

УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Гаврилова Анна Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий

Конова Аминат Мсостовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»

214025, г. Смоленск, ул. Нахимова, д. 21, тел.: 89203007485, e-mail: augavrilova@gmail.com

Ключевые слова: многолетние травы, урожайность, качество, минеральные удобрения, дерново-подзолистая почва.

В статье рассмотрено влияние возрастающих доз и различных сочетаний минеральных удобрений, внесенных под покровную культуру, на урожайность и качество смеси многолетних трав двух годов пользования, а также влияние удобрений на агрохимические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Объектами исследования являлись клевер луговой Стодолич и тимофеевка луговая Ленинградская 204. Исследования проводили в двух ротациях севооборота – с обычными и пониженными единичными дозами минеральных удобрений. Результаты исследований показали, что в годы (VIII ротация), когда единичная доза удобрений была увеличена до $N_{20}P_{20}K_{25}$, урожай многолетних трав был выше, по сравнению с урожаем в VII ротации. В VII ротации севооборота на многолетних травах 1-го года пользования наиболее оптимальной была доза $N_{30}P_{30}K_{45}$ на травах 2-го года пользования – дозы $N_{30}P_{30}K_{45}$ и $N_{40}P_{40}K_{60}$. В VIII ротации наибольший урожай многолетних трав 1-го года пользования был получен при дозе $N_{160}P_{160}K_{200}$ (8,4 т/га), трав 2-го года пользования при дозах $N_{80}P_{80}K_{100}$ и $N_{100}P_{100}K_{125}$ (6,5 т/га). Отмечено положительное влияние возрастающих доз минеральных удобрений на содержание органического вещества почвы. Кислотность почвы при увеличении минеральных доз наоборот возросла с 4,7 до 4,3 единиц. Повышенные дозы удобрений увеличили содержание подвижных форм фосфора и калия в почве.

Введение

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства невозможно без научно-обоснованного применения минеральных удобрений, оптимизации посевных площадей, расширения посевов бобовых и бобово-злаковых травосмесей, обеспечивающих сбалансированность кормов белком, повышение урожайности и качества многолетних трав [1 - 2]. Удельный вес бобовых и других белковых культур в составе травосмеси должен составлять не менее 50%. Хозяйственное использование многолетних трав в полевых и кормовых севооборотах продолжается 2-4 года и более [3].

Важным критерием оценки качества кормов является содержание протеина, клетчатки, золы, жира, сахара. Сено бобово-злаковых трав, предназначенное для дойных коров, должно иметь следующие показатели: содержание сырого протеина – в пределах 11% (первый класс), 9% (второй класс) и 7% (третий класс) соответственно, клетчатки - 27, 29, 32%, каротина - 25, 20, 15 мг/кг, золы – 6-8%. По своей питательности многолетние травы стоят на втором месте после кукурузы и обеспечивают до 40% общего сбора кормовых единиц [4 - 5].

Оценкой качества кормов занимались многие отечественные и зарубежные исследователи. Ими доказано, что для получения кормов хорошего качества из многолетних травосмесей до настоящего времени окончательно не решены вопросы эффективного применения органических и разных доз и форм минеральных удобрений [6 - 7].

Минеральные удобрения играют существенную роль в формировании высокой урожайности при своевременном выполнении других агротехнических приемов. Многолетние бобовые травы на формирование урожая используют примерно такое же количество азота, как и однолетние, но при этом с корнями и покосными остатками они оставляют в почве значительно больше азота, чем выносят с урожаем, поэтому после уборки многолетних бобовых трав почва остается обогащенной азотом [8 - 9].

До сих пор одной из актуальных задач является повышение продуктивности многолетних травосмесей на почвах разного гранулометрического состава и улучшение их качества, в частности зоотехнического состава за счет усовершенствования системы удобрения, что и явилось целью наших исследований.

Материалы и методы исследований

Стационарный полевой опыт по изучению эффективности возрастающих доз минеральных удобрений в севообороте был заложен в 1967 году в ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Смоленского НИИСХ на дерново-подзолистой почве на легком суглинке. Опыт внесён в «Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими средствами химизации Российской Федерации» под номером 49 [10]. Перед закладкой опыта почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус (по Тюрину) – 2,0%, pH_{KCl} – 4,9, Нг (по Каппену) – 4,2 мг-экв/100 г почвы, P_2O_5 (по Кирсанову) – 25-50 мг/кг почвы, K_2O (по Масловой) – 70-100 мг/кг почвы.

