

твенных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2008. – 36 с. 6.

22. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск: Бизнесофсет, 2020. – 742 с.

23. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

EFFICIENCY OF RAW MILLED DOLOMIT IN ACTION AND AFTER EFFECT ON SOD-PODZOLIC LOAM SOILS, COHESIVE SANDY AND LIGHT LOAMY SOILS

**H. V. Pirahouskaya, V. I. Saroka, S. S. Khmialeusky, A. S. Maksimchuk,
I. E. Yermalovich, K. V. Danilenka, V. B. Liavontsyeu, I. A. Kryuko,
O. N. Kavalenka, A. S. Naprechkina**

Summary

The article presents the data on the effectiveness of dolomite meal and raw-ground dolomite used in the shift of crops (2019–2021) on sod-podzolic mellow Sandy loam soils (Minsk region), on tilth sod-podzolic light loam and on sandy loam soils and light loam soils used for pastures (Vitebsk region). The influence of limestone ameliorants on crop yields of crop rotations, their efficiency, the content of nutrients in the principal product, the shift of soil acidity from 1 ton of CaCO_3 in 1 year of action and in 1–2 years of their aftereffect is shown. The economic effectiveness (Fertilizer profit) of the use of dolomite meal and raw-ground dolomite in the crop rotation millet (2019)–ats (2020)–barley (2021) on sod-podzolic mellow sandy loam soil has been calculated.

Поступила 17.11.21

УДК 631.8:633.11

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СРЕДНЕОКУЛЬТУРЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

**Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, Т. М. Кирдун, Т. В. Мачок, О. М. Бирюкова,
Ю. А. Белявская, М. М. Торчило**

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В структуре посевных площадей зерновые и зернобобовые культуры в среднем по республике занимают 42–43 %, на 22–23 % этих площадей размещаются посевы озимой пшеницы. За последние 5 лет урожайность зерна данной культуры в среднем составила 37,1 ц/га, при средних дозах удобрений в этот период:

органических – 5,7 т/га, азотных – 101 кг/га, фосфорных – 30 кг/га, калийных – 94 кг/га (NPK 225 кг/га, соотношение N:P:K 1:0,3:0,9) [1–5].

В современных условиях важно не только стремиться к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, но и к снижению себестоимости, т. е. по возможности наращивать производство конкурентоспособной продукции. Для этого необходимо максимально задействовать малозатратные приемы в технологиях возделывания культур [6]. Снижения себестоимости продукции можно добиться используя излишки соломы на удобрение, т. е. при планировании доз удобрений учитывать содержание органического вещества и элементов питания, поступающих с соломой; усовершенствованием системы удобрения с учетом последних агрохимических исследований [7, 8].

Для удовлетворения разнообразного спроса населения республики в хлебо-булочных, кондитерских, макаронных и других изделиях требуется зерно определенного ассортимента и качества. Содержание белка определяет характер использования пшеницы: для хлебопечения необходимо зерно с содержанием белка 14–15 %, для макаронных изделий – 17–18 %. При оценке хлебопекарных свойств большое значение имеют количество и качество клейковины [9–11]. Результаты анализов зерна пшеницы, поступающего на заготовительные приемные пункты Беларуси в последние годы, свидетельствуют о том, что основная часть его не соответствует требованиям хлебопекарной промышленности. По этой причине на закупку продовольственного зерна государством ежегодно затрачиваются значительные средства, а зерно пшеницы собственного производства в больших объемах используется на фуражные цели для животноводства, в результате сельхозпроизводители теряют значительные суммы денег. На технологические свойства зерна пшеницы влияют режим температур, обеспеченность осадками, плодородие почв, степень их окультуренности, система удобрения и ряд других внешних факторов. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь не позволяют получать высококачественное зерно на уровне сильной пшеницы, однако имеются вполне реальные возможности для повышения качества зерна мягкой пшеницы.

