

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЛАКОВЫХ, БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВΟΣМЕСЕЙ И ЛЮЦЕРНЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

**Г. В. Пироговская¹, С. С. Хмелевский¹, В. И. Сороко¹, И. Н. Хатулев²,
О. И. Исаева¹, И. Н. Шкаленко¹, Ю. А. Артюх¹,
А. Г. Ганусевич³, О. А. Белоус³**

*¹Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

²Витебская ОПИСХ, г. Витебск, Беларусь

*³Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности кормопроизводства в Республике Беларусь невозможно без научно-обоснованного применения минеральных удобрений, оптимизации посевных площадей, расширения посевов бобовых и бобово-злаковых травосмесей, обеспечивающих сбалансированность кормов белком, повышения урожайности и качества многолетних трав. Удельный вес бобовых и других белковых культур в наборе трав должен составлять не менее 50 %. Известно, что увеличение в травостое бобовых на 1 % повышает его продуктивность на 50–80 к.ед.

Согласно ГОСТ 23638-90 для получения высокого качества кормов многолетние злаковые травосмеси должны убираться в конце фазы выхода в трубку – начало колошения, многолетние бобово-злаковые травосмеси – в фазу восковой спелости семян бобовых в двух-трех нижних ярусах, многолетние бобовые травы – в фазе бутонизации, но не позднее начала цветения [1].

Важным критерием оценки качества кормов (сено) является содержание протеина, клетчатки, золы, жира, сахара, БЭВ. Сено бобово-злаковых трав, предназначенное для дойных коров, должно иметь следующие показатели: сырого протеина – в пределах 11 % (первый класс), 9 (второй класс) и 7 % (третий класс) соответственно, клетчатки – 27, 29, 32 %, каротина – 25, 20,15 мг/кг, золы – 6–8 % [2].

Оценкой качества кормов занимались многие отечественные и зарубежные исследователи [3–17]. Ими доказано, что для получения кормов хорошего качества из многолетних травосмесей до настоящего времени окончательно не решены вопросы эффективного применения органических и разных доз и форм минеральных удобрений. Нет также единого мнения среди исследователей о получении стабильных и высоких урожаев многолетних злаковых, бобово-злаковых травосмесей и бобовых (люцерна) трав на рыхлосупесчаных и песчаных почвах, на которых они также возделываются.

Люцерна является одной из наиболее значимых кормовых культур, обладает рядом ценных хозяйственно-биологических признаков и свойств, в числе которых долговечность, многоукосность, зимостойкость, способность к формированию высоких урожаев кормов с высоким содержанием белка и сбалансированным аминокислотным составом, отличается высокой поедаемостью всеми видами скота и птицы. Наряду с использованием люцерны на корма, она имеет и огромное экологическое значение со средообразующими, фитомелиоративными, фитосанитарными и симбиотическими эффектами, что важно для стабильного развития сельского хозяйства. Люцерна способна усваивать свободный азот воздуха и поэтому под нее азотные удобрения, как правило, не вносятся. Однако при недостатке подвижных форм азота в почве, отсутствии клубеньков на корнях и повышении потребности в них растений люцерны в период формирования генеративных органов применение азотных удобрений – мера вынужденная. Люцерна отличается повышенным потреблением фосфора и высокой отзывчивостью на внесение фосфорных удобрений.

Согласно ежегодно проводимой в республике инвентаризации травяного поля, посевы люцерны на 2016 г. в полевом травосеянии составляли 170 тыс. га. Ставится задача расширить площади возделывания люцерны и бобово-злаковых травосмесей с ее участием до 286 тыс. га.

Одной из актуальных задач в кормопроизводстве является повышение продуктивности многолетних травосмесей на почвах разного гранулометрического состава и улучшение их качества, в частности зоотехнического состава, за счет усовершенствования системы удобрения, что и явилось целью наших исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния разных форм минеральных удобрений (новых форм азотных, комплексных удобрений с добавками микроэлементов, жидких азотно-калийных и стандартных туков) проводили в период 2010–2016 гг. при возделывании многолетних злаковых, бобово-злаковых травосмесей и люцерны на следующих почвах:

– на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,5 м рыхлым песком (2014–2016 гг.) в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области (почва 1). Общий размер деланки – 24 м², повторность вариантов – 4-кратная, предшественником перед закладкой опытов с многолетними травами был люпин узколистый (2013 г.);

– на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощных лессовидных суглинках (2014–2016 гг.) в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области (почва 2). Общий размер деланки – 27 м², повторность вариантов – 3-кратная, предшественник – кукуруза (2013 г.);

– на дерново-подзолисто-глеевой осушенной почве, развивающейся на легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,3–0,8 м моренными отложениями (2010–2012 гг.) в экспериментальной базе РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» (п. Тулово, Витебского района, Витебской области) (почва 3). Общий размер деланки – 30 м², повторность вариантов – 4-кратная, предшественник – кукуруза (2009 г.).

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв (0–25 см) перед закладкой опытов с многолетними травами на изучаемых почвах была следующая:

– на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве (почва 1): pH_{KCl} – 5,21, содержание гумуса – 2,52 %, P_2O_5 – 215 и K_2O – 212 мг/кг почвы, Ca – 563 и Mg – 76 мг/кг почвы, подвижной Cu – 2,1 и Zn – 2,8 мг/кг почвы;

– на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (почва 2): pH_{KCl} – 5,13, содержание гумуса – 1,92 %, P_2O_5 – 471 и K_2O – 314 мг/кг почвы, Ca – 1104, Mg – 92, $N-NO_3$ – 14,6 мг/кг почвы; содержание B – 0,68 мг/кг почвы, подвижной Cu – 2,8, Zn – 3,3 и Mn – 2,7 мг/кг почвы;

– на дерново-подзолисто-глеевой легкосуглинистой (почва 3): pH_{KCl} – 5,95, содержание гумуса – 3,02 %, P_2O_5 – 220 и K_2O – 171 мг/кг почвы, содержание B – 0,73 мг/кг почвы, подвижной Cu – 3,80, Zn – 3,97 мг/кг почвы.

В качестве минеральных удобрений для основного внесения в почву (трав первого-третьего года) под первый укос применяли: в базовых вариантах – стандартные туки (карбамид, КАС, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) или комплексные удобрения без микроэлементов; испытываемые удобрения – новые формы комплексных (NPK) удобрений с микроэлементами (B, Cu, Mn, Mo, Zn – по отдельности и в различных сочетаниях) и жидкие азотно-калийные удобрения (NK = 10–12 – состав 1 и NK = 12–12 – состав 2). Под второй укос применяли: азотные (карбамид, сульфат аммония), азотно-калийные (NK) и калийные (KCl) удобрения.

В качестве органических удобрений использовали торфонавозные компосты (ТНК), которые вносили в дозе 30 т/га под покровную культуру при залужении. Характеристика компоста следующая: влажность – 74 %, содержание азота общего – 0,51 %, P_2O_5 – 0,18, K_2O – 0,43, CaO – 0,37, MgO – 0,72 % (на естественную влажность).