В течение последних двух ротаций (седьмая и восьмая) эксперимент велся в двух полях со следующей сменой культур: 1 – ячмень + многолетние травы; 2 – травы 1-го года пользования; 3 – травы 2-го года пользования; 4 – озимые; 5 – ячмень; 6 – овес на зеленую массу; 7 – овес на зерно.

В опыте изучалось 9 (включая нулевую) возрастающих доз азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений и их различные сочетания. Варианты опыта закодированы: первая цифра означает азот, вторая – фосфор, третья – калий. Исходная единичная доза азота и фосфора составила 20 кг, калия – 25 кг/га д.в. В VII ротации севооборота (2005 - 2011 гг.) единичная доза N, P, K была уменьшена соответственно до 10, 10 и 15 кг/га д.в. В VIII ротации (2012 - 2018 гг.) доза была вновь увеличена до исходной ($N_{20}P_{20}K_{25}$).

Повторность эксперимента – двукратная. Количество полей – 2. Площадь делянок на первом поле 115 м² (23x5), на втором – 88 м² (22x4). Территория, занятая опытом – 4 га.

Исследовали влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность бобово - злаковой смеси клевера лугового сорта Стодолич с тимофеевкой луговой Ленинградская 204. Минеральные удобрения вносили под покровную культуру (ячмень), весной травы подкармливали аммиачной селитрой (N_{45}).

Сорт клевера лугового Стодолич создан в ФГБНУ ФНЦ ЛК (ранее Смоленская ГОСХОС). Сорт среднеспелый, тетраплоидный, в 2003 году включен в Госреестр по Центральному и Северо-Западному регионам РФ. Урожайность зеленой массы составляет 51-55 т/га, сухого вещества – 9-11 т/га, семян – 1,5-2,0 ц/га. За вегетационный период дает два укоса, облиственность составляет 55 - 68%, зимостойкость высокая. Использо-

уется для заготовки силоса и сенажа [11-12].

Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур – общепринятая для Центрального региона Нечернозёмной зоны России. Учёт урожая был проведён сплошным методом. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом регрессионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы STRAZ [13-14].

Метеорологические условия различались по годам. Вегетационный период 2006 года для возделывания трав складывался благоприятно и определялся достаточным запасом влаги в почве (96 мм в мае) и температурным режимом близким к норме (11,5°C). Недостаточным количеством осадков (в 2 раза ниже нормы в мае и июне) с повышенными на 1,3 - 2,2°C температурами воздуха отличался 2007 год. Метеоусловия 2008 года характеризовались хорошим увлажнением и благоприятным температурным режимом на уровне среднесезонных значений для развития растений клевера лугового. В мае и июне 2013 года количество выпавших осадков превысило норму почти в два раза и составило 113 и 128 мм соответственно. Однако избыточное увлажнение почвы было компенсировано повышенными температурами окружающей среды (на 2,6 - 4,2°C выше среднесезонных значений). Вегетационный период 2014 года характеризовался умеренно теплой погодой. Среднесуточные температуры воздуха и количество выпавших осадков были на уровне среднесезонных значений. 2015 год отличался очень жаркой погодой, с мая по июнь наблюдалась засуха, сумма осадков была ниже соответственно в 2,2 и 2,4 раза относительно нормы. Такие погодные условия отрицательно повлияли на урожайность клевера лугового.

Результаты исследований

Внесение минеральных удобрений способствовало повышению урожайности многолетних трав (табл. 1). При этом в годы (VIII ротация), когда единичная доза удобрений была увеличена с $N_{10}P_{10}K_{15}$ до $N_{20}P_{20}K_{25}$, урожай был выше в 1,2 – 1,4 раза по сравнению с урожаем в VII ротации. Также во все годы исследований продуктивность травосмеси 1-го года пользования была больше в 1,2 – 1,8 раза по сравнению с травосмесью 2-го года пользования.

