

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

А.Ю. Гаврилова, А.М. Конова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

E-mail: augavrilova@gmail.com

Для цитирования: Гаврилова А.Ю., Конова А.М. Влияние уровня минерального питания на урожайность и качество клевера лугового // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 36–44. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-36-44.

Ключевые слова: сорт, клевер луговой, минеральные удобрения, урожайность, биологический азот, сырой протеин.

Реферат. Исследования выполнялись на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в 2022–2023 гг. на опытных полях ОП Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК на базе лаборатории агротехнологий. Цель эксперимента состояла в изучении влияния уровня минерального питания на урожайность и качество сена клевера лугового. Объектом исследования являлся раннеспелый диплоидный сорт клевера лугового Починковец. Опыт был заложен в соответствии с методикой, разработанной Б.А. Доспеховым; математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного и регрессионного анализов; определение количества органического вещества, общего и биологического азота – по методике А.А. Завалина с соавторами. По результатам двухлетних исследований установлено, что наибольший сбор сена клевера лугового за два укоса был получен в более благоприятном по погодным условиям 2022 г. (20,0 т/га) относительно 2023 г. (8,3 т/га). Максимальная урожайность сена, независимо от года исследований, была отмечена в варианте комплексного внесения изучаемых удобрений ($N_{48}P_{48}K_{48}$). Дальнейшее увеличение дозы было неэффективно. Более высокая урожайность в 2022 г. связана с тем, что в этом году сформировались и более высокие растения клевера (до 10 см выше по сравнению с 2023 г.). Расчет вклада клевера лугового в плодородие почвы после его заделки показал, что в почву поступило до 9,52 т/га органического вещества, с органическим веществом в почве накопилось до 181 кг/га общего азота, в том числе до 118 кг/га фиксированного азота.

THE EFFECT OF THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION ON THE YIELD AND QUALITY OF MEADOW CLOVER

A.Yu. Gavrilova, A.M. Konova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

E-mail: augavrilova@gmail.com

Keywords: variety, meadow clover, mineral fertilizers, yield, biological nitrogen, crude protein.

Abstract. The research was carried out on sod - podzolic medium loamy soil in 2022-2023 in the experimental fields of the Smolensk Research Institute of Agricultural Sciences of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops on the basis of the laboratory of agricultural technologies. The purpose of the experiment was to study the effect of the level of mineral nutrition on the yield and quality of meadow clover hay. The object of the study was an early-maturing diploid variety of meadow clover Pochinkovets. The experience was laid down in accordance with the methodology developed by B.A. Dospikhov; mathematical data processing was carried out by the method of dispersion and regression analyses; determination of the amount of organic matter, total and biological nitrogen - according to the methodology of A.A. Zavalin and co-authors. According to the results of two years of research, it was found that the largest harvest of meadow clover hay for two mowing was obtained in a more favorable weather conditions in 2022 (20.0 t/ha) relative to 2023 (8.3 t/ha). The maximum yield of hay, regardless of the year of research, was noted in the variant of complex application of the studied fertilizers ($N_{48}P_{48}K_{48}$). Further dose increases were ineffective. The higher yield in 2022 is due to the fact that taller clover plants were formed this year (up to 10 cm higher compared to 2023). The calculation of the contribution of meadow clover to soil fertility after plowing showed that up to 9.52 t/ha of organic matter entered the soil, up to 181 kg/ha of total nitrogen accumulated with organic matter in the soil, including up to 118 kg/ha of fixed nitrogen.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №FGSS-2024-0004).

Развитие животноводческой отрасли напрямую зависит от развития кормовой базы, особенно от производства кормов с высоким содержанием протеина. Оптимизация структуры посевных площадей с целью повышения доли бобовых культур в севообороте является самым оптимальным способом решения этой проблемы [1–3].

По литературным данным В.В. Лапы, М.М. Ломонос, О.Г. Кулеш, М.С. Лопух, О.Л. Ломонос клевер луговой – это культура с большим потенциалом, которая является ценным источником белка. Он широко используется в качестве зеленого удобрения, для производства сена и силоса. Корма на основе клевера богаты основными макро- и микроэлементами, каротином и другими питательными веществами [4].

Более того, выращивание клевера лугового существенно способствует сохранению и улучшению плодородия почвы. В настоящее время не подлежит сомнению способность бобовых культур фиксировать азот атмосферы и переводить его в соединения, доступные растениям, и обогащать почву этим элементом питания [5–7].

По сведениям А.А. Завалина, С.В. Ивановой, ежегодно сельскохозяйственные культуры получают около 0,71 млн т азота, однако вместе с урожаем из почвы его выносятся до 3,26 миллиона тонн. Следовательно, основная часть урожая формируется за счет питательных элементов, находящихся в почве, а также полученных путем биологической фиксации [8, 9]. Биологический азот, аккумулированный в почве благодаря бобовым культурам, будет доступен для использования последующими культурами севооборота ещё в течение 3–4 лет. Также бобовые растения способствуют обогащению почвы легко разлагаемым органическим материалом в виде пожнивно-корневых остатков, что приводит к повышению плодородия почвы [10–12].

