

10. Никитишин В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Наука, 1984. – 212 с.
11. Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ. / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и др. Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

12. Органические удобрения: Справочник /П.Д. Попов, В.И. Хохлов, А.А. Егоров и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
13. Завалин А.А. Биологический и минеральный азот в земледелии России. – М.: Изд-во ВНИИА, 2022. – 256 с.

TO ASSESS THE ROLE OF NITRATE NITROGEN IN THE FORMATION OF BARLEY YIELD ON GRAY FOREST SOIL OF THE VLADIMIR OPOLYE

V.V. Okorkov, V.I. Shchukina, Upper Volga Federal Agricultural Science Center, Vladimir oblast, p. Novyi, 601261 Russia
e-mail: okorkovvv@yandex.ru

The size of $N-NO_3$ formation during the growing season and its individual phases are estimated on the gray forest soil of the Vladimir Opolye region with a predominant diet of barley with nitrate nitrogen. It has been established that the high efficiency of mineral and organic and mineral fertilizer systems compared with organic ones is due to a 1.6-1.7-fold increase in the rate of transformation of soil nitrogen and fertilizers into the nitrate form by nitrogen mineral fertilizers applied in the early growing season of the crop. Subsequent sizes of $N-NO_3$ formation, depending on weather conditions, can make significant adjustments to the size of the crop and its quality. The coefficients of utilization of $N-NO_3$ reserves formed during the growing season for nitrogen removal by elements of the barley harvest have been determined. Compared with a single dose of $N40P40K40$, when using a double dose, these parameters decreased, which led to an increase in $N-NO_3$ losses due to denitrification and leaching. An algorithm has been developed for estimating the nitrogen mobilization pool from the use of fertilizers, its close relationship with the mobile nitrogen fund, and the latter's dependence on weather conditions.
Keywords: gray forest soil, Vladimir Opolye, barley yield, complete mineral fertilizer, cattle manure, nitrate nitrogen, mobilization pool and mobile nitrogen fund.

УДК 631.895:631.582:631.422

DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.09

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А.Б. Тиранов, к.э.н., А.В. Григорьев, Новгородский НИИСХ – филиал СПб ФИЦ РАН
173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2
E-mail: zevs1947@yandex.ru

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук – филиал Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (тема № FFZF-2025-0009, рег. № 1022041500149-1).

Исследовали в условиях Новгородской области приёмы использования в технологических операциях по возделыванию кормовых культур в севообороте микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита на дерново-подзолистой почве (84% посевной площади). Установлено, что в среднем за ротацию севооборота в варианте 4 оптимальная продуктивность составила 5 тыс. т к. е/га, переваримого протеина – 0,5 т/га. Благодаря усилению почвенного питания за ротацию севооборота: двойное использование стеблей озимой ржи, ячменя и сидерата в качестве органических удобрений, что в пересчёте на стандартный коровий навоз эквивалентно внесению ежегодно по 12-14 т/га, и минеральных удобрений на планируемый урожай баланс гумуса в почве увеличился более чем на 4 т/га. Достигнут положительный баланс основных макроэлементов в почве: по азоту +5 кг/га, фосфору +47 кг/га и калию +61 кг/га.

Ключевые слова: баланс элементов питания, севооборот, минеральные и микробиологические удобрения, продуктивность.

Для цитирования: Тиранов А.Б., Григорьев А.В. Эффективность комплексного действия удобрений на продуктивность кормового севооборота и баланс элементов питания дерново-подзолистой почвы// Плодородие. – 2025. – №3. – С. 39-43. DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.09.

Дерново-подзолистые почвы в общем почвенном покрове Новгородской области занимают более 65 % и имеют естественное низкое почвенное плодородие (по данным ФГУ станции агрохимической службы «Новгородская»). По степени окультуренности около 50 % почв сельскохозяйственных угодий слабоокультуренные. Систематическое повышение плодородия таких почв невозможно без хорошо организованного применения органических и минеральных удобрений [13].

По данным ВИУА, применение органоминеральной системы удобрения на дерново-подзолистых почвах

имеет некоторые преимущества перед минеральной. Если принять урожай без удобрений за 100 %, то при удобрении почвы навозом он составит 162 %, эквивалентным количеством NPK – 170, по органоминеральной системе – 174 %. При этом в литературных источниках указывается, что значение органоминеральной системы повышается по мере увеличения доз минеральных удобрений [2, 5].