Цель исследований заключается в изучении эффективности систем удобрения озимой пшеницы на среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт с озимой пшеницей сорт Августина проводили на опытном поле Института, расположенном в ПРУП «Э/б им. Котовского» Узденского района Минской области на среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве. Агрохимическая характеристика пахотного слоя 1-го поля: рН – 5,59, гумус – 2,18 %, содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 157 мг/кг, калия (K_2O) – 185 мг/кг, обменных форм кальция (CaO) – 1046 мг/кг, магния (MgO) – 151 мг/кг; 2-го поля: рН – 5,58, гумус – 1,98 %, содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 161 мг/кг, калия (K_2O) – 179 мг/кг, обменных форм кальция (CaO) – 1002 мг/кг, магния (MgO) – 164 мг/кг.

Опыт проводится в двух полях, первое поле открыто в 2019 г. Повторность вариантов четырехкратная, размер делянки – 31,2 м², учетная – 24 м².

Минеральные удобрения аммонизированный суперфосфат и хлористый калий внесены, согласно схеме опыта, осенью с последующей заделкой, один вариант по вспашке. Азотные удобрения внесены весной в три приема. Первую подкормку проводили КАС в фазу начало активной вегетации растений, последующие карбамидом в фазы 1-го узла и появления флаг листа. Солому предшественника (3 т/га) измельчали и распределяли равномерно по делянкам, в вариантах без соломы ее убирали с поля. По измельченной соломе, согласно схеме опыта, вносили микробное удобрение Жыцьень в дозе 3 л/га и КАС в дозе 20 кг д.в./га с последующей заделкой дисками. В качестве основной обработки почвы применяли вспашку на глубину 20 см.

Белок и клейковину в зерне определяли на спектрофотометре «Инфронео».

В первом поле озимая пшеница посеяна 16 сентября 2019 г. с нормой высева 248 кг/га (6,3 млн семян). В период осенней вегетации выполнен подсчет взошедших растений. В результате установлено, что взошло 5,5 млн растений пшеницы, соответственно полевая всхожесть составила 87 %. Теплая бесснежная зима способствовала 98 % перезимовке озимой пшеницы. При этом основной период формирования и налива зерна был в целом благоприятным для озимой пшеницы, что обеспечило высокую урожайность зерна в 2020 г.

Во втором поле озимая пшеница посеяна 14 сентября 2020 г. с нормой высева 250 кг/га (5,4 млн семян). В период осенней вегетации особенно сухим (ГТК 0,7) выдался сентябрь, что отрицательно сказалось на всходах озимой пшеницы – полевая всхожесть составила 78 %. Выпадение снега на слабозамерзшую почву (среднесуточная температура в декабре – –1,2 °С, обильные осадки в виде снега в январе – 109 мм (в 2,3 раза выше нормы) и длительное сохранение снежного покрова (до середины марта) способствовали сильному развитию снежной плесени на озимой пшенице. В результате перезимовало всего 66 % растений.

В 2020 г. в период ранневесенней подкормки (06.04) средняя влажность пахотного слоя составила 15,8 %, в период трубкувания (04.05) – 13,2 %, в фазу выхода флаг листа (25.05) – 8,9 %. В 2021 г. в период ранневесенней подкормки (09.04) средняя влажность пахотного слоя составила 18 %, в фазу выхода флаг листа (26.05) – 19 %, в период налива и созревания зерна растения пшеницы испытывали сильный дефицит влаги – влажность почвы была на уровне 7,22 % (12.07) и 7,68% (29.07), к уборке влажность почвы составила 12,61.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

За счет эффективного плодородия среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 2 года составила 38,6 ц/га (табл. 1). Следует отметить, что погодные условия периода вегетации озимой пшеницы в 2019–2020 гг. способствовали формированию более высокой урожайности, чем 2020–2021 гг.: на контроле – на 32 %, в удобренных вариантах – на 24 %. Содержание сырого белка и клейковины в зерне наоборот более высоким было в 2021 г.

