

traits were analyzed: plant height, days to ripeness, resistance to lodging and fungoid diseases, foliage, grain protein content, density of stand, grain weight per plant, 1000-kernel weight, seed and fodder yield. The advanced lines G-10, Baikalskaya $\times$ TK4604/1-2 and Belosemyannaya SK were the best ones as to a complex of features. They did not yield to the standard in the height and plant stand vigor, earliness, resistance to lodging and fungoid diseases, and were superior to it in foliage, grain protein content, grain weight per plant, seed size, seed and fodder yield. We together with the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding will transfer one of them to the State variety trial after comprehensive specification and necessary seed multiplication. Among the vetch varieties, Novosibirskaya was superior as to a complex of agronomic traits.

Keywords: common vetch, growing period, density of stand, resistance to lodging, grain weight, fodder yield.

УДК 631.8:631.452

Н.Г. ПИЛИПЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,

О.Т. АНДРЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири
e-mail: vetinst@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЕ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Представлены результаты исследований влияния минеральных и органоминеральных удобрений на плодородие лугово-черноземных почв и продуктивность кормовых культур в севообороте лесостепной зоны Забайкальского края. Выявлено, что увеличение продуктивности кормового севооборота при одновременном повышении плодородия почвы невозможно без использования органоминеральных систем удобрений. Наиболее благоприятное воздействие на органическое состояние почвы оказывают органоминеральные системы удобрений при норме внесения навоза 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$ за ротацию. Предлагаемая система удобрений обеспечивает увеличение продуктивности севооборота за первую ротацию на 35,2–44,8 %, вторую – на 37,5–62,9 % и способствует повышению органического вещества в пахотном горизонте на 0,11 %. Наиболее интенсивно минерализация органического вещества происходит на неудобренном фоне при внесении за ротацию $N_{120}P_{90}K_{90}$, где его снижение составило 0,30 % за 10 лет исследований.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, кормовой севооборот, системы удобрений, содержание органического вещества, продуктивность.

Основным приемом регулирования содержания гумуса и питательных веществ в системе почва – растение является внесение органических и минеральных удобрений. Систематическое применение их в севообороте позволяет в значительной степени компенсировать потери гумуса, связанные с его минерализацией и вынесенные с урожаем питательных веществ, улучшить их баланс и способствовать повышению плодородия почв [1, 2].

Большинством исследований доказано, что при возделывании сельскохозяйственных культур без внесения удобрений содержание гумуса в почве уменьшается и ее плодородие снижается. По мнению авторов, усиление минерализации органического вещества вызвано влиянием интен-

сивной обработки почвы и улучшением условий аэрации. Мнения ученых расходятся в вопросе использования только минеральных удобрений: одни считают, что возросшее количество корневых и пожнивных остатков при высоких урожаях на удобренных фонах способны поддерживать постоянный уровень содержания гумуса; другие утверждают, что увеличение количества отчуждаемой продукции опережает количество растительных остатков, в связи с чем минеральные удобрения не могут поддерживать содержание органического вещества на постоянном уровне. С.А. Воробьев, А.М. Лыков и другие делают вывод, что уже при 50%-й насыщенности севооборота пропашными культурами для поддержания положительного баланса органического вещества в почву необходимо ежегодно вносить наряду с минеральными и органические удобрения [3, 4].

Определяющим показателем, отражающим влияние длительного применения удобрений в севообороте на плодородие почвы, является продуктивность. Система удобрений может считаться рациональной только в том случае, если она позволяет получать высокую урожайность всех культур и продуктивность севооборота при сохранении плодородия почвы. По мнению многих авторов, размеры изменений урожайности и продуктивности зависят от свойств самой почвы, климатических условий, состава культур, норм и форм применяемых удобрений [5–7].

Цель исследования – изучить влияние минеральных и органоминеральных систем удобрений на плодородие лугово-черноземных почв и продуктивность кормовых культур в севообороте.

