

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

А.Н. Налиухин^{1, 2}, д.с.-х.н., А.А. Смирнова²

¹ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 6, e-mail: naliuhin@yandex.ru

²ФГБОУ ВО Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина
160555, Россия, Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2

*Работа выполнена за счет средств Программы развития университета
в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030"*

Представлены результаты исследований в длительном полевом опыте по изучению влияния различных систем удобрения и известкования на урожайность, химический состав и питательность зелёной массы клевера лугового. Изучали минеральные, органические и органоминеральные системы удобрения на двух уровнях кислотности: pH_{KCl} 5,1-5,2 и 5,7-5,8. Результаты исследований показали, что известкование слабокислой почвы увеличивало эффективность органоминеральных систем удобрения на 10-20%, минеральных – на 6-14, органических – на 3-15%. Наибольшая урожайность сухого вещества – 10,2-13,0 т/га – достигается при внесении навоза КРС в занятом пару и фосфорно-калийных удобрений под покровную для клевера лугового культуру (ячмень). Во всех вариантах опыта содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества клевера лугового было оптимальным для кормления коров и составляло 9,4-9,5 МДж/кг. Удельный вынос элементов питания в расчёте на 1 т сухого вещества клевера лугового составлял: N – 27-29 кг, P₂O₅ – 6,7-7,2, K₂O – 29, CaO – 17-18, MgO – 5 кг; Zn – 27-28 г, Mn – 42, Co – 0,03-0,04 г. Эти величины можно принять за нормативы выноса для клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистых среднеоккультуренных почвах севера Нечерноземья.

Ключевые слова: клевер луговой, известкование, системы удобрения, удельный вынос.

Для цитирования: Налиухин А.Н., Смирнова А.А. Влияние различных систем удобрения и известкования на урожайность и химический состав клевера лугового// Плодородие. – 2024. – №4. – С. 23-26. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.05.

Клевер луговой – важнейшая комовая культура в зерно-травяных севооборотах Нечерноземной зоны России. Его травосмеси со злаковыми травами широко используют для заготовки силоса, сенажа, сена – основы кормовой базы для животноводства [3]. Клевер луговой характеризуется высокой кормовой ценностью: 100 кг зелёной массы содержит 22,8 кормовых единиц и 3 кг белка, а 100 кг сена 52,2 кормовых единиц и 8,2 кг белка [10].

Благодаря способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями клевер обогащает почву биологическим азотом и является лучшим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур. Однако, на слабооккультуренных дерново-подзолистых почвах с кислой реакцией среды и низкой обеспеченностью фосфором и калием, бобовые травы формируют невысокий урожай зелёной массы с низким содержанием сырого протеина [3, 12].

Ввиду полного отчуждения зелёной массы многолетних трав с поля, происходит снижение содержания подвижного фосфора и калия в почве. Так, по данным [6], при возделывании клеверо-люцерновой травосмеси за три ротации севооборота (18 лет) содержание P₂O₅ (по Кирсанову) уменьшилось на 78 мг/кг, K₂O – на 26 мг/кг по сравнению с исходным. Данный факт объясняется высоким выносом элементов питания многолетними травами.

Исследования, проведённые в различных почвенно-климатических условиях, показывают, что совместное действие известкования и удобрений обеспечивает более высокую прибавку урожайности клевера лугового и повышение качества зелёной массы. Как отмечают отечественные и зарубежные авторы, это связано с оптимизацией почвенной кислотности и питательного режима клевера лугового [5, 7, 13].

Следует отметить, что в большинстве полевых опытов изучали лишь некоторые системы удобрения, причём отдельно от известкования. Необходимо подчеркнуть, что высокая кислотность почвы является лимитирующим фактором повышения урожайности клевера лугового и других сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне. Данных о сравнении последствий различных систем удобрения на рост и развитие культуры на разных фонах кислотности мало [1, 2].

Цель настоящей работы – изучить влияние последствий органической, минеральной, органоминеральной систем удобрения на разных уровнях кислотности дерново-подзолистой почвы на урожайность, химический состав и питательность зелёной массы клевера лугового, а также определить общий и удельный вынос макро- и микроэлементов при возделывании клевера лугового в зернотравяном севообороте.

