грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*) и дрожжеподобных грибов *Candida albicans* [1,8].

Лекарственные свойства хмеля во многом определяются содержанием в нем альфа и бета-кислот, флаваноидов, дубильных веществ, которые обладают бактерицидными свойствами. Известно, что на фитохимические свойства хмеля оказывают влияние экологические факторы, такие как, температура и влажность. В научной литературе не была найдена информация о зависимости свойств лекарственного растительного сырья шишек хмеля и, в частности, антимикробной активности шишек хмеля от внесения удобрений. В связи с этим, актуальным является изучение влияния систем удобрения на антимикробную активность хмеля [2].

Цель работы – установить антимикробную активность водных настоев шишек хмеля в зависимости от применяемых систем удобрения.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2007-2008 гг. в УО СПК «Путришки» Гродненского района с сортом немецкой селекции Hallertauer Magnum, относящимся к группе горьких сортов, введенным в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая моренным суглинком с глубины 40 см. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH в KCl – 6,0; содержание гумуса – 2,00%; P₂O₅ – 184 и K₂O – 202 мг/кг почвы; по содержанию подвижных форм бора (0,7 мг/кг почвы), меди (2,9) и цинка (4,8 мг/кг) почва относится к II (средней) группе обеспеченности микроэлементами. Ежегодно вносились 30 т/га органических удобрений и минеральные удобрения – N₆₀₋₂₄₀P₁₂₀K₁₆₀ [6].

На каждой делянке размещали 40 учетных растений, расположенных в четыре ряда по 10 в каждом. По 4–12 растений того же сорта оставляли на концевых защитных полосах. Растения высаживались по схеме 3,0x1,5 м. Учетная площадь делянки – 180 м². Повторность в опытах 4-х кратная.

Азотные удобрения вносили на фоне 30 т/га органических и P₁₂₀K₁₆₀ (вариант 2) в следующих дозах: N₆₀ – в начале вегетации хмеля (вариант 3); N₍₆₀₊₆₀₎ в 2 срока – в начале вегетации и в начале образования боковых побегов (вариант 4); N₍₆₀₊₆₀₊₆₀₎ и N₍₈₀₊₈₀₊₈₀₎ (соответственно варианты 5 и 6) в 3 срока – в начале вегетации, в начале образования боковых побегов при высоте растений 4,5-5,0 м и в начале цветения хмеля в конце июля – начале августа; в вариантах 7 и 8 на фоне комплексных удобрений вносили N₅₀ в начале образования боковых побегов.

Образцы шишек для определения антимикробной активности также отбирались в варианте 7, где вносились комплексное удобрение (NPK – 13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой серы, бора, цинка и железа, связующих и биологически активных веществ – N₁₃₀P₁₂₀K₁₉₀+ N₅₀ (в подкормку) и в варианте 8, где вносились комплексное удобрение (13:7:17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой, имеющей в своем составе бор, марганец, магний и железо – N₁₃₀P₇₀K₁₉₀ + N₅₀ (в подкормку).

Уборка урожая проводилась вручную, сплошным методом, поделяночно в фазу технической спелости шишек хмеля. Для определения антимикробной активности водных настоев хмеля использовали тест-микроорганизмы: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*. Для посева использовали суспензии суточной агаровой культуры бактерий. *Candida albicans* выращивали

в течение 2 суток на твердой глюкозо-пептонной питательной среде, затем делали смыв и получали дрожжевую супензию.

Из соплодий хмеля готовили настой, в концентрации 2г/100 мл, который настаивали 24 часа. Затем вносили в пробирки по 10 мл с добавлением 1 мл бактериальной супензии. При проведении анализа использовали два контроля:

- 1) водопроводную воду с внесением тест-культур (вариант 1);
- 2) настои хмеля из образцов с соответствующими вариантами без внесения бактерий (варианты 2-8).

Опытные и контрольные пробирки с тест-микроорганизмами ставили на сутки в термостат. После чего готовили разведения анализируемых супензий стерильной дистиллированной водой. Посев *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* проводили глубинным методом в расплавленную питательную среду МПА (мясопептонный агар), а *Candida albicans* в глюкоза-пептонный агар. Повторность в опытах с каждой тест-культурой – четырехкратная. Чашки Петри с тест-культурами: *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* выдерживали в термостате при температуре 37° С в течение 48 часов, а с *Candida albicans* и *Saccharomyces cerevisium* – при 25° С в течение 72 часа. Затем учитывали численность колоний выросших в чашках Петри. Содержание клеток микроорганизмов в 1 мл анализируемого настоя и водопроводной воды рассчитывали по формуле: $M = a \cdot 10^n / V$,

где M – количество клеток микроорганизмов в 1 мл; a – среднее число колоний в чашке Петри; 10 – коэффициент разведения; n – порядковый номер разведения, из которого сделан посев; V – объем супензии, для посева в мл.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований установлена антимикробная активность водных настоев шишек хмеля по отношению к бактериям *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и дрожжеподобным грибам – *Candida albicans* в зависимости от систем удобрения (табл. 1,2).

Установлено, что шишки хмеля обладают достаточно высокой антимикробной активностью по отношению к каждому виду изучаемых бактерий и грибов, которая в определенной степени зависит от доз азота и форм комплексных удобрений.

Настой хмеляоказал сильное влияние на снижение численности изучаемых микроорганизмов. В меньшей степени антимикробное воздействие настоя хмеля отразилось на развитии дрожжеподобных грибов *Candida albicans*, в большей – на бактериях *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. По степени зависимости численности микроорганизмов от воздействия водных настоев хмеля они расположились в следующем порядке: *Escherichia coli* > *Staphylococcus aureus* > *Candida albicans*. Из всех испытуемых тест-микроорганизмов грибы *Candida albicans* менее всего подвергались мицелиальному действию настоев шишек хмеля. *Escherichia coli* наиболее подвержена антибактериальному воздействию настоев хмеля.

Таблица 1

Антимикробная активность хмеля обыкновенного в зависимости от доз азотных удобрений и видов комплексных удобрений (2007 г.), количество клеток микроорганизмов в 1 мл испытуемой жидкости

№ п/п	Вариант опыта	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Escherichia coli</i>
1.	Контроль I (вода)	$(7,17 \pm 0,27) \cdot 10^6$	$(9,42 \pm 0,42) \cdot 10^5$	$(6,74 \pm 0,11) \cdot 10^7$
2.	Контроль II Настой №1 (Фон)	$(3,27 \pm 0,18) \cdot 10^6$	$(7,35 \pm 0,53) \cdot 10^5$	$(1,17 \pm 0,21) \cdot 10^7$
3.	Настой №2 (Фон + N ₆₀)	$(2,86 \pm 0,27) \cdot 10^6$	$(6,05 \pm 0,18) \cdot 10^5$	$(1,21 \pm 0,19) \cdot 10^7$
4.	Настой №3 (Фон + N ₁₂₀)	$(2,83 \pm 0,18) \cdot 10^6$	$(6,08 \pm 0,41) \cdot 10^5$	$(1,32 \pm 0,44) \cdot 10^7$
5.	Настой №4 (Фон + N ₁₈₀)	$(3,97 \pm 0,19) \cdot 10^6$	$(6,85 \pm 0,24) \cdot 10^5$	$(1,83 \pm 0,62) \cdot 10^7$
6.	Настой №5 (Фон + N ₂₄₀)	$(4,88 \pm 0,19) \cdot 10^6$	$(6,96 \pm 0,24) \cdot 10^5$	$(2,73 \pm 0,62) \cdot 10^7$
7.	Настой №6 (K ¹)	$(2,82 \pm 0,18) \cdot 10^6$	$(6,02 \pm 0,53) \cdot 10^5$	$(1,20 \pm 0,22) \cdot 10^7$
8.	Настой №7 (K ²)	$(3,04 \pm 0,22) \cdot 10^6$	$(6,18 \pm 0,33) \cdot 10^5$	$(1,27 \pm 0,42) \cdot 10^7$

Примечание. Фон – 30 т/га органических удобрений + P₁₂₀K₁₆₀; K¹ – комплексное удобрение (NPK – 13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ N₁₃₀P₁₂₀K₁₉₀ + N₅₀ (в подкормку); K² – комплексное удобрение (13:7:17-19,

бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой, имеющей в своем составе бор, марганец, магний и железо $N_{130}P_{70}K_{190} + N_{50}$ (в подкормку).

Численность бактерий *Staphylococcus aureus* в контрольном варианте I с водой составила – $(7,17 \pm 0,27) \cdot 10^6$ и $(1,67 \pm 0,14) \cdot 10^8$ соответственно в 2007 и 2008 гг. Количество данных бактерий в контрольном варианте II после внесения их в водный настой хмеля №1 уменьшилось до $(3,27 \pm 0,18) \cdot 10^6$ и $(7,24 \pm 0,12) \cdot 10^7$.

Максимальными бактерицидными свойствами по отношению к *Staphylococcus aureus* обладали образцы хмеля с внесением на фоне органических и фосфорно-калийных удобрений азота в дозах не более N_{120} , когда численность этих микроорганизмов в водном настое была минимальной. С увеличением доз азота до 180-240 кг/га по д.в. антибактериальное действие водного настоя шишек хмеля снизилось, что привело к некоторому увеличению численности микроорганизмов. Но даже при максимальных дозах азота ($N_{180-240}$) численность бактерий *Staphylococcus aureus* была в 4-5 раз ниже, чем в контрольном варианте с водой.

Высокой antimикробной активностью по отношению к бактериям *Staphylococcus aureus* обладали шишки хмеля в вариантах с комплексным удобрением (13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой + N_{50} (в подкормку) и, в меньшей степени, с комплексным удобрением (13:7:17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N_{50} (в подкормку).

Антимикробная активность хмеля по отношению к дрожжеподобным грибам *Candida albicans* была выявлена во всех вариантах с хмелем. Максимальное количество данных микроорганизмов наблюдалось в контрольном варианте I с водой и составило соответственно по годам – $(9,42 \pm 0,42) \cdot 10^5$ и $(2,60 \pm 0,34) \cdot 10^5$. В контрольном варианте II на фоне органических удобрений и $P_{120}K_{160}$ при внесении микроорганизмов этого вида в настой хмеля их количество уменьшилось и составило соответственно по годам – $(7,35 \pm 0,53) \cdot 10^5$ и $(9,25 \pm 0,73) \cdot 10^4$. Наибольшее мицоидное действие по отношению к дрожжеподобным грибам *Candida albicans* оказал настой шишек хмеля с вариантами с внесением азота N_{60-120} . При увеличении доз азота до $N_{180-240}$ отмечалась тенденция к снижению antimикробных свойств водных настоев шишек хмеля.

Таблица 2

Антимикробная активность водных настоев шишек хмеля обыкновенного в зависимости от доз азотных удобрений и видов комплексных удобрений (2008 г.), количество клеток микроорганизмов в 1 мл испытуемой жидкости

№ п/п	Варианты опыта	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Escherichia coli</i>
1.	Контроль I (вода)	$(1,67 \pm 0,14) \cdot 10^8$	$(2,60 \pm 0,34) \cdot 10^5$	$(0,78 \pm 0,05) \cdot 10^8$
2.	Контроль II Настой №1 (Фон - $P_{120}K_{160}$)	$(7,24 \pm 0,12) \cdot 10^7$	$(9,25 \pm 0,73) \cdot 10^4$	$(5,57 \pm 0,26) \cdot 10^7$
3.	Настой №2 (Фон + N_{60})	$(7,07 \pm 0,22) \cdot 10^7$	$(8,92 \pm 0,20) \cdot 10^4$	$(5,61 \pm 0,29) \cdot 10^7$
4.	Настой №3 (Фон + N_{120})	$(6,87 \pm 0,24) \cdot 10^7$	$(8,88 \pm 0,21) \cdot 10^4$	$(5,67 \pm 0,56) \cdot 10^7$
5.	Настой №4 (Фон + N_{180})	$(7,09 \pm 0,19) \cdot 10^7$	$(9,96 \pm 0,28) \cdot 10^4$	$(5,97 \pm 0,60) \cdot 10^7$
6.	Настой №5 (Фон + N_{240})	$(7,79 \pm 0,19) \cdot 10^7$	$(0,27 \pm 0,28) \cdot 10^5$	$(6,73 \pm 0,60) \cdot 10^7$
7.	Настой №6 (K ¹)	$(6,85 \pm 0,15) \cdot 10^7$	$(8,76 \pm 0,53) \cdot 10^4$	$(5,64 \pm 0,32) \cdot 10^7$
8.	Настой №7 (K ²)	$(7,07 \pm 0,21) \cdot 10^7$	$(8,98 \pm 0,33) \cdot 10^4$	$(5,71 \pm 0,42) \cdot 10^7$

Результаты исследований показали, что численность изучаемых микроорганизмов, вносимых в водные настои шишек хмеля, особенно в вариантах с применением доз азота не более N_{120} была значительно ниже по сравнению с контрольным вариантом I. Максимальное количество всех исследуемых микроорганизмов отмечалось в контрольном варианте с внесением воды. Высокая antimикробная активность хмеля отмечалась в вариантах с внесением комплексных удобрений.

Более чувствительными микроорганизмами, подверженными бактерицидному воздействию водных настоев шишек хмеля являются бактерии *Escherichia coli*. Так, в контрольном варианте I с водой количество бактерий составило соответственно по годам – $(6,74 \pm 0,11) \cdot 10^7$ и $(0,78 \pm 0,05) \cdot 10^8$. В контрольном варианте II на фоне органических удобрений и $P_{120}K_{160}$ при внесении бактерий этого вида в настой хмеля их количество уменьшилось в 5-6 раз и составило соответственно по годам – $(1,17 \pm 0,21) \cdot 10^7$ и $(5,57 \pm 0,26) \cdot 10^7$. При внесении на этом фоне азотных удобрений в дозах не

превышающих N_{120} отмечалась слабая тенденция снижения бактерицидного действия хмеля на микроорганизмы *Escherichia coli*. С увеличением доз азота до $N_{180-240}$ бактерицидные свойства хмеля снижались в большей степени. Но даже при максимальных дозах азота (N_{240}) антимикробное действие водного настоя шишек хмеля относительно контрольного варианта с водой было значительным.

При внесении комплексного удобрения (NPK – 13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой (серы, бора, цинка, железо), связующих и биологически активных веществ $N_{130}P_{120}K_{190} + N_{50}$ (в подкормку) и комплексного удобрения (13:7:17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой (бор, марганец, магний и железо) $N_{130}P_{70}K_{190} + N_{50}$ (в подкормку) антибактериальная активность хмеля возрастала по сравнению с внесением смеси стандартных удобрений. Это связано с влиянием микроэлементов бора и цинка, которые, как показали наши предыдущие исследования, усиливают антибактериальное и мицелидное действие хмеля на микроорганизмы.

ВЫВОДЫ

1. Водные настои шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum, выращенного в Беларуси, обладают хорошо выраженной антибактериальной и мицелидной активностью к *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Candida albicans*. По степени воздействия водных настоев шишек хмеля микроорганизмы расположились в следующем порядке: *Escherichia coli* > *Staphylococcus aureus* > *Candida albicans*. *Escherichia coli* наиболее подвержена антибактериальному воздействию водных настоев хмеля.

2. Применение азотных удобрений в дозах 60-120 кг/га д.в. на фоне 30 т/га органических удобрений + $P_{120}K_{160}$ увеличивало антимикробную активность водных настоев шишек хмеля. При увеличении доз азота до $N_{180-240}$ отмечалась тенденция к снижению бактерицидной и мицелидной активности хмеля на микроорганизмы *Escherichia coli*, *Candida albicans* и *Staphylococcus aureus*. Но даже при максимальных дозах азота (N_{240}) антимикробная и мицелидная активность настоя хмеля на все изучаемые микроорганизмы относительно контрольного варианта с водой были значительными.

3. При внесении комплексного удобрения (NPK – 13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой (серы, бора, цинка и железо), связующих и биологически активных веществ $N_{130}P_{120}K_{190} + N_{50}$ (в подкормку) и комплексного удобрения (13:7:17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой (бор, марганец, магний и железо) $N_{130}P_{70}K_{190} + N_{50}$ (в подкормку) антибактериальная и мицелидная активность хмеля возрастали по сравнению с внесением смеси стандартных азотно-фосфорно-калийных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

- Гребнева, Н.Ю. Антимикробная активность водных извлечений растительного сбора «Полестелл» для лечения легочных заболеваний / Н.Ю. Гребнева, Т.С. Потехина, Е.Е., Н.П. Лесиовская // Растительные ресурсы. – 2000. – Т. 36 – № 3 – С. 9-17.
- Горошко, О. А. Определение содержания биологически активных веществ в шишках хмеля различных сортов / О. А. Горошко, В. П. Пахомов, И. А. Самылина // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений: материалы междунар. конф., посвящ. 50-летию ботанического сада ВИЛАР. – М., 2001. – С. 372–373.
- Ежов, И.С. Хмель и его использование. / И.С. Ежов – Киев: Урожай, 1990. – 335 с.
- Кагановский, Б.М. Хмель, его лечебные свойства и перспективы использования / Б.М. Прокопчук, И.Г. Рейтман // Растительные ресурсы. – 1980, – №3 – С. 459-465.
- Либацкий, Е.П. Хмелеводство / Е. П. Либацкий. – Москва: Колос, 1993. – 287 с.
- Милоста, Г. М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность хмеля / Г. М. Милоста, В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2(37) – С. 117-128.
- Прокопчук, А.Ф. Микробиологическая характеристика хмеля и хмелевых горьких веществ / А.Ф. Прокопчук, М.Л. Хапир, Ю.А. Прокопчук // Ферментная и спиртовая промышленность. – 1979. – № 2. – С.30-32.
- Diener, H. Arzneipflanzen und Drogen / H. Diener // Leipzig. – 1989. – Р. 150-151.

DEPENDENCE OF HOPS CONES ANTI-MICROBE ACTIVITY ON THE FERTILIZER SYSTEM

G.M. Milosta, I.S. Zhebrak, H.V. Pirahouskaya

Summary

The results of field and laboratory researches on the establishment of hops cones anti-microbe activity testify that hops solutions poses the high anti-microbe activity. Depending on the degree of influence of hops solution on the microorganisms quantity they were settled down in the following order: *Escherichia coli* > *Staphylococcus aureus* > *Candida albicans*. The highest micocide activity of hop was received in samples, where the doze of nitrogen did not exceed N₁₂₀. The increase of nitrogen dozes up to N₁₈₀₋₂₄₀ caused some reduction of micocide influence of hop on microorganisms.

The usage of complex fertilizer – (NPK – 13:12:19 and 13:7:17-19) incorporating boric, zinc etc. increases the anti-microbe activity of hop in comparison with the usage of standard mix of nitrogen - phosphorus-calcium fertilizers.

Поступила 31 марта 2009 г.

ВЛИЯНИЕ КАЛИПЛАНТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА И ПОТРЕБЛЕНИЕ КАЛИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Н.А. Михайлова, Т.Б. Баращенко, С.В. Дюсова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Бактериальное удобрение Калиплант содержит природный штамм спиреобразующих бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д [1], которые оказывают разностороннее положительное влияние на инокулированные растения. Внесение Калипланта стимулирует развитие корневой системы растений за счет продукции фитогормонов [2, 3] и улучшает минеральное питание [4, 6], при дефиците доступного калия в почве *B. circulans* мобилизуют его из труднодоступных форм [4, 5]. Установлена также способность *B. circulans* к мобилизации фосфора из нерастворимых трехзамещенных ортофосфатов кальция [2]. Наличие дополнительного приспособительного механизма, такого как фосфатомобилизация, способствует лучшей адаптации и приживаемости *B. circulans* в конкурентных условиях ризосферы. Разнообразие приспособительных механизмов является важным преимуществом *B. circulans* и определяет их способность оказывать комплексное положительное влияние на режим питания инокулированных растений.

Способность к мобилизации почвенного калия – одно из наиболее ценных свойств бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д. Применение Калипланта при дефиците подвижного калия представляет перспективный и экологически обоснованный прием повышения доступности запасов почвенного калия. С другой стороны, Калиплант может способствовать более эффективному использованию разных по степени подвижности форм калия почвы. Этот вопрос практически не изучен и требует выяснения.

Цель исследований – установить влияние Калипланта на урожайность гороха и потребление разных по степени подвижности форм калия в дерново-подзолистой супесчаной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние Калипланта на урожайность гороха WSB 1.132128 и потребление разных форм почвенного калия изучено в стационарном полевом опыте в СПК «Хотляны» (Узденский р-н Минская обл.) в 2006 и 2008 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная с мощной прослойкой песка (60-80 см) на контакте с размытой мореной. Агрохимические свойства пахотного слоя: pH (KCl) 6,0 – 6,2, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 300-350 мг/кг, гумуса – 2,64-2,71%, обменного кальция (CaO) – 800-850 мг/кг, обменного магния – (MgO) 140-150 мг/кг. В эксперименте созданы четыре уровня обеспеченности почвы подвижным калием, в годы исследований содержание подвижного калия составило: первый уровень – 94, второй – 146, третий – 164 и четвертый – 201 мг/кг K₂O. Чередование культур в севообороте: кукуруза, яровая пшеница, однолетние травы на зеленую массу, озимая рожь, яровая пшеница, горох, озимое триитикале, горох. Под кукурузу внесен навоз – 60 т/га. Дозы азотных удобрений дифференцируются в зависимости от возделываемой культуры. Доза фосфорных удобрений 30 кг/га (P₂O₅). В 2006 г. исследования проведены на фоне внесения N₃₀P₆₀, в 2008 г. эффективность Калипланта изучена на следующих вариантах: контроль, фон N₃₀P₆₀, фон+K₆₀, фон+K₉₀, фон+K₁₂₀. Общая площадь делянок – 45 м², учетная площадь – 24 м².

Для обработки посевов использовали жидкую препаративную форму бактериального удобрения Калиплант. Состав рабочей смеси в расчете на обработку 1 га посевов: 1 л Калипланта (10⁸-10⁹ КОЕ/мл) + 150-200 л воды.

Содержание водорастворимого калия в почве определяли в водной вытяжке, обменного – в 1 н ацетате аммония по Масловой, и необменного калия в 2 н соляной кислоте по Пчелкину [7, 8].

Вегетационный период 2006 г. (ГТК 2,0) характеризовался дефицитом осадков, что привело к снижению урожайности зерна. Агрометеорологические условия 2008 г. были благоприятными для роста и развития гороха, ГТК составил 1,6, что практически соответствовало среднемноголетней величине 1,54.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На посевах гороха WSB 1.132 128 изучена зависимость эффективности бактериального удобрения Калипланта от уровня обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы подвижным калием (94-201 мг/кг) и возрастающих доз калийных удобрений – K₆₀, K₉₀, K₁₂₀.

Существенные различия урожайности гороха по годам исследований были связаны с агрометеорологическими условиями. Вегетационный период 2006 г. (ГТК 2,0) характеризовался дефицитом осадков, что привело к снижению урожайности зерна. В 2008 году ГТК составил 1,6, что практически соответствовало среднемноголетней величине (ГТК 1,54) и обеспечило высокую урожайность гороха (табл. 1).

В 2006 г. эффективность Калипланта изучена на фонах внесения $N_{30}P_{60}$. В условиях засушливого года наиболее высокая урожайность гороха получена на третьем и четвертом уровнях обеспеченности почвы K_2O (164 и 201 мг/кг). Наиболее высокая прибавка от бактеризации посевов, 2,8 ц/га, отмечена на первом уровне (94 мг/кг K_2O), прибавки на втором и третьем уровнях были достоверны и составили 2,0 и 2,4 ц/га зерна соответственно (табл. 1).

В 2008 г. изучена эффективность Калипланта на посевах гороха в зависимости от доз калийных удобрений при разных уровнях обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы калием. Благоприятные погодные условия 2008 г. способствовали получению высокой урожайности зерна гороха. На первом уровне обеспеченности почвы K_2O (94 мг/кг) достоверные прибавки от применения Калипланта получены на фонах NP, NPK_{60} и NPK_{90} (табл. 1). Наиболее высокая прибавка от Калипланта, 4,0 ц/га зерна, отмечена на фоне NP при относительном дефиците подвижного калия в почве. При внесении K_{60} и K_{90} на фонах NP прибавки от бактеризации снижались и составили 2,6 и 2,0 ц/га зерна ($HCP = 1,73$) соответственно. Наиболее высокая урожайность гороха, 57,5-57,6 ц/га, получена при внесении NPK_{120} , но в этих условиях применение Калипланта не оказывало влияния на урожайность гороха (табл. 1). При содержании в почве 94 мг/кг K_2O наиболее обосновано применение Калипланта на фонах NPK_{60} и NPK_{90} , так как это обеспечивает высокую урожайность 51-55 ц/га зерна гороха и достоверные прибавки урожайности – 2,0-2,6 ц/га.

На втором уровне обеспеченности почвы K_2O (146 мг/кг) статистически достоверные прибавки от бактеризации посевов Калиплантом, 3,7 и 1,7 ц/га зерна, получены на фонах NP и NPK_{60} соответственно (табл. 1). Наиболее значительный эффект от Калипланта, 3,7 ц/га зерна, также отмечен в условиях относительного недостатка подвижного калия в почве на фоне NP. При внесении NPK_{60} прибавка от бактеризации снижалась и была практически на уровне $HCP = 1,73$. На втором уровне обеспеченности почвы K_2O наиболее высокая урожайность гороха, 65,4-65,9 ц/га, также была получена при внесении NPK_{120} , применение Калипланта при этом не оказывало эффекта (табл. 1). При содержании в почве 146 мг/кг K_2O применение Калипланта наиболее целесообразно на фонах NP и NPK_{60} , что позволяет достичь урожайности 62-62,3 ц/га зерна гороха.

На третьем уровне обеспеченности почвы K_2O (164 мг/кг) существенная прибавка от Калипланта, 1,9 ц/га зерна, получена только на фоне NP (табл. 1). При внесении возрастающих доз калийных удобрений использование Калипланта было нерационально. Наиболее высокая урожайность гороха, 66,1-66,9 ц/га, также отмечена при внесении NPK_{120} (табл. 1). При содержании в почве 164 мг/кг K_2O целесообразно применять Калиплант на фоне внесения азота и фосфора, что позволяет получить урожайность 63,6 ц/га зерна гороха, прибавку 1,9 ц/га.