Определение баланса питательных веществ в почве позволяет рационально планировать производство

продуктов сельского хозяйства, прогнозировать потребность в удобрениях и регулировать плодородие почвы.

Оптимальные показатели интенсивности баланса (ИБ) элементов питания по современным требованиям зависят от почвенного плодородия: при низком содержании в дерново-подзолистой почве подвижного фосфора около 200 % и обменного калия – 130-150 %; при среднем содержании подвижного фосфора – 150 % и обменного калия – 130-150 %; при высоком и очень высоком содержании в почве подвижного фосфора 150-250 мг/кг и более – около 80-100 %, повышенном обменного калия 120-170 мг/кг – 80-100 %. Оптимальная интенсивность баланса для азота – 80-100 % [3].

Главный способ повышения плодородия почвы – это внесение в неё органических подкормок в виде навоза, соломы, мульчи, а также посев сидератов. Здесь на помощь придут микробиологические удобрения, в составе которых имеются полезные микроорганизмы.

В исследуемом кормовом севообороте в технологических операциях использовали микробиологические удобрения Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф), производимые компанией «Промышленные Инновации» на территории Российской Федерации.

Микробиологические удобрения – это комплекс живых микроорганизмов, наличие которых в почве способствует скорейшей доставке растениям питательных веществ. Эти удобрения разделяют на азотфиксирующие и фосфор- и калиймобилизирующие. В зависимости от типа микроорганизмов, включённых в их состав, в почве активизируются различные природные процессы.

Азотовит – азотфиксирующее удобрение, которое создано на основе живых бактерий, обладающих азотфиксирующими свойствами, которые помогают растениям усваивать молекулярный азот из воздуха путём превращения его в удобные для растений аммонийную и нитратную формы. Содержание в препарате живых штаммов В-9029 бактерии *Azotobakter chroococcum* достигает 5 млрд/см³. Дополнительно в препарате присутствует высокоэффективная почвенная микрофлора.

Фосфатовит – это универсальный препарат, который используется в качестве удобрения. В Фосфатовите содержится 120 млн/см³ живого материала штамма В-8966 бактерии *Bacillus mucilaginosus* Bas 10 и полезные микроорганизмы почвенной микрофлоры, которые превращают нерастворимые соединения фосфора и калия в доступные для растений формы.

Применение в технологических операциях Азотовита и Фосфатовита значительно экономит внесение традиционных удобряющих веществ. Азот, потребляемый растениями из минеральных удобрений, составляет не 40-50 %, а до 80 % и это лучшая альтернатива традиционным удобрениям. Микробиологические препараты преобразовывают труднорастворимые формы природных элементов и ранее внесённых удобрений в легкоусвояемые, и повышают азотфиксацию почвы. Используемые новые микробиологические удобрения существенно увеличивают урожай до 20-30 % и улучшают экологическую обстановку. Кроме того, значительно повышается эффективное плодородие почвы, что подтверждается исследованиями [14-16, 18, 19].

Солому зерновых и зелёную массу ярового рапса применяли в качестве органических удобрений. Содержание NPK в 1 т сидерата 9,8 кг, побочной продукции ярового ячменя около 14,0, озимой ржи 15,8 кг (данные агрохимического анализа Новгородского НИИСХ). Это

существенный ресурс элементов питания для культивируемых растений.

Измельчение соломы при комбайновой уборке и последующая её заплата позволяют сокращать производственные затраты по уборке. Подсчитано, что затраты труда на производство подстильного навоза с соломой выше в 5 раз и более, чем запахивание соломы в почву с внесением по ней азота.

Для районов Нечернозёмной зоны, в которых почвенное плодородие низкое, сидерация применяется для обогащения почвы органическим веществом и азотом, что имеет большое значение. Из сидерата в первый год пользования усваивается в 2 раза больше макроэлементов, чем из стандартного органического удобрения. Азотные удобрения под сидераты не вносят. Под глубокую вспашку рекомендуется применять фосфорные и калийные удобрения [10].

Цель исследований – установить эффективность действия органоминеральных и микробиологических удобрений на баланс элементов питания дерново-подзолистой почвы и продуктивность кормовых культур за ротацию севооборота в условиях Новгородской области.