Методика. Полевой опыт закладывали в 2015–2017 г. последовательно на трех полях севооборота Вологодской ГМХА имени Н.В. Верещагина. Почва – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая среднеоккультуренная.

Перед закладкой опыта пахотный слой (0–20 см) характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,1–5,2, гидролитическая кислотность (по Каппену) – 3,40–4,14 ммоль(экв.)/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену–Гильковицу) – 10,5–12,8 ммоль(экв.)/100 г, содержание органического углерода C_{орг} (по Тюрину) – 1,50–1,86%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 250–290 мг/кг и калия (по Кирсанову) – 116–148 мг/кг [8]. Объект исследования – клевер луговой сорта Дымковский одногодичного использования. В годы исследования (2018–2020) за сезон проводили два укоса.

Исследование вели в 5-польном полевом севообороте: 1 – викоовсяная смесь (вика посевная сорта Львовская 85); 2 – озимая пшеница сорта Московская 56; 3 – ячмень сорта Сонет (с подсевом клевера лугового); 4 – клевер луговой сорта Дымковский; 5 – овес сорта Лев. Площадь делянок 100 м², повторность трехкратная, размещение вариантов систематическое. В полевом опыте изучали два фактора: *A* – без известкования и известкование по 1,0 Нг, *B* – системы удобрения (органическая, минеральная, органоминеральная). Всего пять вариантов на двух уровнях кислотности (см. табл. 1). Все системы удобрения выравнены по основным элементам питания, в сумме за первые 3 года севооборота во 2-4 вариантах внесено N₁₅₀P₁₂₀K₂₂₅, а в 5-м варианте N₃₀₀P₂₄₀K₄₅₀.

Удобрения вносили в форме Naа – 34,4% N, Кх – 60% К₂O, а также комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения NPK 15:15:15 + 7% S. В качестве известкового удобрения использовали известняковую муку (95% CaCO₃), которую вносили в занятом пару. В результате к моменту возделывания клевера были сформированы два уровня кислотности: рН_{KCl} 5,1-5,2 и 5,7-5,8 [8].

Учет урожайности зеленой массы клевера лугового проводили сплошным методом, поделочно, в фазе начала цветения, с использованием косилки КРН-2,1, агрегатированной с трактором МТЗ-82. Урожайность

зеленой массы клевера приводили к стандартной влажности (80%), а затем пересчитывали на сухое вещество.

Определение азота в зелёной массе осуществляли по методу Кьельдаля, с пересчетом на сырой протеин (коэффициент 6,25), сырого жира – методом обезжиренного остатка (ГОСТ 13496.15 – 2016), сырой клетчатки – гравиметрически (ГОСТ 31675-2012, пункт 6), сырую золу определяли после сухого озоления (ГОСТ 32933-2014). Содержание сахаров и крахмала – спектрофотометрическим методом, согласно ГОСТ 26176-2019, в аккредитованной лаборатории ГЦАС «Вологодский». Содержание обменной энергии в зелёной массе устанавливали расчётным методом.

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 г. были избыточно увлажненными (ГТК – 2,2 и 2,5 соответственно).

Результаты и их обсуждение. Как показали результаты исследований, последствие удобрений способствовало существенному увеличению урожайности клевера лугового (табл. 1).

1. Урожайность клевера лугового сорта Дымковский при применении различных систем удобрения в зависимости от известкования

