

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ КЛЕВЕРО-ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВОЙ ТРАВΟΣМЕСИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТРЕХ УКОСОВ

© Коновалова Н.Ю., Коновалова С.С.



Надежда Юрьевна Коновалова

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: szniirast@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8741-2256



Светлана Сергеевна Коновалова

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: szniirast@mail.ru

В статье приведены результаты научных исследований за 2022–2025 годы. Метод исследования заключался в проведении полевого эксперимента, включающего 7 вариантов в трехкратной повторности, на осушенной, дерново-подзолистой, среднесуглинистой пашне. Место проведения – опытное поле ВолНИЦ РАН, расположенное в Вологодской области. Травосмесь включала клевер двуукосный, люцерну изменчивую, овсяницу тростниковую и тимофеевку. Дозы удобрений применялись в соответствии с разработанной методикой. Цель проводимых исследований состоит в изучении влияния разных доз азота (на фоне фосфора и калия) на урожайность, кормовую ценность клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при получении трех укосов. Научная новизна связана с тем, что впервые изучается влияние различных доз внесения азота и сроков введения азотных подкормок на продуктивные показатели клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при трехукосном скашивании. Полученные результаты позволили выявить, что существенного влияния на урожайность травостоя первого года пользования внесение азотных удобрений не оказало. На урожайность травостоев второго года пользования применение минерального азота повлияло достоверно. По сбору сухого вещества варианты 2–3 и 5–6 обеспечили прибавку к контролю (вариант 1) на 0,6–1,3 т/га сухого вещества, или на 9,6–17,8%. Травосмеси третьего года пользования при внесении азота обеспечили существенную прибавку к контролю на 13–16%. Питательность зеленой массы в первый год пользования высокая и не связана с применением азота. На второй год пользования травами количество протеина в контроле оказалось сниженным (до 15,9%) и увеличивалось при внесении азота (до 16,1–17,8%). Уровень протеина у травосмеси в третьего года пользования по варианту 1 (без азота) составил 14,8%, в вариантах 2–7, с его внесением – 15,0–16,6%. Под действием минерального азота повышалась

высота злаковых трав, снижалось количество бобовых видов. Разработка предназначена для условий Европейского Севера России.

Травосмесь, люцерна, клевер, овсяница тростниковая, тимофеевка, три укоса, минеральный азот, урожайность, протеин.

Благодарность

Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания по теме № FMGZ-2025-0017.

Введение

Основными кормовыми культурами для производства объемистых кормов являются многолетние травы. Эффективные технологии выращивания многолетних трав обеспечивают повышение урожайности, равномерность поступления высокопитательного растительного сырья и кормов (Тютюма, Кудряшов, 2022; Степанов, Храмов, 2023).

В настоящее время с многолетних трав получают в основном два укоса, что отрицательно влияет на кормовые достоинства полученных кормов. Повышение питательной ценности получаемого растительного сырья возможно при многоукосном использовании травостоев. Зеленая масса трав, скошенных в ранние фазы развития, отличается высоким содержанием питательных веществ и особенно сырого протеина. Полученное органическое вещество хорошо переваривается (до 70%) и усваивается животными (Волошин, Майсак, 2009; Капсамун и др., 2020).

Обеспечить получение трех и более укосов возможно при правильном подборе компонентов в состав травосмеси с учетом их отрастания после укосов. К таким травам, способным дать несколько укосов, относятся овсяница тростниковая и люцерна изменчивая. Овсяница тростниковая при ранних сроках уборки способна обеспечить получение трех или четырех укосов за сезон, хорошо растет в составе бобово-злаковых травосмесей с клевером луговым, люцерной изменчивой. Она ха-

рактеризуется как долголетний, зимостойкий и высокоурожайный злак (Благовещенский и др., 2018; Спасов, 1981). Доказана эффективность введения овсяницы тростниковой в состав травосмеси для трехкратного скашивания в условиях Вологодской области. Травосмеси при получении трех укосов в сравнении с двумя укосами обеспечивали выход до 9,5 т/га СВ, превышали по сбору протеина на 11–31% и содержанию его в полученной массе на 23,5–43,1% (Коновалова, Коновалова, 2023; Безгодова и др., 2023).

Люцерна превосходит многие бобовые и злаковые культуры по содержанию питательных веществ и занимает одно из главных мест в кормопроизводстве Российской Федерации. Применение в травосмесях одновременно клевера лугового и люцерны изменчивой обеспечивает сокращение расхода азота на 50% и более, увеличивает продуктивность и кормовые достоинства зеленой массы, позволяет уменьшить воздействие климатических условий на рост травостоя. Наиболее целесообразным является возделывание люцерны изменчивой в травосмесях (Павлючик и др., 2019; Tkachuk, Vergelis, 2021).

