

УДК 631.81:631.821:631.559:633.11“324”(470.1)

## АЗОТФИКСАЦИЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИИ

© 2021 г. А. Н. Налиухин<sup>1, 2,\*</sup>, А. А. Рыжакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова  
127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия*

<sup>2</sup> *Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина  
160555 Вологда, ул. Шмидта, 2, Россия*

\*E-mail: [naliuhin@yandex.ru](mailto:naliuhin@yandex.ru)

Поступила в редакцию 21.06.2021 г.

После доработки 09.07.2021 г.

Принята к публикации 10.08.2021 г.

Сочетание минерального и биологического азота – важный фактор повышения продуктивности севооборотов и сохранения плодородия почв в Нечерноземной зоне России. В условиях полевого эксперимента на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве изучено влияние органической, минеральной и органо-минеральной систем удобрения на урожайность, химический состав и симбиотическую азотфиксацию клевера лугового. Показано, что нейтрализация реакции почвенного раствора до рН<sub>KCl</sub> 5.8–5.9 способствовала увеличению урожайности зеленой массы клевера лугового на 6–15%, при внесении навоза в дозе 50 т/га (в занятом викоовсяном пару) и минеральных удобрений (под покровную культуру – ячмень) – на 32%. При этом существенного влияния различных систем удобрения на содержание питательных веществ не выявлено. Установлено, что доля фиксированного азота составляла 84–89% от общего. После распашки клеверного пласта на фоне применения минеральной и органо-минеральных систем удобрения при известковании в почву дополнительно поступало 130–140 кг связанного азота/га, что позволило возделывать последующую зерновую культуру без внесения азотных удобрений.

*Ключевые слова:* клевер луговой, урожайность, система удобрения, симбиотическая азотфиксация, известкование, дерново-подзолистая почва, севооборот.

DOI: 10.31857/S0002188121110090

### ВВЕДЕНИЕ

Возделывание многолетних бобовых трав имеет большое значение не только для обеспечения животноводства высокобелковыми кормами, но и играет большую роль в повышении плодородия почв. Клевер луговой при благоприятных условиях для симбиотической азотфиксации (слабокислая и близкая к нейтральной реакция среды, средняя обеспеченность подвижными формами фосфора и калия, а также микроэлементами – бором и молибденом), может накапливать биологический азот до 200–300 кг/га [1]. При распашке пласта многолетних бобово-злаковых трав в почву поступает дополнительное количество органического вещества и биологического азота, что во многом компенсирует потери гумуса в почвах вследствие недостаточного внесения органических удобрений и позволяет уменьшить дозы азотных удобрений [2]. Таким образом, возделывание бобовых трав позволяет правильно соче-

тать азот минеральных удобрений и биологический азот, уменьшить риски негативного воздействия на окружающую среду вследствие денитрификации и вымывания.

Одним из факторов, существенно снижающих продуктивность бобовых культур, является кислая реакция почвенной среды. Именно поэтому исследования влияния известкования на урожайность клевера лугового проводили во многих длительных и краткосрочных опытах. Например, в стационарном полевом опыте, заложенном в 1940 г. академиком О.К. Кедровым-Зихманом на Центральной опытной станции ВИУА, выявлено, что применение извести оказало существенное влияние на урожайность клевера. Прибавка к фону составила во 2-й ротации 130%, в 3-й и 4-й – 40 и 39% соответственно. В то же время эффективность повторного известкования существенно уменьшалась. Авторы пришли к выводу, что по мере снижения кислотности и содержания по-

движного алюминия (с 10.8 до 1.1 мг/100 г), действие извести на урожайность клевера значительно снижалось [3].

В работе Е.П. Трепачева, Н.А. Кирпичникова, М.С. Ягодиной [4] показана высокая симбиотическая активность клевера лугового на слабокультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве без внесения азотных удобрений. При содержании подвижного фосфора 6–8 мг/100 г почвы известкование и внесение фосфорных удобрений в таких условиях не способствовало повышению урожайности.