Таблица 1

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га
	2020 г.	2021 г.	среднее	
Без удобрений (контроль)	43,9	33,2	38,6	–
N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	64,5	56,5	60,5	21,9
Адоб Профит 4-12-38, 4 кг/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀	64,4	60,4	62,4	23,8
ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + N ₆₀₊₃₀₊₄₀ P ₄₀ K ₃₅	68,3	58,9	63,6	25,0
Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + N ₆₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₀ K ₅₀	70,9	58,3	64,6	26,0
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	65,1	54,4	59,8	21,2
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀₊₁₀ P ₆₅ K ₁₁₅	68,2	53,7	61,0	22,4
Солома + Жыцьень, 3 л/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	69,9	54,4	62,2	23,6
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	74,9	53,3	64,1	25,5
Солома + N _{20(КАС)} + N _{70до opt +40+40} P ₆₅ K ₁₁₅	69,8	52,0	60,9	22,3
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅ (по вспашке)	66,5	54,0	60,3	21,7
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₅ *K ₇₀ *	72,2	52,9	62,6	24,0
НСР ₀₅	5,3	4,3	4,8	4,8

* Дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитаны с учетом поступления данных элементов с соломой.

Внесение N₇₀₊₄₀₊₄₀ P₆₅K₁₁₅ обеспечило рост урожайности зерна в среднем за 2 года на 21,9 ц/га или 57 %. Кроме роста урожайности внесение удобрений способствовало увеличению содержания в зерне сырого белка с 9,04 % до 14,03 % (табл. 2) и клейковины – с 17,64 до 27,59 %, т. е. пшеница, выращенная без удобрений пригодна только на фураж, в то время как в удобренных вариантах зерно пшеницы соответствует требованиям, предъявляемым к продовольственному зерну пшеницы 2–3 класса (табл. 3).

Таблица 2

Влияние различных систем удобрения на содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы

Вариант	Содержание сырого белка, %			
	2020 г.	2021 г.	среднее	прибавка
Без удобрений (контроль)	8,54	9,54	9,04	–
N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	13,56	14,49	14,03	4,99
Адоб Профит 4-12-38, 4 кг/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀	12,90	14,02	13,46	4,42
ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + N ₆₀₊₃₀₊₄₀ P ₄₀ K ₃₅	13,05	14,67	13,86	4,82
Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + N ₆₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₀ K ₅₀	13,02	14,96	13,99	4,95
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	13,48	14,98	14,23	5,19
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀₊₁₀ P ₆₅ K ₁₁₅	13,61	14,79	14,20	5,16
Солома + Жыцьень, 3 л/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	13,34	15,45	14,40	5,36
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	13,34	15,13	14,24	5,2

Вариант	Содержание сырого белка, %			
	2020 г.	2021 г.	среднее	прибавка
Солома + N _{20(КАС)} + N _{70до опт +40+40} P ₆₅ K ₁₁₅	13,55	15,21	14,38	5,34
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅ (по вспашке)	13,37	14,58	13,98	4,94
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₅ *K ₇₀ *	13,34	14,89	14,12	5,08
НСП ₀₅	0,72	0,49	0,62	0,62

* Дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитаны с учетом поступления данных элементов с соломой.

Таблица 3

**Влияние различных систем удобрения на содержание клейковины
в зерне озимой пшеницы**

Вариант	Содержание клейковины, %			
	2020 г.	2021 г.	среднее	прибавка
Без удобрений (контроль)	17,68	17,60	17,64	–
N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	25,92	29,26	27,59	9,95
Адоб Профит 4-12-38, 4 кг/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀	25,63	28,04	26,84	9,20
ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + N ₆₀₊₃₀₊₄₀ P ₄₀ K ₃₅	25,27	30,16	27,72	10,08
Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + N ₆₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₀ K ₅₀	25,18	31,39	28,29	10,65
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	26,61	31,76	29,19	11,55
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀₊₁₀ P ₆₅ K ₁₁₅	26,64	30,93	28,79	11,15
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	26,28	32,99	29,64	12,00
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	25,73	32,14	28,94	11,30
Солома + N _{20(КАС)} + N _{70до опт +40+40} P ₆₅ K ₁₁₅	27,11	32,21	29,66	12,02
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅ (по вспашке)	26,94	29,58	28,26	10,62
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₅ *K ₇₀ *	25,51	30,72	28,12	10,48
НСП ₀₅	1,37	1,47	1,42	1,42

* Дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитаны с учетом поступления данных элементов с соломой.