Установлена зависимость эффективности Калипланта на посевах гороха от содержания подвижных форм калия в почве. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве Калиплант эффективен при относительном дефиците калия – в пределах 94-164 мг/кг (K_2O). Прибавки зерна гороха на фоне внесения $N_{30}P_{60}$ составляли 2,0-2,8 ц/га в условиях засушливого 2006 г. и 3,7-4,0 ц/га в благоприятных условиях 2008 г. (табл. 1). При внесении $K_{60}-K_{90}$ существенные прибавки от Калипланта, 1,7-2,6 ц/га зерна получены при содержании K_2O в почве в пределах 94-146 мг/кг (K_2O). При повышении содержания K_2O в почве, а также при внесении повышенных доз калийных удобрений эффект от Калипланта снижается. Экспериментальные данные включены в рекомендации по применению удобрений под горох посевной [11].

Таблица 1

Влияние Калипланта на урожайность гороха в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы калием и доз калийных удобрений (СПК «Хотляны», 2006, 2008 г.)

Вариант опыта	2006 г.		2008 г.		
	NP	NP	NPK_{60}	NPK_{90}	NPK_{120}
1-й уровень, 94 мг/кг K_2O					
Контроль	13,9	44,3	48,4	53,1	57,5
Калиплант	16,7	48,3	51,0	55,1	57,6
Прибавка	2,8	4,0	2,6	2,0	0,1
2-й уровень, 146 мг/кг K_2O					
Контроль	16,5	58,3	60,6	63,2	65,9
Калиплант	18,5	62,0	62,3	63,6	65,4

Прибавка	2,0	3,7	1,7	0,4	-0,5
3-й уровень, 164 мг/кг K ₂ O					
Контроль	16,9	61,7	63,5	65,1	66,9
Калиплант	19,3	63,6	63,7	65,6	66,1
Прибавка	2,4	1,9	0,2	0,5	-0,8
4-й уровень, 201 мг/кг K ₂ O					
Контроль	18,3	62,8	64,5	66,2	63,8
Калиплант	18,6	63,5	65,2	66,7	63,5
Прибавка	0,3	0,7	0,7	0,5	-0,3
Фактор А (уровни K ₂ O)	0,60	2,45			
Фактор В (Калиплант)	0,84	1,73			
Дозы NP-удобрений – N ₃₀ P ₆₀					

Для оценки влияния Калипланта на потребление разных форм почвенного калия растениями гороха проведено сравнение содержания водорастворимого, обменного и необменного калия в дерново-подзолистой супесчаной почве на вариантах без внесения бактерий и с обработкой посевов Калиплантом.

Наиболее доступными для растений являются водорастворимые соли калия – нитраты, фосфаты, сульфаты, хлориды и карбонаты, находящиеся в почвенном растворе [7, 9, 10]. Содержание водорастворимого калия обычно невелико по сравнению с обменными и необменными его формами (табл. 2-4). Обменный калий представлен катионами K⁺ в почвенном поглощающем комплексе. Водорастворимые соединения калия и катионы почвенного поглощающего комплекса служат основным источником калийного питания растений. Суммарное количество водорастворимого и обменного калия характеризует уровень обеспеченности почвы калием для питания растений. Однако растения способны использовать лишь 5,7-37,5% запаса подвижных форм [10].

Необменный калий менее доступен для растений, оночно удерживается кристаллической решеткой минералов [7, 9, 10]. Содержание необменного калия в дерново-подзолистой супесчаной почве значительно выше, по сравнению с более подвижными его формами (табл. 2-4). В почве существует динамическое равновесие между формами калия, использованный растениями водорастворимый калий пополняется за счет обменных форм. По мере потребления обменных форм их запасы в почве восполняются за счет мобилизации необменных форм [10].

Степень использования калия почвы зависит от ряда факторов – типа почвы, гранулометрического состава, общего содержания калия в почве, биологических особенностей возделываемой культуры [7-10]. Очевидно, к перечисленным факторам следует отнести также биологический фактор – внесение активных штаммов калиймобилизующих бактерий. В наших предыдущих исследованиях показано, что бактеризация сельскохозяйственных культур бактериальным удобрением Калиплант стимулирует развитие корневой системы, что повышает адаптивные возможности растений [2-4, 6] и может способствовать более эффективному использованию калия из почвы.

В наших исследованиях на первом уровне обеспеченности калием (94 мг/кг) на вариантах NP, NPK₆₀ и NPK₉₀ с внесением Калипланта установлено статистически достоверное снижение содержания водорастворимого и обменного калия. На этих же вариантах отмечено существенное повышение урожайности, прибавки от бактеризации составили 4,0, 2,6 и 2,6 ц/га (рис. 1-2). Снижение содержания подвижных форм калия указывает на активизацию их потребления в результате бактеризации.

На втором уровне обеспеченности калием (146 мг/кг) статистически значимое снижение содержания водорастворимого и обменного калия при внесении Калипланта отмечено на вариантах NP и NPK₆₀, где получены достоверные прибавки урожайности – 3,7 и 1,7 ц/га (рис. 1-2). Экспериментальные данные также указывают на активизацию потребления подвижного калия бактеризованными растениями гороха в этих условиях.

На третьем уровне обеспеченности калием (164 мг/кг) статистически достоверное снижение содержания водорастворимого и обменного калия наблюдали только на варианте NP с внесением Калипланта, где прибавка зерна составила 1,9 ц/га (рис. 1-2). При внесении калийных удобрений на вариантах с Калиплантом не отмечено значимых изменений содержания водорастворимых и обменных форм калия. При внесении K₁₂₀ наблюдали преимущественно тенденцию повышения содержания подвижного калия.

На четвертом уровне обеспеченности калием (201 мг/кг) получена наиболее высокая урожайность гороха. Калиплант не оказывал влияния на урожайность, прибавки от бактеризации были в пределах ошибки эксперимента. Не установлено также существенных изменений содержания водорастворимых и обменных форм калия в зависимости от внесения Калипланта (рис. 1-2).

Аналогичные закономерности отмечены при изучении влияния Калипланта на содержание необменного калия в дерново-подзолистой супесчаной почве (рис. 3). Внесение Калипланта

активизировало потребление необменного калия растениями гороха при следующих условиях: на 1-ом уровне обеспеченности калием (94 мг/кг) – в вариантах NP, NPK₆₀ и NPK₉₀; на 2-ом уровне (146 мг/кг) – в вариантах NP и NPK₆₀; на 3-ем уровне (164 мг/кг) – в варианте NP.

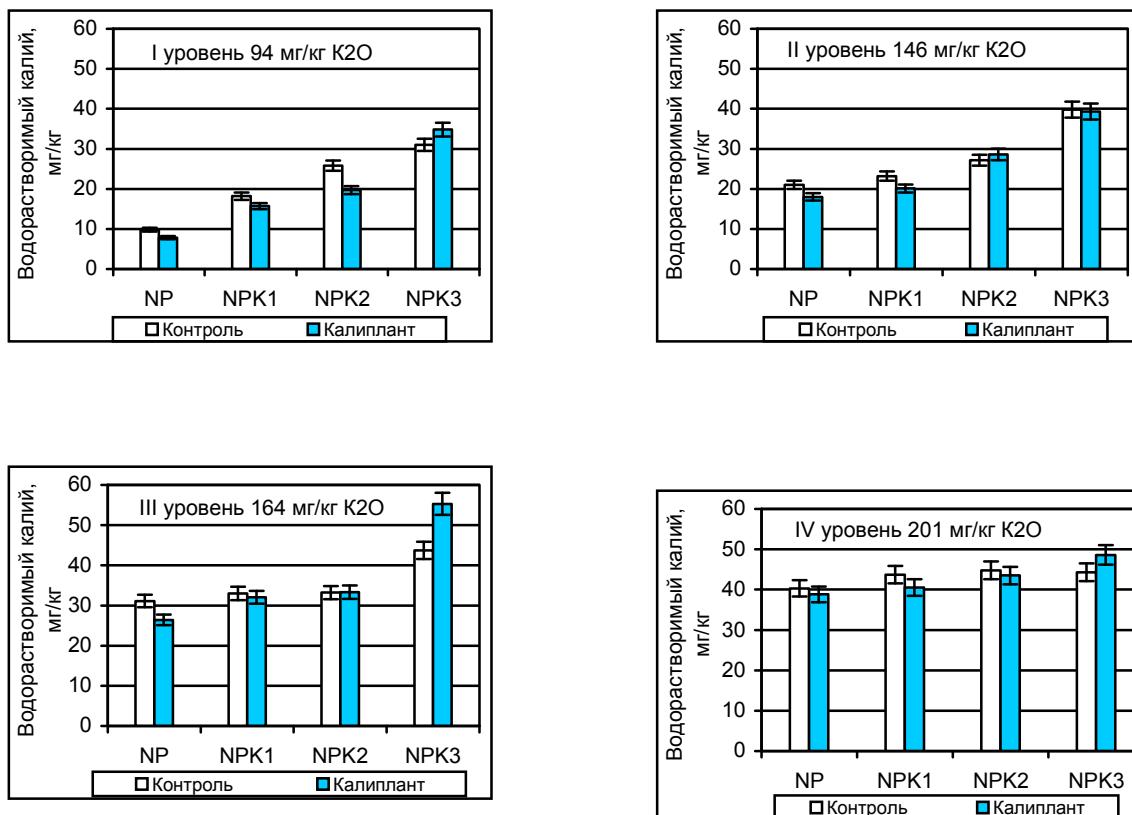


Рис. 1. Влияние Калипланта на содержание водорастворимых форм калия в дерново-подзолистой супесчаной почве

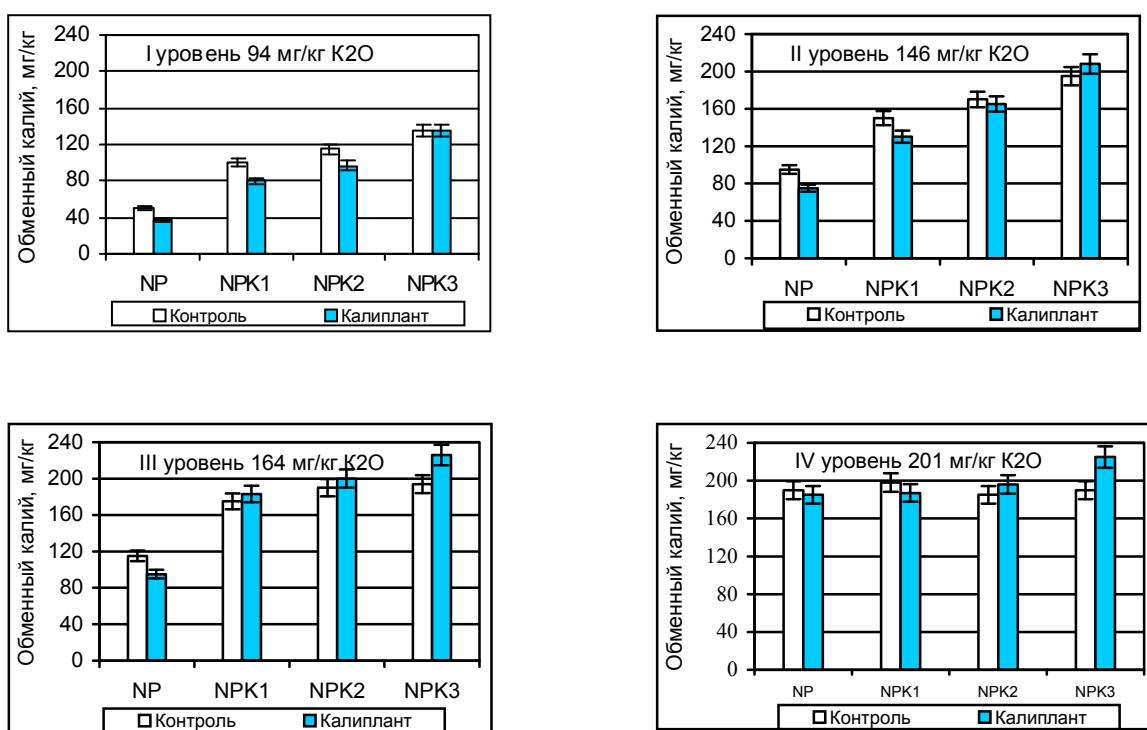


Рис. 2. Влияние Калипланта на содержание обменных форм калия

в дерново-подзолистой супесчаной почве

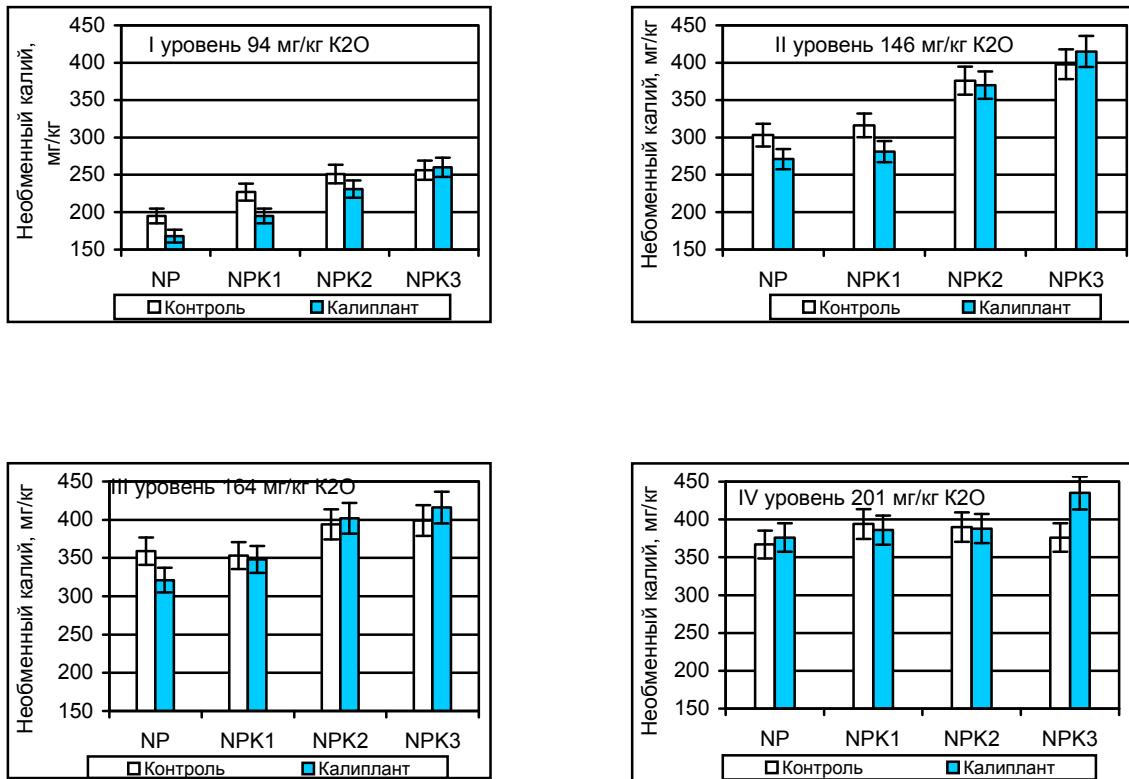


Рис. 3. Влияние Калипланта на содержание необменных форм калия
в дерново-подзолистой супесчаной почве

Калиймобилизующие бактерии, находящиеся в корневой зоне, стимулируют рост корней, повышают адаптивный потенциал растений и эффективность потребления разных по степени подвижности форм калия. Снижение содержания изученных форм калия отмечено в основном в вариантах, где внесение Калипланта приводило к существенному повышению урожайности гороха и обеспечивало наиболее высокие прибавки зерна (табл.1, рис.1-3). При этом на первом, втором и третьем уровнях установлена корреляция содержания водорастворимого (рис. 4) и обменного калия (рис. 5) с величиной урожайности. Теснота связи для обеих форм калия ослабевала от первого к третьему уровню. Для водорастворимой формы наиболее высокий коэффициент детерминации отмечен на первом уровне $R^2 = 0,76$, на втором $R^2 = 0,67$, на третьем – $R^2 = 0,53$, на четвертом уровне – корреляция отсутствует (рис. 4). Для обменной формы калия установлена аналогичная закономерность: наиболее высокий коэффициент детерминации отмечен на первом уровне $R^2 = 0,76$, на втором $R^2 = 0,70$ на третьем – $R^2 = 0,64$, четвертом – также не отмечено корреляции (рис. 5).

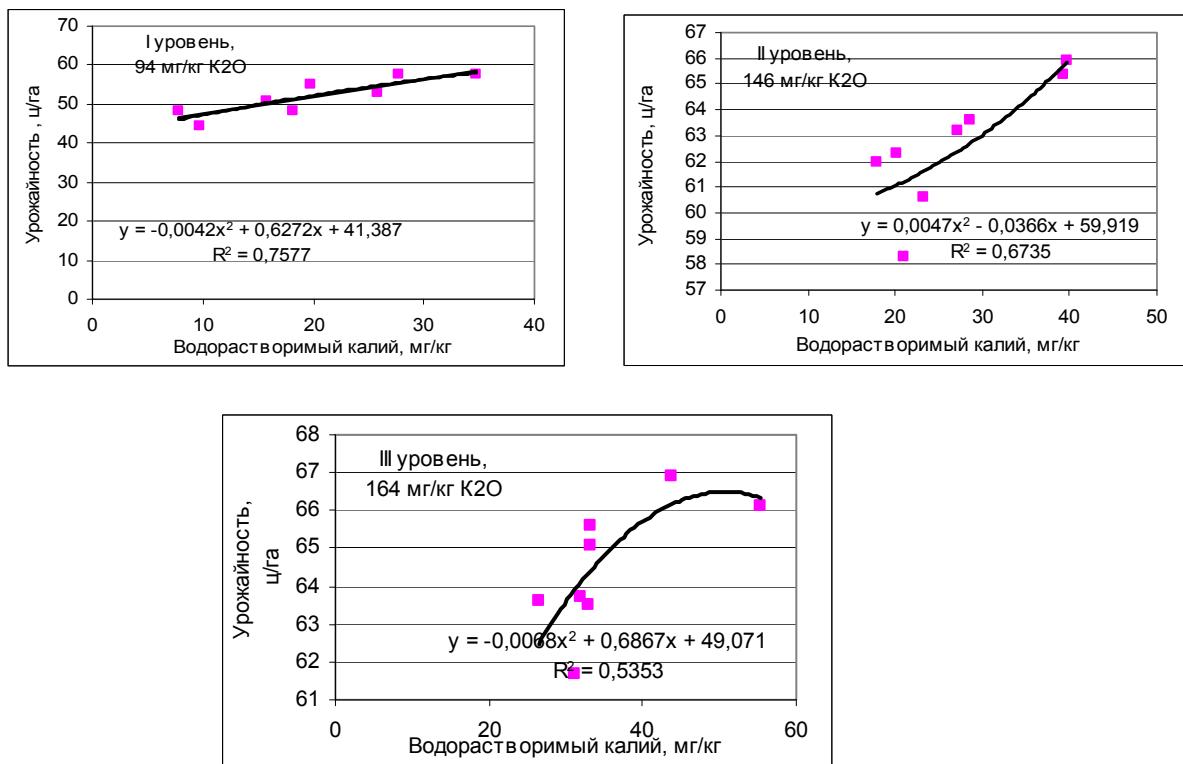


Рис. 4. Взаимосвязь содержания водорастворимого калия в почве с урожайностью гороха

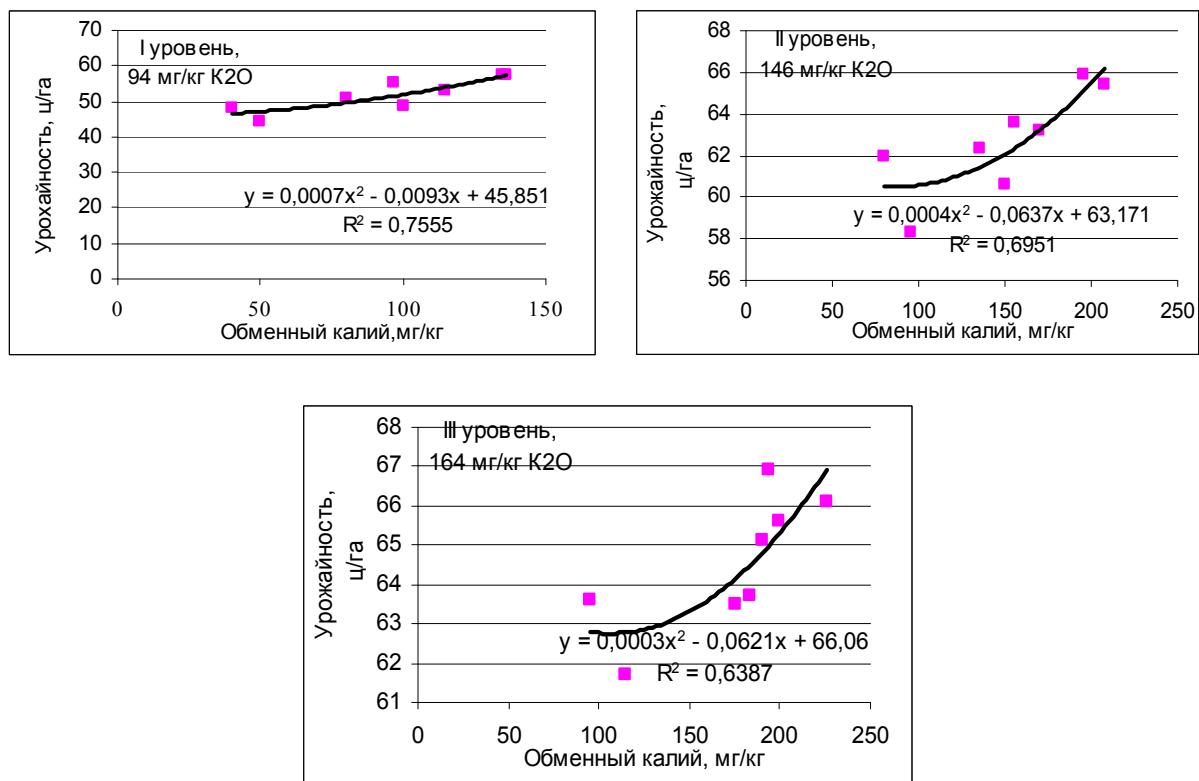


Рис. 5. Взаимосвязь содержания обменного калия в почве с урожайностью гороха

ВЫВОДЫ

Установлена зависимость эффективности Калипланта на посевах гороха от содержания подвижных форм калия в почве и доз калийного удобрения. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве Калиплант эффективен при относительном дефиците калия – в пределах 94–164 мг/кг (K_2O). Прибавки зерна гороха на фоне внесения $N_{30}P_{60}$ составляли 2,0-2,8 ц/га в условиях засушливого и 3,7-4,0 ц/га при благоприятных агрометеоусловиях. При внесении $K_{60}-K_{90}$ существенные прибавки от Калипланта, 1,7-2,6 ц/га зерна, получены при содержании K_2O в почве в пределах 94-146 мг/кг (K_2O). При повышении содержания K_2O в почве, а также при внесении повышенных доз калийных удобрений эффект от Калипланта снижается.

Действие Калипланта на потребление разных по степени подвижности форм калия горохом также тесно связано с содержания подвижного калия в почве и дозы калийного удобрения. Значительное стимулирующее влияние Калипланта на потребление водорастворимого и обменного калия горохом отмечено при следующих условиях: на 1-ом уровне обеспеченности калием (94 мг/кг) – в вариантах NP, NPK_{60} и NPK_{90} ; на 2-ом уровне (146 мг/кг) – в вариантах NP и NPK_{60} и на 3-ем уровне (164 мг/кг) – только в варианте NP.

Внесение Калипланта стимулировало потребление необменного калия горохом при следующих условиях: на 1-ом уровне обеспеченности калием (94 мг/кг) – в вариантах NP, NPK_{60} и NPK_{90} ; на 2-ом уровне (146 мг/кг) – в вариантах NP и NPK_{60} ; на 3-ем уровне (164 мг/кг) – в варианте NP.

На первом, втором и третьем уровнях содержания K_2O в почве установлена корреляция содержания водорастворимого и обменного калия в почве с величиной урожайности, теснота связи (R^2) ослабевала от первого к третьему уровню: для водорастворимой формы – от 0,76 до 0,53, для обменной формы – от 0,76 до 0,64; на четвертом уровне корреляция отсутствовала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штамм бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д для бактеризации семян зерновых культур: пат. 9646 Респ. Беларусь, МПК С 12 N 1/20, A 01 N 63/00 / Михайлова Н.А., Богдевич И.М., Журавлева О.В., Барашенко Т.Б., Курилович Н.Н., Дюсова С.В.; заявитель РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – № а 20050228; заявл. 10.03.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4(57). – С. 112.
2. Активность фосфатмобилизации у ризобактерий / Н.А. Михайлова [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 225-231.
3. Влияние ризобактерий на развитие инокулированных растений / н.а. михайлова, т.б. барашенко, т.в. барашенко // приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений: материалы междунар. научно-практ. конф., горки, 6-7 июня 2007 г. / бгсха, горки, 2007. – с. 225-229.
4. Михайлова, Н.А. Количественная оценка активности калиймобилизующих бактерий и их эффективность на посевах озимой ржи / Михайлова Н.А. // Весці НАН Беларусі. Сер. аграрных наук. – 2006. – № 3. – С. 41-46.
5. Способность ризобактерий к мобилизации почвенного калия / Михайлова Н.А., Лученок Л.Н. // Фосфор и калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: матеріали Міжнарод. науково-практ. конф., Чернігов-Хар'ков, 12-14 липня 2004 р. / Инст. с.-х микробиологии; ННЦ Инст. почвовед. и агрохим.; Междунар. Инст. калия. – Чернигов-Харьков, 2004 г. – С. 223-232.
6. Mikhailouskaya, N. K-mobilizing bacteria and their effect on wheat yield / N. Mikhailouskaya, A. Tchernysh // Agronomijas vestis (Latvian Journal of Agronomy). – 2005. – V. 8. – P. 147-150.
7. Пчелкин, В.У. Почвенный калий и калийные удобрения / В.У. Пчелкин. – Москва: Колос, 1966. – С. 5-27.
8. Агрохимические методы исследования почв. – Москва, 1965. – С. 128-164.
9. Mengel, K. Principles of plant nutrition / K. Mengel, E.A. Kickby – Int. Potash Inst. Bern, 1987.–687 p.
10. Агрохимия / И.Р. Вильдфлущ [и др.] – Минск, Ураджай, 1995. – С. 156-159.
11. Рекомендации по применению минеральных удобрений под горох посевной с учетом агрохимических свойств дерново-подзолистых почв / И.М. Богдевич [и др.] // Национальная Академия наук Республики Беларусь; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – С. 21-27.