В VII ротации, когда единичная доза минеральных удобрений под покровную культуру была снижена до $N_{10}P_{10}K_{15}$ и под смесь многолетних трав вносили только весеннюю поддерживающую подкормку селитрой, наименьшая уро-

Таблица 1

Урожайность травосмеси в VII и VIII ротации в зависимости от возрастающих доз минеральных удобрений

Вариант	Урожайность (7 ротация), т/га						Урожайность (8 ротация), т/га					
	Мн. травы 1-го г.п.			Мн. травы 2-го г.п.			Мн. травы 1-го г.п.			Мн. травы 2-го г.п.		
	2006 г.	2007 г.	сред-нее	2007 г.	2008 г.	сред-нее	2013 г.	2014 г.	сред-нее	2014 г.	2015 г.	сред-нее
000	5,4	3,2	4,3	3,3	3,6	3,5	4,6	4,0	4,3	4,8	3,3	4,1
300	8,6	3,2	5,9	3,4	3,7	3,6	5,0	4,9	5,0	5,7	3,1	4,4
030	7,7	4,0	5,9	3,9	3,5	3,7	7,2	4,6	5,9	6,5	3,3	4,9
003	9,7	3,7	6,7	3,6	4,1	3,9	6,7	4,3	5,5	6,1	4,0	5,1
330	9,4	3,3	6,4	4,4	3,2	3,8	7,9	5,4	6,7	6,7	3,5	5,1
303	9,5	3,8	6,7	4,6	3,3	4,0	7,1	5,4	6,3	6,6	3,2	4,9
033	8,2	4,6	6,4	4,4	4,8	4,6	7,5	5,3	6,4	6,7	4,1	5,4
333	9,8	4,3	7,1	4,9	4,8	4,9	8,1	7,0	7,6	7,9	4,4	6,2
111	7,4	3,8	5,6	3,9	2,5	3,2	5,6	4,7	5,2	6,5	3,3	4,9
222	7,7	4,1	5,9	4,5	3,3	3,9	6,2	6,0	6,1	7,2	3,5	5,4
522	8,1	3,9	6,0	4,2	3,7	4,0	6,7	5,0	5,9	7,7	3,8	5,8
252	8,0	4,2	6,1	4,6	3,9	4,3	7,0	7,1	7,1	7,7	3,8	5,8
225	9,0	4,1	6,6	4,9	5,1	5,0	6,5	6,0	6,3	7,3	3,6	5,5
555	8,2	4,6	6,4	4,8	4,7	4,8	8,4	7,6	8,0	8,2	4,7	6,5
666	8,5	5,0	6,8	5,0	4,5	4,8	7,5	7,7	7,6	8,1	4,5	6,3
444	8,1	4,3	6,2	5,1	4,9	5,0	8,3	7,1	7,7	8,5	4,5	6,5
744	7,6	4,5	6,1	4,5	4,5	4,5	6,8	7,9	7,4	7,0	4,1	5,6
474	8,4	4,0	6,2	4,3	3,3	3,8	8,6	7,8	8,2	8,2	3,9	6,1
447	8,8	4,7	6,8	5,3	4,4	4,9	8,4	7,1	7,8	7,5	4,5	6,0
777	8,3	4,5	6,4	4,9	4,3	4,6	8,0	8,0	8,0	8,1	4,4	6,3
888	8,4	4,8	6,6	4,5	3,9	4,2	8,7	8,0	8,4	7,8	4,2	6,0

жайность была получена на контроле. Раздельное внесение азота, фосфора и калия повысило сбор сена многолетних трав 1-го и 2-го годов пользования относительно контроля на 37 – 56% и 3 – 10% соответственно. Наибольшая прибавка получена от одностороннего использования калийных удобрений (уравнения регрессии Y_1 и Y_2).

$$Y_1 = 4,7 + 0,5N^{0,5} + 0,4K^{0,5} + 0,2P^{0,5} - 0,4NK^{0,5} - 0,4PK^{0,5};$$

$$R = 0,87$$

$$Y_2 = 3,7 + 0,1K;$$

$$R = 0,70$$

Использование полного минерального удобрения способствовало дальнейшему росту урожайности трав. На травосмеси 1-го года пользования оптимальной оказалась доза $N_{30}P_{30}K_{45}$ (вариант 333), на травосмеси 2-го года – $N_{30}P_{30}K_{45}$ и $N_{40}P_{40}K_{60}$ (варианты 333 и 444). На этих вариантах опыта прибавка относительно контроля была на уровне 2,8 и 1,4 - 1,5 т/га соответственно на травах 1 и 2-го годов пользования. С повышением доз минеральных удобрений наблюдалось снижение урожайности.