Клевер луговой – культура, обладающая высокой потенциальной продуктивностью. Одним из ключевых факторов, определяющих высокие урожаи клевера в районах с достаточным уровнем влажности, является использование минеральных удобрений [13–16].

Цель работы заключалась в изучении влияния возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и качество сена клевера лугового.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях полевого стационара обособленного подразделения Смоленского НИИСХ ФГБНУ

ФНЦ ЛК в 2022–2023 гг. выполнялись исследования, направленные на изучение воздействия уровня минерального питания на урожайность клевера лугового сорта Починковец. Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующим химическим составом пахотного слоя: содержание гумуса (по Тюрину) – 2,0 %, pH_{KCl} – 5,4, содержание P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 142 и 98 мг/кг почвы соответственно.

Объектом исследований являлся раннеспелый диплоидный сорт клевера лугового Починковец. Оригинатор – ФГБНУ ФНЦ ЛК. Сорт обеспечивает два полноценных укоса на зеленую массу. Процент облиственности колеблется от 43,3 до 56,8 %, концентрация сырого протеина и клетчатки – 17,2 и 22,3 % соответственно. Сорт обладает высокой зимостойкостью. В 2018 г. сорт внесен в Государственный реестр по Центральному региону, в 2019 г. – получен патент [17].

Клевер луговой высевали совместно с покровной культурой (овсом). Схема опыта содержала 11 вариантов в трехкратной повторности. В опыте изучались последовательно возрастающие дозы азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений и их различные сочетания. Единичная доза удобрений под овес составила $N_{16}P_{16}K_{16}$. В опыте все варианты закодированы. В кодах первая цифра означает дозу азота, вторая – фосфора, третья – калия. Например, вариант 333 читается так: $N_{48}P_{48}K_{48}$. Под овес осенью в соответствии со схемой (табл. 1) вносили аммиачную селитру, двойной суперфосфат и калий хлористый за исключением варианта $N_0P_0K_0$. Весной на всех вариантах опыта всходы клевера подкармливали аммиачной селитрой в дозе N_{20} . Норма высева клевера составила 8 кг/га.

Площадь делянки – 60 м², повторность – трехкратная.

Учет урожая проводили поделочно в фазу начала цветения. Математическую обработку экспериментальных данных – методом дисперсионного и регрессионного анализов с использованием программы STAT VNIA [18]. Расчет вклада бобовых культур в плодородие почвы и определение количества органического вещества, общего и биологического азота, оставляемого бобовыми после распашки, проведен по методике, разработанной А.А. Завалиным с соавторами [19].

По литературным данным В.В. Лапы с соавторами, О.А. Глушковой, Л.Н. Матаис, З.В. Козловой, Н.Н. Зезина, П.А. Постникова, М.А. Тормозина, А.Б. Пономарёва. одними из ключевых факторов, влияющих на формирование урожая

сельскохозяйственных растений, является температура воздуха и сумма осадков за период вегетации. Отрицательно на урожайность влияет как избыток тепла и влаги, так и их дефицит [4, 20, 21].

Наиболее благоприятные погодные условия для роста и развития растений клевера лугового были созданы в 2022 г. (рис. 1, 2) [22]. Суммарное количество осадков за весенне-летний период составило 446 мм, что превысило средние многолетние значения на 111 мм. Средняя температура воздуха за этот период составила 14,5 °С, что на

1,2 °С превышало среднемноголетний показатель. В результате обильные осадки в сочетании с температурой воздуха, близкой к норме, способствовали быстрому возобновлению вегетации растений.

Показатель температуры воздуха за вегетационный период 2023 г. превысил среднегодовую норму на 1,9 °С. Количество атмосферных осадков почти в два раза было меньше средней многолетней величины, что неблагоприятно сказалось на нарастании зеленой массы клевера.