В задачи исследования входило установить действие минеральных и органоминеральных систем удобрений на содержание органического вещества, общего азота в почве, урожайность, сбор кормовых единиц и переваримого протеина в севообороте.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые агрохимические опыты проведены на полях Забайкальского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенных в юго-западной части Ингодинско-Читинской лесостепи.

Климат зоны резко континентальный. Продолжительность безморозного периода 90–110 дней. Сумма положительных температур выше 10 °С составляет 1500–1800°. Годовая сумма осадков 330–380 мм.

Характерная особенность для всех лет исследований – неравномерность распределения осадков по месяцам вегетационного периода. От общего количества выпавших осадков за апрель – сентябрь на весенний период приходилось 5–10 %, на летние месяцы – 75–82, сентябрь – 13–15 %. Гидротермические коэффициенты вегетационных периодов равнялись 1,4; 1,2; 2,7; 1,3; 1,7; 0,9; 0,8; 2,1; 1,6. Согласно этим коэффициентам большая часть исследований проведена в благоприятных погодных условиях.

Почва опытного участка лугово-черноземная мучнистокарбонатная, по гранулометрическому составу – легкий суглинок. Содержание органического вещества в слое 0–20 см – 3,67 %, общего азота – 0,31 %. Содержание подвижного фосфата низкое, обменного калия – среднее.

Для решения поставленной цели был заложен пятипольный кормовой севооборот: пар – корнеплоды – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь. Поля в севообороте располагались как в пространстве, так и во времени. Общая площадь делянки 100 м², учетная – 25 м². Повторность четырехкратная, варианты располагались рендомизированно. В схеме опыта представлено 4 варианта систем удобрений при разных уровнях минерального и органоминерального питания (табл. 1).

Кормовые культуры в севообороте возделывали по агротехнике, рекомендованной системами земледелия для Читинской области [5].

Навоз, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий применяли под основную обработку почвы, аммиачную селитру – под предпосевную культивацию, фосфорные удобрения – в период посева с семенами в рядки. Минеральные туки по своему химическому составу соответствовали ГОСТу (N – 34 %, P₂O₅ – 46, NaCl – 60 %). В полуперепревшем навозе от крупного рогатого скота в среднем содержалось 0,85 % – N, 0,36 – P₂O₅ и 0,8 % – K₂O.

В опыте использовали сорта и гибриды кормовых культур: кукурузу Жеребковский 86МВ, подсолнечник Передовик, овес Золотой дождь, рапс Шпат, турнепс Московский, горох рядовой. Кукурузо-подсолнечниковую смесь высевали в III декаде мая с нормой посева кукурузы 75 тыс. всхожих зерен/га, подсолнечника – 177 тыс. всхожих зерен/га; турнепс сеяли во II декаде июня с нормой 785 тыс. всхожих семян/га; посев рапса и горохоовсяной смеси проводили в конце III декады июня с нормой рапса 4,0 млн всхожих семян/га, гороха – 1,1, овса – 2,5 млн/га.

Учеты и наблюдения выполнены общепринятыми в растениеводстве и агрохимии методами. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили путем визуальной оценки. Густоту стояния растений после полных всходов и перед уборкой определяли методом пробных площадок. Структурный анализ осуществляли по Б.А. Доспехову [7]. Учет урожая на зеленую массу был сплошным с пересчетом на абсолютно-сухое вещество. У турнепса учитывали биологическую массу листьев и корней. Математическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного и корреляционного анализа [7]. При определении органиче-

Таблица 1

Схема опыта						
Вариант	Нормы удобрений в полях севооборота					Сумма за ротацию
	Пар	Турнепс	Кукурузо-подсолнечниковая смесь	Рапс яровой	Горохоовсяная смесь	
1	Контроль без удобрений					
2	–	N ₃₀ P ₄₅ K ₅₀	N ₃₀ P ₁₅	N ₃₀ P ₁₅ K ₄₀	N ₃₀ P ₁₅	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀
3	Навоз 40	N ₃₀ P ₄₅ K ₅₀	N ₃₀ P ₁₅	N ₃₀ P ₁₅ K ₄₀	N ₃₀ P ₁₅	Навоз 40 + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀
4	–	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₈₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀
5	Навоз 80	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₈₀	N ₆₀ P ₃₀	Навоз 80 + N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀

Примечание. Навоз, т/га; минеральные туки, кг/га д.в.