В VIII ротации, когда доза удобрений под покровную культуру была вновь увеличена до

исходной ($N_{20}P_{20}K_{25}$), наблюдалась несколько иная картина их действия. Внесение только азота, фосфора и калия положительно повлияло на сбор сена многолетних трав. На травосмеси 1-го года пользования особенно выделились фосфорные удобрения (прибавка составила 37% к контролю), на травосмеси 2-го года – калийные (24% к контролю). Рассматривая совместное действие минеральных удобрений, отмечено, что с ростом доз минеральных удобрений урожай многолетних трав 1-го года пользования повысился. Наибольшим он был при дозе $N_{160}P_{160}K_{200}$ (вариант 888) – 8,4 т/га. Также, исходя из уравнения регрессии Y_3 , можно сказать, что наибольший вклад в формирование урожайности внесли удобрения, содержащие фосфор и калий, но действие калия было затухающим. Действие полного минерального удобрения на травосмеси 2-го года пользования было эффективнее при дозах $N_{80}P_{80}K_{100}$ и $N_{100}P_{100}K_{125}$ (варианты 444 и 555). Прибавка составила 59%. Особенности действия возрастающих доз удобрений отражены в уравнении регрессии Y_4 . Все виды вносимых удобрений участвовали в формировании урожайности многолетних трав, однако характер их влияния был затухающим, на что

указывает коэффициент 0,5.

$$Y_3 = 5,0 + 0,4K^{0,5} + 0,3P;$$

$$R = 0,91$$

$$Y_4 = 4,1 + 0,4N^{0,5} + 0,4P^{0,5} + 0,3K^{0,5} - 0,1N;$$

$$R = 0,92$$

Минеральные удобрения не только повышают урожай травосмеси, но и могут оказывать значительное влияние на его качество. Рядом исследований отмечено, что применение фосфорных и калийных удобрений на почвах с низким содержанием этих макроэлементов существенно повышает содержание сырого белка в сене клевера лугового [15 - 16]. В нашем опыте в двух ротациях севооборота наиболее сильное влияние на этот показатель оказало внесение одних фосфорных удобрений и азотно – калийных (табл. 2). Прибавка по годам составила от 2,0 до 2,6 %. Совместное внесение азота, фосфора и калия было менее эффективным приемом, однако увеличивало концентрацию сырого протеина относительно контроля на 1,5 - 1,6 % до варианта 333 (N₃₀P₃₀K₄₅). Далее, с увеличением дозы минеральных удобрений, процент сырого протеина в сене трав снизился. Следует отметить, что по годам содержание сырого протеина менялось очень слабо, несмотря на разные уровни разовых минеральных доз.

Повышение питательности трав от удобре-

ний прослеживается и по такому показателю, как выход сырого протеина с единицы площади. Так, в VII ротации наибольший сбор сырого протеина с урожаем был получен при дозах минеральных удобрений N₃₀P₀K₄₅ и N₃₀P₃₀K₄₅. Прибавка к контролю составила 0,43 - 0,45 т/га. В VIII ротации наиболее эффективной на травосмеси 1-го года пользования была доза N₁₆₀P₁₆₀K₂₀₀ (0,54 т/га к контролю), второго года – N₆₀P₆₀K₇₅ (0,35 т/га к контролю). Такой близкий эффект при разных дозах связан с тем, что разница в урожае по вариантам была минимальной.

Важным показателем качества сена клевера является содержание в нем клетчатки. Концентрация клетчатки в сене зависит от погодных условий, уровня минерального питания, срока скашивания растений. Её содержание оказывает существенное влияние на переваримость органических и минеральных веществ [17-18]. В опыте установлено, что с повышением доз минеральных удобрений происходило снижение содержания клетчатки в сене многолетних трав.

Удобрения существенно изменяли основные агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (табл. 3). На контроле без удобрений содержание гумуса значительно упало по сравнению с исходным значением (на 0,3 – 0,4 %). Применение минеральных удобрений незначительно повышало величину изучаемого

Таблица 2

Качественные показатели сена многолетних трав при применении возрастающих доз минеральных удобрений