Отмечено, что на сильнокислой дерново-подзолистой почве в опыте СШ-3 ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова с низким содержанием подвижного алюминия и молибдена положительное влияние извести на урожайность клевера лугового было обусловлено не только устранением кислотности, но и мобилизацией молибдена в почве [5, 6].

Во многих длительных опытах отмечено положительное действие органических и органо-минеральных систем удобрения. Наибольшая урожайность культур севооборота была получена при использовании органической и органо-минеральной систем удобрения в высоких дозах, но положительный баланс гумуса при этом обеспечивала только органо-минеральная система. Плодородие почвы, созданное в процессе длительного применения навоза и минеральных удобрений, обладает более высоким последствием, чем сформированное с использованием только минеральной системы [7–9].

На сегодняшний день назрела острая необходимость в продолжении исследований по эффективному сочетанию минеральных, органических, известковых удобрений при внесении их под различные культуры в севообороте и изучению их последствий. Особенно важно иметь информацию по влиянию удобрений на симбиотическую азотфиксацию бобовых трав, о размерах обогащения почвы биологическим азотом.

Именно поэтому, цель работы – в стационарном полевом опыте изучить последствие органической, минеральной, органо-минеральной систем удобрения на фоне известкования и без него на урожайность и симбиотическую азотфиксацию клевера лугового в зернотравяном севообороте.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевой опыт был заложен в 2015–2017 гг. на опытном поле Вологодской государственной мо-

лочно-хозяйственной академии им. Н.В. Верещагина на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой среднекультуренной почве. Перед закладкой опыта пахотный слой (0–20 см) характеризовался следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  5.1–5.2, гидролитическая кислотность (по Каппену) – 1.74 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену–Гильковицу) – 13.5 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями – 88.6%, содержание гумуса (по Тюрину) – 3.16%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 261 мг/кг и калия (по Кирсанову) – 125 мг/кг [10]. Объект исследования – клевер луговой сорта Дымковский однодичного использования. В годы исследования (2018–2020 гг.) за сезон проводили 2 укоса.

Исследование вели в 5-польном полевом севообороте: викоовсяная смесь (вика посевная сорта Льговская 31-292) – озимая пшеница сорта Московская 56 – ячмень сорта Сонет (с подсевом клевера лугового) – клевер луговой сорта Дымковский – овес сорта Лев.

Площадь делянок – 100 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, размещение вариантов систематическое. Количество севооборотных полей – 3. В полевом опыте изучали 2 фактора: *A* – известкование, *B* – системы удобрения. В качестве систем удобрения (фактор *B*) использовали: органическую – с внесением навоза КРС 50 т/га под викоовсяную смесь, минеральную – внесение N150P120K225 под первые 3 культуры севооборота; органо-минеральную – с внесением половинных и полных доз навоза и минеральных удобрений. Все системы удобрения исследовали на 2-х фонах кислотности (фактор *A*): при  $pH_{KCl}$  5.1–5.2 и 5.8–5.9. Второй уровень кислотности был создан путем известкования почвы по 1.0  $H_r$  под викоовсяную смесь. В контрольном варианте удобрения не вносили. На клевере изучали последствие ранее внесенных удобрений.

Удобрения вносили в форме  $N_{aa}$  – 34.4% N,  $K_x$  – 60%  $K_2O$ , а также комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения марки NPK 15 : 15 : 15 + 7% S. В качестве известкового удобрения использовали известняковую муку (95%  $CaCO_3$ ) [11].

Учет урожайности зеленой массы клевера лугового проводили сплошным методом, поделочно, в фазе начала цветения, с использованием косилки марки КРН-2.1, агрегатированной с трактором МТЗ-82. Урожайность зеленой массы клевера приводили к стандартной влажности (80%).

Для определения количества симбиотически фиксированного азота и коэффициента азотфик-

**Таблица 1.** Урожайность зеленой массы клевера лугового сорта Дымковский при применении различных систем удобрения (2018–2020 гг.)