Удобрения – фактор В	Урожайность, т/га			В среднем за три года	Прибавка к контролю	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		т/га	%
Без известкования – А ₁						
1. Контроль (б/у)	7,28	10,1	8,35	8,58	-	-
2. Навоз, 50 т/га	8,53	11,0	8,49	9,34	0,76	8,9
3. NPK	8,42	10,9	8,60	9,31	0,73	8,5
4. Навоз, 25 т/га + NPK1/2	8,91	11,0	8,89	9,60	1,02	11,9
5. Навоз, 50 т/га + NPK	10,1	12,1	8,77	10,3	1,74	20,3
В среднем по фактору А ₁	8,64	11,0	8,62	9,45	-	-
С известкованием – А ₂						
1. Контроль (б/у)	7,99	10,1	8,38	8,82	-	-
2. Навоз, 50 т/га	9,85	11,3	8,50	9,88	1,06	12,0
3. NPK	9,63	11,8	9,11	10,2	1,36	15,4
4. Навоз, 25 т/га + NPK1/2	10,6	12,3	9,92	10,9	2,12	24,0
5. Навоз, 50 т/га + NPK	11,9	13,0	10,2	11,7	2,88	32,7
В среднем по фактору А ₂	10,0	11,7	9,21	10,3	-	-
НСР ₀₅ для фактора А	0,56	0,54	0,21	0,20	Среднее в опыте – 9,88	
для фактора В и взаимодействия АВ	0,89	0,85	0,33	0,60		
для частных различий	1,26	1,20	0,47	0,35		

Как показали результаты исследований, нейтрализация реакции почвенной среды с рН_{KCl} от 5,1-5,2 до 5,7-5,8 способствовала достоверному повышению урожайности сухого вещества клевера лугового на 6-16%.

По влиянию на урожайность клевера лугового внесение навоза КРС (3-й год последствия) было сопоставимо с внесением минеральных удобрений под покровную для клевера культуру (ячмень). Прибавки по органической и минеральной системам удобрения составляли 9% на неизвесткованном фоне и 12-15% при внесении CaCO₃ в дозе по 1,0 Нг. Сочетание половинных доз навоза и NPK способствовало увеличению урожайности клевера лугового в 1,5-1,6 раза по сравнению с их раздельным внесением в полных (по действующему веществу) дозах. Наибольшую прибавку урожайности обеспечило применение навоза с минеральными удобрениями в полных дозах (органоминеральная система удобрения) – 20% при слабокислой реакции и 33% при реакции среды, близкой к нейтральной. Таким образом,

оптимизация реакции почвенного раствора за счёт известкования ранее слабокислой почвы существенно повышает эффективность удобрений. Урожайность клевера лугового возрастает с 8,6 т/га сухого вещества на неизвесткованном контроле до 11,7 т/га при органоминеральной системе на фоне известкования.

Сочетание удобрений и известкования неоднозначно повлияло на химический состав зелёной массы клевера лугового (табл. 2).

Наибольшие различия в содержании сырого протеина (на 1,5-2,3%) отмечены между органической и минеральной системами удобрения. По-видимому, на 3-й год последствия навоза КРС, его влияние ограничивается только незначительным приростом урожайности при одновременном снижении содержания сырого протеина, в среднем на 1% по отношению к контролю, вследствие эффекта «ростового разбавления». Органоминеральные системы, по той же причине, способствовали лишь «удержанию» содержания сырого протеина на уровне,

не ниже контрольного (17-19%). Содержание сырого жира, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, сырой золы колебалось несущественно и, по всей вероятности, не было обусловлено изучаемыми системами удобрения [9]. Обращает на себя внимание увеличение до 8,2-8,3% содержания сахаров при органической системе удобрения (в среднем на 1% по отношению к контролю), что говорит о положительном влиянии навоза КРС на углеводный обмен растений. Содержание крахмала при известковании имеет тенденцию к снижению по всем системам удобрения, что, по всей вероятности,

связано с тем, что сахара транспортируются в корневую систему растений, снабжая клубеньковые бактерии энергетическим субстратом в процессе симбиотической азотфиксации. В целом, во всех вариантах содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества было на оптимальном уровне для кормления коров и составляло 9,4-9,5 МДж/кг.

Рост урожайности клевера лугового сопровождался увеличением выноса общего азота как в контрольном варианте, так и при органоминеральной системе удобрения (табл. 3).

2. Влияние различных систем удобрения и известкования на качество и питательность зеленой массы клевера лугового (в среднем за 2018–2020 г.)