Вариант	7 ротация						8 ротация					
	Многолетние травы 1 г.п.			Многолетние травы 2 г.п.			Многолетние травы 1 г.п.			Многолетние травы 2 г.п.		
	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га	Содержание клетчатки, %	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га	Содержание клетчатки, %	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га	Содержание клетчатки, %	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га	Содержание клетчатки, %
000	11,90	0,51	39,30	11,73	0,41	39,59	11,80	0,51	39,40	12,00	0,49	38,20
300	13,00	0,77	38,00	12,92	0,47	38,22	12,95	0,65	38,20	13,00	0,57	37,00
030	13,95	0,82	35,80	13,89	0,51	34,83	13,54	0,80	37,50	13,85	0,68	34,80
003	12,90	0,86	36,50	12,76	0,50	37,12	12,82	0,71	37,80	13,00	0,66	37,20
330	12,96	0,83	36,00	12,79	0,47	36,36	12,90	0,86	36,80	13,10	0,67	36,80
303	14,00	0,94	35,60	14,36	0,57	36,08	13,90	0,88	35,80	14,00	0,69	35,70
033	12,98	0,83	35,90	12,88	0,59	36,48	13,00	0,83	37,00	13,20	0,71	36,00
111	12,30	0,69	38,50	12,96	0,42	36,80	12,92	0,67	36,00	12,74	0,62	37,10
222	13,00	0,77	36,50	12,92	0,50	36,78	12,98	0,79	35,70	12,92	0,70	35,90
333	13,50	0,96	36,00	13,25	0,65	36,65	13,40	1,01	36,20	13,62	0,84	34,40
444	11,90	0,74	37,80	11,53	0,58	38,40	12,12	0,93	37,60	12,20	0,79	37,90
555	12,90	0,83	36,20	12,32	0,59	37,57	12,48	1,00	37,00	12,65	0,82	36,90
666	12,00	0,82	38,30	11,70	0,56	38,09	11,95	0,91	38,20	12,22	0,77	37,20
777	12,90	0,83	36,40	12,81	0,59	36,96	12,98	1,04	36,90	13,00	0,82	37,00
888	12,70	0,84	37,00	12,32	0,52	38,63	12,44	1,05	37,20	12,89	0,77	36,90

Таблица 3

Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в зависимости от длительного применения возрастающих доз минеральных удобрений

Вариант	Гумус, %		pH _{ккл}		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг	
	VII ротация	VIII ротация	VII ротация	VIII ротация	VII ротация	VIII ротация	VII ротация	VIII ротация
000	1,6	1,7	4,7	4,5	23,0	27,5	66,0	74,4
111	1,9	1,9	4,6	4,4	88,0	90,0	102,0	112,8
222	1,8	1,9	4,5	4,3	73,0	94,4	81,0	98,9
333	2,0	2,1	4,6	4,4	63,0	102,5	112,0	129,6
444	1,9	2,0	4,5	4,4	120,0	128,8	71,0	100,5
555	1,8	1,9	4,7	4,6	69,0	89,9	94,0	111,8
666	1,8	1,9	4,3	4,2	63,0	90,0	74,0	114,5
777	1,9	2,0	4,6	4,4	85,0	108,6	112,0	122,0
888	2,1	2,2	4,5	4,3	171,0	180,0	115,0	125,5
Исходная почва	2,0		4,9		25-50		70-100	

показателя относительно контроля. Только внесение удобрений в дозе N₁₆₀P₁₆₀K₂₀₀ способствовало сохранению и увеличению исходного содержания гумуса в почве.

Во всех вариантах опыта повысилась кислотность почвы, и почва перешла из группы среднекислых почв в сильнокислые. Эту ситуацию можно объяснить недостаточным поступлением в почву кальция и магния [19 - 20]. В большей степени кислотность возросла в вариантах с внесением повышенных доз минеральных удобрений. Сдвиг кислотности составил от 0,3 до 0,7 единиц. К концу VIII ротации севооборота почва подкислилась ещё больше.

Содержание подвижных форм фосфора на контроле без применения минеральных удобрений снизилось по сравнению с исходным значением. Внесение возрастающих минеральных доз улучшило фосфорный фон, тем самым почвы перешли из группы с низким содержанием подвижного фосфора в группы со средним и повышенным его содержанием. Ежегодное применение максимальной дозы удобрений (вариант 888) привело к резкому увеличению концентрации фосфора в почве (на 121 – 130 мг/кг почвы) и переводу её в группу почв с высоким содержанием подвижных форм фосфора. К концу VII ротации концентрация подвижного фосфора в почве была значительно ниже, по сравнению с почвой в конце VIII ротации.

На контроле (66 мг/кг почвы) наблюдался дефицит обменного калия в почве относительно исходного его содержания (70 мг/кг почвы). Применение минеральных удобрений в дозах N₂₀P₂₀K₃₀, N₄₀P₄₀K₆₀, N₅₀P₅₀K₇₅ и N₆₀P₆₀K₉₀ в VII ротации способствовало поддержанию его концентрации на исходном уровне. Это свидетельству-

ет о высоком выносе калия с урожаем культур севооборота. Только при внесении повышенных минеральных доз отмечено увеличение содержания калия в почве по сравнению с исходным его значением. Но, несмотря на это его концентрация осталась в пределах той же почвенной группы. В VIII ротации, когда единичная доза удобрений была увеличена в 2 раза, с возрастанием минеральных доз происходило повышение содержания подвижных форм калия. Вследствие этого на трех вариантах опыта почвы по концентрации этого элемента перешли из группы со средним содержанием в группу с повышенным содержанием калия.