**EFFECT OF KALIPLANT ON PEA YIELD AND USE OF Soil POTASSIUM
BY PLANTS ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL**

N.A. Mikhailouskaya, T.B. Barashenko, S.V. Dyusova

Summary

The effect of Kaliplant on pea yield and different potassium forms use by pea plants was found to depend on mobile potassium content in Luvisol loamy sand soil as well as on the rate of K-fertilizer. Significant stimulation effects of Kaliplant on the use of water-soluble, exchangeable and unexchangeable potassium forms were observed under following conditions: at the first level of soil K-supply ($94 \text{ mg kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) – at treatments NP, NPK_{60} и NPK_{90} ; at the second level ($146 \text{ mg kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) – at treatments NP, NPK_{60} and at the third level ($164 \text{ mg kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) – at treatment NP.

Поступила 13 марта 2009г.

КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

В.В. Лапа, Г.В. Пироговская, Н.Ю. Жабровская, П.И. Шкуринов
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

В современных условиях объекты интеллектуальной собственности являются во всем мире одним из основных видов создаваемой и экспортируемой продукции. Интеллектуальная собственность, охраняемая в большинстве стран мира, является сейчас одним из наиболее мощных стимуляторов прогресса во всех отраслях развития общества, и в первую очередь, научно-технического. Использование объектов интеллектуальной собственности в хозяйственной деятельности позволяет существенно повысить конкурентоспособность наукоемких и инновационных предприятий, что в значительной степени определяет динамику экономического роста и уровень интеграции государства в мировую экономику. Охрана и использование интеллектуальной собственности играет все более важную роль в деятельности предприятий и организаций всех форм собственности. Во всех случаях автор признаваемого охраноспособного объекта интеллектуальной собственности, защита которого оформлена надлежащим образом (вступившим в силу охранным документом, регистрацией и т.п.), приобретает тем самым исключительное право на его использование, реализацию в любой форме, передачу по договору (например, по лицензии) и т.д. Поэтому основная задача вопроса об интеллектуальной собственности в том, чтобы научиться своевременно выявлять в своей продукции, разработках и технологиях создаваемые при этом объекты интеллектуальной собственности, не упуская возможности получить их охрану в стране и за рубежом, т.е. превратить в тот самый особо конкурентоспособный на рынке товар.

На протяжении многих лет сотрудниками Института почвоведения и агрохимии разрабатывались новые ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В рамках выполнения научно-исследовательских программ изучались разные формы удобрений и способы их применения, влияние удобрений на урожайность и качество продукции. В процессе работы исследователи пришли к созданию новых комплексных удобрений для отдельных сельскохозяйственных культур. Следует отметить, что в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур во всем мире широкое применение получили именно комплексные удобрения, содержащие основные питательные вещества для растений (N , P_2O_5 , K_2O). В состав их можно ввести микроэлементы (B, Mn, Cu, Zn, Zn, Mo и другие). Комплексные удобрения стали широко применять после 1950-х годов, особенно в США, Канаде, Англии, Нидерландах, Японии, Франции, Италии, где производство их составляет более 50% всего количества удобрений. Специалистам АПК сегодня известны марки комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений, выпускаемые фирмой Kemira с различным соотношением основных элементов питания и добавлением микроэлементов, широкий ассортимент таких удобрений выпускается предприятиями России. В Украине известный производитель ОАО «Сумыхимпром» производит серию комплексных гранулированных азотно-фосфорно-калийных минеральных удобрений Суперагро, содержащих основные питательные элементы: азот, фосфор, калий в различных соотношениях, а также микроэлементы: бор, цинк, медь, марганец, железо, молибден. Право выбора марки таких удобрений предоставляется специалистам хозяйств и носит несколько субъективный характер.

Отличительная особенность комплексных удобрений, разработанных в Институте почвоведения и агрохимии, заключается в том, что макро-, микроэлементы, регуляторы роста включены в одну гранулу с наиболее приемлемым соотношением элементов питания для конкретной культуры и с учетом почвенного плодородия. Применение комплексных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур позволяет за один проход осуществить более равномерное распределение питательных веществ по площади поля, сократить энергетические затраты на их внесение, уменьшить уплотнение почвы, а также антропогенную нагрузку на окружающую среду, при этом повысить урожайность и качество продукции. Первые марки комплексных удобрений были разработаны в институте для технических культур: льна, озимого рапса, сахарной свеклы. Разработанные удобрения защищены патентами Республики Беларусь и Евразийского патентного ведомства, производятся в широком масштабе и успешно применяются в хозяйствах республики (табл. 1).

Таблица 1

**Используются в химической промышленности и сельском хозяйстве
следующие изобретения:**

№ п/ п	Регистрационный номер, дата приоритета, дата и место публикации	Название	Производитель	Произведено тыс. т (2003-2009 гг.)
1.	Евразийский патент № 007603, выдан 29.12.2006 по заявке № 200400316 Из.ЕАПО №6, 2006 РФ	Комплексное удобрение для льна	ОАО «Гомельский химический завод»	149
2.	Патент РБ № 10572, выдан 30.06.2005 по заявке № 20041170 АБ 2(61) РБ, 2008.04.30	Комплексное удобрение для сахарной свеклы	ОАО «Гомельский химический завод»	19,8
3.	Патент РБ №10573, выдан 10.02.2005, по заявке № 20050134 АБ 2(61) РБ, 2008.04.30	Удобрение для озимого рапса и способ его применения	ОАО «Гомельский химический завод»	53,8

Комплексное удобрение для льна, защищено евразийским патентом №007603, на основании которого разработаны три марки комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с добавками микроэлементов бора, цинка, железа и регуляторов роста с различным соотношением элементов питания:

NPK = 6:21:32 предназначена для почв с низким содержанием фосфора

NPK = 5:16:35 со средним и повышенным содержанием фосфора

NPK = 7:15:29 для почв с высоким содержанием фосфора и калия в почвах.

Комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения могут выпускаться с микроэлементами, также совместно с микроэлементами и регуляторами роста растений (феномелан, гидрогумат, эпин).

Оценка экономической эффективности новых форм комплексных удобрений с учетом затрат на их производство и применение, закупочных цен на льнопродукцию показывает, что применение их экономически оправдано: повышается урожайность семян на 1,5-2 ц/га, увеличивается выход длинного волокна в среднем на 1 ц/га по отношению к стандартной форме удобрений. Доход на один гектар составляет в зависимости от марки удобрения от 123 до 390 долларов США.

Промышленный выпуск данного удобрения освоен с 2003 года ОАО «Гомельский химический завод» (рис. 1).



Рис.1. Производство комплексного удобрения для льна

Комплексное удобрение для сахарной свеклы, защищенное патентом № 10572 РБ, марки

которого предназначены для почв различного уровня плодородия:

- марки NPK 16:12:20 и 13:10-12:19-21 с микроэлементами и модифицирующими добавками для почв с низким и средним содержанием фосфора и калия;
- марки NPK 14-17:8-10:18-22 для почв с повышенным и высоким содержанием фосфора в почве.

Комплексные удобрения, согласно разработанным техническим условиям, могут выпускаться с любым набором микроэлементов, регуляторов роста растений (гидрогумат, мальтамин, феномелан, эпин) и связующих (для получения удобрений пролонгированного срока действия). Из микроэлементов в первую очередь рекомендуется включение в состав удобрения бора. Бор является одним из самых необходимых элементов для сахарной свеклы, так как при его недостатке происходит «замирание» молодых листьев (гниль сердечка). В более поздние сроки развития сахарной свеклы, при недостатке бора наблюдается потемнение головки корнеплода, на листьях появляются бурые пятна.

Обеспечивает сбалансированное питание растений, повышение урожайности на 15-20% и содержание сахара в корнеплодах на 0,5-1% по сравнению с эквивалентом стандартных туков. Чистый доход от применения (в среднем за 2003-2005 гг.) в полевых опытах комплексных удобрений с добавками микроэлементов, по сравнению с базовым вариантом, составил от 129 до 150 долл. США /га с рентабельностью от 65 до 160%. В условиях производства чистый доход на 1 га при применении комплексных удобрений составил от 70 до 100 долл. США.

Промышленный выпуск данного удобрения освоен ОАО «Гомельский химический завод» с 2005 года (рис. 2).



Рис.2. Производство комплексного удобрения для сахарной свеклы

Удобрение для озимого рапса защищенное патентом РБ № 10572, на основании которого разработаны следующие марки:

марка N:P:K = 7:16:31 с серой 4% и бором 0,25% (для почв с повышенным и высоким содержанием фосфора и калия);

марка N:P:K = 5:16:35 с серой 2%, бором 0,25%, марганцем 0,15%;

марка N:P:K = 6:20:30 с серой 3%, бором 0,30%, марганцем 0,20%, (для почв с низким и средним содержанием фосфора и калия).

Комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения под озимый рапс вносятся с осени в основную заправку почвы в дозах 3-4 ц/га в зависимости от плодородия почвы. Весной проводится только подкормка азотными удобрениями.

Применение комплексных удобрений обеспечивает повышение урожайности семян озимого рапса от 2,5 до 5 ц/га с высокими технологическими показателями (содержание эруковой кислоты – от 0,5 до 2,0%, глюказинолатов – 0,5-1,2%, масличность – 39,1-43,3%).

По сравнению с внесением односторонних удобрений чистый доход с 1 га при применении комплексных удобрений увеличивается в среднем на 150 тыс. руб.

На ОАО «Гомельский химический завод» данное удобрение производится с 2005 года (рис.3).



Рис.3. Производство комплексного удобрения для озимого рапса

Запатентовано комплексное **удобрение для гречихи** (евразийский патент № 007946). Разработан ряд марок: бесхлорные ($N:P:K = 13:7:15$ с В и Fe и $NPK = 13:7:15-17$ с S, Mg, В, Cu, Zn, Fe и регулятором роста растений «эпин») и хлорсодержащие ($N:P:K = 16:12:20; 14:10:17; 10:19:25$ с Mg, В, Cu, Fe и регулятором роста растений «феномелан»), сбалансированные по элементному составу с учетом плодородия почв и биологических особенностей культуры. Рекомендуется в качестве удобрения для основного внесения под культуру, обеспечивает стабильный рост урожайности культуры за счет оптимальных уровней и соотношения макро-, микроэлементов и биологически активных веществ.

В 2007 г. совместно с РУП «Институт овощеводства» и ООО «Гринтур» разработаны новые комплексные бесхлорные удобрения для **картофеля** ($N:P:K = 13:7:15-19$), **бобовых культур** (5:6:14-16:24:29), **капусты** (13:7:17-19), **моркови** (13:7:15-17), **свеклы** (13:7:8:17-19) с включением микроэлементов и биологически активных веществ. В 2008 г. выпущены опытно-промышленные партии этих удобрений. Проводится работа по подготовке технической документации для включения удобрений в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь».

В 2008 г. сотрудниками института разработаны новые комплексные удобрения для **озимых и яровых зерновых культур**, **пивоваренного ячменя**, **хмеля** и **многолетних трав**, сбалансированные по элементному составу с учетом плодородия почв и биологических особенностей культуры. Поданы заявки на получение патентов в Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь и Евразийское патентное ведомство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексное удобрение для льна: пат.007603 ЕАПО, МПК7 C05G 1/06, C05G 3/00, C05G 3/04, C05D 9/02, Г.В. Пироговская, А.М. Русалович, В.И. Сороко, И.М. Богдевич [и др.]; заявители: Ин-т почвоведения и агрохимии, Гомельский хим. завод. – № 200400316; заявл. 12.02.2004; выдан 29.12.2006 // Изд. ЕАПО / Евразийское патентное ведомство. – 2006. – №6, РФ
2. Комплексное удобрение для сахарной свеклы: пат. 10572 Респ.Беларусь, МПК7 C05G 3/00, Г.В. Пироговская, И.М. Богдевич, А.М. Русалович, В.И. Сороко [и др.]; заявители: Ин-т почвоведения и агрохимии, Гомельский хим. завод. – № 20041170; заявл. 12.02.2004; опуб.30.04.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці.– 2008.– № 2(61).
3. Удобрение для озимого рапса и способ его применения: пат. 10573 Респ. Беларусь, МПК7 C05G 3/00, Г.В. Пироговская, И.М. Богдевич, А.А. Людков, А.М. Русалович [и др.]; заявители: Ин-т почвоведения и агрохимии, Гомельский хим. завод. – № 20050134; заявл. 10.02.2005; опуб.30.04.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці.– 2008. – № 2(61).
4. Применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под озимый рапс: рекомендации / Г.В. Пироговская [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 24 с.
5. Применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под сахарную свеклу: рекомендации / Г.В. Пироговская [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 28 с.

6. Рекомендации по возделыванию гречихи на дерново-подзолистых почвах с применением новых форм комплексных удобрений / Г.В. Пироговская [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 40 с.

COMPLEX FERTILIZERS FOR AGRICULTURAL CROPS: PERSPECTIVE DEVELOPMENT

V.V. Lapa, H.V. Pirahouskaya, N.Yu. Zhabrovskaya, P.I. Shkurinov

Summary

In Institute for soil science and agrochemistry complex fertilizers for separate agricultural crops are developed. Distinctive feature of complex fertilizers consists is that macro-, microelements, growth regulators are included in one granule with the most comprehensible correlation of nutrients for concrete crop and in consideration of soil fertility. The developed fertilizers are protected by patents of the Republic of Belarus and the Eurasian patent office made on a large scale and successfully applied in economies of the republic.

Поступила 17 апреля 2009 г.

- Курбатова, А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов. – Москва: Научный мир, 2004. – 624 с.
- Шергина, О.В., Михайлова, Т.А. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска / О.В. Шергина, Т.А. Михайлова. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2007. – 200с.
- Якубов, Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов. – Москва: ООО "Стагирит – Н", 2005. – 264 с.
- Синющенкова, И.М. Экологические аспекты загрязнения почв пониженных форм рельефа крупного города тяжелыми металлами (на примере г. Брянска) / И.М. Синющенкова // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. – 2004.– №10. – С. 27-43.
- Капелькина, Л.П. Экологическое состояние почв озелененных транспортных магистралей Санкт-Петербурга / Л.П. Капелькина, Л.Г. Бакина, Т.В. Бардина // Экология большого города. – Москва, 2001. – Вып. 5: Проблемы содержания зеленых насаждений в условиях Москвы. – С. 91-96.
- Ясовеев, М. Г. Экология урбанизированных территорий: пособие / М. Г. Ясовеев, Н. Л. Стреха, Д. А. Пацырайлик. – Минск: БГПУ, 2007. – 254 с.
- Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агрокосистемах / С.Е. Головатый. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2002. – 239 с.
- Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей./ А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева – Москва: Наука, 2005. – 190 с.
- Сборник нормативных документов по гигиенической оценке почвы населенных мест / Мин.-во здравоохран. Республики Беларусь. – Минск, – 2004 – 95с.
- Шлык, А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. – Москва: Наука, 1971. – С. 154-170
- Gruszecki, W.I. Carotenoids as modulators of membrane physical properties / W.I. Gruszecki, K. Strzalka // Biochim. Biophys. Acta. – 2005. – Vol. 1740. – P. 108-115.
- Модификация состава каротиноидов и структурного состояния мембранный системы этиопластов при тепловом стрессе / Г.Е. Савченко [и др.]. // Докл. Наци. акад. наук Беларуси. – 2007. – Т. 51. – № 3. – С. 98-102

INFLUENCE OF AGROTECHNICAL METHODS ON DEVELOPMENT OF A ACER PLATANOIDES L. AND CONTENT OF HEAVY METALS AND PIGMENTS IN LEAVERS

G.V. Pirogovskaya, S.S. Khmelevskij, L.F. Kabashnikova

Summary

Results of researches of pollution of soil and wood plantings of a Norway maple in a roadside strip of Minsk are resulted. The interrelation of the heavy metals content in soil and plants with the content of photosynthetic pigments is established. Influence of agrotechnical methods (application of new fertilizers forms and meliorants) on the a chlorophyll and carotinoide content in leaves, and also on growth top and lateral runaways of a acer platanoides in city conditions is revealed.

Поступила 17 апреля 2009 г.

УДК 631.415.1:631.438

ПРОГНОЗ СНИЖЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ^{90}Sr

Ю.В. Путятин, О.Б. Адианова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время радиоэкологическая обстановка в Беларуси определяется действием долгоживущих изотопов. Среди них – ^{90}Sr с периодом полураспада 28,7 лет. Стронций-90 в почве по сравнению с цезием-137 имеет более высокую долю мобильных форм, что является определяющим фактором в процессах миграции радионуклида по трофическим цепям. Радиоактивное загрязнение почв, являющихся основным депо радионуклидов в экосистемах и начальным звеном трофических

цепей, обуславливает накопление изотопов в организмах растений, животных и человека, а также формирование дозовых нагрузок.

Статус территорий радиоактивного загрязнения регулируется Законом Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», который устанавливает приоритет принципа радиационной безопасности при проведении всех мероприятий в загрязненных районах. Это значит, что при выборе стратегий реабилитации предпочтение должно отдаваться вариантам, в наибольшей степени способствующим снижению дозовых нагрузок. В этом случае имеет место редкий случай односторонности экономического и экологического критериев, так как затраты на снижение коллективных доз облучения населения всегда будут во много раз меньше затрат на лечение заболевших от облучения. Необходимо отметить, что хотя "аварийные" дозы в настоящее время в большинстве населенных пунктов ниже доз облучения от других источников, но в социальном плане они стоят на первом месте как основной источник беспокойства. Поэтому радиационная защита населения должна планироваться с учетом реакции населения на аварийную ситуацию.

При разработке стратегий применения защитных мероприятий в растениеводстве, направленных на получение максимального эффекта от их применения с минимальными дополнительными вложениями, необходимо учитывать ряд факторов к числу которых, определяющих формирование доз внутреннего облучения, относятся плотность и состав выпадений, тип и плодородие почв.

Ликвидация последствий аварии в агропромышленном комплексе стала важным элементом в обеспечении радиационной безопасности населения. Разработанная система контрмер привела к снижению доз облучения населения и в значительной степени сократила производство загрязненной продукции. Исследователи указывают, что наибольший эффект от применения контрмер отмечался в первые годы после аварии, уменьшаясь со временем [1]. Эффективность уменьшения содержания радионуклидов в урожае в результате известкования кислых и бедных питательными веществами почв существенно выше, чем плодородных почв [2].

Известкование почв является основным агрохимическим способом снижения миграции ^{90}Sr из почвы в растения. Для достижения оптимального уровня кислотности почвы в Беларуси были разработаны дозы извести, дифференцированные по плотности радиоактивного загрязнения и гранулометрическому составу. В настоящее время основная потребность в известковых удобрениях определяется в соответствии с «Инструкцией определения дополнительной потребности материально-технических ресурсов для сельского хозяйства в зоне радиоактивного загрязнения» [3]. На минеральные земли с плотностью загрязнения ^{137}Cs 5,0 и более КИ/км² (185 кБк/м²) и ^{90}Sr 0,3 и более КИ/км² (11 кБк/м²) предусматривается дополнительное внесение извести с целью ускоренного доведения реакции почв до оптимальных значений. В послеаварийный период систематическое известкование в повышенных дозах позволило значительно сократить площади кислых почв.

Согласно нормам радиационной безопасности НРБ-2000 и Научного комитета ООН по действию атомной радиации в качестве основного дозового предела для населения при нормальных условиях установлено значение эффективной дозы равное 1 мЗв в год, сверх годовой эффективной эквивалентной дозы от природных источников равной 2,4 мЗв [4,5]. При обосновании стратегий ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных территориях, а также при анализе эффективности защитных мероприятий помимо использования радиоэкологических критериев (т.е. оценки снижения удельной активности радионуклидов в продукции после внедрения контрмеры) широко используются радиологические показатели (оценка предотвращенной дозы за счет применения защитной меры, выраженная в единицах коллективной дозы и измеренная в чел.-Зв).

Критерием эффективности защитных мер является оценка международных экспертов (МКРЗ, МАГАТЭ) для развитых стран – проведение защитного мероприятия может считаться оправданным, если в результате его проведения стоимость снижения коллективной дозы на 1 чел.-Зв составляет 20 тыс. долларов США, с возможными вариациями в два раза в обе стороны, т.е. от 10 000 до 40 000 долларов США/чел-Зв. [6,7]. Данные значения стоимости предотвращенной дозы могут рассматриваться в качестве критерия обоснованности экономической целесообразности проведения контрмеры. Если стоимость предотвращенной дозы выше значений указанного интервала, вмешательство не может считаться экономически оправданным. В долгосрочный период после аварии есть необходимость в более взвешенной оценке в реализации применения контрмер с целью более эффективного использования материально-технических ресурсов.

Целью данного исследования было установить ожидаемую эффективность оптимизации кислотности почвы на снижение коллективной дозы облучения ^{90}Sr на население Республики Беларусь на основе дозовой оценки и стоимости затрат на предотвращение коллективной дозы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В расчете прогноза загрязнения продукции использована электронная база данных агрохимического и радиологического обследования сельскохозяйственных земель (2005-2008 гг.)

Института почвоведения и агрохимии: показатели рН_{KCl} и плотности загрязнения пашни по 16 районам Гомельской и Могилевской областей, коэффициенты перехода ⁹⁰Sr из почвы в зерновые культуры (озимая рожь, озимое тритикале, озимая и яровая пшеница, ячмень и овес) в зависимости от рН_(KCl) и гранулометрического состава [8] с учетом доли зерновых культур – 50% от площади пашни. Для прогноза загрязнения урожая использованы верхние границы значений оптимальных параметров рН_(KCl) для дерново-подзолистых суглинистых почв – 7, супесчаных – 6,2, песчаных – 5,8 [9]. В данной работе расчеты были выполнены для пахотных земель с плотностью загрязнения ⁹⁰Sr свыше 0,15 Ки/км² (5,55 кБк/м²).

Расчет изменений загрязнения продукции ⁹⁰Sr в результате оптимизации кислотности производился по формуле:

$$\Delta Ua = Пз(KПф - KПo) \times 37, \quad (1)$$

где:

ΔUa – разница между удельной активностью продукции при фактическом и оптимальном значении рН_(KCl), ⁹⁰Sr, Бк/кг;

Пз – плотность загрязнения почв (данные XI тура агрохимического обследования), ⁹⁰Sr Ки/км²;

КПф – коэффициент перехода ⁹⁰Sr [8] в зависимости от гранулометрического состава почв при фактических значениях рН_(KCl) (данные XI тура агрохимического обследования);

КПо – коэффициент перехода ⁹⁰Sr [8] в сельскохозяйственную культуру при оптимальных значениях рН_(KCl) в зависимости от гранулометрического состава почв;

37 – коэффициент пересчета нКи/кг в Бк/кг.

При проведении расчетов предотвращенных коллективных доз облучения E_{coll}^{avert} ⁹⁰Sr за счет оптимизации почвенной кислотности было применено выражение:

$$E_{coll}^{avert} = (Q_1 - Q)V \times dk_l, \text{ чел.} - Зв, \quad (2)$$

где:

Q – загрязнение сельскохозяйственной продукции ⁹⁰Sr (Бк/кг) при оптимизации рН_(KCl) почвы;

Q₁ – загрязнение сельскохозяйственной продукции ⁹⁰Sr (Бк/кг) при текущих значениях рН_(KCl) почвы (данные XI тура агрохимического обследования);

V – производство растениеводческой продукции в год с единицы площади (га), кг (усредненные данные за 2005-2008 гг.);

dk_l – коэффициент пересчета от годового поступления ⁹⁰Sr в организм человека к эффективной дозе.

Поскольку ⁹⁰Sr накапливается в организме человека в течение всей жизни, для расчетов был использован дозовый коэффициент 8×10^{-8} Зв/Бк для критической группы – дети в возрасте от 12-17 лет [4].

Для расчетов по достижению заданной оптимальной рН_(KCl) в исследовании использованы нормативы затрат CaCO₃ для сдвига реакции среды дерново-подзолистых почв на 0,1 рН – 0,75-1,38 т/га в зависимости от гранулометрического состава почв [10]. Затраты на нейтрализацию кислотности были рассчитаны исходя из стоимости 1 тонны доломитовой муки с внесением – 43,2 тыс. бел. руб. (16 USD) и срока действия доломитовой муки – 5 лет. Расчет стоимости предотвращенной дозы облучения рассчитывался как отношение величины предотвращенной дозы к величине затрат на проведение агрохимической защитной меры на 1 гектар.

В данной работе критерием экономической обоснованности проведения контрмеры была принята стоимость снижения коллективной дозы на 1 чел. – Зв – 40 000 долларов США (USD) [6]. Если стоимость предотвращенной дозы выше указанного значения, вмешательство оценивалось как экономически неоправданное.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди обследованных районов Беларуси высокий вынос ⁹⁰Sr зерном колосовых культур отмечается в Хойникском (1070 МБк/год), Брагинском (1022) и Речицком (596), низкий в Лельчицком (6), Славгородском (19) и Краснопольском районах (13 МБк/год). Существенные различия в выносе

радионуклидов с товарной продукцией в районах республики в основном обусловлены величинами плотности и площадей загрязнения ^{90}Sr пахотных почв (табл. 1). Всего ежегодно с загрязненных территорий площадью 169 тыс. га с плотностью загрязнения выше 0,15 Ки/км² с урожаем зерна выносится по республике ^{90}Sr – 4027 МБк/год (3447-4790), что ориентировочно эквивалентно величине потенциальной коллективной дозы облучения населения 322 (276-383) чел.-Зв. Если учесть, что на продовольственные цели используется около 20% произведенного зерна, при переработке значительная часть радионуклидов остается во вторичных продуктах (отруби) и переход ^{90}Sr из рациона в продукцию животноводства составляет 0,04-3,2% на килограмм продукта [8], то фактические коллективные дозы ^{90}Sr при использовании зерна на продовольствие, фураж и переработку будут на порядок ниже и по самым жестким прогнозам составят ориентировочно менее 30 чел.-Зв в год.