Состав травосмесей:

– на почве 1 (2014–2016 гг.), злаковая травосмесь: тимopheевка луговая Волна (4 кг, или 8,0 млн/га), овсяница луговая Зорка (6 кг, или 3,0 млн/га), фестулолиум морфотипа овсяницы Пуня (6,0 кг, или 2,0 млн/га), вес смеси – 16 кг (13 млн/га); бобово-злаковая – клевер луговой Янтарный (3 кг, или 1,7 млн/га), люцерна Будучья (8 кг, или 4,0 млн/га), овсяница луговая Зорка (6 кг, или 3,0 млн/га), фестулолиум морфотипа овсяницы Пуня (10,0 кг, или 3,3 млн/га), вес смеси – 27 кг (12 млн/га). Покровная культура в 2014 г. – райграс однолетний (8 кг/га);

– на почве 2 (2014–2016 гг.), злаковая травосмесь: кострец безостый Усходный (12 кг, или 4,0 млн/га), фестулолиум морфотипа овсяницы Пуня (9,0 кг, или 3,0 млн/га), овсяница луговая Зорка (6 кг, или 3,0 млн/га), т.е. вес смеси – 27 кг (10 млн/га); бобово-злаковая травосмесь – клевер луговой (долголетний) Витебчанин – (3 кг, или 1,0 млн/га), люцерна Будучья (8 кг, или 4,0 млн/га), кострец безостый Усходный (9 кг, или 3,0 млн/га), фестулолиум морфотипа овсяницы Пуня (6,0 кг или 2,0 млн/га), вес смеси – 26 кг (10 млн/га). Покровная культура в 2014 г. – райграс однолетний (8 кг/га);

– на почве 3 (2010–2013 гг.): клевер луговой (долголетний) – 2,5 кг/га, люцерна – 10 кг/га, тимopheевка луговая – 3,5 кг/га, кострец безостый – 12 кг/га (46 % бобовых в травосмеси). Покровная культура в 2010 г. – райграс однолетний (8 кг/га).

На первой и второй почве проводился полевой опыт и с люцерной Будучья, которую высевали в 2014 г. в чистом виде в количестве 10 кг/га, или 5 млн всхожих

семян, покровная культура в опытах – райграс однолетний Изорский с нормой высева – 8,0 млн всхожих семян на гектар.

Закладку и проведение опытов осуществляли в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов. Уход за посевами многолетних травосмесей проводили согласно технологическим регламентам их возделывания.

Контроль урожая осуществлялся методом сплошного учета и пробных делянок, из которых отбирали растительные образцы на определение содержания элементов питания и качественного состава корма, в том числе и полный зоотехнический анализ.

В почвенных образцах определяли: pH в КС1 суспензии – потенциметрически на pH-метре ЛПЧ-01, подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову, общий гумус – по И. В. Тюрину.

В растительных образцах после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли азот и фосфор фотоколориметрически, калий – на пламенном фотометре. Содержание сырого белка определяли умножением общего азота на 6,25. Зоотехнический анализ кормов (сено) определяли по следующим ГОСТам: влажность – ГОСТ 27548-97, п. 4, 5, 7; массовая доля азота – ГОСТ 13496.4-93; массовая доля сырой золы – ГОСТ 26226-95, п. 1.4; массовая доля сырого жира – ГОСТ 13496.15-97, п. 5; массовая доля клетчатки – ГОСТ 13496.2-91; содержание каротина – ГОСТ 13496.17-95; нитратов – ГОСТ 13496.19-2015, п.7.

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа на ПЭВМ, наименьшая существенная разность рассчитывалась с помощью компьютерной программы.

Температура воздуха и осадки приведены по данным наблюдений Гидрометцентра и в экспериментальной базе им. Котовского Узденского района, а также лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск). Гидротермический коэффициент (ГТК) по месяцам и за вегетационный период рассчитывался по Г. Т. Селянинову.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия вегетационных периодов 2014–2016 гг. За вегетационный период возделывания многолетних травосмесей на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (ОАО «Гастелловское» Минского района) в 2014 г. за апрель–сентябрь выпало 476,3 мм атмосферных осадков, сумма положительных температур выше 5–10 °С составила 2750,1, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,73, при среднемноголетнем значении за этот период – 1,88. Вегетационный период 2014 г. в ОАО «Гастелловское» Минского района характеризовался как влажный. В то же время отдельные периоды (июль и сентябрь) были слабозасушливыми. За вегетационный период 2015 г. атмосферных осадков выпало 228,8 мм, сумма положительных температур выше 5–10 °С составила 2685,8, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,01, при среднемноголетнем значении за этот период – 1,70. Следует отметить, что вегетационный период за апрель–сентябрь характеризовался как слабозасушливый. В отдельные периоды (июнь) осадков выпало 12,2 мм, ГТК составил 0,24, однако осадки, выпавшие в мае, позволили сформировать достаточно высокую урожайность люцер-

ны при первом укосе. Август характеризовался отсутствием осадков. В 2016 г. за апрель–сентябрь ГТК составил 1,24, что позволяет считать вегетационный период слабозасушливым. В апреле выпал 91 % от среднемноголетней суммы осадков, в мае – 74 %, в июне – 65 %. В июле, в период интенсивного развития растений, количество осадков было более чем в полтора раза больше нормы (166 %). В целом распределение осадков по периодам вегетации не сказалось отрицательно на урожае возделываемых многолетних травосмесей.

В ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района в 2014 г. выпало атмосферных осадков 268,0 мм, сумма положительных температур выше 5–10 °С составила 2577,7, ГТК – 1,04 (слабозасушливый), при среднемноголетнем – 1,74. В 2015 г. вегетационный период (апрель–август) характеризовался как засушливый (ГТК – 0,78), за счет очень сухих условий в июне (ГТК – 0,10) и августе (ГТК – 0,03). Осадки за период от 8.05. до 1.06.2015 года (53 дня) практически не выпадали и составили 21,7 мм, из них только один раз их количество было выше 5 мм (5,1 мм). Это не позволило сформировать второй укос трав и снизило урожайность многолетних травосмесей. Вегетационный период 2016 г. (апрель–август) был близок к среднемноголетним значениям по количеству выпавших атмосферных осадков и температуре воздуха (только на 2,3 °С выше среднемноголетней). В апреле осадков выпало больше среднемноголетней нормы (119 %), а в мае и июне – меньше (48 и 60 % соответственно). Июль был влажным, выпала двойная норма атмосферных осадков (204 %), а август – в целом сухим, однако в первой половине месяца выпало достаточное количество осадков (на уровне среднемноголетней нормы).

В условиях 2010–2012 гг. при возделывании многолетних бобово-злаковых травосмесей в КУПП «Витебская ОПИСХ» температура воздуха и осадки с апреля по сентябрь отличались от среднемноголетних как по месяцам, так и за весь вегетационный период. Гидротермический коэффициент в период вегетации трав (4–9 месяц) в 2010 г. изменялся в пределах от 0,49 (июль) до 2,51 (сентябрь); в 2011 г. – от 0,84 (апрель) до 2,50 (июль); в 2012 г. – 0,74 (июль) до 3,91 (апрель). Гидротермический коэффициент в среднем за вегетационный период (апрель–сентябрь) возделывания многолетних трав в 2010 г. составил 1,66, 2011 г. – 1,61, в 2012 г. – 1,47, при среднемноголетнем – 1,69.