Экспериментально подтверждена возможность управления устойчивостью систем земледелия с помощью оптимизации доз внесения минеральных удобрений. Разработка оптимальной системы питания сельскохозяйственных культур является необходимым фактором получения стабильных урожаев, повышения

кормовой ценности трав (Шайкова и др., 2020; Жезмер, 2020).

Для повышения продуктивности луговых растений первостепенное значение имеет обеспечение их достаточным количеством азота. В среднем за сезон многолетние бобовые травы фиксируют от 92 до 180 кг/га атмосферного азота. В агрофитоценозах бобовые травы способны передавать злакам до 34% фиксированного азота. Размеры азотфиксации зависят от кислотности и обеспеченности почвы минеральным азотом и влагой (Еряшев, Гурьянов, 2023; Лазарев и др., 2022). На кислых переувлажненных слабоаэрируемых почвах, на которых фиксация азота сильно подавлена, бобовые наравне с другими культурами нуждаются во внесении азотных удобрений (Завалин и др., 2019).

В ряде исследований показана эффективность применения под бобово-злаковые травосмеси азотных удобрений наряду с фосфорными и калийными в дозах N_{20-60} кг/га д. в. в зависимости от условий выращивания (Павлючик и др., 2022; Халилов, 2019).

Таким образом, на основании результатов исследований установлено, что для улучшения качественных показателей зеленой массы следует убирать травостои не менее трех раз за сезон, в их состав необходимо включать хорошо отрастающие после скашивания виды трав. Для устойчивой продуктивности и повышения питательной ценности растительной массы при трехукосном использовании необходимо применять оптимальную систему удобрений.

Цель исследования – изучить влияние разных доз азота (на фоне фосфора и калия) на урожайность, кормовую ценность клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при получении трех укосов. Задачи исследования: сформировать экспериментальный участок для проведения необходимых наблюдений и получения запланированных данных; изучить дина-

мику изменения ботанического состава, высоты злаковых трав, показателей урожайности и кормовой ценности клеверо-люцерно-злакового травостоя под влиянием внесения минерального азота.

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые в условиях региона будет выявлено действие различных доз внесения минерального азота и сроков введения азотных подкормок на развитие клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при трехукосном скашивании.

Практическая ценность полученных результатов заключается в том, что предприятиям, работающим в сельском хозяйстве, будет предложена усовершенствованная система удобрений для бобово-злаковых травосмесей, убираемых три раза за сезон, обеспечивающая на 5–15% прирост урожайности и показателей кормовой питательности.

Материалы и методика исследований

Экспериментальная работа по разработке системы удобрений бобово-злаковой травосмеси (клевер + люцерна + овсяница тростниковая + тимофеевка) была начата в 2022 году. Участок размещался на опытном поле Вологодского научного центра РАН. Постановка опыта выполнялась с учетом методических указаний ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (Новоселов и др., 1987). Оценка полученных результатов проводится методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

По агрохимическим показателям пахотного слоя (0–25 см) почва, занятая под опытом, относится к среднекультуренной (рН – 5,2; гумуса – 2,3%; содержание подвижного фосфора 336 мг/кг; обменного калия – 119 мг/кг почвы). Почва осушенная, дерново-подзолистая, средне-суглинистая. Опыт представлен семью вариантами, заложенными в трех повторениях. Общая площадь делянки – 16 м², в том числе учетная – 8,8 м².

Применялись следующие нормы высева культур (при 100% посевной годности) и сорта: клевер двуукосный – 8 кг/га (с. Дымковский), люцерна изменчивая – 6 кг/га (с. Сарга), овсяница тростниковая – 6 кг/га (с. Лосинка) и тимopheевка луговая – 4 кг/га (с. Ленинградская 204).

Под травосмесь применяли различные виды удобрений (диаммофоска, суперфосфат, хлористый калий и аммиачная селитра). В год закладки опыта провели известкование (в дозе 500 кг/га) гранулированным карбонатом кальция Омуа Calciprill.

Доза удобрений под травосмесь при посеве: вар. 1 (контроль) – $N_0P_{60}K_{60}$; вар. 2–7 – $N_{20}P_{60}K_{60}$ кг/га действующего вещества (д. в.).

В последующие годы система удобрений на изучаемой травосмеси применялась в соответствии со схемой опыта (табл. 1).

За вегетационный период на травосмеси проводили три укоса: первый в фазу начала бутонизации бобовых и выхода в трубку – начала колошения злаковых трав, второй и третий при высоте растений 40 см и более. В среднем за период использования первый укос проводили в первой декаде июня, второй укос в конце первой или начале второй декады июля, третий укос в третьей декаде августа.