Методика. Полевой опыт проведён в Новгородском НИИСХ – филиале СПб ФИЦ РАН в 2019-2022 г. на среднеоккультуренной дерново-подзолисто-глееватой легкосуглинистой почве, подстилаемой ленточными глинами. В почве высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия – более 235 мг/кг (по Кирсанову), содержание гумуса более 3,0 % (по Тюрину), рН_{сол.} 5,8. Исследования проводили в короткороотационном кормовом севообороте с насыщенностью зернобобовыми культурами 25 %. Схема опыта 2×4. Последовательность культур в севообороте: сидерат (рапс яровой); озимая рожь (зерно) + солома озимой ржи (СОР) на удобрение; ячмень (зерно) + солома ячменя (СЯ) на удобрение; вико-овёс на зелёную массу.

Все исследуемые культуры: рожь озимая, сорт Волхова; ячмень яровой, сорт Биос 1; рапс яровой кормового и пищевого использования, сорт Оредеж 2; вико посевная яровая, сорт Льговская 22 и овёс яровой, сорт Боррус районированы в Северо-Западном регионе, в который входит Новгородская область.

В процессе обмолота зерна, побочные продукты измельчали с помощью универсального устройства зерноуборочного комбайна и равномерно распределяли по полю. Азотные удобрения применяли в дозе 10 кг д.в./т измельчённой соломы, и дисковали сельскохозяйственным орудием БДТ-3 на глубину 10-12 см, зяблевую вспашку проводили через 3 нед плугом ПЛН-3-35.

Исследуемые факторы: фактор Н – способы использования микробиологических удобрений: Н₀ – контроль (без Азотовита и Фосфатовита); Н₁ – протравливание семян (А, 2 л/т + Ф, 2 л/т); Н₂ – некорневое опрыскивание культур при высоте растений до 30 см (А, 1 л/га + Ф, 1 л/га); Н₃ – применение двух факторов: Н₁ + Н₂.

Фактор (NPK) – минеральные удобрения: (NPK)₁ – Фон 1 – расчётные дозы на планируемый урожай: сидерата (ярового рапса – 25 т/га) N₉₈P₉₆K₁₁₀, зерна озимой ржи (3,5 т/га) N₅₅P₀K₈, ячменя на зерно (3,0 т/га) N₄₀P₅K₈; викоовса на з/м (30 т/га) N₆₀P₆₀K₁₀₆. Фактор (NPK)₂ – Фон 2 – дозы минеральных удобрений под урожай культур – ½ от фактора (NPK)₁.

За ротацию севооборота в почву по Фон 1 внесли минеральных удобрений N₂₅₅P₁₆₁K₄₇₂ + СОР (от 8,7 до 10,6 т/га) + СЯ (от 5,4 до 4,9 т/га) + сидерат (с ними в почву

поступило макроэлементов $N_{92-109}P_{51-62}K_{120-138}$; по Фону 2 – $N_{128}P_{81}K_{236}$ + СОР (от 8,2 до 9,6 т/га) + СЯ (от 2,5 до 4,1 т/га) + сидерат – $N_{78-90}P_{44-53}K_{78-116}$.

Все кормовые культуры выращивали с соблюдением агротехнических требований в условиях Новгородской области. Исследования, наблюдения и обработку экспериментальных данных в опыте проводили по методике опытного дела по Б.А. Доспехову [4]. Энерго-экономическую эффективность, поступление в почву органического вещества и элементов питания, дозы внесения удобрений, содержание белка в кормах и нормы высева исследуемых культур рассчитывали по методикам [9, 8, 7, 12, 11].

В экспериментальных исследованиях применяли: азофоску (нитроаммофос) NPK по 16 % (гранулы); аммиачную селитру марки Б – N – 34,4 % (гранулы); хлористый калий – 60 % K_2O ; Азотовит и Фосфатовит.

Микробиологические удобрения применяли вместе с пестицидами, стоимость их использования очень низкая.

Схема опыта.

1. $N_1P_1K_1$ – Фон 1;
2. Фон 1 + протравливание семян (протравливание семян): А (2 л/т) + Ф (2 л/т);
3. Фон 1 + некорневое опрыскивание: А (1 л/га) + Ф (1 л/га);
4. Фон 1 + протравливание семян: А (2 л/т) + Ф (2 л/т) + некорневое опрыскивание: А (1 л/га) + Ф (1 л/га);
5. $N_2P_2K_2$ – Фон 2;
6. Фон 2 + протравливание семян: А (2 л/т) + Ф (2 л/т);
7. Фон 2 + некорневое опрыскивание: А (1 л/га) + Ф (1 л/га);
8. Фон 2 + протравливание семян: А (2 л/т) + Ф (2 л/т) + некорневое опрыскивание: А (1 л/га) + Ф (1 л/га).