В варианте, где озимая пшеница посеяна без фосфорных и калийных удобрений, двукратная некорневая обработка комплексным удобрением Адоб Профит 4-12-38 в дозе по 2 кг/га: 1-я в фазу кущения осенью, 2-я в период начала активной вегетации весной, по действию на урожайность (62,4 ц/га) была аналогичной внесению P₆₅K₁₁₅. Снижение доз фосфорных и калийных удобрений на 25 и 80 кг д. в. соответственно и азотных удобрений на 20 кг/га на фоне внесения 40 т/га подстильного навоза крупного рогатого скота не оказало существенного влияния на урожайность зерна по сравнению с минеральной системой удобрения.

Запашка 3 т/га соломы, что в переводе в условный навоз составило 10,5 т/га, и снижение дозы подстильного навоза крупного рогатого скота с 40 до 30 т/га и внесение на этом фоне N₆₀₊₄₀₊₄₀P₅₀K₅₀ не повлияло на урожайность зерна по сравнению с внесением ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + N₆₀₊₃₀₊₄₀P₄₀K₃₅.

Запашка соломы без компенсирующей дозы азота в варианте Солома + $N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$ в среднем за 2 года не оказала существенного влияния на урожайность зерна по сравнению с аналогичным вариантом без соломы. Дополнительная некорневая подкормка N_{10} в период колошение – налив зерна в годы проведения исследований была неэффективной как по влиянию на урожайность, так и на содержание белка и клейковины.

Обработка соломы микробным удобрением Жыцень в дозе 3 л/га обеспечила выраженную тенденцию роста урожайности зерна в 2020 г. (+4,8 ц/га) и не оказала влияния в 2021 г. Внесение компенсирующей дозы азота по соломе (N_{20}) в виде КАС увеличило урожайность зерна на 9,8 ц/га в 2020 г. и не оказало существенного влияния в погодных условиях вегетации озимой пшеницы в 2020–2021 гг.

Ранневесенняя подкормка озимой пшеницы азотом в 2020 г. проведена в два срока: 18 марта, когда у растений появились белые корешки (вар. Солома + $N_{20(КАС)} + N_{70 \text{ до опт}+40+40}P_{65}K_{115}$) и 6 апреля в остальных вариантах. После 18 марта по 6 апреля наблюдались аномально низкие температуры воздуха – среднесуточная температура за этот период составила 3,8 °С, поэтому, несмотря на появление белых корешков уже к 18 марта, оптимальным сроком подкормки считаем 6 апреля, при установлении среднесуточных температур выше 5 °С. В 2021 г. первая подкормка озимой пшеницы азотом проведена 31 марта, когда у растений начали появляться белые корешки (вар. Солома + $N_{20(КАС)} + P_{65}K_{115} + N_{70 \text{ до опт}+40+40}$), однако со 2 по 9 апреля наблюдались ночные заморозки, а среднесуточная температура не превышала 3,9 °С, и 9 апреля, когда среднесуточная температура воздуха перешла +5 °С, поэтому, несмотря на появление белых корешков уже к 31 марта, оптимальным сроком подкормки считаем 9 апреля. Разница в урожайности между этими сроками подкормки в 2020 г. составила 5,1 ц/га, в 2021 г. – была не существенной.

Во всех вариантах фосфорные и калийные удобрения внесены под вспашку за исключением одного варианта, где они внесены по вспашке. В данном варианте в течение 2 лет не отмечено существенного влияния данного агроприема на урожайность и качество зерна пшеницы

Снижение доз фосфорных и калийных удобрений с учетом поступления данных элементов с соломой способствовало получению урожайности на уровне внесения полных доз этих удобрений с аналогичным содержанием белка и клейковины.

В интенсивном земледелии наряду с получением высоких урожаев с хорошими показателями качества важно создавать условия для расширенного воспроизводства плодородия почвы. Для оценки более эффективных систем применения удобрений выполнен химический анализ образцов зерна и соломы озимой пшеницы, рассчитаны хозяйственный и удельный вынос элементов питания с урожаем и коэффициенты их возмещения по вариантам опыта (табл. 4).