Фактор А (известкование)	Фактор Б (удобрения)	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю	
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	средние за 3 года	ц/га	%
Без известкования (А <sub>1</sub> )	Контроль без удобрений	364	504	418	429	–	–
	Навоз 50 т/га	426	550	425	467	38.3	9
	НРК	421	544	430	465	36.4	8
	Навоз 25 т/га + 1/2 НРК	446	552	444	481	52.2	12
	Навоз 50 т/га + НРК	503	607	439	516	87.6	20
Средние фактора А <sub>1</sub>		432	552	431	472	–	–
Известь (А <sub>2</sub> )	Контроль (без удобрений)	3400	506	419	442	–	–
	Навоз 50 т/га	493	567	425	495	53.1	12
	НРК	482	590	456	509	67.5	15
	Навоз 25 т/га + 1/2 НРК	529	613	496	546	104	24
	Навоз 50 т/га + НРК	593	648	512	584	143	32
Средние фактора А <sub>2</sub>		499	585	462	515	Среднее в опыте – 493	
НСР <sub>05</sub> фактора А		28	27	21			
НСР <sub>05</sub> фактора Б и взаимодействия АБ		44	42	33			
НСР <sub>05</sub> частных различий		63	60	47			

сации использовали метод сравнения с не бобовыми культурами. Для клевера лугового сопоставимой злаковой культурой являлась тимофеевка луговая. Величину азотфиксации определяли по методике Трепачева [12].

Учет массы корневой системы растений проводили рамочным методом:  $30.2 \times 33.3 \text{ см} = 0.1 \text{ м}^2$ . Взятие образцов производили в 3-х местах каждой делянки каждого повторения на глубину 40–50 см [13].

Содержание азота в растительных образцах определяли по методу Кьельдаля, с пересчетом на сырой протеин (коэффициент 6.25), количество сухого вещества – термостатно-весовым методом, сырую клетчатку, сырой жир и сырую золу – на ИК-анализаторе (методом БИК-спектроскопии). Нитраты определяли ионометрическим методом в свежих образцах зеленой массы. Все анализы растительных образцов были проведены в аккредитованной лаборатории ГЦАС “Вологодский”.

Статистический анализ экспериментальных данных проводили дисперсионным методом по модели двухфакторного полевого опыта.

Метеорологические условия вегетационных периодов (май–сентябрь) в годы проведения исследования различались: 2018 г. характеризовался оптимальным увлажнением (ГТК по Селянинову = 1.5), 2019 и 2020 гг. были избыточно увлажненными (ГТК = 2.2 и 2.5 соответственно).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение органической, минеральной и органо-минеральной систем удобрения в последствии оказало значительное влияние на урожайность зеленой массы клевера лугового (табл. 1). Показано, что известкование ранее слабокислой почвы способствовало достоверному повышению урожайности клевера лугового на 6–15%. По своему действию на урожайность последствие ранее внесенного навоза КРС было сопоставимо с внесением минеральных удобрений под покровную культуру (ячмень). Прибавки в вариантах применения органической и минеральной систем удобрения составляли 8–9% на неизвесткованном фоне и 12–15% при внесении  $\text{CaCO}_3$  по 1.0  $\text{H}_\text{г}$ . Сочетание половинных доз навоза и НРК способствовало некоторому дальнейшему росту урожайности клевера лугового лишь на уровне тен-

**Таблица 2.** Химический состав сухого вещества клевера лугового при применении удобрений и известковании (среднее за 2018–2020 гг.)

Фактор А (известкование)	Фактор В (удобрения)	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг*
		% к сухой массе					
Без известкования (А <sub>1</sub> )	Контроль (без удобрений)	17.6	3.7	24.3	46.1	8.4	121
	Навоз 50 т/га	16.7	3.3	25.2	47.1	7.8	103
	НПК	18.9	3.4	24.7	44.8	8.2	105
	Навоз 25 т/га + 1/2 НПК	18.3	3.0	24.5	46.5	7.8	114
	Навоз 50 т/га + НПК	19.5	3.2	24.1	45.3	7.9	124
Среднее фактора А <sub>1</sub>		18.2	3.3	24.6	45.9	8.0	113
Известь (А <sub>2</sub> )	Контроль (без удобрений)	18.4	3.0	24.11	45.9	8.6	101
	Навоз 50 т/га	17.0	3.6	24.9	46.3	8.3	119
	НПК	18.6	3.1	24.2	46.0	8.1	145
	Навоз 25 т/га + 1/2 НПК	17.6	3.2	25.0	46.1	8.2	115
	Навоз 50 т/га + НПК	17.7	3.4	24.5	45.9	8.5	141
Среднее фактора А <sub>2</sub>		17.8	3.3	24.6	46.0	8.3	124

\*На сырую массу.