Удобрения – фактор В	(в среднем за 2010–2020 гг.)							
	СП	СЖ	СК	БЭВ	СЗ	Сахар	Крахмал	ОЭ
	% сухого вещества							МДж/кг
Без известкования – А ₁								
1. Контроль (б/у)	17,1	3,66	24,3	46,5	8,41	7,33	3,26	9,44
2. Навоз, 50 т/га	16,0	3,29	25,2	47,7	7,80	8,34	3,07	9,44
3. NPK	18,3	3,44	24,7	45,3	8,21	7,73	3,66	9,44
4. Навоз, 25 т/га + NPK1/2	17,7	2,96	24,5	47,0	7,82	7,32	3,28	9,46
5. Навоз, 50 т/га + NPK	19,1	3,22	24,1	45,6	7,94	7,32	3,36	9,49
Среднее по А ₁	17,6	3,30	24,6	46,4	8,04	7,61	3,31	9,45
С известкованием – А ₂								
1. Контроль (б/у)	17,7	2,99	24,1	46,6	8,56	7,30	2,63	9,39
2. Навоз, 50 т/га	16,7	3,63	24,9	46,6	8,25	8,16	2,53	9,43
3. NPK	18,2	3,08	24,2	46,4	8,13	7,25	2,69	9,44
4. Навоз, 25 т/га + NPK1/2	17,1	3,18	25,0	46,5	8,15	8,11	2,93	9,40
5. Навоз, 50 т/га + NPK	17,3	3,41	24,5	46,2	8,49	7,68	2,64	9,41
Среднее по А ₂	17,4	3,26	24,5	46,5	8,32	7,70	2,26	9,41

Примечание. СП – сырой протеин, СЖ – сырой жир, СК – сырая клетчатка, БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества, СЗ – сырая зола, ОЭ – обменная энергия.

3. Влияние различных систем удобрения и известкования на вынос макро- и микроэлементов с урожаем клевера лугового (в среднем за 2018–2020 г.)

Удобрения – фактор В	(в среднем за 2018-2020 гг.)							
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Mn	Co
	кг/га					г/га		
Без известкования – А ₁								
1. Контроль (б/у)	265	62,3	287	165	22,6	257	432	0,374
2. Навоз, 50 т/га	286	62,0	287	176	25,8	269	464	0,317
3. NPK	298	71,4	307	176	27,8	284	423	0,339
4. Навоз, 25 т/га + NPK1/2	297	73,2	291	180	26,7	312	421	0,440
5. Навоз, 50 т/га + NPK	345	77,1	372	191	27,3	310	449	0,406
Среднее по А ₁	298	69,2	309	178	26,0	286	438	0,375
С известкованием – А ₂								
Контроль (б/у)	275	71,6	293	183	51,3	295	393	0,324
Навоз, 50 т/га	282	76,3	311	205	55,2	286	448	0,356
NPK	321	77,4	350	197	62,8	329	487	0,352
Навоз, 25 т/га + NPK1/2	302	78,1	345	214	57,3	347	496	0,498
Навоз, 50 т/га + NPK	354	99,2	394	235	60,3	361	542	0,350
Среднее по А ₂	307	80,5	339	207	57,4	324	473	0,376

Наибольший вынос макро- и микроэлементов наблюдался при органоминеральной системе на фоне известкования при соотношении N:P:K = 3,6:1,0:4,0. Вынос магния был в 3,6 раза меньше, чем кальция. Обращает на себя внимание достаточно высокий вынос микроэлементов, таких как цинк и марганец. Потребление кобальта, наоборот, было небольшим, что во многом связано с его низким содержанием в почве опытного участка. В целом необходимо отметить высокий вынос как макро-, так и микроэлементов клевером луговым, особенно при формировании высокой урожайности (на уровне 10 т/га сухого вещества). Безусловно, данное обстоятельство необходимо учитывать при разработке системы удобрения многолетних трав.