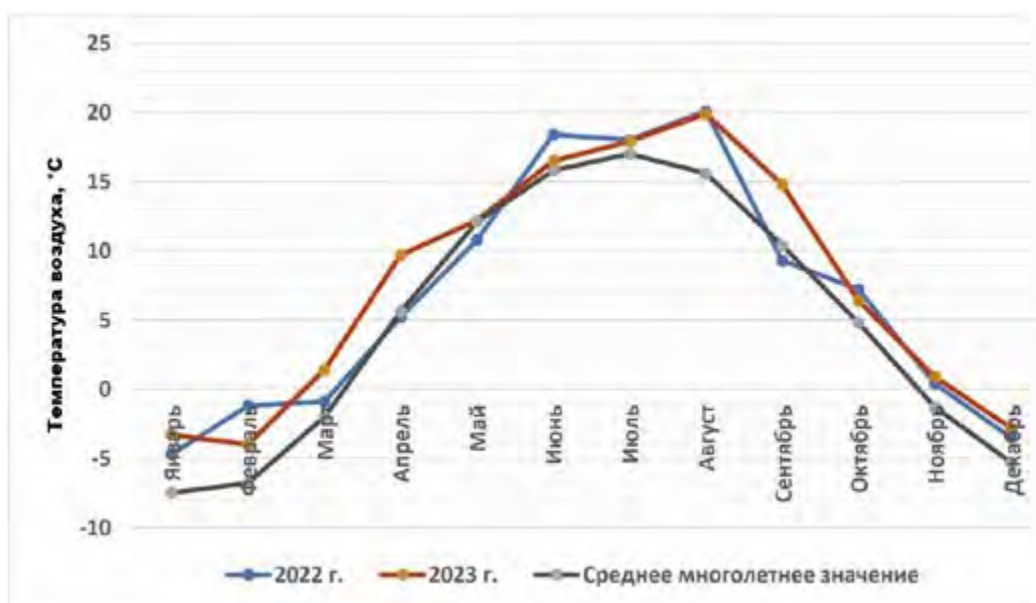


Рис. 1. Температура воздуха в период вегетации растений клевера лугового
Air temperature during the growing season of meadow clover plants

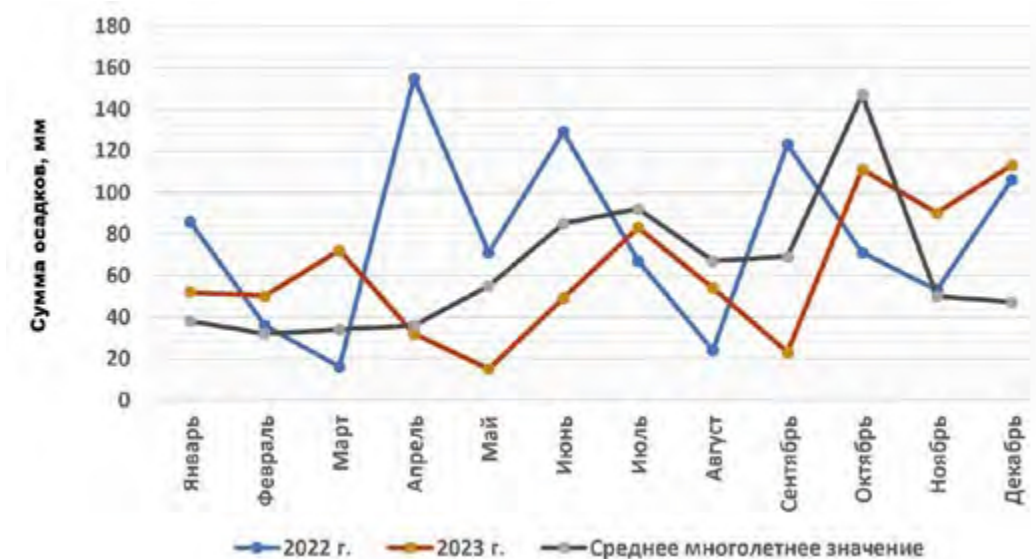


Рис. 2. Сумма осадков за период вегетации растений клевера лугового
The amount of precipitation during the growing season of meadow clover plants

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность клевера лугового в значительной степени зависит от наличия необходимых питательных элементов в почве, при этом немаловажным фактором является уровень её влагообеспеченности. Согласно проведенным исследованиям, в 2022 г. в сумме за два укоса был получен наибольший сбор сена клевера, который составил до 20,0 т/га (см. табл. 1). Достаточное количество

тепла и влаги в начале вегетационного периода положительно отразилось на величине урожая первого укоса. Однако дефицит влаги (почти в 2,7 раза ниже нормы) во второй половине вегетационного периода сильно затормаживал рост растений во втором укосе.

Недостаточное количество осадков в сочетании с повышенными температурами воздуха в 2023 г. привели к уменьшению урожайности клевера лугового в совокупности за два укоса в 1,7–3,0 раза относительно 2022 г.

Таблица 1

Характер действия возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность сена клевера лугового сорта Починковец, т/га
The nature of the effect of increasing doses of mineral fertilizers on the yield of clover hay of the meadow variety Pochinkovets, t/ha