Травы с учетной площади делянки скашивали косилкой. Для ботанического и химического изучения с вариантов опыта отбирались пробы травяной массы. Исследования растительных образцов проводили (в соответствии с общепринятыми методиками) в ЦКП СЗНИИМЛПХ им. А.С. Емельянова – обособленного подразделения ФГБУН ВолНЦ РАН.

Метеорологические условия вегетационного периода по годам проведенных исследований различались. После высева трав неблагоприятная погода мая и июня привела к ухудшению всхожести семян и роста растений. Погодные условия со второй половины вегетации обеспечили хорошее развитие трав и получение укоса в конце августа. Достаточное количество осадков при оптимальном температурном режиме в первый год пользования травосмесью обеспечило формирование высокой продуктивности. Сложившиеся метеорологические условия на второй год пользования травосмесью благоприятно повлияли на урожайность, хотя и имели некоторые различия по периодам роста трав. На третий год пользования погодные условия по обеспеченности влагой и теплом также имели различия по фазам роста трав, но в целом благоприятно повлияли на урожайность клеверо-люцерно-злаковой травосмеси.

Таблица 1. Схема опыта «Изучить влияние минерального азота на урожайность, кормовую ценность клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при получении трех укосов»

Вариант опыта	Травосмесь	Дозы внесения удобрений по годам пользования, кг/га д. в.		
		1-й г. п.	2-й г. п.	3-й г. п.
1. Контроль	Клевер луговой двуукосный + люцерна изменчивая + тимopheевка луговая + овсяница тростниковая	$N_0P_{60}K_{60}$	$N_0P_{60}K_{60}$	$N_0P_{60}K_{60}$
2.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	$N_{20+40}P_{60}K_{60}$
3.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	$N_{20+40}P_{60}K_{60}$
4.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20+40}P_{60}K_{60}$
5.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$
6.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$
7.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20}P_{60}K_{60}$	$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$

Примечание: одна подкормка азотом N_{40} после первого укоса вар. 2–4; две подкормки азотом N_{35+35} после первого и второго укосов вар. 5–6.
Источник: результаты исследований авторов.

Результаты исследований

Продуктивность изучаемой травосмеси при трехукосном использовании за все три года пользования получена высокая, при этом со второго года пользования установлена ее зависимость от применения различных доз минерального азота.

Достоверных различий от применения доз азота на травосмеси первого года пользования не было установлено. Продуктивные показатели составили: по зеленой массе – от 49,3 до 53,7 т/га, по сухо-

му веществу – от 9,1 до 9,7 т/га, по сырому протеину – от 1,85 до 2,01 т/га, по обменной энергии – от 101,2 до 112,1 ГДж суммарно за три укоса (табл. 2).

В первый год пользования вклад первого укоса в урожай составил 44,5–51,6%, второго – 24,1–28,8%, третьего – 22,7–28,2% от общего сбора урожая за сезон.

Урожайность травосмеси второго года пользования по вариантам опыта получена высокая и составила за три укоса: 37,4–46,7 т/га зеленой массы, 7,3–8,7 т/га СВ,

Таблица 2. Влияние систем удобрений на продуктивные показатели травосмеси в зависимости от использования различных доз азота с 1 га

Вариант опыта		Зеленая масса, т	Сухое вещество, т	± к контролю т/га СВ	Сырой протеин, т	Обменная энергия, ГДж
№ вар.	доза удобрений, кг/га д. в.					
Первый год пользования						
1.	N ₀ P ₆₀ K ₆₀	50,6	9,3		1,90	104,3
2.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	51,5	9,1	-0,2	1,82	101,2
3.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	49,9	9,2	-0,1	1,83	101,8
4.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	51,6	9,6	0,3	2,0	108,1
5.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	53,7	9,9	0,6	2,01	112,1
6.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	52,6	9,7	0,4	1,85	109,9
7.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	49,3	9,6	0,3	1,91	109,3
	НСР ₀₅			Нет различий		
Второй год пользования						
1.	N ₀ P ₆₀ K ₆₀	38,7	7,3	–	1,16	74,6
2.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	43,6	8,4	+1,1	1,44	85,5
3.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	43,8	8,6	+1,3	1,39	87,5
4.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	37,4	7,6	+0,2	1,25	79,0
5.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	46,7	8,5	+1,1	1,50	89,7
6.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	43,1	8,0	+0,6	1,45	86,6
7.	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀	40,1	7,4	+0,1	1,23	76,3
	НСР ₀₅			0,57		
Третий год пользования						
1.	N ₀ P ₆₀ K ₆₀	37,5	6,9	–	1,03	69,9
2.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	43,6	7,9	1,0	1,16	78,6
3.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	42,8	7,5	0,6	1,18	73,4
4.	N ₂₀₊₄₀ P ₆₀ K ₆₀	44,8	7,9	1,0	1,29	79,9
5.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	45,1	8,0	1,1	1,32	80,7
6.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	44,4	8,0	1,1	1,39	82,2
7.	N ₂₀₊₃₅₊₃₅ P ₆₀ K ₆₀	43,7	7,8	0,9	1,29	79,3
	НСР ₀₅			0,64		

Источник: результаты исследований авторов.