денции. В то же время сочетание полных доз органического и минерального удобрения существенно повышало урожайность клевера как к контролю, так и другим системам удобрения. При этом наибольшую прибавку урожайности (в среднем за 3 года исследования) обеспечило применение навоза в дозе 50 т/га совместно с минеральными удобрениями в эквивалентном по действующему веществу количеству на фоне известкования – 32% к контролю. Таким образом, следует отметить, что оптимизация реакции почвенного раствора за счет известкования на фоне ранее внесенных органических и минеральных удобрений является действенным приемом повышения урожайности клевера лугового.

Неоднозначно повлияло сочетание удобрений и известкования на химический состав зеленой массы клевера лугового (табл. 2). Если на не известкованном фоне минеральная и органо-минеральные системы способствовали повышению сырого протеина до 18.3–19.5%, при его содержании в контроле 17.6%, то при известковании содержание сырого протеина практически не изменялось в вариантах опыта. Вероятно, это было связано с положительным действием извести на минерализацию почвенного органического вещества, а также мобилизацией остаточных фосфатов, что нивелировало последствие ранее внесенных удобрений. В то же время на известко-

ванном фоне отмечено несколько меньшее содержание сырого протеина в сухом веществе зеленой массы вследствие так называемого эффекта ростового разбавления. Содержание сырого жира (3.0–3.7%), клетчатки (24.1–25.2%), безазотистых экстрактивных веществ (44.8–47.1%), сырой золы (7.8–8.6%) изменялось незначительно и, вероятно, не было обусловлено изученными системами удобрения и известкованием. Внесение органического и минерального удобрения в полной дозе на фоне известкования способствовало незначительному увеличению содержания нитратов до 140 мг/кг сырой массы, но оставалось значительно ниже ПДК (250 мг/кг).

Одностороннее применение минеральных удобрений, а также внесение НПК с навозом КРС в половинных дозах увеличивало сбор сырого протеина с 1.5–1.6 (в контрольном варианте) до 1.8–1.9 т/га, полной дозы – до 2.0–2.1 т/га (рис. 1). Наибольший сбор кормовых единиц – 8.4 т/га, а также выход обменной энергии – 110 ГДж/га отмечены также при внесении навоза и минеральных удобрений в полной дозе на фоне CaCO<sub>3</sub>, что было на 35% больше, чем в неизвесткованном контроле. Известкование способствовало дополнительному увеличению сбора сырого протеина на 5–6%, кормовых единиц и выходу обменной энергии – на 6–13% по отношению к аналогичным системам удобрения без CaCO<sub>3</sub>.

**Таблица 3.** Влияние различных систем удобрения на биологическую азотфиксацию клевера лугового (среднее за 2018–2020 гг.)

Фактор А (известкование)	Фактор В (удобрения)	Вынос N <sub>общ</sub> урожаем, кг/га	Содержание N <sub>биол</sub> в поукосно-корневых остатках, кг/га	K <sub>ф</sub> *	Обогащение почвы биологическим азотом, кг/га
Без известкования (А <sub>1</sub> )	Контроль (без удобрений)	263	135	0.84	91.8
	Навоз 50 т/га	279	153	0.84	110
	НРК	306	141	0.86	97.5
	Навоз 25 т/га + 1/2 НРК	313	104	0.86	61.6
	Навоз 50 т/га + НРК	377	159	0.89	116
Известь (А <sub>2</sub> )	Контроль (без удобрений)	300	139	0.86	95.7
	Навоз 50 т/га	329	147	0.86	102
	НРК	371	188	0.88	144
	Навоз 25 т/га + 1/2 НРК	360	184	0.88	141
	Навоз 50 т/га + НРК	364	169	0.88	126

\*Коэффициент азотфиксации.