Вариант	Урожайность, т/га					
	2022 г.			2023 г.		
	1-й укос	2-й укос	Сумма за два укоса	1-й укос	2-й укос	Сумма за два укоса
$N_0P_0K_0$	7,0	3,1	10,1	2,2	3,3	5,5
$N_{48}P_0K_0$	10,5	3,9	14,4	2,0	4,1	6,1
$N_0P_{48}K_0$	11,6	4,0	15,7	2,0	3,9	5,9
$N_0P_0K_{48}$	10,9	4,4	15,5	2,2	3,3	5,5
$N_{48}P_{48}K_0$	10,3	4,2	14,6	3,1	3,6	6,7
$N_{48}P_0K_{48}$	13,8	5,3	19,1	4,2	2,1	6,3
$N_0P_{48}K_{48}$	9,5	4,6	14,0	3,2	4,8	8,1
$N_{16}P_{16}K_{16}$	8,3	4,1	12,3	2,1	3,3	5,4
$N_{32}P_{32}K_{32}$	10,5	4,3	14,9	2,3	3,6	5,9
$N_{48}P_{48}K_{48}$	13,9	6,1	20,0	3,2	5,1	8,3
$N_{64}P_{64}K_{64}$	11,8	6,2	18,1	3,6	4,2	7,8
НСР _{0,5}	0,7	0,4	0,9	0,4	0,4	0,6

Авторами В.В. Лапа, М.М. Ломонос, О.Г. Кулеш, М.С. Лопух, О.Л. Ломонос установлено, что развитие растений клевера в первый год жизни в значительной степени зависит от доз минеральных удобрений, внесенных под покровную культуру. С увеличением урожайности покровной культуры условия для развития многолетних трав, высеянных под покровом, значительно ухудшаются, что приводит к их сильному изреживанию и снижению продуктивности зеленой массы [4]. В ходе исследований в 2022 г. было выявлено, что внесение аммиачной селитры в количестве 48 кг д.в. на 1 га под покровную культуру привело к снижению урожайности клевера лугового. Вероятно, это произошло из-за избыточного азотного питания покровной культуры, что привело к ее преждевременному полеганию, к сильному

затенению и гибели части всходов клевера. Добавление к аммиачной селитре фосфорных или калийных минеральных удобрений сглаживало негативное действие азота. Наибольшая урожайность сена клевера лугового в сумме за два укоса была получена при комплексном внесении изучаемых удобрений на варианте $N_{48}P_{48}K_{48}$ (прибавка к контролю составила 98 %). Дальнейшее увеличение дозы было неэффективно.

В 2023 г. одностороннее применение азотных, фосфорных и калийных удобрений было практически на одном уровне. Более заметные изменения в урожайности наблюдались при внесении парных комбинаций минеральных удобрений, особенно при взаимодействии фосфора с калием. Прибавка к контролю в сумме за два укоса на этом варианте составила 47 %. Оптимальным по

продуктивности вариантом также являлся вариант с внесением $N_{48}P_{48}K_{48}$, на котором урожайность сена увеличилась до 8,3 ц/га.

Высота растений является одним из основных показателей, участвующих в формировании урожайности зеленой массы клевера лугового. В 2022 г., по сравнению с 2023 г., растения клевера были более высокорослыми, формируя более длинные междоузлия. Превышение по высоте

составило до 10 см, обеспечив при этом максимальный сбор урожайности.

Выявлена высокая и средняя корреляционная связь между изучаемыми показателями (рис. 3, 4). Наиболее высокой она была в 2022 г. ($r = 0,70$) по сравнению с 2023 г. ($r = 0,56$). Так как $r \neq 0$ зависимость прямопропорциональная, т.е. при изменении высоты растений на 1 см величина урожайности увеличивалась на 0,25 или 0,08 т/га в зависимости от года исследований.

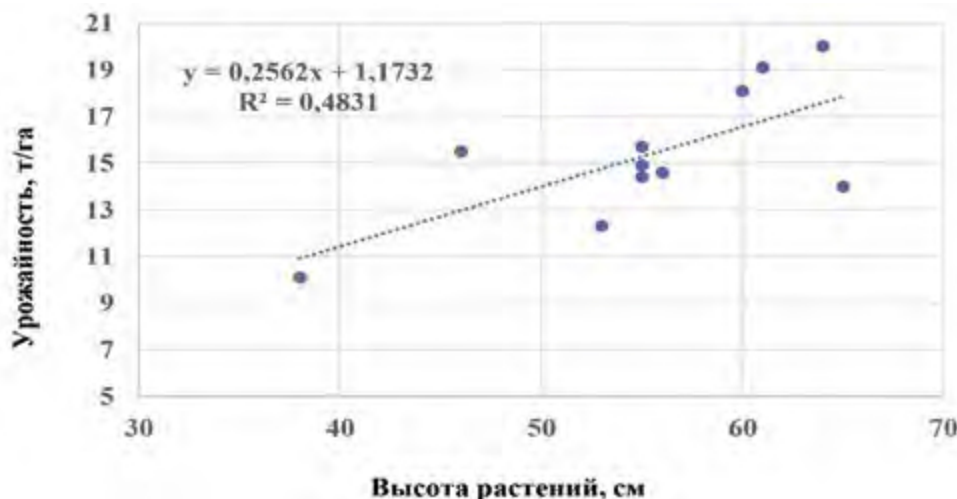


Рис. 3. Взаимосвязь урожайности и высоты растений клевера лугового сорта Починковец в 2022 г.
The relationship between yield and height of clover plants of the meadow variety Pochinkovets in 2022