Влияние систем удобрения на вынос макро- и микроэлементов также было незначительным. Лишь органоминеральная система на известкованном фоне увеличивала вынос азота, фосфора и калия на 6-11% по

сравнению с контролем. В среднем по двум фонам вынос элементов питания в расчёте на 1 т сухого вещества клевера лугового был следующим: N – 27-29 кг, P₂O₅ – 6,7-7,2, K₂O – 29, CaO – 17-18, MgO – 5 кг; Zn – 27-28 г, Mn – 42, Co – 0,03-0,04 г (табл. 4). Указанные величины можно принять за нормативы выноса для клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистых среднекультуренных почвах Севера Нечерноземья.

На основании экспериментальных данных установлено, что доля симбиотически фиксированного азота колебалась от 84 до 89% [9]. При этом эффективность азотфиксации клевера лугового находилась на уровне козлятника восточного, возделываемого в схожих условиях [4]. Известкование повысило поступление в почву биологического азота на 28%, а наибольшее его накопление в ПКО – 100-140 кг/га – наблюдалось на известкованном фоне при органоминеральных системах удобрения [9].

4. Влияние различных систем удобрения и известкования на удельный вынос макро- и микроэлементов с урожаем клевера лугового (в среднем за 2018-2020 г.)

Удобрения – фактор В	(в среднем за 2018-2020 гг.)							
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Mn	Co
	кг/т сухого вещества					г/т сух. вещ-ва		
Без известкования – А₁								
Контроль (б/у)	27,4	6,48	29,0	17,4	5,60	26,1	44,7	0,037
Навоз, 50 т/га	27,9	6,20	27,3	17,1	5,19	26,2	44,6	0,030
НРК	29,3	7,07	29,6	17,4	5,51	27,5	42,1	0,032
Навоз, 25 т/га + НРК1/2	28,4	6,96	27,0	17,2	5,20	28,3	40,6	0,047
Навоз, 50 т/га + НРК	30,5	6,88	31,8	16,8	5,01	27,1	40,0	0,033
Среднее по А ₁	28,7	6,72	28,9	17,2	5,30	27,0	42,4	0,036
С известкованием – А₂								
Контроль (б/у)	28,1	7,35	29,2	18,7	5,43	29,4	40,6	0,031
Навоз, 50 т/га	26,6	7,11	28,3	18,5	5,19	26,2	41,8	0,030
НРК	29,1	7,00	30,4	17,5	5,70	28,8	43,6	0,029
Навоз, 25 т/га + НРК1/2	25,6	6,64	28,3	17,9	4,93	28,5	42,6	0,038
Навоз, 50 т/га + НРК	27,8	7,64	29,9	18,2	4,83	27,6	43,1	0,025
Среднее по А ₂	27,4	7,15	29,2	18,2	5,22	28,1	42,3	0,031

Выводы. 1. Известкование слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы увеличивало эффективность органоминеральных систем удобрения на 10-20%, минеральных – на 6-14, органических – на 3-15%.

2. Наибольшая урожайность сухого вещества – 10,2-13,0 т/га достигается при внесении навоза КРС в занятом пару и фосфорно-калийных удобрений под покровную для клевера лугового культуру (ячмень).

3. Во всех вариантах опыта содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества клевера лугового было оптимальным для кормления коров и составляло 9,4-9,5 МДж/кг.

4. Удельный вынос элементов питания в расчёте на 1 т сухого вещества клевера лугового составлял: N – 27-29 кг, P₂O₅ – 6,7-7,2, K₂O – 29, CaO – 17-18, MgO – 5 кг; Zn – 27-28 г, Mn – 42, Co – 0,03-0,04 г. Эти величины можно принять за нормативы выноса для клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистых среднекультурных почвах Севера Нечерноземья.

5. Изучаемые системы удобрения обеспечивали высокий уровень симбиотической азотфиксации, – доля биологического азота составляла 84-89% от общего его накопления в зелёной массе клевера лугового.

Литература

- Алмаев Э.Д., Баширцев Д.Л., Макарова В.М., Холзаков В.М. Сравнительная урожайность клевера лугового и многолетних злаковых трав разной скороспелости при разных способах посева на дерново-подзолистых почвах Предуралья // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №1(93). – С. 4-6.
- Каменева О.П. О комплексном использовании извести и минеральных удобрений при выращивании клевера лугового / О. П. Каменева // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. – № 4. – С. 105-111.