Полевой опыт проводили в трёхкратной повторности на делянках общей площадью 100 м². Учётная площадь по факторам NPK и Н по 25 м². Варианты в повторениях размещали рендомизированно. Делянки были поделены на две половины. На одной части делянки высевали семена, протравленные только фунгицидами, а на другой – фунгицидами и биологическими удобрениями согласно схеме опыта.

Обработка почвы под возделываемые культуры традиционная для избыточно увлажнённых почв: зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя, предпосевная культивация в 2-3 следа сельскохозяйственным орудием КПС-4 и послепосевное прикатывание кольчато-шпоровым катком ЗКШ-6. Минеральные удобрения под возделываемые культуры вносили под культивацию, посев проводили сеялкой СЗТ-3.6. Прицепным орудием ОПШ-16 обрабатывали посевы кормовых культур микробиологическими удобрениями по 1 л/га каждого препарата при высоте растений до 30 см. Семена перед посевом протравливали фунгицидами, а для уничтожения однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков использовали гербицид Магnum и др.

В полевом опыте применяли сплошной метод учёта урожая, как наиболее точный. Возделываемые культуры убирали в фазы наибольшей питательности корма.

Влияние агрометеорологических условий на возделываемые кормовые культуры за вегетационные периоды с мая по август было достаточно благоприятным, гидро-термический коэффициент за годы исследований составил 1,7; 1,2; 1,9; 1,0 ед. соответственно по месяцам.

Результаты и их обсуждение. За ротацию севооборота получили урожайность возделываемых культур (в т/га): рапс на зелёную массу (сидерат) – 33,0; 26,0; 36,0; 38,0; 27,0; 30,0; 31,0; 32,0; озимой ржи на зерно – 5,8; 6,3; 6,4; 7,1; 5,0; 5,5; 5,8; 6,4; ячмень на зерно – 2,8; 3,2; 3,3; 4,1; 2,1; 2,6; 2,7; 3,4; вико-овёс, зелёная масса – 29,0; 33,0; 34,0; 37,0; 26,0; 29,0; 30,0; 33,0 (соответственно по вар. 1-8). Применение в технологиях Азотовита и Фосфатовита как однократно, так и двукратно привело к увеличению урожайности кормовых культур по отношению к фону 1 (вар. 1) и фону 2 (вар. 5) по зерну озимой ржи на 10-28 %, по зерну ячменя на 14-30, по з/м викоовса на 14-24 %.

В таблице 1 показана среднегодовая продуктивность кормовых культур за одну ротацию севооборота. Высокую среднегодовую продуктивность с гектара и наибольшую среднегодовую прибавку – 1,4 тыс. т к.е. получили в варианте 4 на фоне 1 при использовании факторов (NPK)₁ и Н₃, что подтверждается исследованиями [1, 16].

1. Среднегодовая продуктивность кормовых культур за ротацию севооборота, тыс. т к. е/га

Фактор NPK	Фактор Н – способы использования микробиологических удобрений				Среднее по фактору NPK (НСР ₀₅ =0,3)
	Н ₀ , без А + Ф	Н ₁ , Протравливание семян А + Ф	Н ₂ , некорневая обр. А + Ф	Н ₃ (Н ₁ + Н ₂), протравливание семян + нек. обр. А + Ф	
(NPK) ₁ – фон 1	3,6	4,1	4,2	5,0	4,2
(NPK) ₂ – фон 2	3,1	3,6	3,7	4,1	3,6
Среднее по фактору Н (НСР ₀₅ =0,3)	3,4	3,8	3,9	4,6	3,9

НСР₀₅ = 0,4 – для сравнения частных средних

Математическая обработка урожайных данных за ротацию севооборота с использованием многофакторного дисперсионного анализа не установила совместного действия факторов Н и NPK на урожайность возделываемых культур.

При использовании в технологических операциях различных способов применения микробиологических удобрений в среднем за ротацию севооборота получили практически одинаковую прибавку урожая по фону 1 в вариантах 2-4 – 0,5-1,2 тыс. т к. е/га (по отношению к вар. 1); по фону 2 в вариантах 6-8 – 0,5-1,1 тыс. т к. е/га (по отношению к вар. 5).