1,16–1,50 т/га сырого протеина, 74,6–89,7 ГДж обменной энергии. По результатам дисперсионного анализа установлены достоверные различия по урожайности от применения азота. Существенную прибавку к контролю (на 0,6–1,3 т/га сухого вещества или на 9,6–17,8%) обеспечили травосмеси вариантов 2, 3, 5 и 6 при применении азота с весны и в подкормку.

Распределение урожая по укосам на второй год пользования травостоем было следующим: первый укос – от 21,9 до 27,5%; второй – от 34,8 до 41,1%; третий – от 34,4 до 38,8%.

Травосмесь третьего года пользования обеспечила за сезон получение следующих продуктивных показателей: 37,5–45,1 т/га зеленой массы, 6,9–8,0 т/га СВ, 1,03–1,39 т/га сырого протеина и 69,9–82,2 ГДж обменной энергии. Изучаемые дозы азота по вариантам 2, 4, 5–7 обеспечили существенную прибавку к контролю (вар. 1) на 0,9–1,1 т/га СВ или на 13,4–15,5%. На третий год пользования доля первого укоса находилась в пределах 34,6–40,0%; второго – 25,9–31,1% и третьего – 31,1–35,9% от общего сбора за сезон.

Немаловажное значение имеет влияние изучаемого агротехнического приема на кормовые свойства полученной зеленой массы. У травосмеси в первый год пользования содержание питательных веществ было высоким независимо от использования минерального азота. В среднем за сезон уровень протеина составлял от 19,1 до 20,4% в 1 кг СВ, что объясняется преобладанием в травостое бобовых видов трав (рис. 1).

Со второго года пользования применяемые системы удобрений оказали влияние на качество растительной массы клеверо-люцерно-злаковой травосмеси. В среднем за три укоса содержание протеина составило 15,9–17,8% в расчете на 1 кг сухого вещества. У контрольного варианта без применения азота содержание протеина было самым низким и

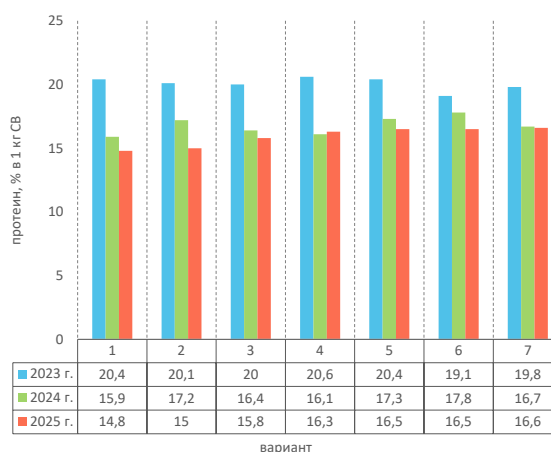


Рис. 1. Содержание протеина в зависимости от доз внесения минерального азота, % в 1 кг СВ

Источник: результаты исследований авторов.

составило 15,9%, с внесением N_{20} кг/га д. в. (вар. 4 и 7) возросло до 16,1–16,7% и при внесении N_{20+40} кг/га д. в. (вар. 2–3) – до 16,4–17,2%. У травосмеси с использованием минерального азота весной и в виде двух подкормок аммиачной селитрой после первого и второго укосов ($N_{20+35+35}$ кг/га д. в.) отмечается повышение содержания протеина до 17,3–17,8%, или на 8,8–11,9% по сравнению с контролем.

В растительной массе клеверо-люцерно-злаковой травосмеси третьего года пользования в среднем за сезон содержание сырого протеина равнялось 14,8–16,6% в расчете на 1 кг сухого вещества, с пониженным показателем в контрольном вар. 1 без применения азота (14,8%), с внесением азота этот показатель повышался по вар. 2–4 до 15,0–16,3% в 1 кг СВ. Наиболее высокое содержание протеина установлено по вар. 5–7 до 16,5–16,6% в 1 кг сухого вещества, что превышало контроль на 11,5–12,2%.

Наблюдения за высотой злаковых трав позволили выявить ее зависимость от применения минерального азота. В 2023 году (первый год пользования) злаковые виды в контроле были ниже (в сред-

нем за три укоса) по сравнению с вар. 2–7 с внесением азота на 2,1–7,1% (1,1–4,0 см). Наибольшая высота злаковых трав, достоверно превышающая контроль на 4 см ($НСР_{05} = 2,59$ см), или на 7,1%, выявлена у вар. 2 и 5 с применением азотных подкормок после укосов (рис. 2).