В заключение следует отметить, что во все годы исследований за вегетационный период многолетних травосмесей сумма активных температур воздуха превышала среднемноголетние значения, отмечались засушливые условия в отдельные периоды вегетации, это отрицательно сказывалось на росте и развитии растений.

Продуктивность и качество продукции злаковых травосмесей. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях 2014 г. при благоприятных погодных условиях (ГТК за 4–9 месяц составил 1,73) было получено три укоса злаковой травосмеси, в 2015 г. – 2 укоса и в 2016 г. – три укоса. Продуктивность зеленой массы в сумме за три года составила: на контроле – 82,6 ц/га к.ед., в вариантах с фоном – 96,4–108,1, со стандартными туками – 153,0–162,2, жидкими азотно-калийными удобрениями – 152,5–181,1 ц/га к.ед. (табл. 1).

Среднее содержание сырого протеина в сене (за 2014–2016 гг.) составляло: в контрольном варианте – 8,5 %, вариантах с фоном – 9,4–10,0, со стандартными туками – 10,6–12,4, с жидкими азотно-калийными удобрениями – 10,3–12,0 %, что

соответствовало первому–второму классу качества (табл. 1). Применение жидкого НК удобрения (соотношение N:K = 1:1,2, вар. 5) в дозе $N_{45}K_{45}$ улучшало качество сена за счет повышения содержания протеина на 1,4 % по сравнению со смесью стандартных туков (вар. 3). Большие дозы жидких азотно-калийных удобрений несколько снижали содержание протеина (в пределах первого класса).

Применение удобрений в опыте ухудшало качество сена по показателю клетчатки, увеличивая ее содержание с 28,1 % (контроль, первый класс) до 28,9–31,3 % (удобренные варианты, второй-третий классы). Исследуемые НК удобрения в целом не оказывали существенного влияния на изменение содержания клетчатки (30,0–31,3 %) относительно варианта со смесью стандартных туков (30,6–30,7 %).

Содержание жира изменялось от 1,6 на контроле до 1,6–2,2 % в удобренных вариантах, золы – от 7,5 % до 7,6–9,1 % соответственно. Жидкие НК удобрения обеспечивали тенденцию снижения или достоверно снижали содержание золы на 0,1–0,7 %, по сравнению со смесью стандартных удобрений (8,7–9,1 %), а также обеспечивали тенденцию или достоверно снижали содержание жира на 0,1–0,4 %, по сравнению со стандартными туками (2,1–2,2 %) (табл.1).

На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве продуктивность злаковых травосмесей в значительной степени определялась погодными условиями. Так, в 2014 г. погодные условия второй половины вегетации не позволили получить третий укос травосмеси, в 2015 г. во второй половине вегетации засуха была более сильной и получен лишь один укос, а в условиях 2016 г. – два укоса злаковых травосмесей третьего года. Влияние погодных условий было более заметно в вариантах без удобрений. В среднем за три года исследований на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве продуктивность на контроле составила 58,1 ц/га к.ед., при внесении NPK (стандартных удобрений, вар. 3 и 4) – 96,4 и 106,1, новых форм жидких удобрений (вар. 5–8) – от 106,6 до 122,4 ц/га к.ед. Внесение жидких НК удобрений (состав № 1 и 2) способствовало увеличению продуктивности злаковой травосмеси при первой дозе внесения на 10,2–18,4 ц/га к.ед., при более высоких дозах их внесения – на 12,7–16,3 ц/га к.ед. по сравнению со стандартными туками (табл. 2).

Среднее содержание сырого протеина в сене (за 2014–2016 гг.) составляло: в контрольном варианте – 7,7% (третий класс качества), вариантах с фоном – 8,0–8,4, со стандартными туками – 8,4–8,7, с жидкими азотно-калийными удобрениями – 9,0–10,1 %, что соответствовало первому-второму классу качества (табл. 2). Применение жидкого НК удобрения (соотношение N:K=1:1,2, вар. 5, 6) в соответствующих дозах со стандартными туками улучшало качество сена за счет повышения содержания протеина на 0,6–1,0 % по сравнению со смесью стандартных туков (вар. 3, 4).

Исследуемые НК удобрения в целом не оказывали существенного влияния на изменение содержания клетчатки (27,1–29,1 %) по сравнению со смесью стандартных туков (27,2–28,5 %).

Содержание жира на контрольном варианте составило 1,5 %, в удобренных вариантах – 1,9–2,2 %, соответственно, золы – 9,2 % и 5,6–9,7 %. При внесении жидких НК удобрений наблюдалась тенденция повышения содержания жира и увеличения содержания золы по сравнению со стандартными туками (табл. 2).

Таблица 1

Зоотехнические показатели качества сена злаковой травосмеси при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области, 2014–2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее
1. Контроль без удобрений	82,6	10,5	5,8	9,2	8,5	31,9	26,3	26,0	28,1	2,1	1,6	1,2	1,6	7,5	7,5	7,5	7,5
2. N _{10,1} P ₃₈ (фон 1)	96,4	10,6	10,1	9,2	10,0	33,3	26,1	27,7	29,0	2,2	1,4	1,3	1,6	8,3	8,3	6,8	7,6
3. N _{13,6} P ₅₁ (фон 2)	108,1	10,1	9,5	8,7	9,4	33,4	25,3	28,0	28,9	2,6	1,8	1,4	1,9	8,1	8,1	6,7	8,0
4. N ₄₅ P ₃₈ K ₅₄ (под 1-й укос) + N ₄₅ K ₅₄ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	153,0	10,4	10,7	10,8	10,6	34,4	29,1	28,3	30,6	2,6	2,1	1,5	2,1	10,9	6,9	8,7	
5. N ₆₀ P ₅₁ K ₇₂ (под 1-й укос) + N ₆₀ K ₇₂ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	162,2	11,5	13,1	12,6	12,4	32,8	28,5	30,9	30,7	3,4	1,8	1,5	2,2	11,4	8,1	9,1	
6. N ₄₅ K ₅₄ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₃₈ – под 1-й укос + N ₄₅ K ₅₄ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	152,5	12,1	13,6	10,2	12,0	32,3	27,9	33,1	31,1	2,2	1,7	1,4	1,8	10,0	7,2	8,3	

Окончание табл. 1

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
7. N ₆₀ K ₇₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₅₁ – под 1-й укос + N ₆₀ K ₇₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	164,2	9,9	12,9	12,1	11,6	32,7	28,1	33,1	31,3	2,2	1,8	1,5	1,8	8,3	11,3	7,4	9,0
8. N ₄₅ K ₄₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₃₈ – под 1-й укос + N ₄₅ K ₄₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	165,2	12,7	12,7	10,7	12,0	32,6	27,4	30,0	30,0	2,6	1,9	1,4	2,0	7,5	9,5	6,9	8,0
9. N ₆₀ K ₆₀ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₅₁ – под 1-й укос + N ₆₀ K ₆₀ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	181,1	8,0	12,6	10,4	10,3	33,4	28,2	29,1	30,2	2,9	1,9	1,5	2,1	9,2	10,0	6,9	8,7
НСР ₀₅	4,2	0,75	0,84	0,73	0,79	2,13	2,01	2,03	2,02	0,17	0,13	0,11	0,12	0,56	0,70	0,48	0,59