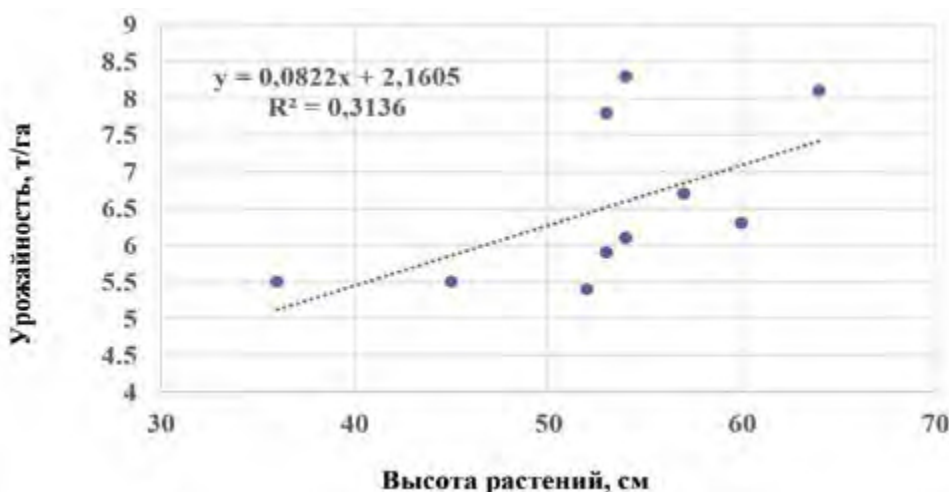


Рис. 4. Взаимосвязь урожайности и высоты растений клевера лугового сорта Починковец в 2023 г.
The relationship between yield and height of clover plants of the meadow variety Pochinkovets in 2023

По мнению ряда авторов, фосфорные и калийные минеральные удобрения существенно способствуют увеличению питательной ценности клевера лугового. Одним из ключевых показателей качества кормов является сбор сырого протеина [1]. В ходе наших исследований было

установлено, что этот показатель напрямую зависит от величины урожайности: в 2022 г. он увеличился в 2,3 раза по сравнению с контролем, в 2023 г. – в 1,8 раза (табл. 2). Максимальный сбор сырого протеина был зафиксирован в варианте с наибольшей продуктивностью.

Таблица 2

Сбор сырого протеина при применении возрастающих доз минеральных удобрений
Collection of crude protein with the use of increasing doses of mineral fertilizers

Вариант	Сбор сырого протеина, т/га	
	2022 г.	2023 г.
$N_0P_0K_0$	1,27	0,68
$N_{48}P_0K_0$	1,83	0,79
$N_0P_{48}K_0$	2,03	0,77
$N_0P_0K_{48}$	2,02	0,74
$N_{48}P_{48}K_0$	1,87	0,86
$N_{48}P_0K_{48}$	2,43	0,79
$N_0P_{48}K_{48}$	1,85	1,10
$N_{16}P_{16}K_{16}$	1,57	0,70
$N_{32}P_{32}K_{32}$	1,99	0,81
$N_{48}P_{48}K_{48}$	3,00	1,29
$N_{64}P_{64}K_{64}$	2,60	1,18

Оценка накопления органического вещества пожнивно-корневых остатков, общего и биологического азота, оставленного клевером луговым сорта Починковец после распашки поля, представлена на рис. 5. После распашки клевера в почву поступило от 5,22 до 9,52 т/га органического вещества, что по содержанию азота эквивалентно от 0,70 до 1,27 т/га навоза. С органическим ве-

ществом в почве накопилось до 181 кг/га общего азота, в том числе до 118 кг/га фиксированного азота, эквивалентно 347 кг/га аммиачной селитры, который будет использоваться на формирование урожая последующими культурами севооборота. Комплексное применение минеральных удобрений было более эффективным приемом по сравнению с их односторонним внесением.