Увеличение в урожае кормового белка в растительных культурах необходимо для того, чтобы сократить

перерасход кормов в животноводстве и уменьшить себестоимость продуктов животноводства для населения Новгородской области [16]. Среднегодовой выход белка в кормах в среднем за ротацию севооборота по вариантам 1-8 составил, соответственно, 0,35; 0,40; 0,41; 0,48; 0,31; 0,35; 0,36; 0,40 т/га. Однократное применение в технологических операциях Азотовита и Фосфатовита (вар. 2-3 и 6-7) повысило выход среднегодового переваримого протеина по отношению к фонам 1 и 2 на 0,04-0,06 т/га (13-17 %), при двукратном использовании (вар. 4 и 8) на 0,13 и 0,09 т/га (более 29 %). Наибольший выход белка в среднем за ротацию обеспечил вариант 4 – 0,48 т/га, что выше на 34 %, а максимальная прибавка сухого вещества составила 1,2 т/га по отношению к варианту 1.

Приёмы биологизации дали положительный эффект накопления гумуса в пахотном слое почвы. Наибольшие темпы накопления гумуса в почве за ротацию – 4,3 т/га в варианте 4 по факторам (NPK)₁ и Н₃ при запахивании соломы озимой ржи 10,5 т/га, ячменной 5,0 и сидерата 38 т/га с учётом минерализации гумуса [17].

Расчёт баланса основных макроэлементов в почве определяли по разности между поступлением со всеми удобрениями и семенами и выносом с полей отчуждаемой частью урожая. При расчёте баланса учли, что за ротацию севооборота по всем вариантам опыта с нетрадиционными органическими удобрениями и с учётом биологического азота зернобобовой культуры в почву

поступило: азота от 146 до 209 кг/га, фосфора от 53 до 80, калия от 147 до 250 кг/га. Это равноценно внесению в почву за ротацию 50-60 т/га подстильного навоза КРС.

В таблице 2 представлен баланс элементов питания по азоту, фосфору и калию в дерново-подзолистой почве за 1-ю ротацию сидерального севооборота. Возделывание кормовых культур по фону 1 при внесении среднегодовой дозы полного минерального удобрения N₆₄P₄₀K₁₁₈ (вар. 1-4) и использовании нетрадиционных органических удобрений (сидерата, всей соломы зерновых двукратно и симбиотического азота викоовсяной смеси) обеспечило оптимальную интенсивность баланса по азоту более 100%, фосфору 124-146 и калию 110-126 %.

2. Баланс элементов питания в сидеральном севообороте за 1-ю ротацию

№ варианта*	Азот				Фосфор				Калий			
	внесено с удобрениями + азот-фиксация	вынос с урожая + газообразные потери	прибыль или потеря, +, -	ИБ, %	внесено с удобрениями	вынос с урожая	прибыль или потеря, +, -	ИБ, %	внесено с удобрениями	вынос с урожая	прибыль или потеря, +, -	ИБ, %
	кг/га				кг/га				кг/га			
1	464	412	+ 51	112	225	154	+71	146	605	479	+126	126
2	478	449	+ 28	106	232	170	+62	136	628	533	+95	118
3	481	457	+ 23	105	233	174	+59	134	631	543	+88	116
4	495	490	+5	101	241	194	+47	124	660	599	+61	110
5	314	342	-28	92	135	130	+6	107	362	416	-54	88
6	329	378	-50	87	143	146	0	100	361	439	-56	89
7	333	391	-58	85	145	152	-2	97	389	454	-65	87
8	345	428	-83	81	151	169	-15	91	406	467	-91	84

*Варианты приведены в тексте при описании схемы опыта.

В вариантах 5-8 (фон 2) в почву за ротацию поступило: минеральных удобрений N₁₂₈P₈₁K₂₃₆ кг д.в/га и с запахкой всей соломы озимой ржи, ярового ячменя, сидерата (рапс яровой), и с учётом биологического азота зернобобовой культуры N₁₄₄₋₁₈₀P₆₇₋₈₆K₁₇₀₋₂₁₅ кг д.в/га. Рассчитали, что баланс питательных веществ по фосфору в почве колеблется от слегка отрицательного (-15 кг/га) до слегка положительного (6 кг/га); по азоту и калию баланс отрицательный от -28 до -91 кг/га. Однако интенсивность баланса по азоту 81-91 %, фосфору 91-107 и калию 84-89 % оптимальна для дерново-подзолистой почвы с указанными агрохимическими показателями и согласуется с результатами исследований [6]. Для почв с содержанием высоких показателей по подвижному фосфору и обменному калию интенсивность баланса по азоту, фосфору и калию 80-100 % является оптимальной.