Обсуждение

Применение возрастающих минеральных доз оказало положительное влияние на продуктивность и качество травосмеси двух годов пользования. В VII ротации, когда единичная доза удобрений под покровную культуру составила N₁₀P₁₀K₁₅, наибольшая урожайность многолетних трав первого года пользования была получена при дозе N₃₀P₃₀K₄₅ (вариант 333), на травах 2-го года пользования – при дозе N₃₀P₃₀K₄₅ и N₄₀P₄₀K₆₀ (варианты 333 и 444). В VIII ротации, когда минеральная доза составила (N₂₀P₂₀K₂₅), максимально эффективной на травосмеси первого года был вариант N₁₆₀P₁₆₀K₂₀₀ (888). Наибольший вклад в формирование урожайности внесли удобрения, содержащие фосфор и калий, но действие калия было затухающим. На травах второго года пользования более продуктивными были дозы N₈₀P₈₀K₁₀₀ и N₁₀₀P₁₀₀K₁₂₅ (варианты 444 и 555). Установлено, что с повышением доз минеральных удобрений происходило снижение процента сырого протеина и клетчатки в сене многолетних трав.

Результаты исследований показали, что внесение возрастающих минеральных доз способствовало не только сохранению, но и повышению содержания гумуса в почве на 0,1 – 0,2 единицы по сравнению с исходным значением. Кислотность почвы с ростом доз удобрений, наоборот, повысилась. Минеральные удобрения обеспечивали не только бездефицитное содержание фосфора в почве, но и в разы увеличивали его. Концентрация подвижных форм калия в почве оставалась на уровне, близком к исходному.

Заключение

Таким образом, для получения урожая сена многолетних трав в диапазоне 6,5 – 7,1 т/га с оптимальными показателями качества и поддержания почвенного плодородия на оптимальном уровне рекомендуется ежегодно вносить в почву не менее 105 – 165 кг д.в. удобрений, в том числе 30 – 45 кг азота, 30 – 45 кг фосфора и 45 – 75 кг калия.

Библиографический список

1. Алиев, А. М. Эффективность комплексного применения средств химизации в Нечернозёмной зоне (итоги лет исследований в длительном полевом опыте) / А. М. Алиев, Л. Н. Самойлов, Н. И. Цимбалит // *Агрехимия*. – 2016. – № 2. – С. 20-30.
2. Державин, Л. М. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в энергосберегающих агротехнологиях возделывания озимых зерновых культур при модернизации зернового хозяйства / Л. М. Державин. – Москва : ВНИИА, 2012. – 40 с.
3. Борисова, Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е. Е. Борисова // *Вестник НГИЭИ*. – 2015. – № 8 (51). – С. 12-19.
4. Булатова, Н. В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и урожайность многолетних трав при длительном применении минеральных удобрений на фоне известкования / Н. В. Булатова, Н. В. Регорчук // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2017. – № 5 (60). – С. 28-32.
5. Дедов, А. В. Изучение влияния севооборотов на содержание органического вещества почвы и урожайность культур / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2020. – Т. 13, № 1(64). – С. 50-60.
6. Авдонин, Н. С. Научные основы применения удобрений / Н. С. Авдонин. – Москва : Колос, 1972. – 320 с.
7. Ермакова, Л. И. Оценка эффективности различных систем удобрения в полевом севообороте в Нечерноземной зоне / Л. И. Ермакова, М. Н. Новиков // *Агрехимия*. – 2019. – № 10. – С. 39-45.
8. Измestьев, В. М. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистых почв в кормовых севооборотах / В. М. Измestьев, А. К. Свечников, Е. А. Соколова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2016. – № 6(55). – С. 37-41.
9. Эффективность длительного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве / Н. Т. Чеботарёв, А. А. Юдин, П. И. Конкин, Н. В. Булатова // *Кормопроизводство*. – 2018. – № 11. – С. 19-22.
10. Иванова, Т. И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей / Т. И. Иванова. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 235 с.
11. Лучшие диплоидные сорта клевера лугового смоленской селекции / О. В. Курдакова, С. В. Иванова, А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова // *Аграрный вестник Урала*. – 2020. – № 5(196). – С. 2-10.
12. Конова, А. М. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав / А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова // *Новости науки в АПК*. – 2019. – № 3(12). – С. 373-376.
13. Практикум по агрохимии / под редакцией В. Г. Минеева. – Москва : Колос, 2001. – 512 с.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 1973. – 366 с.
15. Матаис, Л. Н. Эффективность кормовых севооборотов с разным уровнем насыщения клевером луговым и их влияние на элементы структуры урожая зернофуражных культур / Л. Н. Матаис, О. А. Глушкова // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2018. – № 2(30). – С. 158-160.
16. Прокина, Л. Н. Влияние средств химизации на питательную ценность многолетних трав в полевом севообороте / Л. Н. Прокина // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2018. – № 6. – С. 56-59.
17. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность и качество урожая кормовых культур в севообороте / Н. Т. Чеботарёв, А. А. Юдин, Г. Г. Романов, И. С. Титова // *Кормопроизводство*. – 2015. – № 11. – С. 17-20.
18. Региональная система земледелия