ского вещества и общего азота использовали метод Тюрина [8]. Образцы отбирали на одном из повторений опыта в десятикратной повторности в начале и конце каждой ротации севооборота. Общий зоотехнический анализ проведен в лаборатории общей химии института. В растительных образцах гигровлагу и золу определяли весовым методом, азот – по Кьельдалю с последующим пересчетом на сырой протеин через коэффициент 6,25, фосфор – ванадомолибдатным методом, калий – на пламенном фотометре, кальций – фотометрическим, жир – по Попандупуло, клетчатку – методом Кюршнера и Ганека в модификации Когана [9–12].

Для расчетов кормовых единиц и переваримого протеина пользовались методикой А.Д. Пшеничного [13], коэффициенты переваримости брали по справочнику М.Ф. Томмэ [14]. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитан по методу Г.Т. Селянинова.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований минеральные и органоминеральные системы удобрений оказали существенное влияние на агрохимические показатели почвы, в частности органического вещества и общего азота (табл. 2).

Наиболее благоприятное воздействие на органическое состояние почвы оказали органоминеральные системы удобрений. При внесении за ротацию севооборота навоза 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$ содержание органического вещества в пахотном слое почвы повысилось на 0,11 %, при норме 80 т + $N_{240}P_{180}K_{180}$ – на 0,17 % (исходный показатель 2,87 %). В подпахотном горизонте увеличение органического вещества на 0,07 % (исходный показатель 2,67 %) получено только на варианте с внесением навоза 80 т + $N_{240}P_{180}K_{180}$. Внесение минеральных удобрений $N_{240}P_{180}K_{180}$ останавливало снижение содержания органического вещества – 2,88 % при исходном его содержании 2,87 %.

Наиболее интенсивно минерализация органического вещества происходила на неудобренном фоне при внесении за ротацию севооборота минеральных удобрений в норме $N_{120}P_{90}K_{90}$ (снижение составило 0,30 %). По содержанию общего азота зависимость от применения систем удобрений

Таблица 2

Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрений на содержание органического вещества и общего азота на лугово-черноземной почве в кормовом севообороте (за 10 лет), %

Вариант	Слой почвы, см			
	0–20	20–40	0–20	20–40
	Органическое вещество		Общий азот	
Исходный показатель	2,87	2,67	0,28	0,22
1. Контроль (без удобрений)	2,57	1,96	0,25	0,21
2. $N_{120}P_{90}K_{90}$	2,57	2,14	0,24	0,22
3. Навоз 40 + $N_{120}P_{90}K_{90}$	2,98	2,19	0,27	0,22
4. $N_{240}P_{180}K_{180}$	2,88	2,25	0,29	0,23
5. Навоз 80 + $N_{240}P_{180}K_{180}$	3,04	2,74	0,31	0,27
НСР ₀₅	0,35	0,59	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Таблица 3
Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрений на урожайность и продуктивность кормовых культур в севообороте, т/га

Вариант	Корнеплоды (в том числе ботва)			Кукурузо-подсолнечниковая смесь			Рапс яровой			Горохоовсяная смесь			Сбор с севооборотной площади		
	Сухое вещество	К. ед.	Пере- варимый протеин	Сухое вещество	К. ед.	Пере- варимый протеин	Сухое вещество	К. ед.	Пере- варимый протеин	Сухое вещество	К. ед.	Пере- варимый протеин	Сухое вещество	К. ед.	Пере- варимый протеин