Установлено, что на среднеокультуренной супесчаной почве хозяйственный вынос минимальным был в неудобренном варианте: азота – 65 кг/га, фосфора – 37 кг/га, калия – 33 кг/га; в удобренных вариантах изменялся в пределах: азота – 140–157 кг/га, фосфора – 50–67 кг/га, калия – 59–73 кг/га. В настоящее время для расчета доз удобрений производству рекомендуются следующие усредненные нормативы удельного выноса элементов питания: азота – 28,2 кг/т,

фосфора – 10,8 кг/т, калия – 19,2 кг/т. В нашем опыте в среднем за 2 года в зависимости от системы удобрения удельный вынос азота изменялся от 21,8 до 25,1 кг/т, фосфора – от 8,4 до 10,5 кг/т, калия – от 9,6 до 11,5 кг/т.

Для расчета оптимальных доз внесения удобрений под планируемую урожайность используется метод коэффициентов возмещения выноса, т. е. компенсация выноса за счет удобрения с корректировкой на уровень содержания соответствующих элементов питания в почве. Установлено, что при возделывании озимой пшеницы на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве при урожайности зерна 59,8–64,1 ц/га в зависимости от системы применения удобрений коэффициенты возмещения удобрениями выноса азота составили 1,1–2,7, фосфора – 1,0–2,5, калия – 1,8–4,2 (табл. 4). Это значит, что применяемые системы удобрения наряду с повышением урожайности и качества зерна озимой пшеницы способствовали поддержанию и повышению почвенного плодородия. Максимальные коэффициенты возврата получены при органоминеральной системе удобрения с применением подстилочного навоза крупного рогатого скота.

Таблица 4

Влияние систем удобрения на вынос и коэффициент возмещения элементов питания озимой пшеницей на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве, среднее за 2 года

Вариант	Урожайность, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га			Удельный вынос, кг/т			Коэффициент возмещения		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	38,6	65	37	33	16,7	9,6	8,5	–	–	–
N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	60,5	140	62	62	23,1	10,2	10,3	1,1	1,0	1,9
Адоб Профит 4-12-38, 4 кг/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀	62,4	141	60	60	22,6	9,6	9,6	1,1	–	–
ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + N ₆₀₊₃₀₊₄₀ P ₄₀ K ₃₅	63,6	148	67	73	23,3	10,5	11,5	2,7	2,5	4,1
Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + N ₆₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₀ K ₅₀	64,6	149	66	70	23,0	10,2	10,8	2,4	2,3	4,2
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	59,8	147	59	64	24,6	9,9	10,7	1,2	1,2	2,5
Солома + N ₇₀₊₄₀₊₄₀₊₁₀ P ₆₅ K ₁₁₅	61,0	147	59	66	24,1	9,6	10,8	1,3	1,2	2,4
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	62,2	147	65	67	23,7	10,4	10,8	1,2	1,1	2,4
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅	64,1	140	62	64	21,8	9,7	10,0	1,4	1,2	2,5
Солома + N _{20(КАС)} + N _{70до опт +40+40} P ₆₅ K ₁₁₅	60,9	147	58	62	24,2	9,4	10,3	1,3	1,3	2,5
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₆₅ K ₁₁₅ (по вспашке)	60,3	143	50	59	23,7	8,4	9,7	1,4	1,4	2,7
Солома + N _{20(КАС)} + N ₇₀₊₄₀₊₄₀ P ₅₅ *K ₇₀ *	62,6	157	54	63	25,1	8,7	10,1	1,2	1,2	1,8

* Дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитаны с учетом поступления данных элементов с соломой.

Рациональность применения различных видов и доз удобрений в сельскохозяйственном производстве должна быть подтверждена не только агрономической, но и экономической эффективностью. Ее главным критерием в растениеводстве является получение максимальной урожайности при минимальных затратах. Расчет экономической эффективности позволяет установить научно-обоснованные дозы удобрений для получения стабильных урожаев с высоким качеством продукции. Экономическую эффективность применения удобрений оценивали такими показателями как чистый доход и рентабельность. Чистый доход на 1 гектар посевов рассчитывали как разность между стоимостью урожая, полученного за счет удобрений, и стоимостью затрат на удобрения и доработку урожая.

Стоимость зерна пшеницы фуражной в 2020 г. составляла 300,00 руб./т, (клейковина менее 18 %), продовольственная 4 класса (клейковина от 18 до 23 %) – 379,12 руб./т, и третьего класса с клейковиной выше 23 % – 432,70 руб./т. Пересчет в USD выполнен по курсу 2,6 [12].