Таблица 1

Загрязнение ^{90}Sr и кислотность пахотных почв районов пострадавших от аварии на ЧАЭС

Район	Площадь загрязнения пашни ^{90}Sr (>0,15 Ки/км ²) га	Средневзвешенная плотность загрязнения пашни, ^{90}Sr кБк/м ² Ки/км ²		Средневзвешенное значение pH _(KCl) ед.	Вынос ^{90}Sr зерновыми культурами*, МБк/год		
		Ср.	Мин.		Макс.		
Гомельская обл.							
1. Брагинский	23598	28,9	0,78	6,07	1022	875	1216
2. Буда-Кошелевский	15883	7,4	0,20	6,08	202	173	241
3. Ветковский	18757	11,5	0,31	5,90	335	286	398
4. Добрушский	13791	13,0	0,35	5,96	281	241	334
5. Ельский	6013	8,1	0,22	6,06	69	59	82
6. Кормянский	2121	7,0	0,19	6,17	22	18	26
7. Лельчицкий	562	9,3	0,25	5,63	6	5	7
8. Мозырский	3117	6,3	0,17	5,87	36	31	43
9. Наровлянский	10434	11,5	0,31	5,89	186	159	221
10. Речицкий	39011	10,4	0,28	6,07	596	510	709
11. Хойникский	19529	37,4	1,01	6,19	1070	915	1272
12. Чечерский	5850	11,1	0,30	6,03	97	83	115
Итого	158666	-	-	6,04	3922	3355	4664
Могилевская обл.							
13. Костюковичский	4449	6,3	0,17	6,18	47	41	56
14. Краснопольский	859	8,9	0,24	6,19	13	11	16
15. Славгородский	1808	5,9	0,16	6,17	19	17	23
16. Чериковский	2895	5,9	0,16	6,36	26	23	31
Итого	10011	-	-	6,23	105	92	126
Всего 16 районов	168677	-	-	-	4027	3447	4790

* расчеты выполнены, исходя из урожайности зерновых культур в 2005-2008 гг., коэффициентов перехода радионуклида из почвы в зерно, общей площади загрязнения почв и доли зерновых на пашне – 50%.

В работе Я.Э. Кенигсберга и Ю.Е. Крюк (2007) приводятся данные, что за весь послеаварийный период (1986 – 2005 гг.) на ликвидацию последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Республикой Беларусь затрачено 17 млрд. долларов США и величина предотвращенной коллективной дозы составила 152000 чел.-Зв [12]. Исходя из вышенназванных затрат можно рассчитать, что стоимость 1 чел.-Зв предотвращенной коллективной дозы за 20-ти летний период после аварии составила 112 тыс. долларов США. Довольно высокая стоимость экономии дозы объясняется тем, что в суммарные затраты на ликвидацию последствий катастрофы на ЧАЭС вошли не только расходы на радиационную защиту, но и расходы на строительство жилья для переселенцев, компенсационные выплаты, радиоэкологический мониторинг и др.

Интенсивность перехода ^{90}Sr из почвы в растения зависит от кислотности почвы, и с увеличением pH переход радиостронция из почвы в растения снижается. Интенсивность действия нейтрализации кислотности на снижение перехода ^{90}Sr в растения при более низких значениях pH выше. В интервалах pH выше 6 темпы снижения накопления радионуклидов при известковании резко снижаются. Если принять за единицу накопление радионуклидов сельскохозяйственными культурами при pH – 6,0 оптимальном для выращивания большинства видов растений, и рассчитать накопление при доведении pH с 5 до 6, можно отметить, что накопление ^{90}Sr при увеличении pH на 1 единицу сокращается до 1,6 – 2,8 раз. При доведении pH с 6 до 7, также на 1 единицу, снижение накопления ^{90}Sr составляет лишь 0,5-0,8 раз. Увеличение pH почвы на 0,1 единицы в интервале 5-6 вызывает снижение накопления ^{90}Sr в среднем у зерновых культур на 6%, в интервале pH 6-7 темпы снижения поступления ^{90}Sr уменьшаются в среднем в 1,5 раза [2]. Следовательно затраты на предотвращение

коллективной дозы при известковании почв с более высокими исходными рН будут выше чем на кислых почвах.

Для оптимизации защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве обычно используют анализ «затраты – выгода», который приводит экономические и радиологические показатели к единой стоимостной шкале – стоимости предотвращенной коллективной дозы (1 чел.-Зв) [6,11].

Для известкования почв Республика Беларусь обладает большими запасами разведенного карбонатного сырья, пригодного для промышленного производства известковых мелиорантов. Объемы производства полностью обеспечивают потребности сельского хозяйства республики в доломитовой муке при сравнительно ее невысокой цене на внутреннем рынке.

При расчете затрат на предотвращение коллективной дозы за счет оптимизации кислотности почвы под зерновые культуры путем внесения доломитовой муки нами установлено, что в Хойникском и Брагинском районах с высокой плотностью загрязнения ^{90}Sr эти затраты минимальны – 21 и 24 тыс. долларов США на 1 чел.-Зв на гектар пашни, в Чечерском, Мозырском и Костюковичском районах затраты превышают 90 тыс. долларов США (табл. 2).

**Таблица 2
Прогноз предотвращенных доз ^{90}Sr за счет оптимизации кислотности почв**

Район	Предотвращенная доза, $^{90}\text{Sr}^*$			Стоимость предотвращенной коллективной дозы на 1 га**		
	чел.-мЗв/га			млн. руб./ чел.-Зв	USD/чел.-Зв	
	Ср.	Мин.	Макс.		Ср.	Мин.
Гомельская область						
1. Брагинский	0,408	0,349	0,485	71	24301	20436
2. Буда-Кошелевский	0,122	0,105	0,145	230	86813	73003
3. Ветковский	0,285	0,244	0,339	141	53151	44696
4. Добрушский	0,265	0,227	0,315	137	46951	39482
5. Ельский	0,204	0,174	0,242	145	54568	45888
6. Кормянский	0,122	0,105	0,145	181	68210	57359
7. Лельчицкий	0,326	0,279	0,388	179	67435	56708
8. Мозырский	0,163	0,140	0,194	259	97665	82129
9. Наровлянский	0,285	0,244	0,339	143	54037	45441
10. Речицкий	0,183	0,157	0,218	157	59253	49828
11. Хойникский	0,367	0,314	0,436	57	21359	17961
12. Чечерский	0,122	0,105	0,145	257	97148	81694
Среднее	0,237	0,203	0,282	163	60907	51218
Могилевская область						
13. Костюковичский	0,048	0,042	0,058	442	166975	140055
14. Краснопольский	0,121	0,105	0,144	171	64703	54271
15. Славгородский	0,097	0,084	0,116	228	86096	72216
16. Чериковский	0,048	0,042	0,058	194	73052	61274
Среднее	0,078	0,0682	0,094	259	97706	81954
Среднее, 16 районов	0,197	0,169	0,235	187	70107	58902
						81514

* расчеты выполнены на основе данных агрохимического и радиологического обследования при условии достижения оптимальной кислотности пахотных почв;

** расчеты выполнены с учетом затрат стоимости доломитовой муки с внесением для достижения рН в почвах с фактических до оптимальных значений.

Высокий эффект (стоимость менее 40 тыс. долларов США на 1 чел.-Зв на гектар пашни) на предотвращение коллективной дозы ^{90}Sr при возделывании зерновых культур можно ожидать при известковании дерново-подзолистых супесчаных почв с плотностью загрязнения ^{90}Sr более 0,32 Ки/км² (12 кБк/м²), песчаных более 0,42 (16), суглинистых более 0,45 Ки/км² или 17 кБк/м² (рис. 1). В настоящее время доля пахотных почв с плотностью загрязнения ^{90}Sr свыше 0,3 Ки/км² составляет около половины от площади загрязненных пахотных земель – 86 тыс. га.

Оптимизация степени кислотности почв является одним из условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур и получения потенциальной прибыли при производстве нормативно чистой продукции на загрязненных территориях. Если стоимость прибавки урожая полученной от известкования покрывает вложенные затраты и соответственно затраты на предотвращение коллективной дозы, важно отметить, что применение известкования, даже при нулевой рентабельности, будет экономически оправданным с точки зрения снижения коллективных доз

облучения и при низкой плотности загрязнения почв, но при условии, что темпы снижения удельной активности ^{90}Sr в урожае будут выше, чем темпы роста прибавки урожая после известкования.

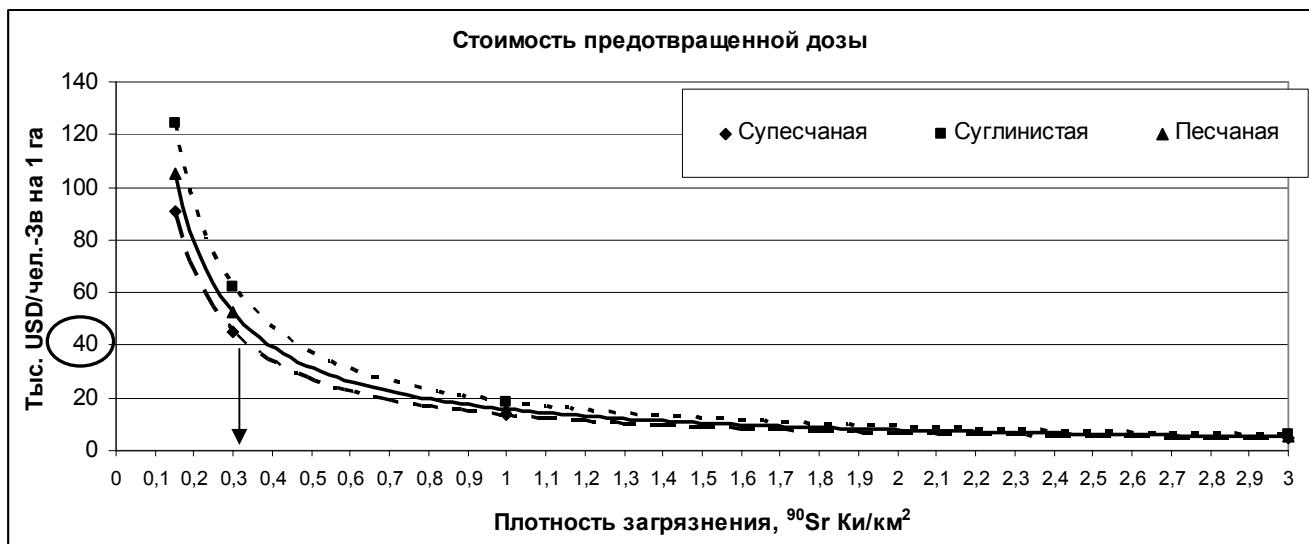


Рис. 1. Стоимость предотвращенной коллективной дозы (зерновые культуры) на 1 гектар в зависимости от плотности загрязнения ^{90}Sr дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава

В текущий период в ряде районов республики наблюдается значительная часть почв с реакцией среды близкой к нейтральной. В Гомельской области при средневзвешенном показателе $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ в целом на пахотных почвах – 5,92 [13] на загрязненных землях – 6,04 (+0,12), в Могилевской области – 6,09 и 6,23 (+0,14) соответственно. В Брагинском районе средневзвешенные значения $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ составляют – 6,07, в Хойникском – 6,19, в Кормянском – 6,17, в Могилевской области в Краснопольском – 6,19, Чериковском – 6,36 и т.д. В настоящее время, возможности радикального снижения поступления радиостронция в сельскохозяйственные культуры за счет оптимизации кислотности почв в вышеназванных районах в значительной степени исчерпаны, поскольку более 75% пахотных почв района имеют реакцию почв выше $\text{pH}_{(\text{KCl})} > 5,5$. Следует отметить, что после аварии на ЧАЭС, известкование кислых почв являлось приоритетным защитным мероприятием и широкомасштабное внесение доломитовой муки в повышенных дозах позволило практически оптимизировать состояние почвенной кислотности загрязненных радионуклидами земель и свести к минимуму переходы радионуклидов в урожай. В отдаленный период после аварии на ЧАЭС основная задача применения данной защитной меры – поддержание достигнутого оптимального уровня реакции почв и известкование отдельных участков с высокой кислотностью, обеспечивая получение растениеводческой продукции с минимумом содержания радионуклидов на всей площади сельскохозяйственных земель.

ВЫВОДЫ

В настоящее время, возможности радикального снижения поступления радиостронция в сельскохозяйственные культуры за счет оптимизации кислотности почв в загрязненных радионуклидами районах в значительной степени исчерпаны, поскольку более 75% пахотных почв района имеют реакцию почв выше $\text{pH}_{(\text{KCl})} > 5,5$. В Гомельской и Могилевской областях наиболее загрязненных радионуклидами средневзвешенные значения показателя pH загрязненных почв на 0,12 и 0,14 единиц выше, чем в целом на пахотных землях.

При расчете затрат на предотвращение коллективной дозы за счет оптимизации кислотности почвы под зерновые культуры путем внесения доломитовой муки установлено, что минимальные затраты на 1 чел.-Зв на гектар пашни можно прогнозировать в Хойницком и Брагинском районах, характеризующихся высокой плотностью загрязнения ^{90}Sr . Высокого эффекта на снижение коллективной дозы от оптимизации почвенной кислотности можно ожидать на почвах с плотностью загрязнения ^{90}Sr более 0,3 Ки/км² (11,1 кБк/м²) доли которых составляет по республике менее 85 тыс. га

Принимая в расчет текущую ситуацию состояния кислотности почв, можно отметить, что в ближайшие годы, по мере снижения плотности загрязнения почв в результате естественного распада

радионуклидов и оптимизации почвенной кислотности стоимость предотвращенных доз будет расти, и соответственно дозовая эффективность известкования будет падать. Необходимо отметить, несмотря на то, что дозовые нагрузки от "чернобыльских радионуклидов" в настоящее время ниже доз облучения от других источников, мероприятия по радиационной защите должны планироваться не только с учетом получения дозового и экономического эффектов, но и с учетом их социальной значимости. В отдаленный период после аварии на ЧАЭС основная задача применения данной защитной меры – поддержание достигнутого уровня реакции почв с целью получения растениеводческой продукции с минимумом содержания радионуклидов.

Полученные данные могут быть использованы для радиолого-экономических оценок эффективности защитных мероприятий и определения дальнейших приоритетов в выборе оптимальных путей снижения дозовых нагрузок ^{90}Sr на население.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов, А.В. Влияние сельскохозяйственных защитных мероприятий на облучение населения, проживающего на территориях загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС Радиационная биология / А.В. Панов [и др.] // Радиоэкология. – 2006. – № 46(2). – С. 273-279.
2. Путятин, Ю.В. Минимизация поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческую продукцию: монография. – Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2008. – 255 с.
3. Инструкция определения дополнительной потребности материально-технических ресурсов для сельского хозяйства в зоне радиоактивного загрязнения. – минск, 1999. – 26 с.
4. ГН 2.6.1.8-127-2000. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). – Минск: УП ДИЭКОС, 2001. – 124 с.
5. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации: доклад Науч. комитета ООН по действию атомной радиации Генеральной Ассамблеи за 1988 г. – М.: Мир, 1993. – Т. 2. – 341 с.
6. Оптимизация радиационной защиты на основе анализа соотношения затраты – выгода / Публикация 37 МКРЗ. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 186 с.
7. Age dependent doses to members of the public from intakes of radionuclides: part I / ICRP publication. – Pergamon Press, 1990. – № 56.
8. Руководство по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель республики Беларусь на 1993-1995 гг. – Минск, 1993. – 116 с.
9. Агрохимические регламенты для повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений: учеб. пособие / Лапа В.В. [и др.]. – Горки: БГСХА, 2002. – 48 с.
10. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: Изд-во БГУ, 2003. – 322 с.
11. Панов, А.В. Оптимизация защитных мероприятий в сельских населенных пунктах в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Панов, С.В. Фесенко, Р.М. Алексахин // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2005. – № 3. – С. 3-6.
12. Кенигсберг, Я.Э. Оценка предотвращенного ущерба при ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь / Я.Э. Кенигсберг, Ю.Е.Крюк // Радиация и риск. – 2007. – т.16. – № 2- 4. – С. 27-32.
13. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – Минск: РУП «ИПА НАН Беларусь», 2006. – 288 с.

FORECAST OF DECREASE COLLECTIVE DOZE OF THE POPULATION OF BELARUS IN THE RESULT OF OPTIMIZATION OF ACIDITY OF SOIL, CONTAMINATED BY ^{90}Sr

Yu.V. Putyatin, O.B. Adianova

Summary

Results of researches on study of efficiency of soil acidity optimization on decrease of a collective doze of an irradiation ^{90}Sr on the population of Belarus are submitted. On the basis of the "cost-benefit" analysis it is shown, that expenses for averted collective doze for liming on cereals are 21-170 thousand \$ per 1 man.-Sv depending on density of ^{90}Sr soil contamination of rural districts.

Поступила 12 марта 2009 г.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ
В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ПРЕДПРИЯТИЯМ
ПО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»**

Сообщение 3. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, Н.К. Лукашенко
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду вызывает негативные эффекты во всех биоэкосистемах, но особенно это актуально для агроландшафтов, которые являются на сегодняшний день основным источником производства продуктов питания. Защита почв от антропогенного загрязнения приобретает все большее значение и, несмотря на предпринимаемые мировым сообществом усилия по контролю источников загрязняющих веществ, эта проблема будет сохраняться еще долгие годы.

По данным ФАО, ВОЗ, ЮНЕП, тяжелые металлы (ТМ) в настоящее время занимают одну из ведущих позиций по степени опасности, опережая такие опасные загрязнители, как пестициды, диоксид углерода, соединения серы, радиоактивные отходы АЭС [1].

Среди тяжелых металлов наиболее опасными загрязнителями считаются Pb, Cd, Zn, Hg, As, и Cu, так как их накопление в окружающей среде идет очень высокими темпами. Особую значимость приобретают биофильные элементы, которые в оптимальных концентрациях зачастую становятся факторами, лимитирующими урожай и качество продукции, статус здоровья животных и человека, а в больших концентрациях (уже в качестве тяжелых металлов) могут резко нарушить все процессы метаболизма у растений, животных и человека.

Загрязнение почв тяжелыми металлами в Беларуси в наибольшей степени наблюдается в зонах влияния крупных городов, крупных промышленных предприятий министерства промышленности, нефтехимпрома, цементного производства, территорий, прилегающих к автомагистралям международного и республиканского значения. По данным министерства статистики и анализа РБ за 1999 год из общей эмиссии свинца в атмосферу (37,51 т/год) 35,6% (13,35 т/год) приходилось на предприятия цементного производства, 11,75 т/год (31,3%) на электроплавильное производство; из общего объема всех выбросов меди (13,19 т/год) 34,6%, (4,57 т/год) приходилось на передвижные источники. Основная доля всех выбросов цинка (180,11 т/год) – 89,2% приходилась на электросталеплавильное производство. Общий объем кадмия в этот период составил 1,41 т/год, из которого около половины (0,70 т/год) приходилось на предприятия цементного производства [2].

Важным условием успешного управления качеством зон экологического риска и оптимизации природопользования на техногенно загрязненных территориях является оценка степени химического загрязнения земель и разработка мероприятий, позволяющих снизить влияние негативных факторов на почвы и сельскохозяйственные культуры.

К крупным промышленным предприятиям концерна «Белнефтехим» относится ПО «Беларуськалий». Основными источниками химического загрязнения окружающей среды вблизи этого предприятия являются обогатительные фабрики, галитовые отходы и глинисто-солевые шламы.

Исследования, проведенные в 2006-2008 гг., показали, что попадание на поверхность почвенного покрова загрязняющих веществ вызывает их накопление в почве. Состав и соотношение загрязнителей в профиле почв зависит от удаленности от обогатительных фабрик и мест хранения отходов, рельефа местности и особенностей почвенного покрова. Загрязнения носят локальный характер. Наибольшую опасность в загрязнении почв представляют хлор и натрий. По результатам исследований дана оценка степени загрязнения этими элементами почв сельскохозяйственных земель, расположенных в зоне воздействия ПО «Беларуськалий» [3, 4].

На территории ПО «Беларуськалий» и вокруг него расположены объекты и коммуникации (литейно-механический завод, завод железобетонных изделий, широкая сеть железнодорожного транспорта, предназначенного для транспортировки топлива, калийных удобрений и др.), которые могут быть потенциальными источниками химического загрязнения окружающей среды, в том числе, и загрязнения почвенного покрова. Кроме того, все рудоуправления ПО «Беларуськалий» окружены сетью автомобильных дорог, которые также являются источником эмиссии тяжелых металлов. Детальных исследований по изучению загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами в зоне влияния ПО «Беларуськалий» до настоящего времени не проводилось.

Актуальность проведения исследований обусловлена необходимостью оценки степени загрязнения тяжелыми металлами почв сельскохозяйственных земель в зоне воздействия ПО «Беларуськалий» для последующей разработки мероприятий по снижению их негативного влияния на почвы и возделываемые культуры.

Цель исследований заключалась в установлении пространственного распределения тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Co, Zn, Cr, Ni) в почвах и степени загрязнения ими сельскохозяйственных земель и растениеводческой продукции в зоне воздействия ПО «Беларуськалий».

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования были выбраны сельскохозяйственные земли, расположенные в непосредственной близости от 1-4 рудоуправлений ПО «Беларуськалий» (в радиусе до 3 км) и примыкающие к автомобильным дорогам с разной интенсивностью движения.

Выборочное обследование почв сельскохозяйственных земель было проведено на территории сельскохозяйственных предприятий: СПК «Чепели», СПК «Горняк», СПК «Решающий», СПК «Краснодворцы» Солигорского, СПК «Исерно» Слуцкого, СПК «Закальное» и СПК «Заболоцкий» Любанско-Любенского районов, расположенных в зоне действия производственных комбинатов, солеотвалов и шламохранилищ ПО «Беларуськалий».

Почвенно-экологическое обследование сельскохозяйственных земель проводили в марте-апреле 2007 -2008 гг. Отбор почвенных образцов проводили согласно методическим указаниям [5]. При отборе учитывались расстояние от источника загрязнения, рельеф местности, почвенный покров, тип угодий. Пробы почвы отбирали с помощью тростевого бура на глубине 0-5 (2) и 6-10, 11-20 см, а при закладке разрезов – как с каждого генетического горизонта почв, так и по слоям, с шагом 10 см. Для изучения пространственного распределения содержания тяжелых металлов в почвах почвенные образцы отбирали в радиальном направлении (в радиусе до 3 км) относительно сторон света на определенном расстоянии от источников загрязнения.

В исследованиях изучали также распределение ТМ по профилям почв разной степени увлажнения, расположенных на длинном пологом склоне (в катене).

Выборочно при почвенно-экологическом обследовании были отобраны образцы растений для определения в них ТМ. Всего за 2007-2008 гг. было отобрано 250 образцов почвы и 56 образцов растений.

Содержание тяжелых металлов Cd, Pb, Cu, Co, Zn, Cr, Ni в почве и растениях определяли по методическим указаниям [6, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наряду с производственными выбросами обогатительных фабрик, галитовыми отходами и глинисто-солевыми шламами ПО «Беларуськалий», выбросами автомобильного транспорта дополнительным источником поступления тяжелых металлов в окружающую среду могут быть калийные руды, используемые для производства калийных удобрений (табл.1).

Таблица 1
Геохимическая характеристика природного сырья [8]

Вид сырья	Содержание элементов, мг/кг								
	Ni	V	Mn	Ti	Cu	Pb	Zn	Be	Ba
Калийная соль	10	18	210	400	15	10	50	0,5	250
Галит	5	10	25	120	2,2	5	следы	-	следы

Анализ химического состава калийного сырья свидетельствует о невысоких концентрациях содержащихся в нем тяжелых металлов, поэтому этот фактор не является существенным при прогнозировании химического загрязнения почв прилегающих территорий.

Основными критериями для оценки степени загрязнения почв ТМ были выбраны параметры фоновых концентраций [9] и принятых в Беларуси ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) этих элементов в почвах сельскохозяйственных земель [10] (табл. 2).

Таблица 2
Параметры оценки содержания тяжелых металлов в почвах

Показатели	Содержание, мг/кг почвы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Cr	Ni

Кларки ТМ в почвах [9]

Глинистые, суглинистые	15	0,12	15	45	8,5	40	20
Песчаные, супесчаные	6	0,05	11	28	3,0	30	15
Региональные кларки	12	0,1	13	35	6	36	20
Допустимое содержание ТМ в почвах							
Валовые формы (ОДК) [10]	35	0,4	70	60	-	150	20
Подвижные формы (1M HCl), (ОДК) [10, 11]	15	0,3	12	16	-	-	-

Обобщение и анализ экспериментальных данных свидетельствует, что основными ТМ, загрязняющими почвы, являются кадмий и свинец (табл. 3).