Таблица 2
 Зоотехнические показатели качества сена злаковой травосмеси при возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области, 2014–2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее				
1. Контроль без удобрений	58,1	8,2	6,8	8,1	7,7	35,5	23,4	22,7	27,2	1,9	1,5	1,2	1,5	8,8	13,2	5,5	9,2
2. N _{10,1} P ₃₈ (фон 1)	69,4	8,6	7,1	8,2	8,0	32,7	22,5	23,5	26,2	3,2	1,3	1,2	1,9	9,2	6,2	4,8	6,7
3. N _{13,6} P ₅₁ (фон 2)	78,0	10,7	6,4	8,2	8,4	30,7	25,2	22,7	26,2	3,3	1,4	1,4	2,0	6,9	5,1	4,9	5,6
4. N ₄₅ P ₃₈ K ₅₄ (под 1-й укос) + N ₄₅ K ₅₄ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	96,4	10,4	6,5	8,2	8,4	32,9	24,7	24,1	27,2	2,8	1,4	1,4	1,9	7,1	6,2	5,1	6,1
5. N ₆₀ P ₅₁ K ₇₂ (под 1-й укос) + N ₆₀ K ₇₂ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	106,1	10,1	7,3	8,7	8,7	33,3	26,7	25,4	28,5	2,5	1,7	1,7	2,0	8,6	6,0	6,4	7,0
6. N ₄₅ K ₅₄ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₃₈ – под 1-й укос + N ₄₅ K ₅₄ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	106,6	11,0	7,2	8,8	9,0	32,2	24,5	24,5	27,1	3,0	1,8	1,5	2,1	9,6	7,3	6,5	7,8

Окончание табл. 2

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее
7. N ₆₀ K ₇₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₅₁ – под 1-й укос + N ₆₀ K ₇₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	122,4	10,6	7,3	11,2	9,7	33,6	24,5	25,7	27,9	2,8	1,7	1,8	2,1	11,0	7,3	7,1	8,5
8. N ₄₅ K ₄₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₃₈ – под 1-й укос + N ₄₅ K ₄₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	114,8	10,8	6,9	11,2	9,6	33,9	24,2	25,3	27,8	2,9	1,7	1,9	2,2	6,4	6,8	7,1	6,8
9. N ₆₀ K ₆₀ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₅₁ – под 1-й укос + N ₆₀ K ₆₀ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	118,8	10,9	7,8	11,6	10,1	32,8	29,4	25,2	29,1	2,5	1,8	1,9	2,1	11,8	9,8	7,4	9,7
НСР ₀₅	6,3	0,57	0,37	0,37	0,44	1,72	1,25	1,29	1,42	0,14	0,07	0,08	0,10	0,46	0,38	0,31	0,39

Продуктивность многолетних бобово-злаковых травосмесей (2014–2016 гг.) как на дерново-подзолистой легкосуглинистой, так и рыхлосупесчаной почвах во все годы исследований была выше (на легкосуглинистой – в 1,7–2,4 раза, рыхлосупесчаной – в 1,3–1,6 раза, в зависимости от вариантов опыта), чем злаковых травосмесей (табл. 1, 2, 3, 4). В среднем за три года исследований на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве продуктивность многолетней бобово-злаковой травосмеси составила: в контрольном варианте – 178,5 ц/га к.ед., в вариантах с фоном – 227,5–239,7, в вариантах со стандартными туками – 272,3–80,5, с жидкими азотно-калийными удобрениями разных составов – 274,9–305,0 ц/га к.ед. Применение жидкого азотно-калийного удобрения состава № 1 ($N_{10}K_{12}$) в разных дозах обеспечило тенденцию увеличения продуктивности травосмесей на 2,5–4,1 ц/га к.ед., а удобрения № 2 ($N_{12}K_{12}$) – достоверную прибавку на уровне 11,7–24,5 ц/га к.ед. по отношению к смеси стандартных туков. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве продуктивность бобово-злаковых травосмесей в контрольном варианте составила 87,7 ц/га к.ед., в фоновых вариантах – 113,7–127,0, в вариантах со стандартными туками – 134,6–144,8, с жидкими азотно-калийными удобрениями разных составов – 152,0–163,2 ц/га к.ед. Применение жидких азотно-калийных удобрений ($N_{10}K_{12}$ и $N_{12}K_{12}$) в разных дозах позволяло увеличить продуктивность травосмесей от 13,3 до 19,9 ц/га к.ед. по сравнению с внесением смеси стандартных туков.

При возделывании бобово-злаковой травосмеси на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве качественные показатели сена бобово-злаковых травосмесей в среднем за 2014–2016 гг. были следующие: среднее содержание сырого протеина в сене изменялось по вариантам опыта от 11,6 % (контроль) до 12,5–13,6 % (варианты с удобрениями), что соответствовало первому классу качества сена по данному показателю. Применение жидких НК удобрений обеспечивало преимущественно тенденцию увеличения содержания протеина по отношению к смеси стандартных туков в эквивалентных дозах на 0,1–0,5 % (с 13,0–13,1 % до 13,1–13,6 %). Содержание клетчатки в контрольном варианте составляло 30,8 % (третий класс качества), в фоновых вариантах – 28,2–29,4 (второй-третий класс), в вариантах со стандартными удобрениями – 29,8–31,0 (третий класс), с жидкими НК удобрениями – 28,9–34,5 % (второй-третий класс). При этом наблюдалась тенденция улучшения качества сена бобово-злаковой травосмеси за счет снижения содержания клетчатки (на 0,5–1,2 %) от использования жидких азотно-калийных удобрений по сравнению со смесью стандартных туков, за исключением жидкого НК удобрения состава № 2 в дозе $N_{35}K_{35}$, где наблюдалось увеличение на 4,7 % (ухудшение качества). Содержание золы в вариантах опыта находилось в пределах от 9,5 до 10,8 %, при этом четкой зависимости влияния форм и доз удобрений на изменение данного показателя не наблюдалось. Содержание жира на контроле составляло 1,7 %. Внесение минеральных удобрений достоверно увеличивало содержание жира на 0,2–0,7 % (до 1,9–2,4 %), при этом жидкое НК удобрение состава № 1 в дозе $N_{35}K_{42}$ увеличивало его содержание относительно смеси стандартных туков на 0,4 %, в меньшей дозе ($N_{25}K_{30}$) – снижало на 0,2 %. Жидкое НК удобрение состава № 2 по влиянию на содержание жира в сене бобово-злаковой травосмеси было равноценно стандартным удобрениям (табл. 3).