Смоленской области / А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова, Э. С. Рекашус, И. В. Понкратенкова, О. В. Курдакова, Т. А. Дыцкова, Л. К. Кулик, Л. К. Чеخالкова, И. Н. Романова, А. Г. Прудникова, А. Д. Прудников, С. В. Семченкова, И. А. Карамулина, Е. А. Маренкова, Д. А. Игнатенкова, Н. А. Мирзаева, З. П. Бабурченкова. – Смоленск : Агронаучсервис, 2013. – 277 с.

19. Гладышева, О. В. Бобово-злаковые травы и минеральные удобрения в системе мер повышения плодородия почвы / О. В. Гладышева, А. М. Пестряков, В. А. Свирина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – С. 26-29.

20. Гладышева, О. В. Элементы технологии воспроизводства почвенного плодородия / О. В. Гладышева, В. А. Свирина // Аграрная наука. – 2019. – № 7-8. – С. 43-46.

YIELD OF PERENNIAL GRASSES AND SOIL FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL IN CASE OF LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Gavrilova A.Yu., Konova A.M.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Bast Cultures"
214025, Smolensk, Nakhimova st., 21, tel.: 89203007485, e-mail: augavrilova@gmail.com

Key words: perennial grasses, productivity, quality, mineral fertilizers, sod-podzolic soil.

The article considers the effect of increasing doses and various combinations of mineral fertilizers applied to the cover crop on the yield and quality of a mixture of perennial grasses of two - years use, as well as the effect of fertilizers on the agrochemical parameters of sod-podzolic light loamy soil. The objects of the study were Stodolich meadow clover and Leningradskaya 204 meadow timothy grass. The studies were carried out in two crop rotations - with standard and reduced single doses of mineral fertilizers. The research results showed that in the years (VIII rotation) when the unit dose of fertilizers was increased to $N_{20}P_{20}K_{25}$, the yield of perennial grasses was higher compared to the harvest in the VII rotation. The most appropriate dose in the VII rotation on perennial grasses of the 1st year was $N_{30}P_{30}K_{45}$ on grasses of the 2nd year - doses of $N_{30}P_{30}K_{45}$ and $N_{40}P_{40}K_{60}$. In the VIII rotation, the highest yield of perennial grasses of the 1st year of use was obtained at a dose of $N_{160}P_{160}K_{200}$ (8.4 t / ha), of grasses of the 2nd year of use at doses of $N_{80}P_{80}K_{100}$ and $N_{100}P_{100}K_{125}$ (6.5 t / ha). Positive effect of increasing doses of mineral fertilizers on the content of soil organic matter has been noted. On the contrary, the soil acidity increased from 4.7 to 4.3 units with an increase of mineral doses. Higher doses of fertilizers increased the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil.