3. Капустин Н.И. Совершенствование кормопроизводства Северо-Западной зоны // Кормопроизводство. – 1999. – № 12. – С. 5.

4. 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 // Агрохимический вестник. – 2007. – № 3. – С. 14-16.

5. Кирпичников Н.А., Бижан С.П. Эффективность известковых и фосфорных удобрений при выращивании клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) на дерново – подзолистой суглинистой почве (по данным длительных полевых опытов) // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 2. – С. 13-17.

6. Конончук В.В., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О. Эффективность и оптимизация систем удобрения в севооборотах с разной долей многолетних трав на дерново-подзолистой почве центра Нечерноземной зоны России // Агрохимия. – 2020. – № 7. – С. 36-46.

7. Лана В.В. Роль уровня почвенной кислотности и условий питания в изменении агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1 (54). – С. 140-150.

8. Налиухин А.Н., Мёрзлая Г.Е., Максимова А.С., Силуянова О.В., Белозёров Д.А., Ерегин А.В. Эффективность органических и минеральных удобрений при известковании дерново-подзолистой почвы // Плодородие. – 2018. – № 2(101). – С. 42-45.

9. Налиухин А.Н., Рыжакова А.А. Азотфиксация клевера лугового при применении удобрений и известковании // Агрохимия. – 2021. – № 11. – С. 65-71.

10. Ториков В.Е., Белоус Н.М. Практикум по луговому кормопроизводству: учебное пособие / В. Е. Ториков, Н. М. Белоус. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 264 с.

11. Шильников И.А., Аканова Н.И. Вопросы известкования почв в современных условиях // Плодородие. – 2011. – № 3(60). – С. 22-24.

12. Эседуллаев С.Т. Многолетние травы и их смеси – важнейший фактор повышения плодородия почв и продуктивности пашни в Верхневолжье // Плодородие. – 2022. – № 6(129). – С. 59-63.

13. Voigt P.W., Godwin H.W., Morris D.R. Effect of four acid soils on root growth of white clover seedlings using a soil-on-agar procedure // Plant and Soil. – 1998. – Vol. 205. – № 1. – P. 51-56.

INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZER AND LIME SYSTEMS ON THE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF MEADOW CLOVER

A.N. Naliukhin^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences Sc., A.A. Smirnova²

¹K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy, Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, ul. Pryanishnikova 6, Moscow 127434, Russia

²N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidt 2, Molochnoe-Vologda 160555, Russia
E-mail: naliukhin@yandex.ru

The work was carried out with funds from the University Development Program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program "Priority 2030"

The paper presents the results of research in a long-term field experiment to study the influence of various fertilizer and liming systems on the yield, chemical composition and nutritional value of the green mass of meadow clover. Mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems were studied at two acidity levels: pH_{KCl} 5.1-5.2 and 5.7-5.8. Research results showed that liming of previously slightly acidic soil increased the efficiency of organo-mineral fertilizer systems by 10-20%, mineral ones by 6-14%, and organic fertilizers by 3-15%. The highest yield of dry matter – 10.2-13.0 t/ha – is achieved by applying cattle manure in a fallow and phosphorus-potassium fertilizers under the cover crop for meadow clover (barley). In all variants of the experiment, the content of metabolic energy in 1 kg of dry matter of meadow clover was at the optimal level for feeding cows and amounted to 9.4-9.5 MJ/kg. The specific removal of nutrients per 1 ton of dry matter of meadow clover was: N – 27-29 kg, P₂O₅ – 6.7-7.2, K₂O – 29, CaO – 17-18, MgO – 5 kg; Zn – 27-28 g, Mn – 42, Co – 0.03-0.04 g. These values can be taken as removal standards for meadow clover when cultivated on soddy-podzolic medium-cultivated soils of the Northern part of the Non-Chernozem zone of Russia.

Key words: meadow clover, liming, fertilizer systems, consumption of plant nutrients.