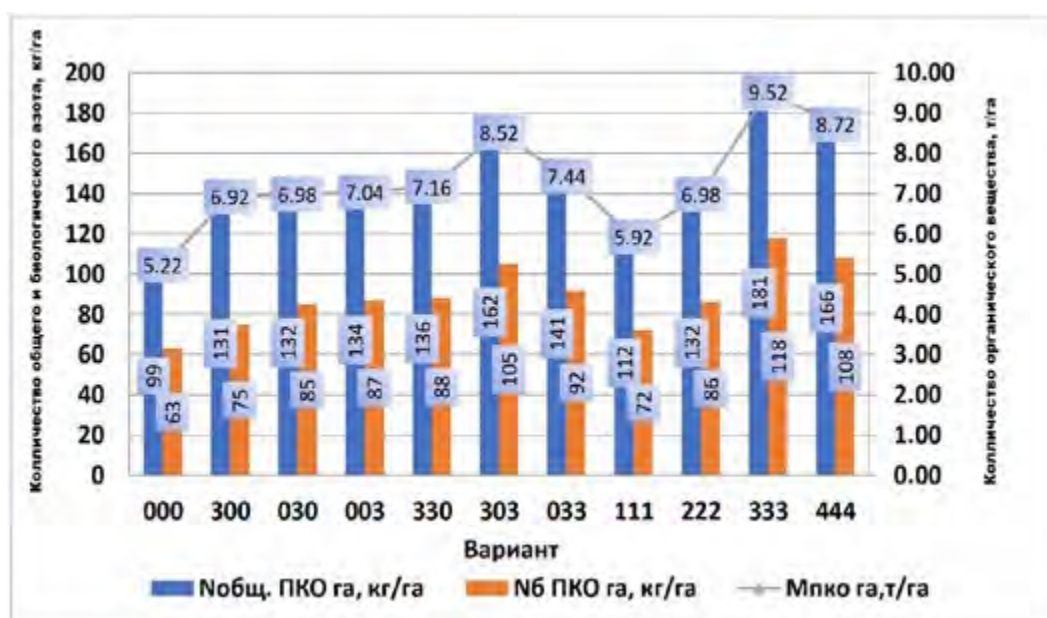


Рис. 5. Накопление органического вещества $M_{\text{ПКО}}$, общего $N_{\text{общ. ПКО}}$ и биологического азота $N_{\text{б. ПКО}}$ после уборки клевера лугового (в среднем за 2022–2023 гг.)

Accumulation of organic matter ($M_{\text{ПКО}}$), total ($N_{\text{ген. ПКО}}$) and biological nitrogen ($N_{\text{б. ПКО}}$) after harvesting meadow clover (on average for 2022–2023)

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений в технологии возделывания клевера лугового зависела от соотношения величины урожая с учетом его качества, а также затрат на их использование. Применение удобрений, особенно их комплексное внесение, положительно сказывалось на увеличении урожайности, прибавка достигала 6,3 т/га (табл. 3). Себестоимость 1 т продукции, в зависимости от минерального фона, достигала 131,4 р. Наиболее экономически выгодным был вариант $N_{48}P_{48}K_{48}$. Здесь, при наименьшей себестоимости продукции (84,0 р./т), была получена наибольшая прибыль с 1 га (16350 р.) и самая высокая рентабельность (137 %).

Анализ энергетической эффективности использования удобрений показал достаточно высокий коэффициент их полезного действия, особенно на вариантах с односторонним их использованием. Однако эти варианты не рекомендуются к использованию, так как со временем без применения полного минерального удобрения баланс основных элементов питания в почве станет отрицательным, что приведет к полному истощению природных запасов. С повышением доз удобрений происходило снижение коэффициента энергетической эффективности, что обусловлено большими энергозатратами на применение удобрений. Поэтому наиболее оптимальным по данному показателю был вариант с полной дозой минеральных удобрений ($N_{48}P_{48}K_{48}$).

Таблица 3

Эффективность применения возрастающих доз минеральных удобрений при возделывании клевера лугового (в среднем за 2022–2023 гг.)
The effectiveness of the use of increasing doses of mineral fertilizers in the cultivation of meadow clover (average for 2022–2023)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Оплата, кг/кг	Выручка от реализации сена с 1 га, р.	Производственные затраты на 1 га, р.	Себестоимость, р./т	Прибыль, р./га	Рентабельность, %	Биоэнергетический КПД, ед.
$N_0P_0K_0$	7,8	–	–	15600	10250	131,4	5350	52	-
$N_{48}P_0K_0$	10,2	2,4	5,0	20400	10660	104,5	9740	91	2,1
$N_0P_{48}K_0$	10,8	3,0	6,2	21600	10700	99,0	10900	101	18,7
$N_0P_0K_{48}$	10,5	2,7	5,6	21000	10500	100,0	10500	100	25,6
$N_{48}P_{48}K_0$	10,6	2,8	2,9	21200	11100	104,7	10100	90	2,2
$N_{48}P_0K_{48}$	12,7	4,9	5,1	25400	11050	87,0	14350	129	4,1
$N_0P_{48}K_{48}$	11,0	3,2	3,3	22000	11150	101,4	10850	97	12,1
$N_{16}P_{16}K_{16}$	8,8	1,0	2,1	17600	11500	130,6	6100	53	2,2
$N_{32}P_{32}K_{32}$	10,4	2,6	2,7	20800	11700	112,5	9100	77	2,8
$N_{48}P_{48}K_{48}$	14,1	6,3	4,4	28200	11850	84,0	16350	137	4,6
$N_{64}P_{64}K_{64}$	12,9	5,1	2,7	25800	11950	92,6	13850	115	2,8

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со средним и повышенным содержанием подвижных элементов питания при возделывании клевера лугового Починковец в севообороте оптимальной дозой являлась $N_{48}P_{48}K_{48}$, внесенная под покровную культуру, обеспечившая в средних для Смоленского района метеорологических

условиях урожай сена на уровне 14,1 т/га, наибольшую прибыль 16350 р. и рентабельность (137 %) при наименьшей себестоимости продукции (84,0 р.).