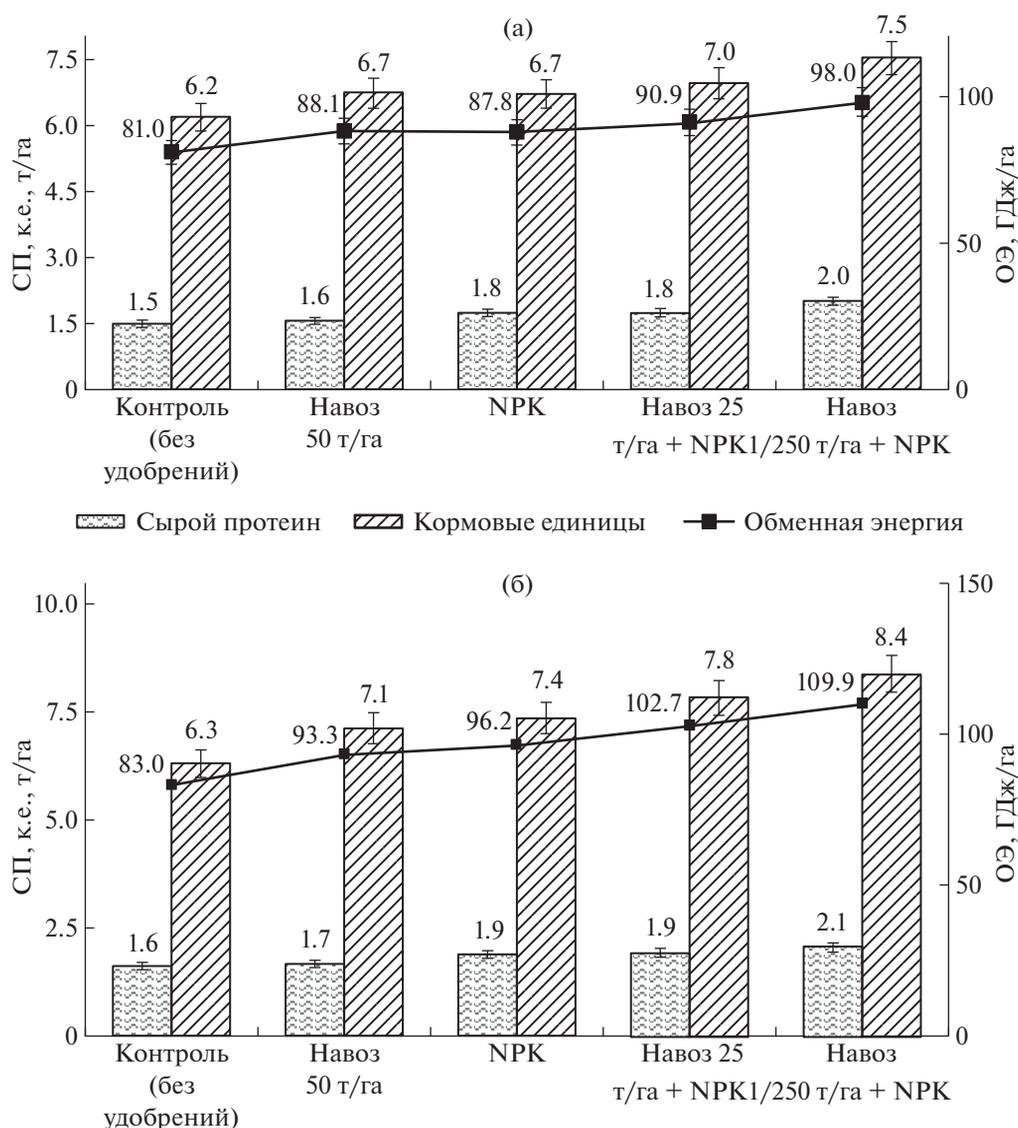
На основании 3-летнего эксперимента была рассчитана эффективность симбиотической азотфиксации (табл. 3). Показано, что за счет создания оптимальной реакции почвенной среды при известковании, а также улучшения питания растений клевера лугового макро- и микроэлементами, поступившими с навозом и минеральными удобрениями, увеличивалось накопление симбиотически фиксированного азота как в надземной массе, так и в поукосно-корневых остатках.