Стоимость зерна пшеницы фуражной в 2021 г. составила 311,98 руб./т, продовольственная 4 класса – 394,28 руб./т, третьего класса – 450,00 руб./т и второго класса с клейковиной выше 28 % – 492,34 руб./т. Пересчет в USD выполнен по курсу 2,5 [13].

Установлено, что при условии реализации зерна озимой пшеницы как продовольственного, условный чистый доход от применения удобрений составит 401–499 USD/га при рентабельности 160–292 %; при использовании на фураж – 37–117 USD/га и 14–68 % соответственно (табл. 5). Наиболее экономически эффективной в среднем за 2 года была минеральная система удобрения с двумя некорневыми подкормками комплексным удобрением Адоб Профит 4-12-38 и корневыми азотными подкормками ($N_{70+40+40}$), однако при данной системе удобрения складывается отрицательный баланс по фосфору и калию, что в дальнейшем приведет к снижению плодородия почвы и соответственно урожайности возделываемых культур. Высокой агроэкономической эффективностью характеризуются системы удобрения Солома + $N_{20(КАС)} + N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$ и Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + $N_{60+40+40}P_{50}K_{50}$, при этом при последней системе удобрения отмечаются высокие коэффициенты возмещения элементов питания: азота – 2,4, фосфора – 2,3, калия – 4,2, что особенно важно для почв с низким плодородием.

Таблица 5

Влияние разных систем удобрения на показатели экономической эффективности при возделывании озимой пшеницы

Вариант	Стоимость урожая за счет применения удобрений, при реализации на		Затраты на удобрения и доработку урожая, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %	Условный чистый доход, USD/га		Рентабельность, %
	продовольствие	фураж				при реализации на		
						продовольствие	фураж	
USD/га								
$N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$	633	264	211	422	200	53	25	
Адоб Профит 4-12-38, 4 кг/га + $N_{70+40+40}$	670	288	171	499	292	117	68	

Вариант	Стоимость урожая за счет применения удобрений, при реализации на		Затраты на удобрения и доработку урожая, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %				
	продовольствие	фураж						при реализации на			
								USD/га		продовольствие	фураж
ПН крупного рогатого скота, 40 т/га + $N_{60+30+40}P_{40}K_{35}$	688	301	264	424	160	37	14				
Солома + ПН крупного рогатого скота, 30 т/га + $N_{60+40+40}P_{50}K_{50}$	704	312	261	442	169	51	20				
Солома + $N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$	617	255	209	408	195	45	22				
Солома + $N_{70+40+40+10}P_{65}K_{115}$	636	268	212	424	200	56	26				
Солома + Жыцьень, 3 л/га + $N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$	657	282	227	430	189	55	24				
Солома + $N_{20(KAC)} + N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$	688	304	233	455	195	71	31				
Солома + $N_{20(KAC)} + N_{70до опт +40+40}P_{65}K_{115}$	632	267	225	407	181	42	19				
Солома + $N_{20(KAC)} + N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$ (по вспашке)	625	260	223	401	180	37	17				
Солома + $N_{20(KAC)} + N_{70+40+40}P_{55}K_{70}^*$	661	286	216	445	206	70	33				

* Дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитаны с учетом поступления данных элементов с соломой.

ВЫВОДЫ

1. Уровень урожайности зерна озимой пшеницы на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве зависел от применяемых систем удобрения и погодных условий вегетации. За счет эффективного плодородия почвы в среднем за 2 года получено 38,6 ц/га. Погодные условия периода вегетации озимой пшеницы 2019–2020 гг. были более благоприятны. Удобрения способствовали существенному снижению негативного влияния погодных условий: на контроле разница в урожае по годам составила 32 %, в удобренных вариантах – 24 %. Содержание сырого белка и клейковины в зерне более высоким было в 2021 г.

2. Применяемые системы удобрения обеспечили рост урожайности зерна в среднем за два года от 38,6 ц/га до 59,8–64,6 ц/га, т. е. на 55–67 %, содержания сырого белка от 9,04 до 13,46–14,38 %, клейковины – от 17,64 до 26,84–29,66 %.