Расчёты энерго-экономических показателей (в ценах 2019 г.) выявили, что лучший коэффициент энергетической эффективности, выражающий соотношение между количеством энергии, содержащейся в выращенных кормах и затраченной на получение этих кормов, в среднем за ротацию был в варианте 4 и составил 5,0 ед. Кроме того, в данном варианте отмечены лучшие показатели по среднегодовой продуктивности – 5,0 тыс. т к.е/га и высокая условная чистая прибыль 30 тыс. руб/га с уровнем рентабельности 137 %.

Заключение. Установлено на основании проведённых исследований в Новгородской области на дерново-подзолистой почве с высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, что применение в технологических операциях при производстве кормовых культур в 4-польном севообороте двукратно Азотовита и Фосфатовита, доз минеральных удобрений на планируемый урожай и соломы зерновых и сидерата, как органического удобрения (при пересчёте на подстильный

навоз КРС ежегодно 12-14 т/га), увеличило среднегодовую продуктивность кормов за ротацию на 1,4 тыс. т к.е/га, содержание белка в кормах – на 0,13 т/га и сухого вещества – на 1,2 т/га (по сравнению с вар. 1). Запахивание соломы зерновых дважды за ротацию и сидерата (вар. 4) приводит к возврату в почву фосфора (P₂O₅) – 80 кг/га, калия (K₂O) –250 и азота с учётом азотфиксации зернобобовых 209 кг/га. Это обеспечило оптимальную интенсивность баланса по основным макроэлементам питания в пахотном слое почвы более 101 %.

Литература

1. Будилов А. П. Возделывание зерновых и зернобобовых культур на корм и зернофураж в Оренбургской области. // Вестник мясного скотоводства. – 2013. – № 2 (80). – С. 108-115.
2. Горбылева А. И. Окупаемость минеральных удобрений в севообороте при разных способах их внесения / Тезисы докладов Всесоюзного совещания участников Геосети. 2-6 июля 1984 г., г. Горький. – М., 1984. Ч. I. – С. 95.
3. Державин Л. М. Научно-методологические основы проектирования применения удобрений в ресурсосберегающих технологиях // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 19-22.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Ефремов В. Ф., Самойлов Л. Н. Эффективность и окупаемость минеральной и навозно-минеральной системы удобрения в севообороте / Тезисы докладов Всесоюзного совещания участников Геосети. 2-6 июля 1984 г., г. Горький. – М., 1984. Ч. I. – С. 79-80.
6. Кузьменко Н. Н. Баланс элементов питания дерново-подзолистой почвы в льяном севообороте // Агрохимия. – 2021. – № 6. – С. 3-7.
7. Каюмов М. К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
8. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: Изд-во ЦИНАО, 2000. – 40 с.
9. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе. – Курск: Изд. центр «ЮМЭКС», 1999. – 48 с.
10. Новоселов С. И., Толмачев Н. И., Еремеев П. В. Эффективность сидеральных удобрений при возделывании озимой ржи. // Вестник

Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3 (3) – С. 31-35.

11. *Научные основы систем земледелия Новгородской области // Методические рекомендации колхозам и совхозам по Нечернозёмной зоне.* – Новгород, 1982. – С. 9.

12. *Программа и методика исследований в Географической сети полевых опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии.* – М.: Тип. ВГУ, 1990. – С. 57-59.

13. *Покровская Е. В., Ефимова В. С.* Динамика плодородия почв Новгородской области // Плодородие. – 2003. – № 2 (11). – С. 13-14.

14. *Резанова Г.И., Иванченко Т.В.* Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на развитие и продуктивность зерновых культур. // Научно-агрономический журнал. – 2012. – № 1 (90). – С. 15-21.

15. *Тиранов А.Б.* Влияние микробиологических удобрений на урожайность ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 43-46.

16. *Тиранова Л. В.* Влияние способов применения Азотовита и Фосфатовита на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. // Плодородие. – 2021. – № 2 (119). – С. 38-41.