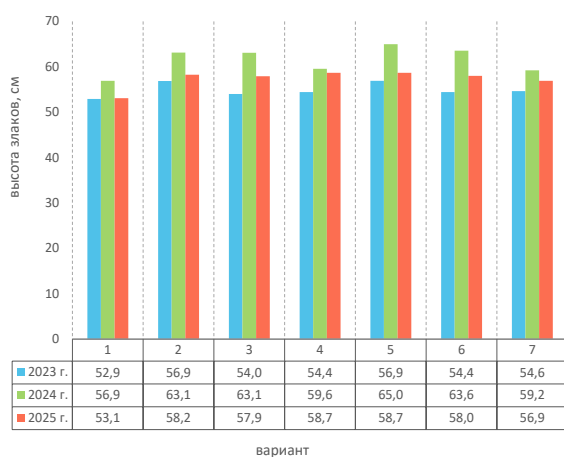


Рис. 2. Высота злаковых трав в зависимости от применения минерального азота, см

Источник: результаты исследований авторов.

Зависимость высоты злаковых трав от применения различных доз азота отмечена на второй год пользования травостоем (2024 год). В контрольном варианте злаковые травы были ниже на 3,9–12,5% (на 2,3–8,1 см) по сравнению с вар. 2–7 с внесением азота. Подкормка травосмесей аммиачной селитрой после скашивания (вар. 2, 3, 5 и 6) достоверно ($НСР_{05} = 2,80$ см) повлияла на повышение высоты злаковых видов на 10,0–12,5% (на 6,2–8,1 см), с повышенными показателями при двух подкормках.

В 2025 году (третий год пользования) по контрольному варианту высота злаковых видов в травосмеси была меньше на 6,7–9,5% (на 3,8–5,6 см) по сравнению с вар. 2–7, где применялись разные нормы азота.

На основании результатов по растительному составу травосмеси установлено

его изменение в течение вегетационного периода и под действием разных доз азотных удобрений. Также на него оказали влияние погодные условия и возраст травостоя. Следует отметить высокую сохранность сеяных видов трав (клевер, люцерна, тимофеевка и овсяница тростниковая) за все три года пользования травосмесью при интенсивном (три укоса) использовании.

В первый год пользования бобовые травы в первом укосе доминировали на 68–82%, с наиболее высоким показателем по вар. 1 без применения азота. Количество злаковых видов в урожае было на уровне 16–27% и повышалось при внесении азота по сравнению с контролем в 1,2–1,7 раза (вар. 2–7). Во втором укосе доля бобовых в урожае возросла до 82–94%, с повышенным показателем по контрольному варианту. Содержание злаковых видов в урожае снизилось до 6–15% и было пониженным в контроле и в вар. 3, 4, 5 и 6 с минимальной дозой азота (20 кг/га д. в.). При использовании азотных подкормок доля злаков повышалась до 15% (вар. 2 и 5). В травостое третьего укоса бобовые травы составляли 86–93%, с повышенным показателем в контроле. Содержание злаковых видов снизилось до 6–13% и было выше по вар. 2 и 5 (12–13%) с внесением азота после укосов (табл. 3).

В травостое второго года пользования в первом укосе преобладали бобовые травы на 65–73%, с наиболее высоким показателем по вар. 1 без использования азота. Количество злаковых видов в урожае составляло 26–34%, с возрастанием при применении азота до 30–34%, или в 1,2–1,3 раза. В травостое второго укоса доля бобовых находилась на уровне 57–74% с повышенным показателем по вар. 1 (контроль). Количество злаковых видов было пониженным в контроле и с внесением азота в дозе N_{20} в вар. 4 и 7. В третьем укосе содержание бобовых

Таблица 3. Действие разных доз азота на ботанический состав травосмеси, %

Вариант опыта			Первый укос		Второй укос		Третий укос	
№ вар.	Наименование травосмеси	Доза удобрений, кг/га д. в.	бобовые	злаки	бобовые	злаки	бобовые	злаки
Первый год пользования								
1.	Клевер + люцерна + тимopheевка + овсяница тростниковая	$N_0P_{60}K_{60}$	82	16	92	7	93	6
2.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	75	23	82	15	88	12
3.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	75	22	92	6	92	6
4.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	68	27	93	6	92	7
5.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	77	20	84	15	86	13
6.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	74	22	88	11	93	7
7.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	75	22	89	9	90	9
Второй год пользования								
1.	Клевер + люцерна + тимopheевка + овсяница тростниковая	$N_0P_{60}K_{60}$	73	26	74	23	79	20
2.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	66	33	61	34	76	22
3.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	65	34	61	34	72	26
4.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	67	32	74	24	81	17
5.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	67	30	64	30	70	30
6.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	69	30	61	34	73	27
7.		$N_{20}P_{60}K_{60}$	67	31	69	27	81	17
Третий год пользования								
1.	Клевер + люцерна + тимopheевка + овсяница тростниковая	$N_0P_{60}K_{60}$	45	49	66	30	73	24
2.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	43	51	56	40	77	21
3.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	46	46	57	39	76	22
4.		$N_{20+40}P_{60}K_{60}$	48	45	59	35	75	21
5.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	45	51	57	40	67	31
6.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	46	49	63	32	70	27
7.		$N_{20+35+35}P_{60}K_{60}$	47	47	56	38	69	28

Источник: результаты исследований авторов.