Таблица 3
**Основные статистические параметры распределения тяжелых металлов
в почвах территорий, прилегающих к ПО «Беларуськалий»**

Элементы	Минимальное содержание, мг/кг	Максимальное содержание, мг/кг	Среднее содержание для выборки, мг/кг	Отношение подвижных форм к валовым, %
<i>Валовые формы</i>				
Cd	0,03	0,53	0,18±0,11*	
Pb	6,2	22,3	12,8±3,4	
Cu	3,4	23,0	6,0±3,2	
Co	0,6	12,3	4,0±1,7	
Zn	7,1	68,1	17,0±9,6	
Cr	3,2	38,4	9,6±7,8	
Ni	2,0	28,4	9,6±5,2	
<i>Подвижные формы</i>				
Cd	0,02	0,3	0,12±0,08	66,7
Pb	2,6	8,9	5,1±1,5	39,8
Cu	0,9	6,4	1,7±0,9	28,3
Co	0,36	2,7	0,9±0,4	22,5
Zn	1,28	12,3	3,1±1,7	18,2
Cr	0,14	4,6	1,2±0,7	12,5
Ni	0,3	4,8	0,8±0,4	8,3

* ± – стандартная ошибка

Средневзвешенное содержание валовых форм Cd в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий», составило 0,18 мг/кг, при фоновом содержании элемента 0,1 мг/кг, т.е. превышало его в 1,8 раза. Локально концентрация валовых форм кадмия в почвах достигала 0,53 мг/кг, что выше ориентировочно допустимых уровней содержания этого элемента в почве (0,40 мг/кг) в 1,3 раза.

Среднее содержание валовых форм свинца в почве (12,8 мг/кг) незначительно превышало фоновое содержание (12,0 мг/кг). Максимальное содержание валового свинца в почве достигало 22 мг/кг, что ниже ПДК этого элемента в почвах (35 мг/кг). Содержание подвижных форм свинца находилось в пределах 2,6-8,9 мг/кг, что в 5,8 -3,4 раза ниже допустимого.

Наибольшей подвижностью в почвах обследованных территорий отличался кадмий, наименьшей – никель. Среднее содержание подвижного кадмия в почве не превышало ОДК. По степени подвижности изучаемые ТМ расположились в следующее порядке: Cd (66,7%) > Pb (39,8%) > Cu (22,5%) > Co (22,5%) > Zn (18,2%) > Cr (12,5%) > Ni (8,3%). Высокая степень подвижности кадмия и свинца указывает на антропогенный характер привноса этих элементов в почвы.

Содержание подвижных форм ТМ (1M HCl) по генетическим горизонтам почвенного профиля ((1 – A_n (10-20 см); 2 – A₂ (25-35 см); 3 – B₁(50-75 см)) было определено в почвах с разной степенью гидроморфизма (катена):

Разрез 107. Дерново-палево-подзолистая супесчаная почва, развивающаяся на пылеватых (лессовидных) связных супесях, подстилаемых с глубины 0,5 м моренным суглинком.

Разрез 108. Дерново-палево-подзолистая временно-избыточно увлажненная супесчаная почва, развивающаяся на пылеватых (лессовидных) связных супесях, подстилаемых с глубины 0,5 м моренным суглинком.

Разрез 109. Дерново-подзолистая глееватая суглинистая почва, развивающаяся на пылеватых (лессовидных) легких суглинках, подстилаемых с глубины 0,4 м моренным суглинком.

Анализ распределения подвижных форм тяжелых металлов по профилю различных по увлажнению почв показал, что значительное их накопление отмечалось в пахотном горизонте, и заметное снижение – в нижележащих горизонтах.

Так, концентрация Pb в горизонте B₁ (глубина 50-75 см) по сравнению с концентрацией в пахотном горизонте снижается в 6-7,3 раза, концентрация Cd – в 1,6-2,3 раза (рис. 1, 2).

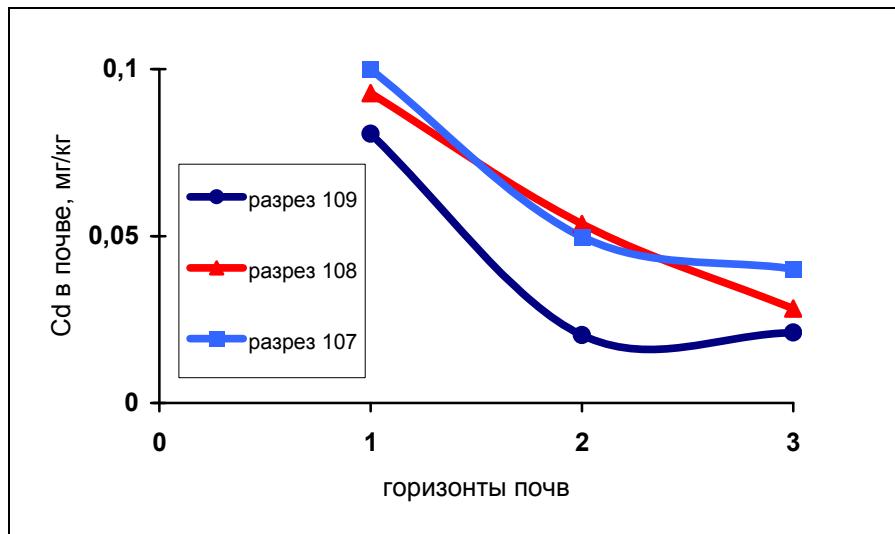


Рис. 1. Распределение подвижных форм кадмия по профилю дерново-подзолистых почв разной степени гидроморфизма

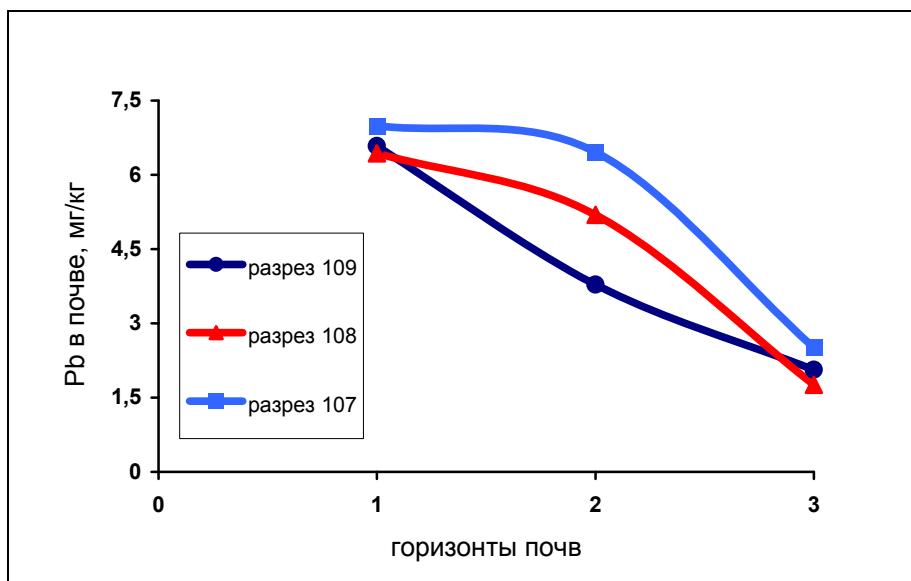


Рис.2. Распределение подвижных форм свинца по профилю дерново-подзолистых почв разной степени гидроморфизма

Повышенное содержание свинца и кадмия в верхнем горизонте почв свидетельствует об антропогенном факторе накопления, и в малой степени определяется генетическими особенностями почв. Аналогичная зависимость распределения по профилю почвы отмечена и для других тяжелых металлов.

Для наглядного пространственно-количественного распределения ТМ в почве (в слое 0-20 см) были составлены картосхемы загрязнения почв кадмием и свинцом (по подвижным и валовым формам) в зоне действия 1-4 рудоуправлений.

Картосхемы составлены на основе градаций дерново-подзолистых почв по валовому содержанию тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственного назначения, разработанных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларусь» [10].

Таблица 4

Группировка дерново-подзолистых почв по содержанию валовых форм кадмия и свинца

Группировка почв	Содержание, мг/кг	Обозначение на картограмме
Кадмий (Cd)		
Фоновое	0,12 и менее	
Повышенное	0,13-0,40	
Высокое	0,41-0,60	
Очень высокое	более 0,60	
Свинец (Pb)		
Фоновое	10,0 и менее	
Повышенное	10,1-25,0	
Высокое	25,1-35,0	
Очень высокое	более 35,0	

В данной работе фрагментарно представлены ареалы загрязнения почв кадмием и свинцом (валовые формы) в зоне действия рудоуправления №2 (рис. 3, 4).

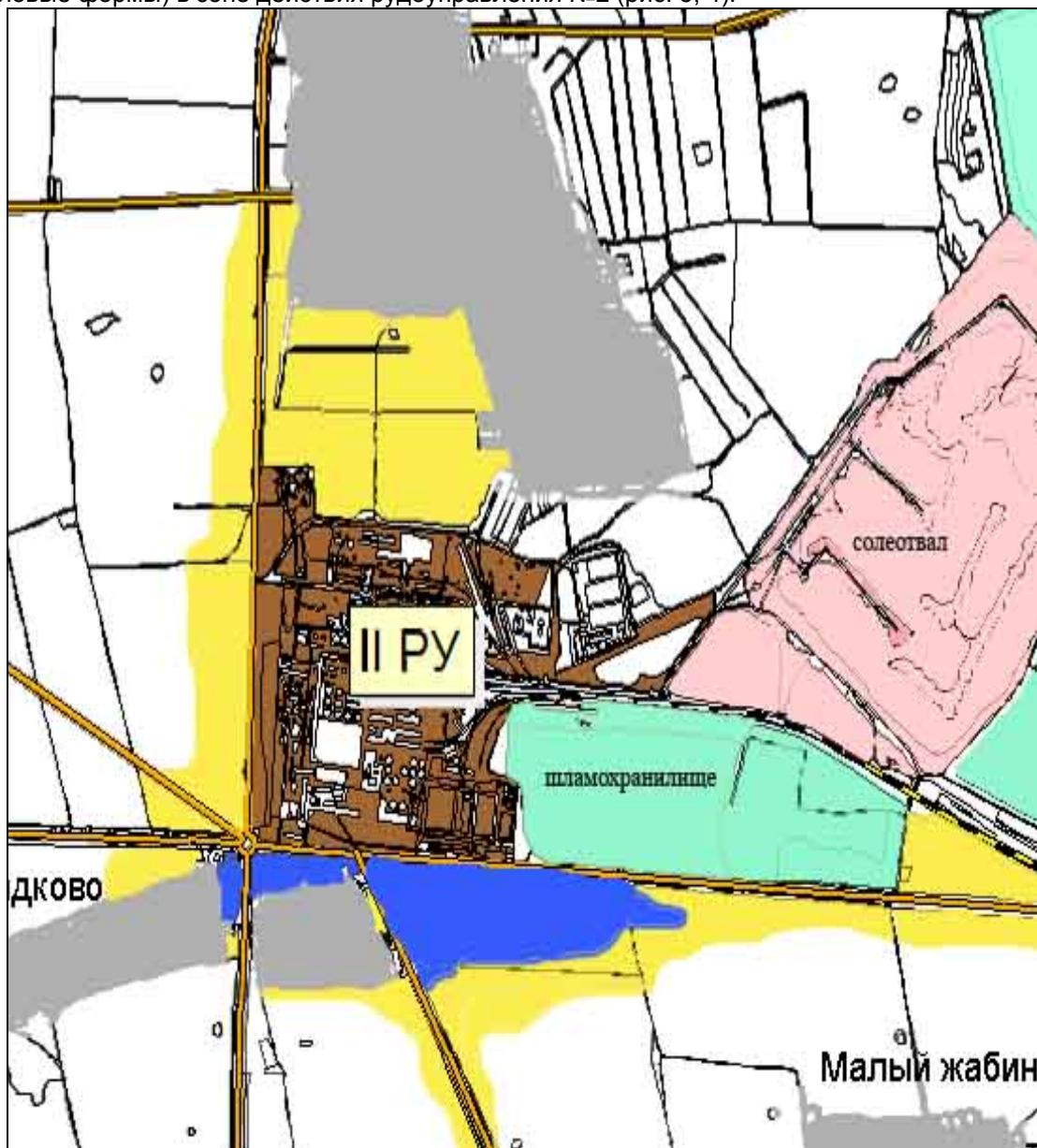


Рис. 3. Картосхема загрязнения почв кадмием в зоне влияния
рудоуправление №2 ПО «Беларуськалий»

Почвы с высоким и повышенным содержанием кадмия находятся на территориях, непосредственно примыкающих к производственным площадкам рудоуправлений (рис. 3).

Наиболее высокое загрязнение почв отмечено в южном и юго-восточном направлениях от рудоуправления №2. Очевидно, это связано с размещением в этой зоне литейно-механического завода, выбросы которого в атмосферу локально повышают содержание кадмия в почве до 0,40-0,53 мг/кг.

Содержание Cd в почве в непосредственной близости от калийных комбинатов №3 и №4 составляло 0,10-0,20 мг/кг и не распространялось, соответственно, дальше 25-100 м от промзон комбинатов. Установлено, что почвы придорожных полос, расположенные на расстоянии до 50-100 м от полотна дороги характеризуются повышенным содержанием кадмия (0,22-0,33 мг/кг).

Зоны с повышенным содержанием свинца в почвах, также как и кадмия, находятся в непосредственной близости от промышленных зон калийных комбинатов и автодорог (рис. 4).

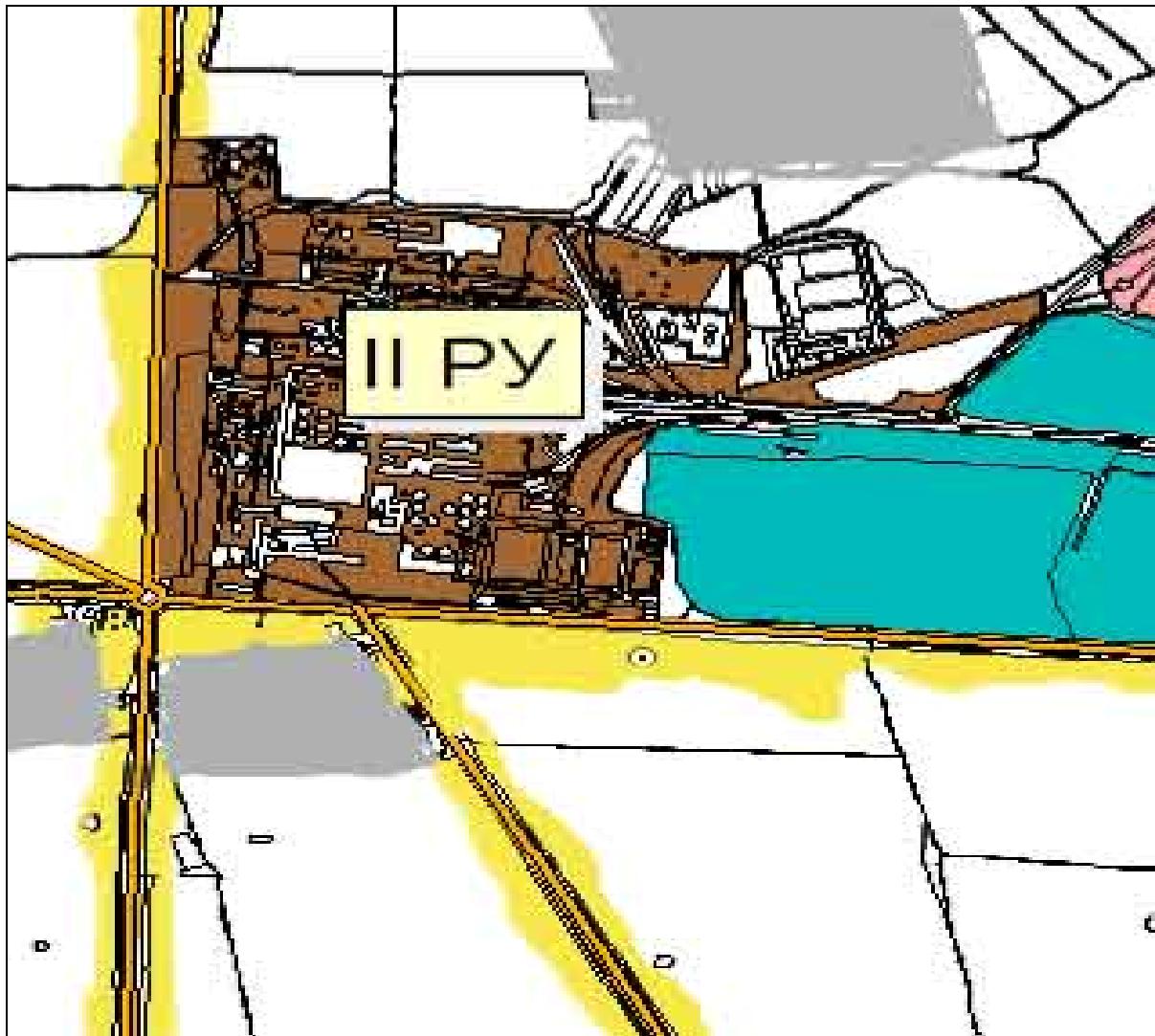


Рис. 4. Картосхема загрязнения почв свинцом в зоне влияния
рудоуправление № 2 ПО «Беларуськалий»

Повышенное содержание свинца в почве отмечено в местах пролива рассолов, расположенных в северо-восточном направлении от солеотвалов 2-3 комбинатов (в непосредственной близости от д. Брянчицы), где концентрация Pb в почве составляла 20-22 мг/кг. В этой зоне установлено высокое содержание в почвах цинка (62,5 мг/кг) и никеля (56, мг/кг). На остальных участках обследования среднее содержание тяжелых металлов меди, цинка, кобальта, никеля и хрома не превышало фоновых значений.

Средневзвешенное содержание подвижных форм меди и цинка в пахотном горизонте, в обследованных почвах, находится на уровне средней обеспеченности почв этими элементами (Cu –

1,7 мг/кг, Zn – 3,1 мг/кг). Средневзвешенное содержание подвижных форм Co, Cr, и Ni в обследованных почвах составляет, соответственно, 0,3 мг/кг, 1,2 и 0,8 мг/кг.

В местах отбора почвенных образцов были отобраны также растительные образцы (зерновые, кукуруза, многолетние травы). Результаты анализа растительной продукции на содержание тяжелых металлов и оценка ее по ветеринарно-санитарным нормам безопасности кормов [12] показали, что превышения максимальных допустимых уровней тяжелых металлов меди, цинка, кобальта, никеля и хрома в зерне, зеленой массе кукурузы и сене многолетних бобовых и злаковых трав не установлено. В отдельных образцах кукурузы содержание свинца в зеленой массе превышало ПДК в 1,1 и 1,6 раза, содержание кадмия – находилось на уровне ПДК. Такое избыточное содержание свинца и кадмия в зеленой массе кукурузы установлено в зоне разлива рассолов и на полях, расположенных вдоль дороги Солигорск-Минск (д. Чепели). В этих зонах отмечено также повышенное содержание свинца (1,7-1,8 мг/кг) в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и ячменя.

В сене многолетних злаковых и бобово-злаковых трав выявлено повышенное и избыточное содержание свинца, в отдельных образцах трав (27,3% от общего объема выборки) содержание этого элемента превышало ПДК в 1,1-1,4 раза. Травы произрастили в местах разлива рассолов (около шламохранилища РУ-3 и вдоль дороги Солигорск-Любань, в непосредственной близости от рудоуправления №3).

Результаты анализа растениеводческой продукции показали, что свинец и кадмий в большей степени накапливались в сене многолетних трав и зеленой массе кукурузы, чем в зерне озимых и яровых зерновых культур (рис. 5).

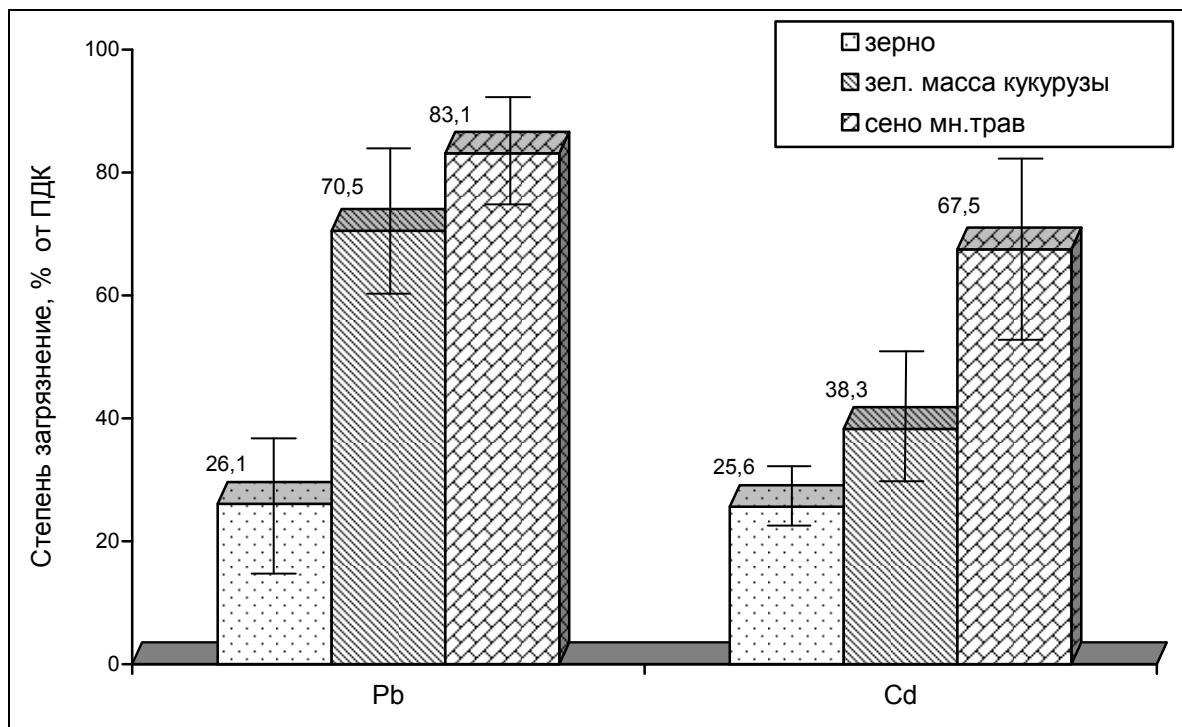


Рис. 5. Степень загрязнения растениеводческой продукции свинцом и кадмием в зонах влияния ПО «Беларуськалий»

ВЫВОДЫ

В результате проведенного почвенно-экологического обследования сельскохозяйственных земель, прилегающих к 1-4 рудоуправлениям ПО «Беларуськалий», установлено содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов: Cd, Pb, Cu, Co, Zn, Cr, Ni. В данных исследованиях не установлено конкретных источников загрязнения почв ТМ. Загрязнение носит локальный характер и обусловлено, по видимому, как производственной деятельностью различных предприятий, размещенных в этой зоне, так и густой сетью авто- и железных дорог.

Основными загрязнителями почв являются кадмий и свинец. Среднее содержание валовых форм Cd в почвах, составило 0,18 мг/кг, что превысило фоновое в 1,8 раза. Локально концентрация валовых форм кадмия в почвах достигала 0,53 мг/кг, что выше ОДК (0,40 мг/кг) в 1,3 раза. Среднее содержание подвижного кадмия в почве не превышало ОДК.

Среднее содержание валовых форм свинца в почве (12,8 мг/кг) незначительно превышало фоновое содержание (12,0 мг/кг). Максимальное содержание валового свинца в почве достигало 22

мг/кг, что ниже ОДК этого элемента в почвах (35 мг/кг). Содержание подвижных форм свинца находилось в пределах 2,6-8,9 мг/кг, что в 5,8-3,4 раза ниже допустимого.

Наибольшей подвижностью в почвах обследованных территорий отличался кадмий, наименьшей – никель. По степени подвижности изучаемые ТМ расположились в следующем порядке: Cd (66,7%) > Pb (39,8%) > Cu (22,5%) > Co (22,5%) > Zn (18,2%) > Cr (12,5%) > Ni (8,3%).

Концентрация подвижных форм тяжелых металлов вниз по профилю почв разной степени гидроморфизма снижалась. Содержание Pb в горизонте В1 (глубина 50-75 см) по сравнению с содержанием в пахотном горизонте снижалось в 6-7,3 раза, содержание Cd – в 1,6-2,3 раза, что указывает на антропогенный характер привноса этих элементов в почвы.

Содержание меди, цинка, кобальта, никеля и хрома в зерне, зеленой массе кукурузы и сене многолетних бобовых и злаковых трав не превышало ветеринарно-санитарных норм безопасности кормов по тяжелым металлам. Свинец и кадмий в большей степени накапливались в сене многолетних трав и зеленой массе кукурузы, чем в зерне озимых и яровых зерновых культур. Локально, в местах разлива рассолов (около шламохранилища РУ-3) и вдоль дороги Солигорск-Любань, в непосредственной близости от рудоуправления №3 в сене многолетних злаковых и бобово-злаковых трав выявлено повышенное и избыточное содержание свинца, в отдельных образцах трав содержание этого элемента превышало ПДК в 1,1-1,4 раза. Избыточное содержание свинца (1,1-1,6 ПДК) и кадмия (на уровне ПДК) выявлено в отдельных образцах зеленой массы кукурузы в зоне разлива рассолов и на полях, расположенных вдоль дороги Солигорск-Минск (д. Чепели).

ЛИТЕРАТУРА

1. Головатый, С.Е. / Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С.Е. Головатый. – Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2002. – 239 с.
2. Логинов, В.Ф. Природная среда Беларуси / В.Ф. Логинов. – Мн.: НООО «БИП_С», 2002. – с. 246.
3. Пространственное распределение химических загрязнителей в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий». Сообщение 1. Хлориды. / С.Е. Головатый [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – №1(40). – С. 297-313.
4. Пространственное распределение химических загрязнителей в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий». Сообщение 2. Натрий. / С.Е. Головатый [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – №2(41). – С. 244-255.
5. Методические указания по обследованию почв в зоне действия Солигорского калийного комбината. – Минск, 1989. – 7с.
6. Методические указания по анализу почв, кормов, растений и удобрений. – М.: ЦИНАО, 1976. – 56 с.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ЦИНАО, 1992. – 53 с.
8. Экологические проблемы районов крупных разработок минеральных солей (на примере Солигорских калийных комбинатов) / А.В. Матвеев [и др.] // Проблемы экологической геологии в Прибалтике и Белоруссии. – Вильнюс, 1990. – С. 116-120.
9. Петухова, Н.Н. Геохимическое состояние почвенного покрова Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецова // Природные ресурсы. – 1999. – № 4. – С. 40-49.
10. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2006. – 64с.
11. Рекомендации по допустимому содержанию цинка и меди в почве при возделывании зерновых культур и многолетних трав. / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 44с.
12. Ветеринарно-санитарные нормы безопасности кормов и кормовых добавок. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 28 апреля 2008 г.