17. *Тошина Е. А., Амбарцумова К. А.* Однолетние бобовые как источник решения проблемы кормового белка для сельскохозяйственных предприятий Новгородской области // Сб. статей: «Наука, бизнес, власть – триада регионального развития». – СПб.: ГРИИ «Нацразвитие», 2019. – С. 163-167.

18. *Эффективность бактериальных удобрений Азотовит и Фосфатовит в некоторых хозяйствах Волго-Вятского региона.* URL: <https://agropost.ru/rasteniyevodstvo/udobreniya/vliyanie/> (Дата обращения 05.02.2025 г.)

19. *Юдина И.Н., Попова Л.Д.* Влияние бактериальных удобрений Азотовит и Фосфатовит на урожайность зерна ячменя в условиях Калужской области / В сб.: Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием/ Под редакцией В.Н. Мазурова, 2019. – С. 208-211.

THE EFFECTIVENESS OF THE COMPLEX ACTION OF FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF FORAGE CROP ROTATION AND THE BALANCE OF NUTRIENTS IN SOD-PODZOLIC SOIL

A.B. Tiranov, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher,

A.V. Grigoriev, Senior Researcher

Novgorod Scientific Research Institute of Agriculture – St. Petersburg branch of the Federal Information Center of the Russian Academy of Sciences

173516, Borki vil., Parkovaya str., Russia, E-mail: zevs1947@yandex.ru .

In the conditions of the Novgorod region, the methods of using microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on sod-podzolic soil (84% of the sown area) in technological operations for cultivating forage crops in crop rotation were studied. It was found that, on average, during the rotation of crop rotation in option 4, the optimal productivity was 5 thousand tons per unit/ha, and the digestible protein was 0.5 tons per ha. Due to increased soil nutrition due to crop rotation: the dual use of winter rye, barley and siderate stalks as organic fertilizers, which in terms of standard cow manure is equivalent to applying 12-14 t/ha annually, and mineral fertilizers for the planned harvest increased the humus balance in the soil by more than 4 t/ha and was achieved the positive balance of the main macronutrients in the soil is nitrogen +5 kg/ha, phosphorus +47 kg/ha and potassium +61 kg/ha.

Keywords: balance of nutrients, crop rotation, mineral and microbiological fertilizers, productivity.

УДК 633.351.:631.582.1

DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.10

ВЛИЯНИЕ БЕССМЕННОГО ПОСЕВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНОПРОДУКЦИИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА С КОРОТКОЙ РОТАЦИЕЙ

Т.П. Сухопалова, к.с.-х.н., ФГБНУ Федеральный научный центр лубяных культур

Комсомольский проспект, 17/56, Тверь, Российская Федерация, 170041,

(E-mail: info.trk@fncl.ru)

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ ФНЦ ЛК по теме № FGSS – 2024–0005 при финансовой поддержке Минобрнауки России

Представлены результаты исследований по влиянию бессменного посева льна-долгунца в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в многолетнем опыте на урожайность льнопродукции и продуктивность севооборота в двух ротациях четырехпольного севооборота. Лен-долгунец возделывали в севообороте: ячмень – лен-долгунец – лен-долгунец – лен-долгунец в двух ротациях. В первой ротации севооборота высевали лен-долгунец сорта Тверской, во второй – Тонус. При возделывании в первой ротации севооборота льна-долгунца на второй и третий годы снижались урожайность льнопродукции на 44 и 78 %, продуктивность севооборота – на 56,4 и 70 % по сравнению с первым годом его возделывания после предшественника ячменя. Отметили, что на третий год возделывания льна-долгунца по льну качество льнотресты снизилось с 2,5 до 1,0 сортономера.

Во второй ротации севооборота в неблагоприятных погодных условиях на второй год посева льна-долгунца сорта Тонус урожайность льнотресты и всего льноволокна снизилась на 36,4 %, качество льнотресты на 0,5 сортономера, увеличилось количество стеблей пырея ползучего в посевах на 143 шт/м², по сравнению с первым годом посева льна-долгунца после предшественника ячменя. На третий год посева во второй ротации в благоприятных для роста и развития растений погодных условиях урожайность льносемян сорта Тонус повысилась на 55,7 %, урожайность льнотресты – на 28,5, льноволокна – на 26,7, с сохранением качества льнотресты, продуктивность севооборота увеличилась на 52% по сравнению с первым годом посева.