Применение оптимальной для среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы системы удобрения, включающей внесение $N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$ на фоне соломы с компенсирующей дозой азота в виде КАС, в среднем за

2 года обеспечило формирование урожайности зерна озимой пшеницы 64,1 ц/га с содержанием сырого протеина 14,24 %, клейковины – 28,94 %, коэффициенты возмещения выноса элементов питания урожаем: N – 1,4, P₂O₅ – 1,2, K₂O – 2,5, условный чистый доход при условии реализации зерна как продовольственного – 455 USD/га, рентабельность применения удобрений – 195 %, при использовании на фураж – 71 USD/га и 31 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический ежегодник, 2016 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2016. – С. 319–322.
2. Статистический ежегодник, 2017 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2017. – С. 313–316.
3. Статистический ежегодник, 2018 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – С. – 308–311.
4. Статистический ежегодник, 2019 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – С. 255–258.
5. Статистический ежегодник, 2020 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2020. – С. 222–228.
6. Яковчик, Н. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко. – Барановичи: Укруп. тип., 1999. – 380 с.
7. Влияние запашки побочной продукции и минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т. М. Серая [и др.] // Агрохимия. – 2015. – № 11 – С. 30–36.
8. Диагностика азотного питания яровой пшеницы на высококультурной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Г. Кулеш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1(66). – С. 60–72
9. Коптик, И. К. Обеспечение качественным зерном пшеницы Республики Беларусь – задача, решаемая / И. К. Коптик, Е. В. Лапутько // Наше сельское хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 74.
10. Ненайденко, Г. Н. Удобрение и повышение качества зерна пшеницы в Верхневолжье / Г. Н. Ненайденко // Земледелие, агрохимия и почвоведение. – 2018. – № 2 (84). – С. 20–27.
11. Матыс, И. В. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы / И. В. Матыс, В. И. Кочурко // Известия ТСХА. – 2005. – Вып. 1. – С. 30–33.
12. Об установлении предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2020 года, закупаемую для государственных нужд [Электронный ресурс]. – 2020. – URL [https://www.mshp.gov.by/prices/postanovlenie12\(2020\).pdf](https://www.mshp.gov.by/prices/postanovlenie12(2020).pdf) (дата обращения 01.10.2020).
13. Об установлении фиксированных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2021 года, закупаемую для государственных нужд [Электронный ресурс]. – 2020. – URL <https://mshp.gov.by/prices/postanovlenie17.pdf> (дата обращения 01.10.2021).

THE EFFECTIVENESS OF WINTER WHEAT FERTILIZATION SYSTEMS ON MEDIUM-CULTIVATED SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

T. M. Seraya, E. N. Bahatyrova, T. M. Kirdun, T. V. Machok,
O. M. Biryukova, Y. A. Belyavskaya, M. M. Torchilo

Summary

Agroeconomical efficiency of mineral and organomineral systems of winter wheat fertilization with the use of cattle manure and straw is analyzed in the field technological experience. The most optimal for winter wheat on medium-cultivated sod-podzolic sandy loam soil was a fertilizer system, including the application of $N_{70+40+40}P_{65}K_{115}$ on straw with a compensating dose of nitrogen, which provided a grain yield of 64.1 c/ha with a crude protein content of 14,24 %, gluten – 28,94 %, coefficients of compensation for the removal of nutrients by harvest: N – 1,4, P_2O_5 – 1,2, K_2O – 2,5, conditional net income provided grain is sold as food – 455 USD/ha, the profitability of the use of fertilizers – 195 %, when used for fodder – 71 USD/ha and 31 %, respectively.

Поступила 02.12.21

УДК 631.8:633.11:631.559:631.445.2

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. Вильдфлуш¹, Г. В. Пироговская², А. А. Кулешова¹

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь

²Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Яровая пшеница является одной из ведущих культур ярового сева. В республике в структуре зерновых культур ей уделяется большое внимание.

Беларусь имеет все необходимые условия для выращивания и обеспечения себя собственным продовольственным зерном. При урожайности 35–40 ц/га сельскохозяйственные организации республики могут ежегодно получать до 1,5–2,0 млн т пшеничного зерна и почти полностью удовлетворять потребности хлебопекарной промышленности. Все это говорит о больших потенциальных возможностях яровой пшеницы при совершенствовании технологии ее возделывания [1, 2].