<i>Первая ротация</i>															
1	6,68	6,86	0,535	3,41	2,25	0,247	2,03	1,90	0,217	4,25	3,28	0,430	16,37	14,29	1,429
2	8,41	8,74	0,746	4,79	3,14	0,436	3,61	3,39	0,469	4,92	3,56	0,505	21,73	18,83	2,155
3	9,25	9,78	0,766	5,28	3,29	0,431	3,15	2,96	0,384	4,49	3,29	0,489	22,17	19,32	2,070
4	9,10	9,40	0,802	5,01	3,17	0,436	3,68	3,39	0,523	5,09	3,74	0,539	22,88	19,70	2,300
5	10,59	10,39	1,061	5,74	3,59	0,544	4,30	4,00	0,604	5,97	4,23	0,633	26,60	22,21	2,842
НСР ₀₅	0,40	0,40	0,037	0,27	0,17	0,025	0,17	0,16	0,023	0,37	0,27	0,039			

<i>Вторая ротация</i>															
1	4,33	4,38	0,362	2,93	2,14	0,205	2,00	1,88	0,223	3,44	2,54	0,250	12,70	10,94	1,040
2	6,11	6,24	0,631	3,96	2,86	0,327	3,17	2,94	0,434	4,26	3,18	0,339	17,50	15,22	1,730
3	5,85	5,87	0,596	4,17	3,07	0,319	3,11	2,92	0,423	4,33	3,18	0,356	17,46	15,04	1,694
4	6,15	6,06	0,576	4,18	3,06	0,352	3,20	2,94	0,493	4,41	3,20	0,389	17,94	15,26	1,810
5	6,57	6,58	0,713	4,81	3,47	0,453	3,93	3,57	0,642	5,16	3,71	0,486	20,47	17,33	2,294
НСР ₀₅	0,18	0,17	0,018	0,23	0,17	0,017	0,17	0,16	0,023	0,27	0,19	0,023			

такая же, как и по содержанию органического вещества, однако достоверного превышения по данному показателю не получено [4].

С повышением плодородия почвы увеличивалась продуктивность кормового севооборота, которая также зависела от уровня минерального и органоминерального питания (табл. 3). Так, прибавка по сбору сухого вещества кормовых культур к варианту без удобрений при внесении за первую ротацию севооборота минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{90}$ составила 0,67–1,73 т/га, $N_{240}P_{180}K_{180}$ – 0,84–2,42, органоминеральных: навоз 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 1,12–2,57 т/га, навоз 80 т + $N_{240}P_{180}K_{180}$ – 1,72–3,91 т/га. Сбор кормовых единиц соответственно уровням – 0,28–1,88; 0,46–2,54; 1,04–2,92; 1,34–3,53 т/га: переваримого протеина – 0,075–0,252; 0,109–0,306; 0,167–0,231; 0,203–0,526 т/га.

Продуктивность кормовых культур в целом за первую ротацию севооборота при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ увеличилась на 31,7–50,8 %, $N_{240}P_{180}K_{180}$ – на 37,8–60,9, навоза 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 35,2–44,8, навоза 80 т + $N_{240}P_{180}K_{180}$ – на 55,4–98,8 %.

В целом такая же зависимость отмечена и во второй ротации севооборота. Однако следует отметить, что эта зависимость в большей степени была от органоминеральных систем удобрений, где прибавка по сбору сухого вещества за ротацию севооборота при норме навоз 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$ составила 37,5 %, норме 80 т + $N_{240}P_{180}K_{180}$ – 61,2 %, по сбору кормовых единиц соответственно уровням – 37,5–58,4 %, переваримого протеина – 62,9–120,0 %. При разных нормах минерального питания ($N_{120}P_{90}K_{90}$ и $N_{240}P_{180}K_{180}$) прибавки получены равные (37,8–41,2; 39,1–39,5; 66,3–74,0 %).