SPATIAL DISTRIBUTION CHEMICAL POLLUTANTS IN SOIL OF TERRITORIES, ADJACENT SIDE TO THE ENTERPRISES ON «BELARUSKALI»

The message 3. Heavy metals

S.E. Golovatyi, Z.S. Kovalevitch, N.K. Lukashenko

Summary

As a result of soil-ecological assessment of agricultural lands adjacent to "Belaruskalij" enterprise were established three-dimensional distribution and concentration of heavy metals in soil.

The basic pollutants of soils of agricultural lands are lead and cadmium, which in enhanceable amounts revealed in soils directly areas 1-4 rudoupravleniy and wayside stripes.

Поступила 12 марта 2009 г.

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА РАЗВИТИЕ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ

Г.В. Пироговская¹, С.С. Хмелевский¹, Л.Ф. Кабашникова²

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Растения в городах выполняют целый ряд важнейших функций, которые связаны с улучшением рекреационных, санитарно-защитных свойств и архитектурно-эстетических условий городской территории. Поглощая токсичные соединения растений обезвреживают загрязненный воздух, выделяя фитонциды, и оказывают положительное эмоциональное воздействие на городское население [1,2].

Условия произрастания зеленых насаждений в городах существенно отличаются от естественных. Растения испытывают неблагоприятное воздействие комплекса негативных факторов: загрязнение атмосферного воздуха, переуплотнение почвы, механические повреждения крон и комлевой части стволов деревьев, увеличение дорожной сети и т.д. Одним из наиболее значимых факторов является загрязнение почв выбросами автотранспорта и промышленных предприятий [1,2,3].

При этом наибольшую антропогенную нагрузку испытывают придорожные древесные посадки по сравнению с деревьями, растущими в других ландшафтных структурах города (парках, скверах, дворовых посадках и др.). Автотранспорт привносит в почву различного рода загрязняющие вещества, в перечень которых входят и тяжелые металлы. Они способны не только в избыточных количествах накапливаться в растениях, но и при определенных условиях угнетать их рост и развитие [4,5,6].

Согласно проведенным исследованиям выявлено, что тяжелые металлы отрицательно влияют на активность в растениях ряда ферментов, тем самым, изменяя их химический состав [7].

Выявлена направленность негативных изменений ассимиляционного аппарата – после поражения растений тяжелыми металлами отмечается появление хлорозных пятен, которые через некоторое время сменяются некрозными, затем происходит скручивание или засыхание листьев. Результаты вегетативных опытов также показали слабое развитие корневой системы древесных растений в условиях хронического загрязнения почвы тяжелыми металлами [8].

Применение средств химизации (минеральных и органических удобрений, мелиорантов, регуляторов роста растений и др.) при уходе за городскими древесными насаждениями является обязательным агротехническим приемом, а также одним из условий повышения устойчивости древесных насаждений к загрязнению почв тяжелыми металлами и другим экстремальным факторам среды.

Целью наших исследований являлось определение загрязнения почвы отдельными тяжелыми металлами (свинцом, цинком и медью) в опыте с кленом остролистным, а также изучение влияния новых форм удобрений, мелиоранта на состояние древесных насаждений (биохимические показатели, прирост верхушечного и боковых побегов) клена остролистного.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки содержания химических элементов в почве и зеленых насаждениях был заложен полевой опыт (2006-2008 гг.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на мощных лессовидных суглинках почве, на озелененной территории вдоль МКАД по ул. Стебенева (ОАО «Рыбокомплекс», г. Минск). Опыт включал 25 вариантов, по 16 деревьев клена остролистного (*Acer platanoides L.*), в каждом варианте, всего в опыте 400 деревьев.

В качестве агротехнических приемов применяли стандартные и новые формы комплексных удобрений (хлорсодержащих и бесхлорных) с добавками микроэлементов, или микроэлементов и биологически активных веществ и мелиорант на основе фосфогипса (по патенту РБ № 6360).

Удобрения стандартные (ст.) и комплексные (хлорсодержащие и бесхлорные) вносились под деревья клена остролистного ежегодно (в ранневесенний период – апрель), а мелиорант на основе фосфогипса – только в первый год исследований (2006 г.) в этот же период.

Почвенные образцы отбирались по почвенному профилю, ориентированному перпендикулярно направлению автомобильной дороги, на расстоянии 30, 50 и 90 м от автомобильной дороги. Отбор почвенных образцов производился с верхнего горизонта (0-25 см) в весенний (апрель) и осенний (октябрь) период, в которых определяли содержание подвижных форм тяжелых металлов (свинец,

меди и цинк) в 1 М HCl методом атомно-адсорбционной спектрометрии [9]. Определение значений контролируемых показателей проводилось по действующим общепринятым в почвоведении и агрохимии методам исследований, соответствующим ГОСТ или ОСТ.

На вышеуказанных отдалениях от автомобильной дороги производился отбор (май, июнь, август, сентябрь-октябрь) растительных проб (листьев) зеленых насаждений, в которых определяли содержание тяжелых металлов – атомно-абсорбционным методом, содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов – спектроскопическим методом в ацетоновых экстрактах из листьев [10].

В статье приводятся данные по содержанию тяжелых металлов в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве и листьях клена остролистного, по тем вариантам, где изучалось влияние агротехнических приемов на изменение содержания пластидных пигментов в листьях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опыте на озелененной территории вдоль МКАД (Рыбокомплекс) содержание тяжелых металлов в почве приводится за время исследований: 2006 г. (весна), 2008 г. (весна) на расстояниях 30, 50 и 90 м от автомобильной дороги в слое почвы 0-25 см (табл. 1). На этих же расстояниях изучалась оценка состояния древесных насаждений (листьев) по содержанию тяжелых металлов.

Таблица 1
Содержание подвижных форм тяжелых металлов в дерново-подзолистой
легкосуглинистой почве, 2006-2008 гг.

Варианты	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг (экстрагент 1 М HCl)					
	30 м от автодороги			50 м от автодороги		
	2006 г.	2008 г.	2008 +/- к 2006 г.	2006 г.	2008 г.	2008 +/- к 2006 г.
Свинец						
Контроль - без удобрений	4,58	5,02	0,44	6,10	5,72	-0,38
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	5,44	5,71	0,27	6,34	5,70	-0,64
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	5,18	4,79	-0,39	6,73	5,99	-0,74
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg,B, Zn, Fe, Mo	5,78	4,53	-1,25	6,85	5,84	-1,01
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	5,71	4,73	-0,98	6,12	5,60	-0,52
HCP ₀₅	0,27	0,32	0,35	0,35	0,29	0,41
ОДК	более 25,0 мг/кг почвы					
Цинк						
Контроль - без удобрений	5,04	5,62	0,58	7,80	8,00	0,20
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	5,91	6,21	0,30	7,71	7,43	-0,28
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	6,07	6,19	0,12	7,28	6,92	-0,36
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg,B, Zn, Fe, Mo	5,90	6,05	0,15	7,40	7,34	-0,06
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	7,75	7,99	0,24	9,94	8,51	-1,43
HCP ₀₅	0,33	0,36	0,42	0,43	0,38	0,51
ОДК	более 18,0 мг/кг почвы					
Медь						
Контроль - без удобрений	2,87	2,76	-0,11	2,08	1,84	-0,24
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	2,04	1,72	-0,32	2,35	2,12	-0,23
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	2,61	2,23	-0,38	2,54	2,08	-0,46
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg,B, Zn, Fe, Mo	2,85	2,67	-0,18	3,20	3,45	-0,25
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	2,76	2,28	-0,48	3,95	2,64	-1,31
HCP ₀₅	0,16	0,12	0,18	0,18	0,13	0,20
ОДК	более 13,5 мг/кг почвы					

Данные, приведенные в табл. 1 показывают, что на начало исследований на месте закладки полевого опыта с кленом остролистным не наблюдалось превышение ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) на расстоянии 30, 50 м от автодороги по свинцу, цинку и меди в слое почвы 0-25 см. Сравнительная оценка исходных показателей с показателями 2008 г. по вариантам опыта свидетельствует, что применение агротехнических приемов (стандартных и новых форм удобрений с добавками регулятора роста растений «Эпин», микроэлементов, а также мелиорантов на основе фосфогипса на фоне NPK) обеспечило в большей степени снижение содержания тяжелых металлов в почве, по сравнению с контрольным вариантом без применения минеральных удобрений. Аналогичные закономерности наблюдаются и на расстоянии 90 м от автомобильной дороги.

Применение комплекса агротехнических мероприятий оказало влияние и на содержание этих тяжелых металлов в листьях клена остролистного (табл. 2-4).

Таблица 2
Содержание свинца в листьях клена обыкновенного, 2006-2007 гг.

Расстояние от автодороги, м	Номер варианта	Содержание в листьях, мг/кг сухого вещества						
		весна				осень		
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее	2006 г.	2007 г.	среднее
30 м	Контроль без удобрений	3,39	3,00	3,29	3,23	5,31	5,97	5,64
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	3,38	3,18	3,25	3,27	4,40	3,61	4,01
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	3,31	3,10	3,19	3,20	3,92	3,48	3,70
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	3,54	3,22	3,27	3,34	4,40	4,87	4,64
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	3,78	3,38	3,39	3,52	4,43	4,10	4,27
50 м	Контроль без удобрений	3,32	3,11	3,20	3,21	5,60	5,61	5,61
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	3,81	3,56	3,62	3,66	4,01	4,98	4,50
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	3,79	3,45	3,49	3,58	4,01	4,86	4,44
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	3,47	3,16	3,27	3,30	4,44	4,39	4,42
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	3,76	3,42	3,51	3,56	4,20	4,18	4,19
90 м	Контроль без удобрений	3,67	3,51	3,55	3,58	7,51	6,12	6,82
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	3,76	3,31	3,40	3,49	5,80	5,34	5,57
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	3,62	3,19	3,24	3,35	5,42	5,44	5,43
HCP ₀₅		0,18	0,16	0,19	0,26	0,27	0,29	0,34

Известно, что свинец не играет специфической биологической роли и поглощается организмами пассивно. Накопление его в тканях растений ведет к снижению интенсивности процессов окисления, фотосинтеза и метаболизма жиров. Одновременно свинец вызывает уменьшение количества поглощаемой воды и увеличение потребности в кислороде, замедляет рост растений и даже приводит к гибели растений [4].

Полученные нами данные свидетельствуют о сезонном колебании содержания свинца в листьях клена остролистного, при этом его наибольшее содержание отмечалось в осенний период (в 1,16-1,91 раз) в зависимости от вариантов опыта. Следует также отметить, что не выявлено существенной разницы в содержании свинца в листьях клена остролистного в годы исследований в весенний период. При этом выявлена тенденция снижения содержания свинца в осенний период в листьях клена, в вариантах со стандартными и новыми формами удобрений и мелиоранта на всех расстояниях от автомобильной дороги, по сравнению с контрольными вариантами. На данном объекте исследований не наблюдается снижения содержания свинца в листьях клена остролистного, а даже незначительное увеличение по мере удаления от автомобильной дороги, что, по-видимому, связано с близким расположением промышленных предприятий.

Медь – является биофильным элементом, необходимым для растений. Вместе с тем повышенное ее содержание в тканях растений снижает интенсивность дыхания, образование

хлорофилла и активность некоторых пигментов. Отмечается также меньшая подвижность в растениях по сравнению с другими элементами [4].

В опыте с кленом остролистным отмечено в 2006 г. более высокое содержание меди в листьях клена весной (1,15-3,06 раза), по сравнению с 2007-2008 гг. При этом следует отметить, что самое высокое содержание меди, а также цинка, в 2006 г. отмечалось на расстоянии 30 и 50 м от автомобильной дороги, что, по-видимому, связано с выбросами как автомобильного транспорта, так и промышленных предприятий (в частности, керамических производств). Содержание меди в листьях клена остролистного в осенний период в годы исследований различается незначительно (табл. 3, 4).

Таблица 3

Содержание меди в листьях клена обыкновенного, 2006-2007 гг.

Расстояние от автодороги, м	Номер варианта	Содержание меди в листьях, мг/кг сухого вещества						
		весна				осень		
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее	2006 г.	2007 г.	среднее
30 м	Контроль без удобрений	11,17	4,18	4,52	6,62	6,50	5,90	6,20
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	11,07	4,57	4,54	6,73	4,11	5,28	4,70
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	11,01	3,97	4,23	6,40	3,73	4,21	3,97
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	11,15	4,11	4,19	6,48	4,53	3,07	3,80
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	11,17	3,65	4,13	6,32	3,82	3,89	3,86
50 м	Контроль без удобрений	10,56	4,97	5,07	6,87	6,19	5,59	5,89
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	10,46	4,71	4,89	6,69	5,53	5,46	5,50
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	10,50	4,87	4,85	6,74	4,96	5,90	5,43
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	10,36	3,98	4,13	6,16	4,24	4,32	4,28
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	10,51	4,61	4,78	6,63	4,55	4,71	4,63
90 м	Контроль без удобрений	6,42	6,59	6,48	6,50	9,43	7,91	8,67
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	6,32	5,44	5,50	5,75	6,44	6,23	6,34
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	6,45	4,92	5,11	5,49	4,87	5,01	4,94
HCP ₀₅	-	0,34	0,26	0,27	0,45	0,30	0,31	0,37

Таблица 4

Содержание цинка в листьях клена обыкновенного. 2006-2007 гг.

Расстояние от автодороги, м	Номер варианта	Содержание в листьях, мг/кг сухого вещества						
		весна				осень		
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее	2006 г.	2007 г.	среднее
30 м	Контроль без удобрений	43,68	21,83	23,38	29,63	29,10	28,10	28,60
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	43,62	21,82	23,27	29,57	28,30	25,44	26,87
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	43,58	18,41	19,99	27,33	20,50	21,22	20,86
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	43,59	21,34	22,87	29,27	25,25	24,26	24,76
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	43,61	16,25	19,68	26,51	28,55	19,01	23,78
50 м	Контроль без удобрений	31,36	20,63	22,59	24,86	24,00	23,87	23,94
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	31,30	19,02	21,11	23,81	20,60	20,31	20,46
	N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	31,31	18,59	20,16	23,35	21,35	20,49	20,92
	N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ с Mg, B, Zn, Fe, Mo	31,29	16,10	17,12	21,50	17,25	18,10	17,68

	$N_{80}P_{43}K_{105}$ и мелиорант (3,5 т/га)	31,31	16,20	17,03	21,51	16,90	17,13	17,02
90 м	Контроль без удобрений	15,56	16,42	17,58	16,52	22,60	17,41	20,0
	$N_{80}P_{43}K_{92}$ (смесь ст. удобрений)	15,54	14,99	15,6	15,38	20,30	15,44	17,87
	$N_{80}P_{43}K_{105}$ и мелиорант (3,5 т/га)	15,50	14,78	15,62	15,30	19,95	14,78	17,37
HCP ₀₅	-	1,62	0,85	1,20	1,96	1,18	1,10	1,41

Установлена аналогичная закономерность по снижению содержания меди на 0,39-3,73 мг/кг сухого вещества (в зависимости от вариантов опыта и удаления от автодороги), как и свинца, в вариантах с внесением удобрений и мелиоранта, по сравнению с контрольными вариантами без их внесения (табл.3).

Цинк является биофильным элементом. При избыточных его концентрациях в растении наблюдается недоразвитие органов и тканей, карликовость, подавление роста, угнетение накопления биомассы, межжилковые хлорозы с последующим пожелтением и покраснением листьев, некрозы, снижение поглощения воды [4].

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что содержание цинка в листьях в 2006-2008 гг. в опыте с кленом остролистным находилось в пределах 14,78 – 43,68 мг/кг сухого вещества. При этом отмечается на удалении 30-50 м от автодороги в весенний период 2006 г. более высокое его содержание в 1,52 – 2,37 раза, по сравнению с 2007 г. и в 1,39-2,22 раза – с 2008 г. Полученные данные по сезонному содержанию цинка в листьях клена остролистного весьма противоречивы. Вместе с тем, выявлена аналогичная закономерность положительного влияния новых форм удобрений и мелиоранта на поступление цинка в растения клена остролистного, как по свинцу и меди.

Влияние новых форм удобрений и мелиоранта на изменение пигментного аппарата клена остролистного в условиях влияния МКАД приведены в табл. 5.

Таблица. 5.

Хлорофилл <i>a</i>	0,99 ± 0,06	1,24 ± 0,06	1,53 ± 0,10	2,00 ± 0,12	1,79 ± 0,09	1,24 ± 0,08	1,30 ± 0,07	1,69 ± 0,15	1,78 ± 0,19	2,40 ± 0,14
Хлорофилл <i>b</i>	0,38 ± 0,03	0,46 ± 0,02	0,58 ± 0,03	0,74 ± 0,06	0,66 ± 0,05	0,49 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,69 ± 0,11	0,68 ± 0,14	0,93 ± 0,11
Хлорофилл (<i>a+b</i>)	1,37 ± 0,09	1,70 ± 0,07	2,10 ± 0,15	2,75 ± 0,18	2,45 ± 0,14	1,73 ± 0,10	1,82 ± 0,09	2,38 ± 0,16	2,45 ± 0,13	3,33 ± 0,15
Каротино- иды	0,36 ± 0,02	0,37 ± 0,03	0,50 ± 0,02	0,67 ± 0,04	0,58 ± 0,03	0,38 ± 0,03	0,47 ± 0,10	0,52 ± 0,10	0,52 ± 0,09	0,68 ± 0,07
Хлорофилл <i>a</i> / Хлорофилл <i>b</i>	2,61 ± 0,10	2,72 ± 0,07	2,66 ± 0,08	2,70 ± 0,09	2,71 ± 0,05	2,54 ± 0,02	2,48 ± 0,05	2,47 ± 0,07	2,61 ± 0,10	2,59 ± 0,08
Хлорофилл (<i>a+b</i>)/ Каротино- иды	3,80 ± 0,18	4,64 ± 0,26	4,17 ± 0,15	4,13 ± 0,27	4,19 ± 0,16	4,62 ± 0,20	4,10 ± 0,21	4,65 ± 0,23	4,74 ± 0,23	4,89 ± 0,04
Хлорофилл (<i>a+b</i>), (%)	100	124,0	153,6	200,9	178,9	100	104,9	137,2	141,5	191,9
Каротино- иды, (%)	100	103,1	140,0	185,6	162,2	100	123,6	136,9	137,4	180,4

При анализе контрольных растений (без удобрений) в июне установлено, что содержание каротиноидов в листьях клена остролистного было практически одинаково в трех разноудаленных от автомагистрали участках опыта (30 м, 50 м, 90 м), в то время как содержание хлорофилловых пигментов (хлорофиллов *a* и *b*) снижалось по мере приближения к автостраде. При этом в листьях деревьев, расположенных в 30 м от МКАД, содержание суммарного хлорофилла было снижено на 16% по сравнению с растениями, удаленными на 90 м. В результате наблюдалось снижение соотношения хлорофилловых пигментов и каротиноидов в листьях клена вблизи автомагистрали. Известно, что в стрессовых условиях каротиноиды являются фотопротекторами и защищают аппарат фотосинтеза от развития деструктивных процессов в мембранных хлоропластов [11,12]. Возможно, более медленное снижение содержания каротиноидов в листьях клена остролистного является определенной защитной реакцией пигментного аппарата на воздействие ионов тяжелых металлов.

Вместе с тем, проведенный в конце лета (август) анализ этих показателей не выявил закономерностей, установленных в более ранний период развития растений, что может быть связано с началом процессов старения и разрушением пигментного фонда.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии новых форм удобрений и мелиоранта (табл. 5) на содержание пигментов (хлорофилл *a*, хлорофилл *b* и каротиноидов) в листьях клена остролистного. Количество фотосинтетических пигментов по всем вариантам опыта превышало уровень контроля (без удобрений) на 103,2-289,7%. Следует также отметить, что защитный эффект примененных агротехнических приемов на пигментный аппарат клена наиболее сильно проявлялся на расстоянии 30 м и был менее выражен в вариантах опыта на большем удалении от МКАД. При использовании удобрений и мелиоранта в июне отмечено увеличение отношения «хлорофилл (*a+b*)/каротиноиды» за счет преимущественного повышения содержания хлорофилловых пигментов в листьях клена независимо от расположения посадок. В августе такие изменения отмечены только при использовании комплексного удобрения NPK с Mg, B, Zn, Fe, Mo (в дозе N₈₀P₄₃K₁₀₅) на расстоянии 30 м и 50 м от источника загрязнения и мелиоранта в дозе 3,5 т/га на фоне N₈₀P₄₃K₁₀₅ на расстоянии 50 м и 90 м от МКАД. Полученные данные свидетельствуют о нормализации процессов биосинтеза фотосинтетических пигментов, при использовании новых форм удобрений и мелиоранта в листьях клена остролистного, в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Растения в городских условиях находятся под постоянным стрессовым воздействием и вынуждены адаптироваться к нему с помощью биохимических и анатомо-морфологических перестроек. Основными морфометрическими признаками ослабления деревьев, испытывающими влияние техногенного загрязнения и антропогенной нагрузки, служат: уменьшение прироста ствола по высоте и диаметру, замедление роста боковых побегов и их отмирание, преждевременное пожелтение и опадение листьев, появление хлорозов и некрозов листьев и др. [2].

Данные по влиянию новых форм удобрений и мелиоранта на прирост верхушечного и боковых побегов клена остролистного приведены в табл. 6-7.

Влияние различных доз минеральных удобрений на рост и развитие верхушечного побега клена остролистного, 2006-2008 гг.

Вариант	Высота растений, см (среднее из 8 растений)		14.09.06 +/- к 12.06.06	Высота растений, см (из 8 растений)	20.09.07 +/- к 12.06.06	Высота растений, см (из 8 растений)	17.11.08 +/- к 12.06.06			
	12.06.06	14.09.06		20.09.07		17.11.08				
Влияние на рост верхушечного побега										
30 м от автодороги										
Контроль без удобрений	267	285	18	313	46	337	70			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	260	279	19	311	51	342	82			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	254	275	21	314	60	350	96			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	292	315	23	354	62	393	101			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	289	311	22	352	63	392	103			
HCP ₀₅	14,16	16,70	18,44	17,42	20,10	18,50	21,04			
50 м от автодороги										
Контроль без удобрений	260	277	17	305	48	333	73			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	266	286	20	317	52	354	88			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	258	279	21	318	64	361	103			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	273	296	23	336	62	378	105			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	267	290	23	329	65	374	107			
HCP ₀₅	16,42	16,56	20,17	18,26	22,49	19,44	22,64			
90 м от автодороги										
Контроль без удобрений	259	279	20	306	47	334	75			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	261	284	23	318	57	349	88			
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	254	279	25	319	65	358	104			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	270	295	25	335	65	380	110			
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	258	284	26	324	66	372	114			
HCP ₀₅	16,14	16,77	20,30	17,62	21,00	18,99	22,17			

Результаты исследований в опыте с кленом остролистным свидетельствуют о положительном влиянии как смеси стандартных удобрений, так и новых форм удобрений и мелиоранта на прирост верхушечного побега на разных удалениях от автомобильной дороги. Например, прирост на контрольных вариантах изменялся в пределах от 70 см (30 м от дороги) до 75 см (90 м), в вариантах со смесью стандартных туков – 82-88 см, с новыми формами удобрений – 96-110 см, с внесением мелиоранта – 103-114 см. Следует также отметить, что по мере удаления от автомобильной дороги увеличивается прирост верхушечного побега (табл. 6).

Аналогичные положительные закономерности удобрений и мелиоранта отмечены и на прирост боковых побегов клена остролистного (табл. 7).

Таблица 7

Влияние различных доз минеральных удобрений на рост и развитие боковых побегов клена остролистного, 2006-2008 гг.

Вариант	Высота растений, см (из 8 растений)		14.09.06 +/- к 12.06.06	Высота растений, см (из 8 растений)	20.09.07 +/- к 12.06.06	Высота растений, см (из 8 растений)	17.11.08 +/- к 12.06.06			
	14.09.06 +/- к 12.06.06	20.09.07 +/- к 12.06.06		17.11.08 +/- к 12.06.06						
Влияние на рост боковых побегов										
30 м от автодороги										
Контроль без удобрений	19,0	22,6	3,6	36,7	17,7	49,6	30,6			

N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	17,1	21,3	4,2	36,8	19,7	52,2	35,1
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	17,8	22,6	4,8	40,6	22,8	60,4	42,6
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	18,3	23,4	5,1	50,6	32,3	69,7	51,4
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	18,7	24,3	5,6	50,1	31,4	73,8	55,1
HCP ₀₅	1,12	1,30	1,45	2,36	2,00	3,11	2,47
50 м от автодороги							
Контроль без удобрений	16,4	20,4	4,0	34,3	17,9	47,5	31,1
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст. удобрений)	17,0	21,4	4,4	36,1	19,1	51,9	34,9
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	19,7	24,8	5,1	43,5	23,8	61,9	42,2
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	16,9	22,5	5,6	49,0	32,1	66,6	49,7
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	21,4	27,4	6,0	52,9	31,5	74,3	52,9
HCP ₀₅	1,26	1,51	1,66	2,59	2,74	3,26	3,38
90 м от автодороги							
Контроль без удобрений	17,3	21,7	4,4	35,4	18,1	49,7	32,4
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ (смесь ст.)	16,4	21,3	4,9	36,4	20,0	54,2	37,8
N ₈₀ P ₄₃ K ₉₂ + Эпин (доза 2)	18,1	24,3	6,2	46,8	28,7	75,6	57,5
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ С Mg, B, Zn, Fe, Mo	17,6	23,3	5,7	50,4	32,8	76,8	59,2
N ₈₀ P ₄₃ K ₁₀₅ и мелиорант (3,5 т/га)	18,7	24,7	6	50,6	31,9	78,8	60,1
HCP ₀₅	1,18	1,59	1,63	2,42	2,56	3,55	3,65

Прирост боковых побегов за три года (2006-2008 гг.) составил на контрольных вариантах на расстоянии 30 м от дороги – 30,6 см, 50 м – 31,1 см, 90 м – 32,4 см, соответственно в варианте со смесью стандартных туков – 35,1, 34,9, 37,8 см, с новыми формами удобрений – 42,2-59,2 см, с мелиорантом – 52,9-60,1 см.