2. В среднем за один год пользования травостоя клевер луговой оставил в почве до 9,52 т/га органического вещества, что может в значительной мере сказаться на стабилизации и повышении содержания гумуса в почве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Продуктивность* и качество клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, М.М. Ломонос [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2 (47). – С. 78–87.
2. *Возделывание* клевера лугового в длительном стационарном опыте с удобрениями / Ф.А. Попов, Л.М. Козлова, Е.Н. Носкова [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 2 (42). – С. 51–57. – DOI: 10.47737/2307-2873_2023_42_51.
3. *Neliubina Zh.S., Kasatkina N.I., Fatykhov I.Sh.* Formation of dry mass by agrophytocenosis of perennial grasses based on tetraploid red clover // Volga Region Farmland. – 2020. – No. 3 (7). – P. 7–11. – DOI: 10.26177/VRF.2020.7.3.002.
4. *Продуктивность* и кормовая ценность зеленой массы клевера лугового на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.В. Лапа, М.М. Ломонос, О.Г. Кулеш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2 (47). – С. 87–96.
5. *Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я.* Экология азотфиксации. – М.: РАН, 2019. – 252 с.
6. *Налиухин А.Н., Рыжакова А.А.* Азотфиксация клевера лугового при применении удобрений и известковании // Агрохимия. – 2021. – № 11. – С. 65–71. – DOI: 10.31857/S0002188121110090.
7. *Eliseev S.L., Akmanayev E.D., Likhachev S.V.* Productivity of red clover in the environmental conditions of different relief elements // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 23, No. 9. – P. 1171–1175. – DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.09.13138.
8. *Завалин А.А.* Биологический и минеральный азот в земледелии России. – М.: ВНИИА, 2022. – 256 с.
9. *Влияние* возрастающих доз азота на кормовую продуктивность многолетних трав / С.В. Иванова, О.В. Курдакова, А.М. Конова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 12. – С. 19–24. – DOI: 10.28983/asj.y2019i12pp19-24.
10. *Эседуллаев С.Т., Шмелева Н.В.* Особенности аккумуляции азота многолетними травами в чистых и смешанных посевах в Верхневолжье // Плодородие. – 2016. – № 6 (93). – С. 16–18.
11. *Schipanski M.E., Drinkwater L.E.* Nitrogen fixation of red clover interseeded with winter cereals across a management-induced fertility gradient // Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 2011. – Vol. 90, No. 1. – P. 105–119. – DOI: 10.1007/s10705-010-9415-z.
12. *Dynamics* of fermentation profile, bacterial communities and their functional characteristics in red clover / S. Wang, T. Shao, Ju. Li, J. Zhao, Zh. Dong // The Journal of Agricultural Science. – 2022. – Vol. 160, No. 6. – P. 535–544. – DOI: 10.1017/s0021859622000508.
13. *Гаврилова А.Ю., Конова А.М.* Урожайность многолетних трав и плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном внесении минеральных удобрений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (54). – С. 71–77. – DOI: 10.18286/1816-4501-2021-2-71-77.
14. *Мазин А.М.* Влияние минеральных удобрений на хозяйственноценные признаки перспективного образца клевера лугового // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 18–21. – DOI: 10.25685/KRM.2023.7.2023.003.
15. *Касаткина Н.И., Нелиубина Ж.С.* Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Волго-Вятского региона // Вестник НГАУ. – 2023. – № 1 (66). – С. 39–45. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-39-45.
16. *Zarianova Z.A., Bekuzarova S.A.* The phenotypic features of red clover (*trifolium pratense* L.) that correlate with seed productivity // Journal of Agriculture and Environment. – 2020. – No. 3 (15). – P. 13–18. – DOI: 10.23649/jae.2020.3.15.3.
17. *Мамонтов В.Д., Маренкова Е.А.* Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытаний на госсортоучастках Смоленской области за 2020–2021 годы. – Смоленск, 2022. – 42 с.
18. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.
19. *Нормативы* для определения вклада биологического азота бобовых культур в баланс азота России / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, Л.С. Чернова [и др.]. – М.: ВНИИА, 2013. – 4 с.
20. *Глушкова О.А., Матаис Л.Н., Козлова З.В.* Влияние погодных условий вегетационного периода на рост и развитие кормовых культур в севооборотах с насыщением их клевером луговым // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 67–1. – С. 51–56.
21. *Урожайность* клевера лугового в зависимости от агроклиматических условий Среднего Урала / Н.Н. Зезин, П.А. Постников, М.А. Тормозин [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 6. – С. 20–24.
22. *Saïm* GISMETEO. – URL: <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239>.