Таблица 3
Зоотехнические показатели качества сена бобово-злаковой травосмеси при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области, 2014–2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее			
1. Контроль без удобрений	178,5	9,5	13,2	12	11,6	35,5	28,8	28,2	30,8	2,2	1,8	1,2	1,7	6,3	13,6	9,4	9,8
2. N _{12,5} P ₄₇ (фон 1)	227,5	10,7	13,4	13,3	12,5	33,9	25,7	28,5	29,4	2,7	1,9	1,5	2,0	9,3	12,7	9,2	10,4
3. N _{17,6} P ₆₆ (фон 2)	239,7	11,8	13,2	13,1	12,7	32,5	24,4	27,6	28,2	2,4	1,8	1,4	1,9	10,5	12,4	9,4	10,8
4. N ₂₅ P ₄₇ K ₃₀ (под 1-й укос) + N ₂₅ K ₃₀ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	272,3	11,7	14	13,3	13,0	34,5	27	31,5	31,0	3,2	1,7	1,8	2,2	7,4	13,1	8,6	9,7
5. N ₃₅ P ₆₆ K ₄₂ (под 1-й укос) + N ₃₅ K ₄₂ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	280,5	11,9	14,2	13,2	13,1	32,2	26,4	30,8	29,8	3	1,5	1,6	2,0	8,6	12,5	8,8	10,0
6. N ₂₅ K ₃₀ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₄₇ – под 1-й укос + N ₂₅ K ₃₀ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	274,9	11	14,9	13,3	13,1	33,7	25,9	29,7	29,8	3	1,4	1,7	2,0	7,2	12,3	8,9	9,5

7. N ₃₅ K ₄₂ (жид- кое N ₁₀ K ₁₂) + P ₆₆ – под 1-й укос + N ₃₅ K ₄₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	284,6	10,3	14,7	13,2	12,7	32,2	25,9	28,7	28,9	3,8	1,5	2	2,4	9,7	11,6	8,8	10,0
8. N ₂₅ K ₂₅ (жид- кое N ₁₂ K ₁₂) + P ₄₇ – под 1-й укос + N ₂₅ K ₂₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	284,1	10,9	15,1	13,9	13,3	34,4	28,8	28,4	30,5	3,1	1,7	1,8	2,2	7,9	12,8	8,7	9,8
9. N ₃₅ K ₃₅ (жид- кое N ₁₂ K ₁₂) + P ₆₆ – под 1-й укос + N ₃₅ K ₃₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	305,0	10,5	15,4	14,8	13,6	38,8	35,9	28,7	34,5	2,9	1,9	1,7	2,2	8,1	11,8	8,7	9,5
НСР ₀₅	11,50	0,68	1	0,92	0,87	1,98	2,2	2,01	2,06	0,2	0,11	0,13	0,15	0,6	0,91	0,59	0,70

На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве качественные показатели сена бобово-злаковых травосмесей представлены в табл. 4. Содержание протеина в сене в варианте без удобрений (в среднем за три года) соответствовало второму классу – 9,5 %, стандартные NPK повышали протеин до 10,3–11,0 %, жидкие NK удобрения – до 11,1–11,5 % (выше уровня первого класса). Увеличение содержания протеина при внесении жидких NK марки $N_{10}K_{12}$ (№1) и $N_{12}K_{12}$ (№2) составило 0,5–0,9 % и 0,5–0,8 %. Сбор сырого протеина возрастал от 6,7–7,5 ц/га при внесении стандартных NPK до 8,4–8,7 и 8,0–8,8 ц/га на фоне жидких NK удобрений. Содержание клетчатки (26,6–32,0 % находилось на уровне первого и второго класса, жира – в пределах 1,7–2,2 %.

На дерново-подзолисто-глеевой осушенной почве легкосуглинистой почве (почва 3) в Витебском районе Витебской области при сравнительно благоприятных погодных условиях (2010 г., ГТК = 1,66; 2011 г., ГТК = 1,61 и 2012 г., ГТК = 1,3) ежегодно получали по три укоса многолетних бобово-злаковых травосмесей. Продуктивность многолетних трав в целом за годы исследований изменялась в зависимости от системы удобрения, применяемой в опыте с многолетними бобово-злаковыми травосмесями: на контрольном варианте без применения минеральных удобрений продуктивность бобово-злаковых травосмесей (2010–2012 гг.) составила 135,7 ц/га к.ед., в фоновом варианте ($N_{17}P_{64}$) – 152,0, в варианте со стандартными туками – 163,2, с жидкими азотно-калийными удобрениями – 168,3–180,5 ц/га к.ед. Применение на этой почве жидких азотно-калийных удобрений состава № 1 ($N_{10}K_{12}$) обеспечило прибавку продуктивности травосмесей 5,1 ц/га к.ед., а с дополнительной подкормкой удобрением жидким комплексным для бобовых под первый укос трав в качестве некорневой подкормки – 17,3 ц/га к.ед. по отношению к смеси стандартных туков. Среднее содержание сырого протеина (1012–2012 гг.) в сене изменялось по вариантам опыта от 16,9 % до 17,7 %, что соответствовало первому классу качества сена по данному показателю, соответственно содержание клетчатки – 30,4–31,4 % (второй класс качества), сырого жира – 2,8–3,1 %, сырой золы – 10,2–10,5 % (табл. 5).

Существенных различий в содержании изучаемых показателей качества между стандартными твердыми и жидкими азотно-калийными удобрениями не выявлено. Наблюдаемые незначительные различия по вариантам опыта находятся в пределах наименьшей существенной разницы (табл. 5).

Продуктивность люцерны на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в годы исследований была приблизительно на уровне продуктивности бобово-злаковой травосмеси. На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве продуктивность люцерны была выше в 1,1–1,3 раза, в зависимости от вариантов опыта (табл. 3, 4, 6, 7). В среднем за 2014–2016 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве продуктивность люцерны составила: в контрольном варианте – 189,2 ц/га к.ед., в вариантах с фоном – 228,0–241,2, в вариантах со стандартными туками (под первый укос) – 262,7–271,8, с жидкими азотно-калийными удобрениями разных составов под второй укос трав на фоне внесения под первый укос комплексных удобрений марок 6-21-32 и 5-18-35 с микроэлементами (варианты 6–9), а также карбамида (вариант 10) – 276,4–288,7 ц/га к.ед. Применение под второй укос жидких азотно-калийных удобрений состава № 1 ($N_{10}K_{12}$) и состава № 2 ($N_{12}K_{12}$) в разных дозах на фоне внесения под первый укос комплексных удобрений с микроэлементами, обеспечило увеличение продуктивности люцерны на 16,9–18,8 и 12,3–13,7 ц/га к.ед. по отношению к стандартным тукам соответственно. Высокую эффективность показало также внесение под второй укос карбамида (на фоне комплексного удобрения с микроэлементами под первый укос), обеспечив увеличение продуктивности на 8,2 ц/га (табл. 6).