Рост урожайности клевера лугового сопровождался увеличением выноса общего азота с 263–300 кг/га в контрольном варианте до 313–364 кг/га при органо-минеральной системе удобрения. При этом доля симбиотически фиксированного азота менялась от 84 до 88%. Высокую долю связанного азота обеспечило то, что в опыте клевер луговой высевали в чистом виде, а не в составе травосмесей, как, например, в работе [14, 15]. На фоне без известкования увеличение накопления биологического азота отмечено при внесении навоза (в занятом викоовсяном пару) и при его сочетании с минеральными удобрениями в полных дозах. При известковании ранее слабокислой почвы наибольшее накопление N<sub>биол</sub> в поукосно-корневых остатках клевера лугового было в вариантах с внесением НРК, а также при их сочетании с навозом в полных и половинных дозах. В целом следует отметить, что возделывание клевера лугового в данных условиях приводило к обогащению почвы биологическим азотом в размере 91.8 кг/га даже без внесения удобрений. При этом эффек-

тивность симбиотической азотфиксации находилась на уровне козлятника восточного, возделываемого в схожих условиях [16, 17]. Известкование в целом увеличило поступление в почву биологического азота на 28%. Наибольшее обогащение почвы N<sub>биол</sub> наблюдали при известковании и внесении НРК, а также при их сочетании с навозом КРС в половинных дозах. Внесение полных доз, вероятно, приводило к угнетению роста и развития клевера лугового в год посева, за счет сильного развития покровной культуры, что в последующем влияло на степень изреженности посевов клевера и снижению его урожайности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение органического и минерального удобрения на фоне известкования дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы способствовало интенсификации процесса симбиотической азотфиксации клевера лугового. Установлено, что доля фиксированного азота составляла 84–89% от общего. Благодаря оптимизации реакции почвенной среды до pH 5.8–5.9 возрастала урожайность зеленой массы клевера на 6–15%, а при внесении навоза в дозе 50 т/га (в занятом вико-овсяном пару) и минеральных удобрений (под покровную культуру – ячмень) – на 32%. Изученные системы удобрения практически не повлияли на качество зеленой массы. Лишь на неизвесткованном фоне применение удобрений способствовало некоторому повышению содер-



**Рис. 1.** Влияние удобрений на сбор сырого протеина (СП) и кормовых единиц (т/га) и выход обменной энергии (ОЭ, ГДж/га) (средние за 3 года): (а) – без CaCO<sub>3</sub>, (б) – с CaCO<sub>3</sub>. “Усиками” показана величина  $HCP_{05}$  частных различий.

жания сырого протеина в сухом веществе. При этом пропорционально увеличивался сбор сырого протеина, кормовых единиц и выход обменной энергии. Наряду с ростом урожайности, за счет накопления биологического азота в поукосно-корневых остатках при распашке клеверного пласта в почву может дополнительно поступить 100–140 кг биологического азота/га, что позволяет возделывать последующую зерновую культуру без внесения азотного удобрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трещачев Е.П. Значение биологического и минерального азота в проблеме белка // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. М.: Наука, 1985. С. 27–37.
2. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. М.: РАН, 2019. 252 с.
3. Скворцов В.Ф., Стрельников В.Н., Ерохина Е.Н. Влияние доз извести и повторного известкования на урожай многолетних трав на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве // Агрохимия. 1984. № 2. С. 51–62.
4. Трещачев Е.П., Кирпичников Н.А., Ягодина М.С. К вопросу об отношении клевера лугового к кислотности дерново-подзолистой почвы, фосфатному уровню и отзывчивости на фосфорное удобрение // Агрохимия. 1989. № 2. С. 59–69.
5. Скворцов В.Ф., Ерохина Е.Н. Действие извести, молибдена и азотного удобрения на урожай клевера в севообороте // Агрохимия. 1981. № 6. С. 77–83.