Bibliography:

1. Aliev, A.M. The effectiveness of complex application of chemical agents in the Non-Black Soil Zone (the results of years of research in a long-term field experiment) / A.M. Aliev, L.N. Samoilov, N.I. Tsimbalist // *Agrochemistry*. - 2016. - № 2. - P. 20-30.
2. Derzhavin, L.M. Recommendations on design of integrated usage of chemicals in energy-saving agricultural technologies for cultivation of winter grain crops in the conditions of grain farming renewal / L.M. Derzhavin. - Moscow: All-Russian Research Institute of Automation, 2012. - 40 p.
3. Borisova, E.E. The role of perennial grasses in crop rotations / E.E. Borisova // *Bulletin of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University*. - 2015. - № 8 (51). - P. 12-19.
4. Bulatova, N.V. Soil fertility of sod-podzolic soil and yield of perennial grasses in case of long-term application of mineral fertilizers in combination with liming / N.V. Bulatova, N.V. Regorchuk // *Agrarian science of the Euro-North-East*. - 2017. - № 5 (60). - P. 28-32.
5. Dedov, A. V. Study of the influence of crop rotations on the content of soil organic matter and crop yield / A. V. Dedov, M. A. Nesmeyanova // *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. - 2020. - Vol. 13, № 1 (64). - P. 50-60.
6. Avdonin, N.S. Scientific basis for application of fertilizers / N.S. Avdonin. - Moscow: Kolos, 1972. - 320 p.
7. Ermakova, L.I. Evaluation of the effectiveness of various fertilization systems in field crop rotation in the Non-Black Soil zone / L.I. Ermakova, M.N. Novikov // *Agrochemistry*. - 2019. - № 10. - P. 39-45.
8. Izmetstiev, V.M. Influence of mineral fertilizers on soil fertility of sod-podzolic soils in forage crop rotations / V.M. Izmetstiev, A.K. Svechnikov, E.A. Sokolova // *Agrarian science of the Euro-North-East*. - 2016. - № 6 (55). - P. 37-41.
9. The effectiveness of long-term application of fertilizers in feed crop rotation on sod-podzolic soil / N. T. Chebotarev, A. A. Yudin, P. I. Konkin, N. V. Bulatova // *Feed production*. - 2018. - №11. - P. 19-22.
10. Ivanova, T.I. Forecasting the efficiency of fertilizers using mathematical models / T.I. Ivanova. - Moscow: Agropromizdat, 1989. - 235 p.
11. The best diploid varieties of meadow clover of Smolensk selection / O.V. Kurdakova, S.V. Ivanova, A.M. Konova, A. Yu. Gavrilova // *Agrarian Vestnik of the Urals*. - 2020. - № 5 (196). - P. 2-10.
12. Konova, A. M. Influence of mineral fertilizers on yield and quality of hay of perennial grasses / A. M. Konova, A. Yu. Gavrilova // *News of science in the agro-industrial complex*. - 2019. - № 3 (12). - P. 373-376.
13. Practical course on agrochemistry / edited by V.G. Mineev. - Moscow: Kolos, 2001. - 512 p.
14. Dospekhov, B.A. Method of field experiment / B.A. Dospekhov. - Moscow: Kolos, 1973. - 366 p.
15. Matais, L.N. Efficiency of feed crop rotations with different levels of saturation with meadow clover and their influence on the structure elements of grain-feed crops / L.N. Matais, O.A. Glushkova // *Vestnik of the agro-industrial complex of Stavropol region*. - 2018. - № 2 (30). - P. 158-160.
16. Prokina, L.N. Influence of chemicals on nutritional value of perennial grasses in field crop rotation / L.N. Prokina // *International agricultural journal*. - 2018. - № 6. - P. 56-59.
17. Influence of organic and mineral fertilizers on productivity and yield quality forage crops in crop rotation / N. T. Chebotarev, A. A. Yudin, G. G. Romanov, I. S. Titova // *Feed production*. - 2015. - № 11. - P. 17-20.
18. Regional farming system of Smolensk region / A. M. Konova, A. Yu. Gavrilova, E. S. Rekashus, I. V. Ponkратенкова, O. V. Kurdakova, T. A. Dytskova, L. K. Kulik, L. K. Chekhalakova, I. N. Romanova, A. G. Prudnikova, A. D. Prudnikov, S. V. Semchenkova, I. A. Karamulina, E. A. Marenkova, D. A. Ignatenkova, N. A. Mirzaeva, Z. P. Baburchenkova. - Smolensk: Agronauchservice, 2013. - 277 p.
19. Gladysheva, O.V. Legume-cereal grasses and mineral fertilizers in the system of measures for soil fertility improvement / O.V. Gladysheva, A.M. Pestryakov, V.A. Svirina // *Vestnik of Russian agricultural science*. - 2016. - № 2. - P. 26-29.
20. Gladysheva, O.V. Technology elements of soil fertility reproduction / O.V. Gladysheva, V.A. Svirina // *Agrarian science*. - 2019. - № 7-8. - P. 43-46.