Таблица 4

Зоотехнические показатели качества сена бобово-злаковой травосмеси при возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области, 2014–2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее
1. Контроль без удобрений	87,7	10,46	7,7	10,4	9,5	32,23	22,1	25,34	26,6	2,64	1,59	1,6	1,9	7,28	8,34	7,92	7,8
2. N _{12,5} P ₄₇ (фон 1)	113,7	10,46	8,1	9,8	9,5	34,53	26,33	26,81	29,2	2,1	1,6	1,65	1,8	8,82	7,78	7,05	7,9
3. N _{17,6} P ₆₆ (фон 2)	127,0	10,61	9,4	9,9	10,0	32,93	22,85	23,43	26,4	3,31	1,65	1,68	2,2	8,44	7,87	7,54	8,0
4. N ₂₅ P ₄₇ K ₃₀ (под 1-й укос) + N ₂₅ K ₃₀ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	134,6	10,99	9	10,9	10,3	32,92	25,58	25,48	28,0	2,86	1,72	1,6	2,1	7,74	10,22	7,73	8,6
5. N ₃₅ P ₆₆ K ₄₂ (под 1-й укос) + N ₃₅ K ₄₂ (под 2-й укос) – стандартные удобрения	144,8	12,34	10,1	10,5	11,0	32,11	24,34	26,74	27,7	2,78	1,47	1,63	2,0	7,8	8,29	6,05	7,4
6. N ₂₅ K ₃₀ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₄₇ – под 1-й укос + N ₂₅ K ₃₀ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	154,5	11,52	10,6	11,5	11,2	32,32	24,5	25,84	27,6	2,32	1,34	1,56	1,7	8,08	6,8	8,28	7,7

Окончание табл. 4

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
7. N ₃₅ K ₄₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₆₆ – под 1-й укос + N ₃₅ K ₄₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	158,1	11,72	11,1	11,6	11,5	32,37	23,96	25,92	27,4	2,04	1,58	1,48	1,7	7,73	8,12	7,34	7,7
8. N ₂₅ K ₂₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₄₇ – под 1-й укос + N ₂₅ K ₂₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	152,0	11,60	10,1	11,7	11,1	33,87	34,24	27,94	32,0	2,43	1,9	1,29	1,9	8,91	8,24	8,76	8,6
9. N ₃₅ K ₃₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) + P ₆₆ – под 1-й укос + N ₃₅ K ₃₅ (жидкое N ₁₂ K ₁₂) – под 2-й укос	163,2	12,89	10,6	10,9	11,5	31,33	30,1	26,83	29,4	2,26	1,65	1,4	1,8	7,27	9,19	7,52	8,0
НСР ₀₅	6,31	0,77	0,69	0,75	0,74	2,31	1,79	1,81	1,97	0,18	0,12	0,13	0,14	0,6	0,91	0,59	0,70

Таблица 5
Зоотехнические показатели качества сена бобово-злаковой травосмеси при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в Витебском районе, Витебской области, 2010–2012 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее
1. Контроль без удобрений	135,7	17,3	20,8	17,3	31,2	31,5	31,4	31,4	3,3	2,9	2,9	3,0	11,3	10,3	9,8	10,5	
2. N ₁₇ P ₆₄ (Фон)	152,0	14,4	16,4	21,5	17,4	32,2	31,0	27,9	30,4	3,3	3,2	2,7	3,1	11,6	9,5	10,0	10,4
3. N ₃₀ K ₃₆ (смесь стандартных удобрений, ст) + P ₆₄ (под 1-й укос) + N ₃₅ K ₄₂ (ст) – под 2-й укос (стандартные удобрения)	163,2	14,0	16,5	20,3	16,9	33,1	30,7	28,3	30,7	2,3	3,2	2,9	2,8	10,3	10,2	10,0	10,2
4. N ₃₀ K ₃₆ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₆₄ (под 1-й укос) N ₃₅ K ₄₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	168,3	14,0	16,0	22,2	17,4	35,8	31,2	28,6	31,9	2,6	3,3	2,7	2,9	11,8	9,1	10,5	10,5
5. N ₃₀ K ₃₆ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) + P ₆₄ (под 1-й укос) + некорневая подкормка удобрением жидким комплексным (5-7-10) для бобовых – под 1-й укос + N ₃₅ K ₄₂ (жидкое N ₁₀ K ₁₂) – под 2-й укос	180,5	15,6	17,7	19,8	17,7	30,1	31,9	29,1	30,4	3,0	3,3	3,0	3,1	10,7	10,0	10,0	10,2
НСР ₀₅	4,4	1,00	1,34	1,88	1,41	2,27	2,50	2,62	2,46	0,17	0,25	0,26	0,23	0,78	0,79	0,91	0,83

Таблица 6
Зоотехнические показатели качества сена люцерны при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области, 2014-2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин				клетчатка				сырой жир				сырая зола			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	сред-нее
1. Контроль без удобрений	189,2	11,6	13,9	21,3	15,6	32,4	34,6	26,1	31,0	3,2	1,7	1,1	2,0	6,7	13,1	10,8	10,2
2. N ₁₈ , P ₇₀ (фон 1)	228,0	11,7	14,0	21,3	15,7	33,7	33,6	27,7	31,7	3,7	1,0	1,0	1,9	7,1	12,4	10,4	10,0
3. N ₂₈ , P ₁₀₅ (фон 2)	241,2	11,5	15,4	21,3	16,1	31,9	41,1	26,3	33,1	2,9	1,0	1,1	1,7	6,6	13,1	10,7	10,1
4. Фон 1 + K ₁₀₇ (под 1-й укос)	262,7	12,1	15,1	20,9	16,0	30,6	43,3	27,3	33,7	2,8	1,4	1,1	1,8	7,0	12,0	10,7	9,9
5. Фон 2 + K ₁₆₀ (под 1-й укос)	271,8	11,4	15,4	20,6	15,8	32,1	36,2	27,8	32,0	3,2	1,3	1,1	1,9	5,9	11,7	10,5	9,4
6. N ₂₅ , P ₇₀ , K ₁₀₇ (комплексное с В и Мо, марка 6-21-32) под 1-й укос + N ₁₅ , K ₁₈ (жидкие НК) – под 2-й укос	281,5	10,4	14,9	20,0	15,1	32,5	28,0	28,1	29,5	3,0	1,2	1,1	1,8	6,6	11,8	10,3	9,6
7. N ₃₅ , P ₁₀₅ , K ₁₆₀ (комплексное с В и Мо, марка 6-21-32) под 1-й укос + N ₂₅ , K ₃₀ (жидкие азот-но-калийные) – под 2-й укос	288,7	10,8	15,1	18,7	14,9	31,7	23,1	24,9	26,6	2,3	1,1	1,1	1,5	7,6	13,1	10,5	10,4

8. N ₂₅ P ₇₂ K ₁₄₀ (комплексное с В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₁₅ K ₁₈ (жидкие НК) – под 2-й укос	276,4	10,0	14,2	18,7	14,3	33,4	27,6	27,1	29,4	3,1	1,3	1,3	1,9	8,1	13,4	10,2	10,6
9. N ₃₅ P ₁₀₈ K ₂₁₀ (комплексное В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₂₅ K ₃₀ (жидкие НК) – под 2-й укос	284,1	11,1	14,5	18,7	14,8	31,9	25,3	27,3	28,2	3,8	1,1	1,2	2,0	6,8	12,6	10,1	9,8
10. N ₃₅ P ₁₀₈ K ₂₁₀ (комплексное с В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₂₅ (стандартные)	280,0	10,1	14,6	18,7	14,5	31,3	25,3	27,9	28,2	3,2	1,5	1,2	2,0	6,6	13,2	10,0	9,9
НСР ₀₅	5,62	0,74	1,04	1,30	1,10	2,21	2,08	1,94	2,11	0,22	0,10	0,08	0,14	0,53	0,75	0,73	0,68

Таблица 7
Зоотехнические показатели качества сена люцерны при возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области, 2014–2016 гг.