ВЫВОДЫ

1. На озелененной территории вдоль МКАД по ул. Стебенева (ОАО «Рыбокомплекс») не выявлено четкого изменения распределения свинца, цинка и меди (слой почвы 0-25 см) в зависимости от удаления от автодороги, что, по-видимому, связано с близким расположением промышленных предприятий.

2. Применение агротехнических приемов (стандартных и новых форм удобрений с добавками регулятора роста растений «эпин», микроэлементов, а также мелиоранта на основе фосфогипса на фоне NPK) обеспечивает снижение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве на разных удалениях от автомобильной дороги, по сравнению с контрольными вариантами без их применения.

3. Выявлено положительное влияние новых форм удобрений и мелиоранта на снижение поступления тяжелых металлов (свинец, медь и цинк) в листья клена остролистного, что особенно хорошо прослеживается в осенний период.

4. При использовании новых форм удобрений и мелиоранта в опыте с кленом остролистным возрастает содержание пластидных пигментов (хлорофилла *a* + хлорофилла *b* и каротиноидов) по всем вариантам опыта по сравнению с вариантом без их использования.

5. Применение агротехнических приемов (внесение удобрений и мелиоранта) способствует увеличению прироста как верхушечного, так и боковых побегов клена остролистного по сравнению с вариантом без их применения. При этом наибольший прирост достигается при использовании комплексного удобрения NPK с Mg, B, Zn, Fe, Mo и мелиоранта в дозе 3,5 т/га на фоне NPK.

ЛИТЕРАТУРА

АБ НЕКАТОРЫХ ІДЭЯХ АКАДЭМІКА М. І. СМЕЯНА Ў РАЗВІ ЦІ АГРАГЛЕБАЗНАЎСТВА

У.Д. Лісіца

Беларуская зямля нарадзіла шэраг знакамітых вучоных, якія вядомыя далёка за яе межамі. Гэта Ігнат Дамейка, народны герой Чылі; Казімір Семяновіч, вынаходнік шматступеньчатай ракеты; Ян Чэрскі, даследчык Усходняй Сібіры; Якуб Наркевіч-Ёдка, адкрыўальнік электраграфіі і бяздротавай перадачы электрычных сігналаў; Леў Арцімовіч, вучоны ў галіне кіравання тэрмаядзернага сінтэзу; Аляксандр Маліноўскі (Багданаў), працы якога складаюць падмурак кібернетыкі; Жарэс Алфераў, фізік, лаўрэат Нобелеўскай прэміі; аkadэмікі Мікалай Бліадуха, Гаўрыла Гарэцкі, Аляксандр Махнach, Павел Рагавы, Тамара Кулакоўская, выдатныя даследчыкі геалогіі, аграхіміі і глеб Беларусі.

Да гэтага шэрага выдатных дзеячаў навукі, шырокавядомых за межамі Беларусі, адносіцца і Мікалай Іванавіч Смеян, гадавіну з дня паходавання якога адзначыла 12 кастрычніка 2008 г. навуковая грамадскасць краіны.

Навуковая дзейнасць Мікалая Іванавіча Смеяна ва ўсёй сукупнасці, вядома, не можа быць адзначана ў рамках дадзенага кароткага артыкула, ды, мне здаецца, што для поўнай яе ацэнкі не наступіў час. Гэтая дзейнасць яшчэ так добра нам памятаецца. З гісторыі навукі таксама вядома, што ўсведамляеца праца таго ці іншага вучонага значна пазней.

Хачу падкрэсліць, што вялікія поспехі Мікалая Іванавіча ў навуцы былі абумоўлены талентам, атрыманым у спадчыну ад бацькоў, добрым мікраліматам у сям'і, шчырасцю ў працы, уменнем хацець і дамагацца сваёй мэты. Варта пры гэтым заўважыць, што Мікалай Іванавіч усяго дасягнуў сам, сваім разумам, сваімі рукамі, сваім, як бы мовіць, гарбом. Пра такіх людзей англічане кажуць “self made mans”. Так, сапраўды, ён зрабіў сябе сам. Безумоўна, яго навуковаму поспеху садзейнічаў і сістэмны падыход да вывучэння глеб.

Наш жыццёвы шлях склаўся так, што большая частка майго асабістага жыцця, грамадскай і навуковай дзейнасці адбываліся побач з Мікалаем Іванавічам: адначасова скончылі БДУ, служылі ў адным вайсковым узводзе, усё свядомае жыцце працавалі ў НДІГ (з 1970 г. НДІГА), трэх гады жылі ў адной прыватнай кватэры, удзельнічалі ў сумесных глебавых экспедыцыях (мал. 1, 2а, б), саzdavalі Беларускае Таварыства Глебазнаўцаў, рыхтавалі і праводзілі V Усесаузны, і I-II беларускія з'езды і канферэнцыі глебазнаўцаў, ладзілі іншыя навукова-практычныя мерапрыемствы. А 20 апошніх гадоў мне паշчасціла працаваць пад ягоным непасрэдным кірауніцтвам. Таму я добра знаёмы з асноўнымі, шырокавядомымі работамі Мікалая Іванавіча. Але пра іх больш грунтоўна і падрабязна напішуць у свой час ягоныя вучні, паплечнікі і аднадумцы.



Мал. 1. У час рэкагнасцыровачнай экспедыцыі ў Віцебскую вобласць для падрыхтоўкі глебавых разрэзаў да V Усесаузнага з'езда (1976 г.): М.І. Смеян (у цэнтры) выказвае пункт гледжання на праблему “артзанды – глінафібры” калегам і супрацоўнікам (злева – Л.М. Ярашэвіч, справа – У.Д. Лісіца)



а)



б)

Мал. 2а, б. Выветраная сценка таго ж пясчанага кар'ера, на якой добра бачны глінафібры

Я ж бяру на сябе смелась па гарачых слядах гэтай трагедыі, але без гарачкі і эмоцый выказаць свой асабісты погляд на тыя работы, што менш вядомыя навуковай грамадскасці, але не менш значныя для тэорыі і практикі аграглебазнаўства Беларусі.

У тэорыі падзолаўтварэння Мікалай Іванавіч прытырмліваўся афіцынай парадыгмы, у вытоках якой стаялі сусветна вядомыя вучоныя, такія як А. Георгіеўскі (1888), К. Гедройц (1900), А. Радэ (1937), В. Коўда (1973) і інш [1,3-5]. Згодна іх уяўленням пераразмеркаванне глейстых часцінак у глебавым профілі дзярнова-падзолістых і падзолістых глеб адбываецца наступным чынам. З элювіяльных гарызонтаў такіх глеб у ілювіальны пераносіцца прадукты разбурэння алюмасілікатаў і сілікатаў, у тым ліку і высокадысперсных гліністых мінералаў, дзе затым адбываецца сінтэз новага гліністага рэчыва. Пад уплывам гэтай тэорыі ў Беларусі склалася своеасаблівае ўяўленне пра артзанды і псеўдафібры. “У падзолістых глебах на пясках і лёсах з 40-60 см паяўляюцца глебавыя артзанды, ці псеўдафібры, у выглядзе перарывістых палос і лент”, – адзначаў у 1926 г. Я.Афанасьев, вядомы вучоны, адзін з родапачынальнікаў глебазнаўства ў Беларусі [1]. Пры гэтым “артзанд можна разглядаць як своеасаблівы ілювіяльны гарызонт пясчаных і супясчаных падзолістых глеб”, лічыў П. Кучынскі і інш. (1936) [7]. Такога пункту гледжання прытырмліваліся ў беларускім глебазнаўстве, аграфіі, земляробстве і іншых сумежных галінах ведаў амаль пяцьдзесят гадоў.

Цяпер ужо цяжка сказаць, калі менавіта наспела ў Мікалая Іванавіча незадавальненне існуючым станам праблемы “падзола-ардзандаўтварэння”. Але добра вядома, што ў пачатку 80-х гадоў мінулага стагодзіся пад яго кіраўніцтвам і пры непасрэдным узделе структурнымі падраздзяленнямі глебазнаўчага кірунку БелНДІПА, у тым ліку і лабараторыяй мінералогіі, загадчыкам якой я тады лічыўся, было праведзена ўсебаковае даследаванне глеб Беларусі [9,25]. Вывучаўся ўмовы залягання артзандаў, іх вугал падзення, грануламетрычны, хімічны, мінералагічны склад, мікрамарфалагічныя, адлюстраўвальныя ўласцівасці, праведзены палявыя вопыты па вырошчванні бульбы і ячменю на пясчаных глебах з бурымі палоскамі і без іх.

Пазней па такой жа праграме даследаваліся зебрападобныя палоскі ілювіяльнага гарызонту дзярнова-палева-падзолістых глеб, якія развіваюцца на лёсах і лёсападобных суглінках [11, 12].

У выніку даследавання вызначана наступнае. У глебах, якія развіваюцца на пясчаных адкладах, прысутнічаюць дзве групы бурых зебрападобных праслоек, падобных паміж сабой па форме і афарбоўцы, але зусім розных па саставе, будове і генезісе. Адны ўяўляюць сабой участак пясчанай пароды, зцементаванай пайтарачнымі вокісламі жалеза (класічныя артзанды і псеўдафібры), другія – гідраслюдзістай плазмай, якая валодае высокай ступенню аптычнай арыенцыроўкі індывідуальных крышталёў і пакрывае часткова або поўнасцю шкілетныя зярніты. Гэтыя праслойкі пясчаных глеб у адрозненне ад класічных артзандаў і псеўдафібраў прыпанаўваюцца назваць глінафібрамі [12]. Да глінафібраў адносяць таксама і зебрападобныя праслойкі глеб, якія развіваюцца на лёсападобных суглінках [11-32].

Артзанды і псеўдафібры сфарміраваліся пасля ўтварэння мацярынскай пароды ў выніку гідрагеннай акумуляцыі вокісу жалеза і асацыяруюць з узроўнем грунтовых вод і аглейваннем.

У адрозненне ад артзандаў і псеўдафібраў глінафібры ўтварыліся або адначасова з пародай, што змяшчае іх (пясчаныя адклады), або ў перыяд, яе другаснага пераутварэння дэлювіяльнымі і соліфлюкцыйнымі працэсамі (лёсападобныя суглінкі). Іншымі словамі, глінафібры не з'яўляюцца вынікам глебаўтварэння. У профілі гэтих глеб заўсёды прысутнічаюць два ілювіяльныя гарыzonты – B_1 і B_2 , што залягаюць, як правіла, на глыбіні 40-90 і 90-200 см адпаведна, якім цяжка даць здавальняючае тлумачэнне з пазіцыі падзолістага і дзярнова-падзолістага працэсаў у традыцыйным іх разуменні.

На падставе атрыманых сістэмных матэрыялаў Мікалай Іванавіч дае, насуперак існуючаму погляду, новую трактоўку фарміравання профілю глеб, у якім утрымліваюцца глінафібры. На яго

думку, зыходныя мацярынскія пароды – водна-ледніковыя пяскі і дэлювіяльныя лёсападобныя суглінкі – спачатку былі глінафібравымі. Адрозненне паміж імі заключалася толькі ў tym, што ў першым выпадку глінафібры ўтварыліся адначасова з пародай, у другім – яны сфарміраваліся ў перыяд інтэнсіўнага пераадкладання лёсападобных суглінкаў у выніку дэлювіяльных і соліфлюкцыйных працэсаў уздоўж схілаў сярэдняй і ніжняй часткі ўзвышшаў.

Пасля стабілізацыі ґрунту і засяленні яго паверхні расліннасцю адбывалася інтэнсіўнае пераутварэнне глінафібравых праслоек у выніку дэзінтэграцыі іх карэннямі раслін, крыягеннымі працэсамі, размыванем сыходнымі патокамі вільгасці. Вызваленыя з глінафібраў гліністыя часцінкі пад уплывам гравітацыйных сіл і глебавай вільгаці вымываліся з верхняй часткі профілю ў ніжэйляжачы гарызонту. Па меры вымывання гліністых часцінак адбывалася некаторая ўсадка шкілета праслоек і ўмяшчаючага гарызонту ў цэлым. Усё гэта прывяло да знікнення глінафібраў у верхняй частцы сучаснага профілю і фарміравання ў ім элювіяльных гарызонтаў.

Адначасова з фарміраваннем элювіяльных гарызонтаў, лічыць Мікалай Іванавіч, адбывалася ўтварэнне бурага ўшчыльненага гарызонту В₁ за кошт адкладання тут гліністых часцінак, як умытых зверху, так і вызваленых з глінафібраў, якія ёсць у гэтым гарызонце. Прыўнесенныя гліністыя часцінкі і захаваныя часткова рэлікты глінафібраў абуровілі гарызонту В₁ кальматаж, щыльнасць, афарбоўку і малую водаправадніковасць.

Пасля сфарміравання гарызонта В₁ ніжэйляжачыя глінафібравыя праслойкі былі ім “закансерваваны” і не адчувалі істотнага ўплыву наступных працэсаў глебаутварэння.

Фарміраванне элювіальна-ілювіальнай тоўшчы, на думку Мікалая Іванавіча, уяўляе сабой першую стадью ў эвалюцыі гэтих глеб. Галоўнымі рухаочымі працэсамі былі механічнае перамяшчэнне гліністых часцінак і фарміраванне агрэгатнага ўзору ю структурнай арганізацыі гарызонтаў.

На другой стадыі развіцця гэтих глеб пераважаюць іншыя працэсы: чаргаванне акісляльна-аднаўленчых працэсаў, вынікам якіх з'яўляецца асвятленне гарызонта А₂ на кантакце з гарызонтом В₁, пераразмеркаванне жалеза і ўтварэнне артштэйнаў, гідроліз зянрят шкілета і плазмы, ўтварэнне гумусу і інш. У выніку сфарміраваўся харктэрны глебавы профіль, які складаецца з чатырох гарызонтаў А₁-А₂- В₁-С (або ў традыцыйным тлумачэнні А₁-А₂- В₁- В₂- В₃ ВС-С).

Якія ж пытанні ставіў і вырашаў Мікалай Іванавіч у работах [14-21] такога напрамку? Перш за ўсё ліквідаваны некаторыя недарэчныя супярэчнасці ў глебазнаўстве. Сутнасць іх заключалася ў наступнага. З аднаго боку, ардзанды (псеўдафібры) лічылі прадуктамі падзолаутварэння, а з другога – іх знаходзілі ў бурых глебах і глебаутваральных пародах. Гыты нонсэнс быў вырашаны шляхам увядзення ў наўкуковы лексікон прастога па форме і ґрунтоўнага па зместу тэрміна “глінафібр”. Пропанавана выразнае дакладнае ўяўленне аб фарміраванні глеб, што развіваюцца на пясчаных і лёсападобных адкладах утрымліваючых бурыя праслойкі. На гэтай падставе быў выдзеляны і ўнесены ў наменклатуру спіс і класіфікацыю новы “глінафібр” род глеб. Упершыню ў беларускім аграглебазнаўстве выказваецца думка, што фарміраванне глеб Беларусі адбываецца пад сумесным уплывам многіх працэсаў, у tym ліку падзола- і глееутварэння, лесіважа і інш. Пры гэтым роля працэсаў, што ўдзельнічаюць у фарміраванні глебавага профілю, з цягам часу мяняецца. Калі на першых стадыях глебаутварэння пераважае канвекцыйны перанос гліністых мінералаў зверху ўніз пад уздзеяннем гравітацыйной вільгаці, дык пасля ўтварэння гарызонта В₁ пачынаюць працаваць глеевы, падзолісты і іншыя працэсы, гэта значыць, што генетычныя гарызонты гетарафенны па свайму паходжанню і ўзнікаюць пад уплывам розных глебаутваральных фактараў.

Другая ідэя, што выказана ў працы [19], тычыцца канцэптуальнай магчымасці скарыстання чацвярцічных парод у якасці глебавага субстрату. Гэта думка з'явілася ў вучонага на падставе глыбокага вывучэння мінеральных складаючых глебавых гарызонтаў і мацярынскіх парод. Было ўстаноўлена, што па хіміка-мінералагічным складзе і агрэгатным узору ю структурнай арганізацыі мінеральная частка ў апошнім выпадку не толькі вельмі блізкая гэткай ворнага гарызонта, але ў многіх выпадках перавышае яе па ўтрыманні элементаў жыўлення раслін (мал. 3).



Мал. 3. Палявыя даследаванні па выяўленні прадукцыйнасці глеб і глебаўтаральных парод: злева – узор агароднай супясчанай глебы, што развіваецца на водна-ледніковай супесі; справа – тая ж супесь з глыбіні 10 м. Культура ячмень. Знешні выгляд раслін і адпаведныя разлікі сведчаць аб адноўкаўных ураджаях (з архіва аўтара артыкула)

Раней навуковую і практычную слушнасць гэтых ідэй ухваляла знакаміты аграхімік Беларусі Т. Кулакоўская (1978) [6].

Адкрытае Мікалаем Іванавічам, ягонымі супрацоўнікамі рэчыўнае падабенства глеб і мацярынскіх парод, высокая патэнцыяльная ўрадлівасць апошніх, іх успрымальнасць да акультурвання дазваляюць паспяхова вырашаць цэлы шэраг экалагічных, сацыяльных, эканамічных, энергетычных, навуковых і іншых праблем. Дастаткова ўсвядоміць гэта на дзяржаўным узроўні і працаваць у тым кірунку, каб наша краіна стала адной з заможных дзяржаў свету.

Пельнай увагі заслугоўваюць патэнты [22-24], у якіх Мікалай Іванавіч і яго супрацоўнікі пропануюць інструментальныя спосабы дыягностыкі глеб і мінералаў.

Таксама да ліку нештатных, так бы мовіць, ягоных прац адносіцца і артыкул “Уплыў мінеральных угнаенняў на генетычныя ўласцівасці дзярнова-падзолістых і дзярнова-падзолістых забалочаных глеб”[21], у якім выказваецца слушная і трывожная думка, што “... интенсивное, преимущественно минеральное агрохимическое воздействие не останавливает процесс обеднения пахатного горизонта (*курсив мой*) наиболее активными тонкодисперсными фракциями”.

Высновы такога кшталту значна пазней былі пацверджаны многімі даследчыкамі. Напрыклад, І.І. Бубен, У.Д. Лісіца, А.С. Саханькоў (2009) паказалі, што ўсяго толькі за двадцать гадоў у асобных раенах Мінскай вобласці 11-19% сугліністых ворных глеб інтэнсіўнага сельскагаспадарчага выкарыстання перайшлі ў другую менш урадлівую разнавіднасць дзякуючы абліягчэнню грануламетрычнага складу ворнага гарызонта.

Наогул працы Мікалая Іванавіча гэтага кірунку [9-24] з'яўляюцца не толькі ўзорам простага рашэння складаных задач, але і натхняюць на пошук інавацыйных спосабаў, энергетычных і рэсурсзберагальных тэхналогій і інш. Тут ён паўстае як нястомні руплівец вывучэння дэтэрмінаваных сувязяў паміж рэчыўным складам і ўласцівасцямі глеб, шырокага выкарыстання мінералагічнай інфармацыі ў аграглебазнаўстве. У гэтай частцы сваёй навуковай дзеянасці Мікалай Іванавіч прытырмліваўся запавету сусветна вядомага знакамітага глебазнаўцы і геахіміка У.І. Вярнадскага, які пісаў: “Для пазнання глеб неабходна старанна і дакладна вывучыць іх мінералогію, гэта значыць пазнаць ўласцівасці, генезіс і змяненні мінералаў, іх складаючых” [2]. У адпаведным выпадку, пагаджаўся Мікалай Іванавіч, нашы веды пра глебы будуть недакладнымі, проблематычнымі і схематычнымі [2]. Цяжка пераацаніць гэтыя працы на фоне набліжаючыхся глабальных пацяплеńня і глебава-дэмографічнага крэзісу.

У асобе Мікалая Іванавіча Смеяна зышоў з навукі цэлы кантынент... Пакуль што мы гэта не усведамляем як мае быць: усё вялікае бачыцца на адлегласці. Другімі словамі, Мікалай Іванавіч – гэта вялікая скарбонка навуковых і практычных ведаў пра аграглебазнаўство, вартая належнага познання і вывучэння. Яго ведалі і паважалі не толькі ў Беларусі.

Пра Мікалая Іванавіча Смеяна, лаўрэата Дзяржаўнай прэміі Беларусі, заслужанага дзеяча навукі, члена групы “2000 знакамітых вучоных XX века” (Кембрый, 2000), акадэміка шмат напісанана. Але яшчэ не адлюстравана велічнае, шматграннае і высакароднае жыццё гэтага чалавека з вялікай літары. Вельмі балюча, што Мікалая Іванавіча ўжо няма з намі.

ЛІТАРАТУРА

1. Афанасьев, Я.Н. Почвы Белоруссии как естественные ресурсы производственных сил страны / Я.Н. Афанасьев // Запіскі Беларускай Дзяржавай Акадэміі с.-г. навук імя Каstryчніцкай Рэвалюцыі. – Горкі: Выдавецтва Акадэміі, 1926. – с. 22-124.
2. Вернадский, В.И. Страница из истории почвоведения / В.И. Вернадский // Очерки и речи – Петроград: Науч. химико-техническое изд-во, 1922. – 26 с.
3. Гедройц, К.К. Природа и происхождение подзола по данным современного почвоведения / К.К. Гедройц, М.Л. Добровольский // Журнал опытной агрохимии. – 1900.– кн. 5. – С. 458-494.
4. Георгиевский, А.К. К вопросу о подзоле / А.К. Георгиевский // Материалы по изучению русских почв. – 1888. – Вып. 4. – С. 1-48.
5. Ковда, В.А. Основы учения о почвах / В.А. Ковда // Общая теория почвообразовательного процесса – М.: Наука, 1973. – Кн. 1. – 446 с.
6. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 270 с.
7. Кучынскі, П.А. Папярэдні нарыс глеб Магілёўскай акругі БССР (у межах 1925 году) / П.А. Кучынскі // Матэр'ялы геолагічнага і глебазнаўчага вывучэння Беларусі – Менск: Выданне БАН, 1930. – Т. 4. – С. 47-70.
8. Роде А.А. Подзолообразовательный процесс / А.А. Роде // Изд. АН СССР. М - Л. 1937. 454 с.
9. По почвам Белоруссии: путеводитель / под ред. Н.И.Смеяна // V съезд Всесоюзного общества почвоведов, Минск, 6–10 июля 1977 г. – Минск: Ураджай, 1977. – 110 с.
10. Лисица, В.Д. О природе зебровидных образований в песчаных почвах БССР / В.Д. Лисица, Н.И. Смеян, Л.С. Сандович // Доклады на V съезде Всесоюзного общества почвоведов / БелНИИПА. – Минск, 1977. – С. 20–26.
11. Смеян, М.І. Эвалюцыя генетычнага профілю глеб, якія развіваюцца на лёсападобных і пясчаных адкладах / М.І. Смеян, В.Д. Лісіца, У.Ц. Сяргеенка // Весці ААН Беларусі. – 1994.– № 1.– С.3-7.
12. Установить микроморфологические параметры и спектральную отражательную способность почв для определения их генетической и классификационной принадлежности: отчет о НИР. // В.Д. Лисица [и др.] / БНИИПА 1981-1985гг. – 141с.– № ГР 1821047022.
13. Разработать приемы использования дистанционных методов картографирования почв и оценки динамики экологических условий: отчет о НИР // В.Д. Лисица [и др.] / БНИИПА 1986-1990 гг. – 124с. – № ГС 01860091532.
14. Смеян, Н.И. О формировании почв на зебровидных песчаных и лёссовидных отложениях Белоруссии / Н.И. Смеян, В.Д. Лисица, В.Т. Сергеенко // Почвоведение. – 2000. – № 7. – С. 800–807.
15. К вопросу о таксономии и номенклатуре почв БССР / Н.И.Смеян [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – Минск: БелНИИПА, 1989. – Вып. 25. – С. 6.
16. Микроморфологическая интерпретация процессов в антропогенно преобразованных торфяных почвах / Н.И. Смеян [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск: Ураджай, 1992. – Вып. 22. – С. 3-8.
17. Smejan, N.I. Mineralogical and micromorphological interpretation of the genetic profile of soils being developed on loess-like and sandy deposits of Belorussia, Proceeding of 15th World Congress of Soil Science. July 10–16. 1944. – Acapulco, 1994. – P. 161–162.
18. Смеян, Н.И. Минералого-микроморфологическая интерпретация поведения цезия-137 в почве / Н.И. Смеян, В.Д. Лисица, В.Т. Сергеенко // Материалы I съезда общества почвоведов. – Минск – Гомель, 1995. – С. 261–262.
19. К вопросу о возможности расширенного агрогеохимического воспроизведения плодородия почв Белоруссии: современные проблемы использования почвенных ресурсов и повышение их производительной способности: материалы Междунар. науч.-произв. конф., Минск, 11–15 ноября 1997 г. / В.Д. Лисица [и др.]. – Минск, 1997. – С. 36–41.
20. Выветривание обломочных известняков и их роль в формировании почв, развивающихся на карбонатной морене / Н.И. Смеян [и др.]. – Минск: БелНИИПА, 2000. – С. 51–52.
21. Смеян, Н.И. Влияние минеральных удобрений на генетические свойства дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почв / Н.И. Смеян, Г.А. Ржеутская // Почвоведение и агрохимия. – 1996. – Вып. 29. – С. 3–17.
22. Способ подготовки препарата илистой фракции почвы для рентгendifрактометрической съемки, исключающей агрегацию частиц илистой фракции: пат. 10475 Респ. Беларусь / Н.И.Смеян [и др.]; заявитель БелНИИПА. – № a20050763; заявл. 26.07.05; опубл. 17.12.2007 // Афіцыйны бл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.
23. Способ определения минералогического состава фракций физической глины почв: пат. 10926 Респ. Беларусь / Н.И.Смеян, Г.С. Цыtron, В.Т. Сергеенко, В.Д. Лисица, С.В. Шульгина; заявитель

БелНИИПА. – № a20060588; заявл. 14.06.06; опубл. 23.04.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.