6. *Ерохина Е.Н., Собачкина Л.Н., Скворцов В.Ф., Козлова Т.А.* Влияние молибдена на продуктивность культур в севообороте и плодородия почвы // Тр. ВИУА “Эффективность удобрений и других средств химизации на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны РСФСР”. М., 1988. С. 106–115.
7. *Жуков Ю.П., Чухина О.В., Токарева Н.В., Куликова Е.И.* Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Плодородие. 2015. № 2. С. 14–20.
8. *Мерзлая Г.Е., Понкратенкова И.В.* Эффективность органо-минеральных систем удобрения // Плодородие. 2016. № 2 (89). С. 25–28.
9. *Теймуров С.А.* Влияние симбиотической азотфиксации на плодородие почв и регулирование процессов жизнедеятельности растений // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2020. С. 528–534.
10. *Налиухин А.Н., Чухина О.В., Власова О.А.* Почвы опытного поля ВГМХА им. Н.В. Верещагина и их агрохимическая характеристика // Молочн.-хоз. вестн. 2015. № 3 (19). С. 35–46.
11. *Налиухин А.Н., Мерзлая Г.Е., Максимова А.С., Силуянова О.В., Белозеров Д.А., Ерегин А.В.* Эффективность органических и минеральных удобрений при известковании дерново-подзолистой почвы // Плодородие. 2018. № 2 (101). С. 42–45.
12. *Трепачев Е.П.* О методах исследования азотфиксирующей способности бобовых культур // Агрохимия. 1981. № 12. С. 129–141.
13. *Станков Н.З.* Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.
14. *Соколов О.А., Шмырева Н.Я., Завалин А.А., Черников В.А.* Роль симбиотического азота и устойчивость его циклов при выращивании многолетних трав на склоне // Плодородие. 2016. № 1. С. 50–52.
15. *Кокорина А.Л., Кожемяков А.П.* Бобово-ризобийный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия – важный резерв повышения продуктивности пашни. СПб.: СПбГАУ, 2010. 50 с.
16. *Капустин Н.И., Налиухин А.Н., Ладухин А.Г., Соболева Н.М., Ханова Н.А.* Влияние микроудобрения “Аквამикс-т” и ризоторфина на продуктивность козлятника восточного // Агрохим. вестн. 2007. № 3. С. 14–16.
17. *Лапинская Э.Б., Мотузене Л.П.* Влияние фосфорно-калийных удобрений на симбиотическую азотфиксацию *Rhizobium galegae* // Агрохимия. 2007. № 9. С. 45–52.

## Symbiotic Nitrogen Fixation of Meadow Clover on Application of Fertilizers and Liming

A. N. Naliukhin<sup>a, b, #</sup> and A. A. Ryzhakova<sup>b</sup>

<sup>a</sup> D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127550, Russia

<sup>b</sup> N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy  
ul. Shmidta 2, Molochnoe–Vologda 160555, Russia

<sup>#</sup> E-mail: naliuhin@yandex.ru

The combination of mineral and biological nitrogen is an important factor in increasing of the productivity of crop rotations and maintaining soil fertility in the Non-Chernozem Earth zone of Russia. Under the conditions of a field experiment on sod-medium podzolic light loamy soil, the influence of organic, mineral and organo-mineral fertilization systems on the yield, chemical composition, and symbiotic nitrogen fixation of meadow clover was studied. It was shown that the neutralization of the reaction of the soil solution to  $pH_{KCl}$  5.8–5.9 contributed to an increase in the yield of the green mass of meadow clover by 6–15%, and when applying manure at a dose of 50 t/ha (in a busy vetch-oat fallow) and mineral fertilizers (for a cover crop – barley) – by 32%. At the same time, no significant effect of various fertilization systems on the nutrient content has been identified. It was found that the share of fixed nitrogen was 84–89% of the total. After plowing the clover layer against the background of mineral and organo-mineral fertilization systems, during liming, 130–140 kg/ha of bound nitrogen is additionally supplied to the soil, which makes it possible to cultivate the subsequent grain crop without applying nitrogen fertilizers.

*Key words:* meadow clover, yield, fertilization system, symbiotic nitrogen fixation, liming, sod-podzolic soil, crop rotation.