Вариант	Продуктивность, ц/га к.ед.	Массовая доля, %															
		сырой протеин			клетчатка			сырой жир			сырая зола						
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее			
1. Контроль без удобрений	111,7	9,6	9,8	13,9	11,1	30,4	33,2	27,0	30,2	2,7	1,7	1,7	2,0	5,7	9,4	8,0	7,7
2. N ₁₈ P ₇₀ (фон 1)	141,8	11,2	9,3	13,6	11,4	33,1	33,5	27,3	31,3	3,7	1,2	1,6	2,2	8,8	11,7	7,9	9,5
3. N ₂₈ P ₁₀₅ (фон 2)	154,0	11,1	9,5	14,3	11,6	31,6	40,0	28,3	33,3	3,3	1,5	1,5	2,1	6,1	11,6	8,5	8,7
4. Фон 1 + K ₁₀₇ (под 1-й укос) + N ₁₅ K ₁₈ (твердые азотно-калийные) – под 2-й укос	155,6	10,1	9,4	12,2	10,6	32,0	42,1	26,6	33,6	2,7	1,4	1,4	1,8	6,5	12,4	6,7	9,5
5. Фон 2 + K ₁₆₀ (под 1-й укос) N ₂₅ K ₃₀ (твердые азотно-калийные)	170,3	10,8	10,7	14,3	11,9	32,0	35,1	25,8	31,0	2,6	1,1	1,7	1,8	6,2	10,5	8,1	8,3
6. N ₂₅ P ₇₀ K ₁₀₇ (комплексное с В и Мо, марка 6-21-32) под 1-й укос + N ₁₅ K ₁₈ (жидкие НК) – под 2-й укос	173,4	10,0	9,9	13,1	11,0	31,7	26,9	26,4	28,3	2,2	1,6	1,5	1,8	6,8	9,9	8,8	8,4

7. N ₃₅ P ₁₀₅ K ₁₆₀ (комплексное с В и Мо, марка 6-21-32) под 1-й укос + N ₂₅ K ₃₀ (жидкие НК) – под 2-й укос	189,2	10,3	12,4	14,5	12,4	31,9	22,0	27,0	27,0	27,0	3,4	1,3	1,6	2,1	6,8	11,9	8,0	8,9
8. N ₂₅ P ₇₂ K ₁₄₀ (комплексное с В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₁₅ K ₁₈ (жидкие НК) – под 2-й укос	171,9	11,2	9,8	12,3	11,1	32,3	26,5	27,1	28,6	2,3	1,5	1,6	1,8	7,8	10,8	8,2	8,9	
9. N ₃₅ P ₁₀₈ K ₂₁₀ (комплексное с В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₂₅ K ₃₀ (жидкие НК) – под 2-й укос	181,1	10,9	14,6	14,3	13,3	31,8	23,1	25,9	26,9	2,7	1,2	1,6	1,8	6,2	9,8	7,6	7,9	
10. N ₃₅ P ₁₀₈ K ₂₁₀ (комплексное с В и Мо, марка 5-18-35) под 1-й укос + N ₂₅ (стандартные)	184,1	9,5	13,6	12,5	11,9	32,5	24,1	26,6	27,7	2,7	1,3	1,8	1,9	6,2	10,3	7,8	8,1	
НСР ₀₅	8,31	0,54	0,56	0,72	0,61	1,59	1,50	1,34	1,47	0,15	0,07	0,08	0,11	0,38	0,58	0,44	0,47	

Среднее содержание сырого протеина в сене люцерны, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, изменялось по вариантам опыта от 14,3 до 16,1 %, и соответствовало по качеству первому классу, с максимальными значениями в вариантах с фоном и применением стандартных туков под первый укос трав. Среднее содержание клетчатки в контрольном варианте составляло 31,0 %, в вариантах с фоном – 31,7–33,1, с внесением под первый укос стандартных удобрений – 32,0–33,7, с жидкими азотно-калийными удобрениями под второй укос на фоне внесения под первый укос комплексных удобрений – 26,6–29,5, карбамида под второй укос – 28,2 %. Применение жидких азотно-калийных удобрений способствовало снижению содержания клетчатки как к вариантам с фоном (на 2,2–6,5 %), так и к вариантам с внесением стандартных удобрений под первый укос (на 3,8–5,4), обеспечив улучшение качества сена по данному показателю до уровня первого-второго класса. Содержание жира в вариантах опыта изменялось от 1,5 до 2,0 %, с тенденцией увеличения по отношению к фону и стандартным тукам как от применяемых жидких НК удобрений, так и карбамида, внесенных под второй укос. Исключение составил вариант с жидким азотно-калийным удобрением ($N_{10}K_{12}$), применяемым в большей дозе, где наблюдалось снижение жира. Применяемые в опыте удобрения преимущественно не оказывали существенного влияния на изменение содержания золы в сене люцерны, и оно изменялось в пределах от 9,4 до 10,6 % (табл. 6).

На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве в 2014–2016 гг. продуктивность люцерны в значительной степени определялась погодными условиями. Так, в первый год жизни (2014 г.) ее посевы развивались медленно и было получено два укоса, в 2015 г. засушливые погодные условия позволили сформировать только один укос зеленой массы люцерны. В среднем за три года исследований продуктивность люцерны в контрольном варианте составила 111,7 ц/га к.ед., в вариантах с фоном – 141,8–154,0, в вариантах со стандартными туками – 155,6–170,3, с жидкими азотно-калийными удобрениями разных составов под второй укос люцерны на фоне внесения под первый укос комплексных удобрений с микроэлементами – 171,9–189,2, с внесением карбамида под второй укос на фоне внесения под первый укос комплексного удобрения с микроэлементами – 184,1 ц/га к.ед. Применение жидких азотно-калийных удобрений ($N_{10}K_{12}$ и $N_{12}K_{12}$) в разных дозах на фоне комплексных удобрений с микроэлементами, вносимых под первый укос, позволяло увеличить продуктивность травосмесей от 10,8 до 18,9 ц/га к.ед. по сравнению с внесением стандартных туков. Внесение под второй укос карбамида также обеспечивало увеличение продуктивности на 13,8 ц/га к.ед. (табл. 7).

Оценивая качественные показатели сена люцерны (среднее за 2014–2016 гг.), возделываемой на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, следует отметить, что во всех вариантах опыта содержание протеина было выше уровня второго класса (10 %) – 11,1–13,3 %. В вариантах с внесением комплексных удобрений с микроэлементами изучаемых марок под первый укос и жидкими азотно-калийными удобрениями под второй укос содержание протеина повышалось на 0,4–1,4 % по сравнению с вариантами, где применялись стандартные формы удобрений. Содержание клетчатки в среднем за три года в варианте без удобрений составляло 30,2 %, фоновых вариантах – 31,3–33,3 %,

стандартных NPK – 31,0–33,6 % и соответствовало второму (29 %) и третьему (31 %) классу качества. Использование в опыте комплексных удобрений марок 6-21-32 и 5-18-35 с добавками микроэлементов под первый укос и жидких азотно-калийных удобрений под второй укос оказывали положительное действие на качество люцерны, снижая содержание клетчатки на 4,0–5,2 % (до уровня первого класса качества), что наряду с увеличением содержания протеина повышало ценность корма и его усвоение животными. Содержание жира в вариантах опыта изменялось от 1,8 до 2,1 %, сырой золы – от 7,7 до 9,5 %, независимо от применяемых удобрений.