возросло до 69–86%, с повышенными показателями в вар. 1 (контроль), 4 и 7 (с внесением азота N_{20} кг/га д. в.) Количество злаковых видов составило 17–30%, с наиболее высокими показателями 22–30% по вар. 2–4, 5–6, подкормленным азотом после скашивания.

В первом укосе травостоя третьего года пользования количество бобовых составляло 43–48%, злаковых 46–51%. Отмечена тенденция увеличения доли злаковых трав по сравнению с предыдущими годами пользования. Во втором укосе количество бобовых повысилось до 56–66% с наибольшим показателем по вар. 1. Со-

держание злаковых трав в урожае составило 30–40%. В третьем укосе доля бобовых трав возросла до 67–77%. Пониженное их содержание (67–70%) выявлено в вар. 5, 6, 7 с применением азота весной и два раза в виде подкормки после первого и второго укосов.

Выводы

Проведенные на осушенных дерново-подзолистых среднекультуренных почвах четырехлетние исследования по изучению влияния различных доз азота на урожайность и кормовую ценность клеверо-люцерно-злаковой травосмеси при по-

лучении трех укосов позволили установить, что:

– внесение разных доз азота не оказало существенного влияния на урожайность травосмеси первого года использования, с одного гектара было получено от 49,3 до 53,7 т зеленой массы, от 9,1 до 9,9 т сухого вещества; на второй год пользования травосмеси сформировали от 37,4 до 46,7 т зеленой массы, от 7,3 до 8,7 т сухого вещества с одного гектара, достоверная прибавка к контролю на 0,6–1,3 т/га сухого вещества, или на 9,6–17,8% получена по вар. 2, 3, 5 и 6 при внесении азотных удобрений N_{20+40} и $N_{20+35+35}$ кг/га д. в. (на фоне РК); травосмеси третьего года пользования обеспечили за сезон получение от 37,5 до 45,1 т/га зеленой массы, от 6,9 до 8,0 т/га сухого вещества, при этом существенное увеличение к контролю (на 0,9–1,1 т/га СВ или 13,4–15,5%) получено по вар. 2, 4, 5–7 при применении минерального азота;

– питательность зеленой массы в первый год пользования травосмесью по всем укосам была высокой вне зависимости от использования азота: уровень протеина в 1 кг СВ составил от 19,1 до 20,4%; в растительной массе травостоя второго года пользования содержание протеина составило 15,9–17,8% в 1 кг СВ, было пониженным в контрольном вар. 1 без азота

(15,9%) и возрастало при его использовании до 16,1–17,8%. На третий год пользования травостоем содержание протеина составило 14,6–16,6% в 1 кг СВ, в контрольном вар. 1 (без азота) содержание протеина находилось на уровне 14,8%, с внесением азота в вар. 2–7 оно повышалось до 15,0–16,6%;

– применение минерального азота влияло на увеличение высоты злаковых трав в вар. 2–7 за все три года пользования травосмесью;

– изучаемая травосмесь характеризовалась высоким содержанием сеяных видов трав (не менее 90%) за все годы пользования; повышенное количество бобовых в урожае установлено в контроле (вар. 1) на фосфорно-калийном фоне; применение минерального азота повышало долю злаковых в урожае и приводило к сокращению доли бобовых видов.

Таким образом, результаты позволяют рекомендовать под клеверо-люцерно-злаковую травосмесь при получении трех укосов вносить минеральный азот со второго года пользования, в том числе в начале вегетации в дозе N_{20} и после первого укоса в дозе N_{40} кг/га д. в.

Полученные в 2022–2025 гг. результаты являются промежуточными этапами научно-исследовательской работы, исследования будут продолжены в 2026 году.