24. Способ диагностики полугидроморфных минеральных почв: пат. 10543 Респ. Беларусь / Н.И.Смеян [и др.]; заявитель БелНИИПА. – № a20060300; заявл. 04.04.2006; опубл. 14.01.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.

25. Почвы Белорусской ССР / Под ред. Т.Н. Кулаковской, П.П. Рогового, Н.И. Смеяна. – Мин., 1974. – 328 с.

РЕФЕРАТЫ

1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 631.47:631.95

Черныш А.Ф., Радюк А.Э. Касьянчик С.А. Оценка экологической сбалансированности структуры земельного фонда в эрозионных и заболоченных агроландшафтах центральной почвенно-экологической провинции Беларуси // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье приводится сравнительная оценка экологической стабильности территории эрозионных и заболоченных агроландшафтов центральной почвенно-экологической провинции. Установлено, что наиболее существенно снижает экологическую стабильность доля пахотных земель в структуре земельного фонда. В заболоченных агроландшафтах стабильность территории в 2 раза выше, чем в эрозионных.

Табл. 3. Рис. 2. Библиограф. 7.

УДК 631.48:543.42.062

Цытрон Г.С., Бубнова Т.В., Азарёнак Т.Н., Дробыш С.В. Спектральная отражательная способность гумусовых горизонтов агродерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Представлены результаты исследований спектральной отражательной способности агродерново-подзолистых почв Беларуси разного гранулометрического состава. Показано, что коэффициент отражения (КО) агрогумусовых горизонтов почв при одинаковых значениях содержания гумуса определяется и их гранулометрическим составом: легкосуглинистые почвы имеют КО значительно выше, чем песчаные почвы с аналогичным содержанием гумуса. Предпринята попытка разработки диагностики степени окультуренности агродерново-подзолистых почв по величине коэффициента отражения.

Табл.3. Рис.1. Библиогр.6

УДК 631.47

Матыченков Д.В., Цытрон Г.С., Матыченкова О.В., Северцов В.В. Специализированные почвенные базы данных различных уровней информационной системы характеристики почвенного покрова Беларуси // Почвоведение и агрохимия. – 2009 г. – №1(42). – С.

На основании исследований по созданию специализированных почвенных баз данных, в рамках общей информационной системы, характеристики почвенного покрова Беларуси установлены их типы для условий республики, определено содержание на разных уровнях обобщения, способы формирования и этапы создания, основные реляционные связи исходной информации и разработаны возможные варианты их представления.

Табл. 1. Рис. 2. Библиогр. 10.

УДК 631.474:633.1:633.31/37

Шибут Л.И., Цытрон Г.С., Радченко Н.В. Уточнение поправочных коэффициентов на завалуненность почв для зерновых и зернобобовых культур к оценке земель // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42) – С.

На основании экспериментальных данных, полученных путем учета урожая на почвах различной степени завалуненности, уточнены поправочные коэффициенты к баллам почв на завалуненность для основной группы сельскохозяйственных культур, возделываемых в республике, – зерновых и зернобобовых. Коэффициенты дифференцированы в зависимости от объема валунов в м³/га. Выделены 9 групп почв по завалуненности, для которых установлены поправочные коэффициенты.

Табл. 2. Рис. 1. Библиогр. 13.

УДК 631.4:549.905.8

АЛЕКСЕЕВ В.Е., ЛУНГУ М.М. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ЦЕЛИННОЙ И РАСПАХАННОЙ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНО-МОЛДАВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ // ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ. – 2009. – №1(42). – С.

Минералогические исследования силикатной части серых лесных целинной и распаханной (более 100 лет) почв выявили однотипность профилей выветривания минералов, свидетельствующую о генетической преемственности между ними. В пахотном слое установлено повышенное содержание смектита, что может указывать на активизацию в пахотной почве процесса смектитообразования, чему способствует антропогенное снижение в ней кислой реакции. Для обеих почв балансовыми расчетами выявлена неоднородность почвообразующей породы по профилю, совпадающая с их аллювиальными горизонтами.

Табл. 5. Библиогр. 10.

УДК 631.4:549.905.8

Алексеев В.Е., Чербарь В.В., Бургеля А.Н., Варламов Е.Б. Особенности минералогического состава стагниковых черноземов // Почвоведение и агрохимия. – 2009 – №1(42). – С.

На фрагментах плиоценовой поверхности выравнивания северной части Молдовы сформировались своеобразные почвы, получившие название черноземов стагниковых. В отличие от зональных черноземов характеризуются скрытой слоистостью почвообразующей породы, высоким содержанием глинистых минералов, а среди них смектита и иллита. По количественному соотношению этих минералов обнаруживает сродство как с современными аллювиальными слитыми почвами, так и слитыми черноземами. Стагниковые черноземы рассматриваются как почвы полигенетичного ряда.

Табл. 6. Библиогр. 16.

УДК 631.417.2:633.1

Трипольская Л., Романовская Д., Шлепетене А. Баланс гумуса и его качества при разных системах удобрений в зерновом севообороте // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В 1998-2005 гг. выполнены исследования по сравнению эффективности различных агротехнических приемов (внесения навоза, изменения структуры севооборота, основного и пожнивного зеленого удобрения, соломы) на содержание и качественный состав гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы в зерновом севообороте.

Установлено, что внесение зеленого удобрения и соломы злаковых позволяет поддержать стабильный баланс гумуса, а их эффективность адекватна внесению небольших доз (30 т/га) навоза. При их внесении в почве аккумулируется больше гуминовых кислот за счет накопления фракций свободных кислот и связанных с глинистыми минералами. Направление гумификации растительных остатков также зависело от гидротермических условий их разложения.

Табл. 2. Библиогр. 15.

УДК 631.474

Радченко Н.В. Контурность пахотных земель Беларуси и ее учет при качественной оценке земель // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье представлены результаты исследований по контурности пахотных земель республики, как показателя, оказывающего влияние на их плодородие. Установлены основные факторы, влияющие на формирование размеров контуров пахотных земель республики.

Приведена группировка пахотных земель республики по средним размерам контуров обрабатываемых участков на основе данных кадастровой оценки земель в разрезе районов и областей республики. Показано влияние контурности на величину урожайности сельскохозяйственных культур и представлены данные корреляционного анализа между средним размером контура обрабатываемого участка и урожайностью зерновых, указывающими на их тесную зависимость ($r=0,77$).

Табл. 3. Рис. 2. Библиогр.7.

УДК 626:8:624.131.6

Жибуртович К.К., Жишкевич М.М., Еднач В.Н., Авраменко П.В. К вопросу о методике расчета пористости почвогрунтов // Почвоведение и агрохимия. – 2009 – №1(42). – С.

На основе применения методов математического планирования и анализа эксперимента разработаны алгоритм и вероятностно-статистические модели для расчета общей и эффективной пористостей минеральных грунтов легкого механического состава в функции от их гранулометрического состава. Погрешность оценки при этом не превышает 10%.

Табл. 6. Библиогр. 7.

2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 633.11:631.81.095.337:631.445.2

Лапа В.В., Ломонос М.М., Кулеш О.Г., Малей Е.С. Шпока Е.И. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности применения минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Отмечено, что основное внесение $N_{60}P_{60}K_{120}$ и подкормка азотом в дозе 30 кг/га д.в. в фазу первого узла обеспечило получение максимальной урожайности зерна 68,2 ц/га. Наиболее качественное зерно получено в варианте с дробным внесением $N_{60+30+30}$ на фоне применения $P_{60}K_{120}$: содержание белка в зерне яровой пшеницы составило 12,0%, а клейковины – 32,5% при 1-ой группе качества. Сумма критических аминокислот – 10,17 г/кг зерна, незаменимых – 36,24 г/кг зерна.

Табл. 4. Рис.1. Библиогр. 15.

УДК 633.11:631.84:631.445.2

Картавенкова Л.П., Счастная А.А. Эффективность различных доз и сроков применения азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье представлены результаты изучения эффективности применения различных доз и сроков внесения азотных подкормок для озимой пшеницы сорт Сюита. Установлено, что наиболее целесообразна четырехкратная азотная подкормка ($N_{60} + N_{40} + N_{15} + N_{15}$), которая повышает урожайность на 38,1 ц/га, содержание клейковины на 13,9%.

Табл.2. Библиогр. 4.

УДК 633.1:631.84

Абарова Е.Э. Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность сортов ячменя // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В данной статье приведены трехлетние результаты по изучению влияния доз и форм азотных удобрений, внесенных в один и несколько приемов, на урожайность трех сортов кормового ячменя Дзюссы, Гонар и Якуб и сортовая специфика использование азота удобрений растениями.

Табл. 4. Библиогр. 15.

УДК 631.82:631.445.24:633.16

Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Грачева А.А. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя Гонар при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Применение доз и соотношений минеральных удобрений под ячмень сорта Гонар при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве в стационарном опыте показало, что оптимальный урожай на уровне 40-45 ц/га формируется при использовании системы удобрения с поддерживающим балансом фосфора и калия на фоне последействия органических удобрений.

Табл. 7. Библиогр. 5.

УДК 631.84:633.11:631.445.2

Ганусевич А.Г. Влияние новых форм жидких азотных удобрений на запасы минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании яровой пшеницы // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье приведены результаты полевых исследований (2006-2008 гг.) по влиянию жидких азотных удобрений КАС с добавками микроэлементов и биологически активных веществ и жидких комплексных удобрений (ЖКУ), используемых в качестве некорневых подкормок, на содержание и изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве за вегетационный период яровой пшеницы сорта Рассвет.

Табл. 4. Библиогр. 12.

УДК 631.8:633.854.494:631.445.2

Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Бирюкова О.Н., Туров В.В. Влияние удобрений на кормовую ценность зеленой массы ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С.

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее высокая урожайность зеленой массы ярового рапса получена при внесении $N_{110}P_{60}K_{120}$ на фоне последействия 40 и 60 т/га навоза – 41,5-42,9 т/га при средней прибавке урожая от минеральных удобрений – 15,7 т/га, последействия органических удобрений – 4,7 т/га.

Внесение органических и минеральных удобрений в данных вариантах обеспечило получение зеленой массы с оптимальными зоотехническими показателями: сбор кормовых и кормопroteиновых единиц в среднем составил соответственно 5,91 и 7,17 т/га, содержание сырого белка – 17,4%, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – 119 г при соотношении K/(Ca + Mg)=1,71.

Табл. 3. Рис. 2. Библиогр. 16.

УДК 631.8: 633.358: 633.256: 631.445.2

Цвирков В.В., Босак В.Н. Кормовая продуктивность и качество горохо-ячменной смеси в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С.

В ИССЛЕДОВАНИЯХ С ГОРОХО-ЯЧМЕННОЙ СМЕСЬЮ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ 20-60 Т/ГА УВЕЛИЧИЛО СБОР КОРМОВЫХ ЕДИНИЦ НА 5,8-27,5 Ц/ГА ПРИ ОБЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ 61,0-93,8 Ц/ГА К.ЕД. И ОКУПАЕМОСТИ 1 Т НАВОЗА 29,0-48,0 К. ЕД. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ 1 К.ЕД. ПЕРЕВАРИМЫМ ПРОТЕИНОМ В ВАРИАНТАХ С ВНЕСЕНИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ СОСТАВИЛА 172-223 Г, СОДЕРЖАНИЕ СЫРОГО БЕЛКА – 17,3-21,7%.

ВНЕСЕНИЕ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ $N_{60}P_{40}K_{80}$ СПОСОБСТВОВАЛО ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ СБОРУ 12,1-18,3 Ц/ГА К.ЕД. ПРИ ОКУПАЕМОСТИ 1 КГ НРК 6,7-10,2 К. ЕД.

Удельный вынос азота с 1 т зеленой массы горохо-ячменной смеси составил 6,6-8,9 кг, фосфора – 2,1-3,2, калия – 6,3-8,1, кальция – 1,3-1,6, магния – 1,0-1,2 кг.

Табл. 3. Рис. 1. Библиогр. 16.

УДК 631.415: 91(476)

Клебанович Н.В. К вопросу оценки изменения кислотности почв Беларуси // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Дан анализ состояния кислотности почв сельскохозяйственных земель до начала интенсивного известкования, показана относительно высокая кислотность пахотных почв на лессовидных породах и пониженнная – на моренных отложениях. Установлено, что современная кислотность пахотных почв не связана с исходными свойствами, а зависит лишь от уровня химической мелиорации. Доказана значительная дифференциация по районам страны по уровню эффективности известкования.

Табл.1. Рис. 6. Библиогр. 4.

УДК 633.358:631.821:631.445.2

Германович Т.М., Царук И.А. Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С.

В полевых исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с pH 5,51-6,00, установлено, известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы оказывало положительное влияние на показатели фотосинтетической деятельности посевов гороха.

Применение доломитовой муки и карбонатного сапропеля на фоне минеральных удобрений ($N_{16}P_{60}K_{90}$) увеличивает сбор белка в зерне гороха и отдельных незаменимых аминокислот, влияние мела на качество зерна гороха значительно не проявляется.

Известкование различными формами известковых мелиорантов, внесение калийных удобрений оказывало положительное влияние на содержание такой важной незаменимой аминокислоты, как лизин, значительно повышая этот показатель, причем наибольшее влияние оказывало внесение в почву мела.

Табл. 6. Библиогр. 10.

УДК 631.82:631.81.095.337:633.367.1:633.367.2

Шик А.С., Антонюк А.С. Комплексное применение минеральных удобрений при возделывании желтого и узколистного люпина на мелиорированных почвах Белорусского Полесья // Почвоведение и агрохимия. – 2009 – №1(42). – С.

Представлены результаты исследований, полученные в условиях дефицита влаги в стационарном опыте (2006–2008 гг.) на различных по происхождению минеральных почвах западной части Белорусского Полесья, в посевах желтого и узколистного люпина. Установлено положительное влияние внесения доз микро- и макроудобрений на урожайность и качество зерна и зеленой массы.

Табл. 3. Библиогр. 14.

УДК 631.84' 5:635.652

Пироговская Г.В., Русалович А.М., Сороко В.И., Сазоненко О.П., Исаева О.И., Аутко А.А. Эффективность комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с микроэлементами в технологии возделывания спаржевой фасоли // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С.

В статье приведены данные о новых формах комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с добавками микроэлементов для фасоли спаржевой. Даны их эффективность на почвах с разным уровнем плодородия и влияние на качество продукции.

Табл. 9. Библиогр. 9.

УДК 635.1/.8:631.812.2

Тарасенко С.А., Смольский В.Г., Тарасенко В.С. Эффективность жидких комплексных удобрений на основе нитрата калия и Белвито на овощных культурах открытого грунта // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С.

Приведены результаты исследований с новыми видами жидких комплексных удобрений на капусте белокочанной, моркови, столовой свекле и луке. Показано, что использование данных удобрений способствует повышению урожайности овощных культур, улучшению качества получаемой продукции, а также увеличению рентабельности на 23-39%.

Табл. 5. Библиогр. 9.

УДК 633.791:631.83'5

Милоста Г.М., Лапа В.В. Продуктивность хмеля в зависимости от доз минеральных удобрений // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком, в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района Брестской области установлено, что максимальная урожайность шишек хмеля (16,3-19,3 ц/га) и содержания в них α-кислот (11,3-12,0%) для сорта Hallertauer Magnum обеспечивается при внесении $N_{180}P_{160}K_{240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений.

Табл. 3. Библиогр. 3.

УДК 631.81.0.95.337:633.15

Кляусова Ю.В., Рак М.В. Влияние некорневой подкормки цинком, йодом и селеном на урожайность и микроэлементный состав зелёной массы и зерна кукурузы // Почвоведение и агрохимия. – 2009 г. – №1(42). – С.

Некорневая подкормка кукурузы йодидом калия в дозе 60 г/га д.в. в сочетании с сульфатом цинка в дозе 150 г/га д.в. на обоих уровнях минерального питания (50 т/га навоза+ $N_{120} P_{60} K_{120}$ -Фон 1 и 50 т/га навоза+ $N_{180} P_{90} K_{180}$ -Фон 2) обеспечивала увеличение урожайности зелёной массы на 67-80 ц/га и зерна на 9,6-11,6 ц/га. Внесение возрастающих доз йодида калия 60, 120, 180 г/га д.в. в сочетании с цинком в дозе 150 г/га д.в. приводило к увеличению содержания йода до оптимальных значений в зелёной массе кукурузы и составляло 0,41-0,72 мг/кг сухой массы. Влияние этих же доз на накопление йода зерном кукурузы было существенным, но не достигало оптимальных показателей (0,4-1,5 мг/кг сухой массы). Содержание цинка в зелёной массе и зерне кукурузы соответствовало нижнему уровню оптимальных значений и варьировало от 20,0 до 24,3 мг/кг в зелёной массе и от 21,0 до 24,5 мг/кг в зерне.

Внесение селена в дозах 30, 60, 90 г/га д.в. на обоих уровнях минерального питания не приводило к достоверному увеличению урожайности зеленої массы и зерна кукурузы, но способствовало накоплению селена в урожае в пределах оптимальных значений 100-500 мкг/кг сухой массы.

Табл. 4. Библиогр. 9.

УДК 631.8.022.3:[631.84+631.81.095.337]:631.445.24:633.11

Рак М.В., Титова С.А. Эффективность применения селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В полевом опыте с яровой пшеницей, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, изучена эффективность применения новых форм селенсодержащих азотных удобрений для оптимизации содержания селена в зерне. Установлено, что внесение селенсодержащих азотных удобрений под яровую пшеницу не оказывает существенного влияния на повышение урожайности, но способствует накоплению этого элемента в зерне до оптимальной концентрации при введении селена в КАС в дозах 0,25-0,35 кг/га и в карбамид – 0,05-0,25 и 0,35 кг/га.

Табл. 3. Библиогр. 6.

УДК 631.81.095.337:633.32:631.559

Рак М.В., Сафоновская Г.М., Барашкова Е.Н. Влияние сроков и доз внесения селена в некорневую подкормку клевера лугового на урожайность и содержание элемента в растениях // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В полевом опыте с клевером луговым, возделываемом на дерново-подзолистой супесчаной почве, низкообеспеченной селеном, изучены сроки и дозы некорневой подкормки посевов селенитом натрия. Установлено, что при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой почве с низкой обеспеченностью общим селеном, планируемой урожайностью сухой массы в сумме двух укосов более 75 ц/га, некорневая подкормка раствором селениита натрия в начале стеблевания в дозе 20-25 г/га, или в бутонизацию в дозе не более 20 г/га под укос обеспечивает рост содержания селена в сухой массе до оптимальных значений. Данный агротехнический прием обеспечивает получение чистого дохода на 1 руб. затрат 0,37 руб. без учета зоотехнической ценности обогащенного селеном корма.

Табл. 4. Рис. 1. Библиогр. 6.

УДК 631.8.022.3:631.11

Вильдфлущ И.Р., Батыршаев Э.М. Эффективность совместного внесения КАС с микроудобрениями при возделывании озимых пшеницы и тритикале // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье приведены результаты полевых опытов о действии раздельного и комплексного применения кас с микроудобрениями на урожайность озимых пшеницы и тритикале, качество зерна и экономическую эффективность исследуемых приемов.

наиболее высокая урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 2005-2007 гг. (64,6 ц/га), выход сырого белка 9,3 ц/га, чистый доход 354,2 \$/га и рентабельность 196% получены при совместном применении кас с комплексным микроудобрением витамар-з на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$.

наиболее высокая урожайность зерна озимого тритикале в среднем за 2005-2007 гг. (64,5 ц/га), выход сырого белка 9,0 ц/га, чистый доход 152,1 \$/га и рентабельность 92% получены в варианте $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС С ВИТАМАРОМ-3.

Табл. 4. Библиогр. 18.

УДК 635.21:631.811.98

Сидоренко Т.Н., Тихонова Л.Г. Эффективность применения микроудобрений Хелком и Сейбит при возделывании картофеля // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В статье приведены результаты исследований по применению микроудобрений Хелком и Сейбит на урожайность и биохимические показатели клубней картофеля.

Табл. 4. Библиогр. 11.

УДК 633.88:582.975:631.81.095.337(476.6)

Милоста А.Г., Бруйло А.С., Милоста Г. М. Влияние доз и способов внесения борного удобрения на продуктивность валерианы лекарственной на дерново-подзолистой супесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009 г. – №1(42). – С.

Для получения максимальной урожайности и корней и корневищ валерианы высокого качества рекомендуется на дерново-подзолистых супесчаных почвах при содержании подвижных форм бора не более 0,5 мг/кг почвы, внесение бора по вегетирующему растениям валерианы лекарственной в норме – В_(0,050+0,050+0,050) или в почву – В_{1,5} кг/га на фоне органических (60 т/га) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{120}$). Внесение бора по вегетирующему растениям – В_(0,050+0,050+0,050) или в почву – В_{1,5} кг/га равноценно по их влиянию на урожайность 23,0-23,3 ц/га) и содержание экстрактивных веществ (27,8-27,9 %) в корнях и корневищах. Соответственно, в этих вариантах получен и максимальный сбор экстрактивных веществ с единицы площади (6,36-6,49 ц/га).

Табл. 3. Библиогр. 4

УДК 633.791:579.222:631.84(476.6)

Милоста Г.М., Жебрак И.С., Пироговская Г.В. Антимикробная активность водных настоев шишек хмеля в зависимости от системы удобрения // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Результаты полевых и лабораторных исследований по установлению антимикробной активности шишек хмеля свидетельствуют, что водные настои шишек хмеля обладают высокой антибактериальной и микоцидной активностью. По степени воздействия настоя шишек хмеля (микоцидного действия) микроорганизмы расположились в следующем порядке: *Saccharomyces cerevisium* > *Escherichia coli* > *Staphylococcus aureus* > *Candida albicans*. Наиболее высокой микоцидной активностью обладают водные настои шишек при применении N_{60-120} на фоне $P_{120}K_{160}$ и 30 т/га органического удобрения. При увеличении доз азота до $N_{180-240}$ отмечалось некоторое снижение микоцидного влияния хмеля на микроорганизмы.

При применении комплексных удобрений – (NPK – 13:12:19 и 13:7:17-19) имеющих в своем составе бор, цинк и др. антибактериальная активность водного настоя шишек хмеля возрастила по сравнению с внесением смеси стандартных азотно-фосфорно-калийных удобрений.

Табл. 2. Библиогр. 8.

УДК 631.83:635.654:631.559:631.445.2

Михайловская Н.А., Баращенко Т.Б., Дюсова С.В. Влияние Калипланта на урожайность гороха и потребление калия на дерново-подзолистой супесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Установлено, что эффективность Калипланта и его действие на потребление разных по степени подвижности форм почвенного калия растениями горохом тесно связаны с содержанием подвижного калия в почве и дозой калийного удобрения. На дерново-подзолистой супесчаной почве значительное стимулирующее действие Калипланта на потребление водорастворимого, обменного и необменного

калия растениями гороха отмечено при следующих условиях: на 1-ом уровне обеспеченности (94 мг/кг K₂O) – в вариантах NP, NPK₆₀ и NPK₉₀; на 2-ом уровне (146 мг/кг K₂O) – в вариантах NP и NPK₆₀ и на 3-ем уровне (164 мг/кг K₂O) – в варианте NP.

Табл. 1. Рис. 5. Библиогр. 11.

УДК 631.8.022.3

Лапа В.В., Пироговская Г.В., Жабровская Н.Ю., Шкуринов П.И. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В Институте почвоведения и агрохимии разработаны комплексные удобрения для отдельных сельскохозяйственных культур. Отличительная особенность комплексных удобрений заключается в том, что макро-, микроэлементы, регуляторы роста включены в одну гранулу с наиболее приемлемым соотношением элементов питания для конкретной культуры и с учетом почвенного плодородия. Разработанные удобрения защищены патентами Республики Беларусь и Евразийского патентного ведомства, производятся в широком масштабе и успешно применяются в хозяйствах республики.

Табл. 1. Рис. 3. Библиогр. 6.

УДК 631.415.1:631.438

Путятин Ю.В., Адианова О.Б. Прогноз снижения коллективной дозы населения Республики Беларусь за счет оптимизации кислотности почв, загрязненных ⁹⁰Sr // Почвоведение и агрохимия. – 2009. №1(42). – С.

Представлены результаты исследований по изучению эффективности оптимизации почвенной кислотности на снижение коллективной дозы облучения ⁹⁰Sr на население Республики Беларусь. На основании анализа «затраты-выгода» показано, что затраты на предотвращение коллективной дозы при известковании почв под зерновые культуры составляют 21-170 тыс. \$ на 1 чел.-Зв в зависимости от плотности загрязнений почв ⁹⁰Sr загрязненных районов.

Табл. 2. Рис. 1. Библиогр. 13.

УДК 632.15:631.416.3

Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Лукашенко Н.К. Пространственное распределение химических загрязнителей в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий». Сообщение 3. Тяжелые металлы // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

В результате почвенно-экологического обследования сельскохозяйственных земель, прилегающих к предприятиям ПО «Беларуськалий», установлено пространственное распределение тяжелых металлов в почвах.

Основными загрязнителями почв сельскохозяйственных земель этой зоны являются свинец и кадмий, которые в повышенных количествах обнаруживаются в почвах, непосредственно прилегающих к производственным зонам 1-4 рудоуправлений и в почвах придорожных полос.

Табл.4. Рис.5. Библиогр. 12.

УДК 632.122:630*273

Пироговская Г.В., Хмелевский С.С, Кабашникова Л.Ф. Влияние агротехнических приемов на развитие клена остролистного и содержание тяжелых металлов и пигментов в листьях // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №1(42). – С.

Приведены результаты исследований загрязнения почвы и древесных насаждений клена остролистного в придорожной полосе г. Минска. Установлена взаимосвязь содержания тяжелых металлов в почве и растениях с содержанием фотосинтетических пигментов. Выявлено влияние агротехнических приемов (применение новых форм удобрений и мелиорантов) на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях, а также на прирост верхушечного и боковых побегов клена остролистного в городских условиях.

Табл. 7. Библиогр. 12.