ВЫВОДЫ

1. В Забайкальском крае увеличение продуктивности кормового севооборота на пахотных лугово-черноземных почвах при одновременном повышении плодородия невозможно без использования органоминеральных систем удобрений.

2. Наиболее благоприятное воздействие на органическое состояние почвы оказывают органоминеральные системы удобрений при внесении навоза 40 т + $N_{120}P_{90}K_{90}$, обеспечивающие увеличение продуктивности севооборота за первую ротацию на 35,2–44,8 %, вторую – 37,5–62,9 % и способствующие повышению органического вещества в пахотном горизонте за 10 лет исследований на 0,11 %.

3. Без внесения удобрений или внесении за ротацию севооборота минеральных удобрений в норме $N_{120}P_{90}K_{90}$ происходит снижение органического вещества на 0,30 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 285 с.
2. Кононова М.М., Панкова Н.А. Изменение в содержании органического вещества при окультуривании // Почвоведение. – 1948. – № 1. – С. 75–87.
3. Воробьев С.А., Лыков А.М. Значение растений и удобрений в балансе органического вещества дерново-подзолистой почвы // Вестн. РАСХН. – 1973. – № 4. – С. 36–40.

4. Пилипенко Н.Г., Убугунов Л.Л. Эффективность систем удобрений в кормовом севообороте на лугово-черноземных почвах Забайкалья. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СОРАН, 2002. – 138 с.
5. Макаров Р.Ф., Архипова В.В. Влияние удобрений на плодородие типичного чернозема и продуктивность севооборота; изменение эффективности удобрений во времени // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 111–125.
6. Шерстов Н.П., Туркин А.Г. Применение удобрений в зернопропашном севообороте в южной лесостепи // Применение удобрений в Омской области: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1985. – С. 24–29.
7. Мерзлая Г.Е., Полунин С.Ф. и др. Влияние различных сочетаний и норм органических и минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. – 1991. – № 9. – С. 43–48.
8. Андреева О.Т., Цыганова Г.П., Климова Э.В. и др. Зональные системы земледелия Читинской области. – Чита, 1988. – 423 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос. – 1985. – 267 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.
11. Межреспубликанские технические условия методов проведения агрохимических анализов почв для зональных агрохимических лабораторий. – М., 1968. – 71 с.
12. Инструкция для зональных агрохимических лабораторий по анализу кормов и растений. – М., 1968. – 56 с.
13. Дмитриченко А.Д., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 149 с.
14. Томмэ М.Ф. Корма СССР. – М., 1959. – С. 272–350.

Поступила в редакцию 13.05.2015

**N.G. PILIPENKO, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,
O.T. ANDREYEVA, Candidate of Science in Agriculture, Department Head**

*Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia
e-mail: vetinst@mail.ru*

THE INFLUENCE OF FERTILIZATION SYSTEMS ON PRODUCTIVITY OF FODDER CROPS AND FERTILITY OF MEADOW-CHERNOZEM SOILS IN EASTERN TRANSBAIKALIA

Results are given from investigations into the effect of mineral and organic-mineral fertilizers on the fertility of meadow-chnozem soils and productivity of fodder crops in a crop rotation of the forest-steppe zone of Transbaikal Territory. It has been found that the increase in productivity of fodder crop rotation, and at the same time the improvement of soil fertility, cannot be achieved without the use of organic-mineral fertilizer application systems. The application of organic-mineral fertilizers at the rate of 40 t of manure + N₁₂₀P₉₀K₉₀ per revolution has the most favorable effect on the organic status of soil. The proposed fertilization system provides the increase in crop rotation productivity by 35.2–44.8% for the first revolution and 37.5–62.9% for second, and increases the organic matter content in the arable horizon by 0.11%. The most intense mineralization of organic matter has occurred when applied N₁₂₀P₉₀K₉₀ per revolution against the unfertilized background, where the decline was 0.30% for the ten years of research.

Keywords: meadow-chnozem soil, fodder crop rotation, fertilizers, organic matter content, productivity.