ЛИТЕРАТУРА

- Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н., Вахрушева В.В., Коновалова С.С. (2023). Высокопродуктивные агрофитоценозы кормовых культур для условий Европейского Севера России: Методическое пособие. Вологда. 59 с.
- Благовещенский Г.В., Штырхун В.Д., Тимошенко С.М. (2018). Адаптация травяных агроэкосистем в изменяющемся климате Европы // Кормопроизводство. № 4. С. 12–15.
- Волошин В.А., Майсак Г.П. (2009). Качеством травянистых кормов можно управлять // Кормопроизводство. № 12. С. 6–9.
- Доспехов Б.А. (1985). Методика полевого опыта: 5-е издание, дополненное и переработанное. М: Агропромиздат. 351 с.
- Ершнев А.П., Гурьянов А.М. (2023). Изменение продуктивности лугов при коренном улучшении на основе использования биологического азота // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. №3 (63). С. 33–40.

- Жезмер Н.В. (2020). Качество травяного сырья и вынос питательных веществ на долголетних среднеспелых трехкусных злаковых травостоях // Адаптивное кормопроизводство. № 1 (март). С. 6–14.
- Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С. (2019). Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур // Агрехимия. № 8. С. 83–96.
- Капсамун А.Д., Анциферова О.Н., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. (2020). Агроэнергетическая оценка продуктивности сеяных агрофитоценозов в условиях Тверской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. № 5. С. 47–51.
- Коновалова Н.Ю., Коновалова С.С. (2023). Питательная ценность многолетних бобово-злаковых травосмесей в зависимости от фазы развития растений и количества укосов // Агротехника. Т. 6. № 4. С. 1–12.
- Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Авдеев С.М., Куренкова Е.М., Дикарева С.А. (2022). Симбиотическая фиксация азота многолетними бобовыми травами в луговых агрофитоценозах // Кормопроизводство. № 2. С. 20–28.
- Новоселов Ю.К. [и др.]. (1987). Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва. 198 с.
- Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Тюлина В.А., Силина О.С. (2019). Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Т. 20. № 3. С. 238–246.
- Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. (2022). Урожайность бобово-злаковых травосмесей при применении минеральной подкормки // Кормопроизводство. № 3. С. 10–15.
- Спасов В.П. (1981). Овсяница тростниковидная. Ленинград: Лениздат. 80 с.
- Степанов А.Ф., Храмов С.Ю. (2023). Формирование высокопродуктивных агроценозов многолетних бобовых трав в условиях нечерноземной зоны Западно-Сибирского региона // Вестник Омского государственного аграрного университета. № 2 (50). С. 76–83.
- Тютюма Н.В., Кудряшов А.В. (2022). Продуктивность бобово-мятликовых травосмесей в зависимости от различных способов посева и доз минеральных удобрений // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. №1 (51). С. 3–6.
- Халилов С.А. (2019). Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы люцерны // Аграрная наука. № 6. С. 52–54.
- Шайкова Т.В., Волкова Е.С., Дятлова М.В. (2020). Применение новых комплексных удобрений и биологических препаратов на посевах кормовой озимой ржи в условиях Псковской области // Аграрный вестник Урала. № 11 (202). С. 45–52.
- Tkachuk O., Vergelis V. (2021). Intensity of leguminal perennial grasses green mass formation depending on weather conditions of vegetation // *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 60-1, 3–9.

Сведения об авторах

Надежда Юрьевна Коновалова – старший научный сотрудник, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: szniirast@mail.ru)

Светлана Сергеевна Коновалова – лаборант-исследователь, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14; e-mail: szniirast@mail.ru)

EFFECT OF DIFFERENT NITROGEN RATES ON YIELD AND FORAGE VALUE OF A CLOVER-ALFALFA-GRASS MIXTURE UNDER THREE CUTS

Konovalova N.Yu., Konovalova S.S.

*This article presents the results of scientific research conducted from 2022 to 2025. The research method involved a field experiment comprising seven treatments with three replications, carried out on drained, soddy-podzolic, medium loamy arable land. The study was conducted at the experimental field of VolRC RAS, located in the Vologda Region. The grass mixture consisted of double-cut clover (*Trifolium pratense*), hybrid alfalfa (*Medicago varia*), tall fescue (*Festuca arundinacea*), and timothy (*Phleum pratense*). Fertilizer rates were applied according to a developed methodology. The aim of the research is to study the effect of different nitrogen rates (against a background of phosphorus and potassium) on the yield and forage value of a clover-alfalfa-grass mixture harvested three times per season. The scientific novelty lies in the fact that for the first time, the effects of different nitrogen application rates and timing of nitrogen top-dressing on the productive performance of a clover-alfalfa-grass mixture under three cuts are being studied. The results obtained revealed that nitrogen fertilizer application did not significantly affect the yield of the grass stand in the first year of use. In the second year of use, the application of mineral nitrogen had a significant effect on yield. In terms of dry matter yield, treatments 2–3 and 5–6 provided an increase over the control (treatment 1) of 0.6–1.3 t/ha of dry matter, or 9.6–17.8%. In the third year of use, grass mixtures receiving nitrogen application provided a substantial increase over the control of 13–16%. The nutritive value of the green mass in the first year of use was high and unrelated to nitrogen application. In the second year of use, the protein content in the control was reduced (to 15.9%) and increased with nitrogen application (to 16.1–17.8%). The protein level of the grass mixture in the third year of use in treatment 1 (without nitrogen) was 14.8%, while in treatments 2–7 (with nitrogen application) it ranged from 15.0–16.6%. Under the influence of mineral nitrogen, the height of grasses increased, while the proportion of legume species decreased. This research is intended for the conditions of the European North of Russia.*

Grass mixture, alfalfa, clover, tall fescue, timothy, three cuts, mineral nitrogen, yield, protein.