ВЫВОДЫ

Полученные экспериментальные данные на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаной почвах при возделывании многолетних злаковых, бобово-злаковых травосмесей и люцерны в условиях 2010–2012 и 2014–2016 гг. позволяют сделать следующие выводы:

1. Продуктивность злаковых, бобово-злаковых травосмесей и люцерны на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава в значительной степени определялась погодными условиями.

2. Применение в опытах новых форм жидких азотно-калийных удобрений марок $N_{10}K_{12}$ и $N_{12}K_{12}$ в разных дозах обеспечивало тенденцию или достоверное увеличение продуктивности злаковых травосмесей на 2,0–18,9 ц/га к.ед., бобово-злаковых травосмесей – на 2,6–24,5 и люцерны на 10,8–18,9 ц/га к.ед. по сравнению с использованием стандартных туков.

3. Используемые в опытах жидкие азотно-калийные удобрения по влиянию на качество травосмесей находились на уровне применяемых стандартных туков или превосходили их, улучшая качество сена за счет увеличения содержания сырого протеина в сене злаковых травосмесей на 0,6–1,4 %, бобово-злаковых травосмесей – 0,5–0,9 %, люцерны – на 0,4–1,4 %, снижения содержания клетчатки.

4. Жидкие азотно-калийные удобрения рекомендуются прежде всего для применения в технологии возделывания злаковых и бобово-злаковых травосмесей при возделывании на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава в основное внесение (перед залужением) и в подкормки (ранней весной в период возобновления вегетации многолетних травосмесей второго и третьего года пользования) и под второй укос на фоне внесения фосфорных удобрений.

5. Продуктивность люцерны на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в среднем за три года исследований (2012–2014 гг.) в вариантах с полным минеральным удобрением находилась в пределах от 262,7 до 288,7 ц/га к.ед. и была примерно на уровне продуктивности бобово-злаковой травосмеси (от 272,3 до 305,0 ц/га к.ед.). На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве продуктивность люцерны, в зависимости от вариантов опыта была на уровне от 155,6 до 189,2 ц/га к.ед. и была выше в 1,1–1,3 раза по сравнению с бобово-злаковыми травосмесями (от 134,6 до 163,2 ц/га к.ед.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 23638-90 Силос из зеленых растений. Технический Межгосударственный стандарт.
2. *Мальчевская, Е. Н.* Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленькая. – Минск: Ураджай, 1981. – 143 с.
3. *Красильников, Н. А.* Определитель бактерий и актиномицетов / Н. А. Красильников. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – С. 12–17.
4. *Шейко, Л. Г.* Внедрение новых регуляторов роста растений и новых минеральных удобрений в хозяйствах Минской области / Л. Г. Шейко, Г. В. Пироговская, Н. А. Лобань // Тез. докл. науч.-практ. конф. – Гродно, 1996. – С. 29–30.
5. *Скрылев, Н. И.* Дифференцированная оценка энергетической питательности кормов и составление рационов для крупного рогатого скота и свиней с использованием детализированных норм кормления / Н. И. Скрылев. – Горки, 1983. – 27 с.
6. *Святогор, А. П.* Интенсификация производства кормов в условиях промышленного животноводства / А. П. Святогор // Кормопроизводство. – 1981. – № 2. – С. 6–9.
7. *Ходырева, Л. Ф.* О возделывании многолетних трав без покрова и под покровов зерновых культур на болотных почвах Московской области / Л. Ф. Ходырева, А. В. Гусев // Науч. тр. / НИИ сел. хоз-ва центр. районов Нечерной зоны. – 1970. – Вып. 24. – С. 12–14.
8. *Нагорская, Е. Д.* Новые данные химического состава и питательности кормов Белорусской ССР / Е. Д. Нагорская, Г. С. Козырь, Н. В. Белоусова. – Минск: Урожай, 1969. – 339 с.
9. *Журавлев, А. А.* Прогрессивные приемы в технологии возделывания многолетних трав на семена / А. А. Журавлев В. И. Антонов, В. Э. Рябова // Сб. науч. тр. / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – 1981. – Вып. 25. – С. 168–177.
10. Справочник по кормопроизводству / М. А. Смурыгин [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 413 с.
11. *Тарануха, Г. И.* Значение зернобобовых культур в решении проблемы белка / Г. И. Тарануха, Г. М. Минюк, Н. Г. Лазарь: материалы науч. конф. – Пружаны, 1996. – С. 99–105.
12. Следовые элементы в агрохимической оценке качества урожаев и опасностей со стороны окружающей среды / С. Лабуда [и др.] // Проблемы пр-ва продукции растениеводства и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Белорус. гос. с.-х. акад. (Горки, 7–9 июня 2000 г.). – Горки, 2000. – Ч. 2. – С. 144–148.
13. *Крищенко, В. П.* Методы оценки качества растительной продукции / В. П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
14. Минеральный состав кормов / под ред. проф. М.Ф. Томмэ. – 3-е изд. – М.: Колос, 1968. – 256 с.
15. *Смуригин, М. А.* Корма: справочник / М. А. Смуригин. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
16. *Попов, И. С.* Кормовые нормы и кормовые таблицы / И. С. Попов. – 14-е изд., перераб. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 223 с.
17. *Алексеев, Ю. В.* Качество растениеводческой продукции / Ю. В. Алексеев. – Л.: Колос, 1978. – 256 с.

INFLUENCE OF NEW FORMS OF LIQUID AND SOLID MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY INDICATORS OF CEREAL, LEGUME-CEREAL GRASS MIXTURES AND ALFALFA ON SOD-PODZOLIC SOILS

H. V. Pirahouskaya, S. S. Khmelevsky V. I. Soroko, I. N. Khatulev, O. I. Isaeva, I. N. Shkalenko., Yu. A. Artyukh, A. G. Ganusevich, O. A. Belous

Summary

The article presents data on the effect of new forms of liquid nitrogen-potassium and solid fertilizers on productivity and quality indicators of perennial grass mixtures and lucerne in the cultivation on sod-podzolic loamy soils of the Minsk and Vitebsk regions and sod-podzolic sandy loam soil of the Minsk region. The positive effect of liquid nitrogen-potassium fertilizers has been established when used for the first and second grass mowings of the first, second and third year of use against the background of the introduction of phosphate fertilizers (cereal and legume-cereal grass mixtures) and complex fertilizers (lucerne), ensuring an increase in productivity and improvement of hay quality.

Поступила 17.05.19

УДК 631.416.1:631.445:631632.118.3

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ ^{137}Cs МНОГОЛЕТНИМИ ЗЛАКОВЫМИ ТРАВАМИ НА ТОРФЯНИСТО-ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЕ

Н. Н. Цыбулько¹, Г. В. Седукова², Е. Б. Евсеев², И. И. Жукова³

*¹Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

*²Институт радиобиологии,
г. Гомель, Беларусь*

*³Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

После аварии на Чернобыльской АЭС научно-исследовательскими учреждениями проведена огромная работа по изучению поведения и трансформации радионуклидов в почве и аккумуляции их растениями. Многочисленные исследования показали, что генетические особенности и свойства почв являются одним из важнейших факторов, определяющих процессы сорбции радионуклидов в почвенно-поглощающем комплексе и интенсивность поступления их в растения. Установлено, что количественные параметры перехода ^{137}Cs в продукцию