REFERENCES

1. Lapa V.V., Ivakhnenko N.N., Lomonosov M.M. [et al.], *Pochvovedenie i agrohimiya*, 2011, No. 2 (47), pp. 78–87. (In Russ.)

2. Popov F.A., Kozlova L.M., Noskova E.N. [et al.], *Permskij agrarnyj vestnik*, 2023, No. 2 (42), pp. 51–57, DOI: 10.47737/2307-2873_2023_42_51. (In Russ.)
3. Neliubina Zh.S., Kasatkina N.I., Fatykhov I.Sh., Formation of dry mass by agrophytocenosis of perennial grasses based on tetraploid red clover, *Volga Region Farmland*, 2020, No. 3 (7), pp. 7–11, DOI: 10.26177/VRF.2020.7.3.002.
4. Lapa V.V., Lomonosov M.M., Kulesh O.G. [et al.], *Pochvovedenie i agrohimiya*, 2011, No. 2 (47), pp. 87–96.
5. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya., *Ekologiya azotifikatsii* (Ecology of nitrogen fixation), Moscow: RAS, 2019, 252 p.
6. Naliukhin A.N., Ryzhakova A.A., *Agrohimiya*, 2021, No. 11, pp. 65–71, DOI: 10.31857/S0002188121110090. (In Russ.)
7. Eliseev S.L., Akmanaev E.D., Likhachev S.V., Productivity of red clover in the environmental conditions of different relief elements World, *Applied Sciences Journal*, 2013, Vol. 23, No. 9, pp. 1171–1175, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.09.13138.
8. Zavalin A.A. *Biologicheskij i mineral'nyj azot v zemledelii Rossii* (Biological and mineral nitrogen in agriculture in Russia), Moscow: VNIIA, 2022, 256 p.
9. Ivanova S.V., Kurdakova O.V., Konova A.M. [et al.], *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2019, No. 12, pp. 19–24, DOI: 10.28983/asj.y2019i12pp19-24. (In Russ.)
10. Esedullaev S.T., Shmeleva N.V., *Plodorodie*, 2016, No. 6 (93), pp. 16–18. (In Russ.)
11. Schipanski M.E., Drinkwater L.E., Nitrogen fixation of red clover interseeded with winter cereals across a management-induced fertility gradient, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2011, Vol. 90, No. 1, pp. 105–119, DOI: 10.1007/s10705-010-9415-z
12. Wang S., Shao T., Li Ju., Zhao J., Dong Zh., Dynamics of fermentation profile, bacterial communities and their functional characteristics in red clover, *The Journal of Agricultural Science*, 2022, Vol. 160, No. 6, pp. 535–544, DOI: 10.1017/s0021859622000508.
13. Gavrilova A.Yu., Konova A.M., *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2021, No. 2 (54), pp. 71–77, DOI: 10.18286/1816-4501-2021-2-71-77. (In Russ.)
14. Mazin A.M., *Kormoproizvodstvo*, 2023, No. 7, pp. 18–21, DOI: 10.25685/KRM.2023.7.2023.003. (In Russ.)
15. Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S., *Vestnik NGAU*, 2023, No. 1 (66), pp. 39–45, DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-39-45. (In Russ.)
16. Zarianova Z.A., Bekuzarova S.A., The phenotypic features of red clover (*trifolium pratense* L.) that correlate with seed productivity, *Journal of Agriculture and Environment*, 2020, No. 3 (15), pp. 13–18, DOI: 10.23649/jae.2020.3.15.3.
17. Mamontov V.D., Marenkova E.A., *Sortovoe rajonirovanie sel'skohozyajstvennyh kul'tur i rezul'taty sortoispytanij na gossortouchastkah Smolenskoj oblasti za 2020-2021 gody* (Varietal zoning of agricultural crops and the results of variety tests at the state export sites of the Smolensk region for 2020–2021), Smolensk, 2022, 42 p.
18. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Book on demand, 2012, 352 p.
19. Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Chernova L.S. [et al.], *Normativy dlya opredeleniya vklada biologicheskogo azota bobovyh kul'tur v balans azota Rossii* (Standards for determining the contribution of biological nitrogen of legumes to the nitrogen balance of Russia), Moscow: VNIIA, 2013, 4 p.
20. Glushkova O.A., Matais L.N., Kozlova Z.V., *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2020, No. 67–1, pp. 51–56. (In Russ.)
21. Zezin N.N., Postnikov P.A., Brake M.A. [et al.], *Kormoproizvodstvo*, 2020, No. 6, pp. 20–24. (In Russ.)
22. <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239>.

Информация об авторах:

А.Ю. Гаврилова, кандидат биологических наук

А.М. Конова, кандидат сельскохозяйственных наук

Contribution of the authors:

A.Yu. Gavrilova, PhD in Biological Sciences

A.M. Konova, PhD in Agricultural Sciences

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.