REFERENCES

- Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu., Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Konovalova S.S. (2023). *Vysokoproduktivnye agrofytotsenozy kormovykh kul'tur dlya uslovii Evropeiskogo Severa Rossii. Metodicheskoe posobie* [Highly Productive Agrophytocenoses of Forage Crops for the Conditions of the European North of Russia. Methodical Manual]. Vologda.
- Blagoveshchenskii G.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M. (2018). Adaptation of grass agroecosystems in the changing climate of Europe. *Kormoproizvodstvo*, 4, 12–15 (in Russian).
- Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta: 5-e izdanie, dopolnennoe i pererabotannoe* [Field Experience Methodology: 5th Edition, Expanded and Revised]. Moscow: Agropromizdat.
- Eryashev A.P., Gur'yanov A.M. (2023). Changing the productivity of meadows with fundamental improvement based on the use of biological nitrogen. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 3(63), 33–40 (in Russian).

- Kapsamun A.D., Antsiferova O.N., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. (2020). Agro-energy assessment of the productivity of seeded agrophytocenoses in the Tver region. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 5, 47–51 (in Russian).
- Khalilov S.A. (2019). The effect of mineral fertilizers on the yield and quality of alfalfa green mass. *Agrarnaya nauka*, 6, 52–54 (in Russian).
- Konovalova N.Yu., Konovalova S.S. (2023). The nutritional value of perennial legume-cereal grass mixtures depends on the phase of plant development and the number of mowing. *AgroZooTekhnika=Agricultural and Livestock Technology*, 6(4), 1–12 (in Russian).
- Lazarev N.N., Kukharenkova O.V., Avdeev S.M., Kurenkova E.M., Dikareva S.A. (2022). Symbiotic nitrogen fixation by perennial leguminous grasses in meadow agrophytocenoses. *Kormoproizvodstvo*, 2, 20–28 (in Russian).
- Novoselov Yu.K. et al. (1987). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for Conducting Field Experiments with Forage Crops]. Moscow.
- Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N. (2022). Productivity of legume-cereal grass mixtures with the use of mineral top dressing. *Kormoproizvodstvo*, 3, 10–15 (in Russian).
- Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Tyulina V.A., Silina O.S. (2019). The role of perennial grasses in creating a stable feed base for conveyor use. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 20(3), 238–246 (in Russian).
- Shaikova T.V., Volkova E.S., Dyatlova M.V. (2020). Application of new complex fertilizers and biological preparations on winter rye fodder crops in the Pskov region. *Agrarnyi vestnik Urala*, 11(202), 45–52 (in Russian).
- Spasov V.P. (1981). *Ovsyanitsa trostnikovidnaya* [Reed-Shaped Fescue]. Leningrad: Lenizdat.
- Stepanov A.F., Khramov S.YU. (2023). Formation of highly productive agrocenoses of perennial legumes in the non-chernozem zone of the West Siberian region. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(50), 76–83 (in Russian).
- Tkachuk O., Vergelis V. (2021). Intensity of leguminal perennial grasses green mass formation depending on weather conditions of vegetation. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 60-1, 3–9.
- Tyutyuma N.V., Kudryashov A.V. (2022). Productivity of bean-bluegrass grass mixtures depending on different methods of sowing and doses of mineral fertilizers. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa*, 1(51), 3–6 (in Russian).
- Voloshin V.A., Maisak G.P. (2009). The quality of herbaceous feed can be controlled. *Kormoproizvodstvo*, 12, 6–9 (in Russian).
- Zavalin A.A., Alferov A.A., Chernova L.S. (2019). Associative nitrogen fixation and the practice of using biological products in agricultural crops. *Agrokimiya*, 8, 83–96 (in Russian).
- Zhezmer N.V. (2020). The quality of herbal raw materials and the removal of nutrients on long-lived medium-ripened three-corn grasses. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 1(March), 6–14 (in Russian).

Information about the authors

Nadezhda Yu. Konovalova – Senior Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: szniirast@mail.ru)

Svetlana S. Konovalova – laboratory researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (14, Lenin Street, Molochnoe Rural Settlement, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: szniirast@mail.ru)