

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

О.Т. АНДРЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Н.Г. ПИЛИПЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

*Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири –
филиал СФНЦА РАН*

672010, Россия, Чита, ул. Кирова, 49

e-mail: vetinst@mail.ru

Исследования проведены в Забайкальском крае в 1996–2005 гг. Изучено действие удобрений на содержание основных элементов питания почвы на лугово-черноземной почве в кормовом севообороте пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь. Определено влияние разных уровней удобренности (контроль – без удобрений, N_{30} , $N_{30}P_{15}$, N_{60} , $N_{60}P_{30}$, навоз 40 т + N_{60}) на продуктивность, питательную ценность и энергоагроэкономическую эффективность кукурузо-подсолнечниковой смеси на лугово-черноземной глубокопромерзающей почве. С повышением содержания основных элементов питания в почве увеличивались показатели продуктивности кукурузо-подсолнечниковой смеси: урожайность сырой массы на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), выход сухого вещества на 0,86–2,48 (на контроле – 3,17), сбор кормовых единиц на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), переваримого протеина на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га). С повышением уровня удобренности выход валовой энергии увеличился от 69,7 тыс. до 97,2 тыс. МДж/га, приращенной валовой энергии от 63,2 тыс. до 77,0 тыс. МДж/га, энергетический коэффициент снизился от 10,7–11,2 до 4,8 ед. На удобренном варианте при высоком энергетическом коэффициенте (14,0) получено наименьшее приращение валовой энергии – 50,5 тыс. МДж/га. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (20,0 кг к.ед./кг д.в., или 200 р.) получена при внесении норм N_{30} и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к.ед./кг д.в., или 190 р.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

Ключевые слова: кукурузо-подсолнечниковая смесь, минеральные удобрения, продуктивность, питательная ценность, энергетический коэффициент, агроэкономическая эффективность.

В зимний период основным источником сочных кормов для животных служит силос. Он удовлетворяет потребность в питательных веществах, обладает диетическими свойствами и содержит биологические стимуляторы, ферменты, витамины, т.е. почти все полезные вещества, присущие зеленой траве. Подбор и технологию выращивания силосных культур необходимо определять в соответствии с почвенно-климатическими условиями хозяйства, специализацией животноводства, биологическими особенностями растений и их продуктивностью. Основные силосные культуры в Забайкальском крае – кукуруза и подсолнечник. Их возделывают в основном в смешанных посевах, что дает возможность получать более высокие и стабильные урожаи. Такие посевы устойчивее к полеганию и более пригодны к механизированной уборке. Смешанные посевы силосных культур позво-

ляют существенно повысить питательность, силосуемость и поедаемость корма, создают лучшие условия для возделывания последующих культур. Продуктивность 1 га смешанных посевов кукурузо-подсолнечниковой смеси в богарных условиях может составить до 36,0 т зеленой массы, 4,3 тыс. к. ед., 390 кг переваримого протеина. Для получения высоких урожаев кукурузо-подсолнечниковой смеси большое значение имеет внесение органических и минеральных удобрений [1–4].

Цель исследования – изучить действие удобрений на содержание основных элементов питания почвы на лугово-черноземной почве в кормовом севообороте.

В задачи исследования входило определить продуктивность, химический состав, питательную ценность, энергосодержание и агроэкономическую эффективность кукурузо-подсолнечниковой смеси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 1996–2005 гг. на опытном поле Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири (филиал СФНЦА РАН), расположенном в Ингодинско-Читинской лесостепи. Изучали пять уровней удобрённости посевов: N_{30} , $N_{30}P_{15}$, N_{60} , $N_{60}P_{30}$, навоз 40 т + N_{60} кг д.в./га. За контроль взят вариант без удобрений.

По данным Читинской гидрометеостанции среднемноголетняя норма осадков за вегетационный период (апрель – сентябрь) составляет – 276,0 мм, среднемесячная температура воздуха – 11,2 °С. Гидротермические коэффициенты (ГТК) вегетационных периодов в годы исследований составили 1,4; 1,2; 2,7; 1,3; 1,7; 0,9; 0,8; 2,1; 1,6; 1,6. Вегетационные периоды в годы с ГТК 1,2; 1,3; 1,4; 1,6 и 2,1 характеризуются благоприятными, с ГТК 2,7 – влажными, 0,8–0,9 – засушливыми.

Почва опытного участка лугово-черноземная мучнисто-карбонатная глубокопромерзающая. Гранулометрический состав – легкий суглинок. Объемная масса пахотного слоя 1,13 г/см³, влажность устойчивого завядания 5,5–6,4 %, наименьшая влагоемкость почвы полуметрового слоя 106,1 мм общей и 70,7 мм продуктивной влаги. По реакции почвенного раствора пахотный горизонт является слабокислым, подпахотный – нейтральным. Содержание органического вещества в слое 0–20 см – 3,67 %, общего азота – 0,31 %. Содержание подвижного фосфора низкое, обменного калия – среднее.

Общая площадь делянки 100 м², повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное, форма делянки прямоугольная.

Кукурузо-подсолнечниковую смесь возделывали в пятипольном кормовом севообороте (пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь) по общепринятой в зоне агротехнике [6, 7]. Основную обработку почвы проводили в I декаде мая плугом

ПН-4-35, кольчатым катком на глубину 20–22 см с последующей культивацией КПЭ-3,8 на глубину 10–12 см. Навоз 40 т/га вносили навозоразбрасывателем под вспашку, аммиачную селитру в норме N_{30} и N_{60} кг д.в./га – под предпосевную культивацию сеялкой СЗП-3,6, двойной гранулированный суперфосфат в норме P_{15-30} кг д.в./га – при посеве с семенами в рядки. Для посева использовали районированный сорт кукурузы Краснодарская 194, подсолнечник Енисей. Высевали его в III декаде мая сеялкой СУПН-8с нормой посева кукурузы 75 тыс. всхожих зерен/га, подсолнечника – 177 тыс.

Экспериментальная работа выполнена в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и удобрениями. В исследованиях использовали апробированные методики [5–10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внесение минеральных и органоминеральных удобрений под кукурузо-подсолнечниковую смесь в пятипольном кормовом севообороте пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь оказало положительное влияние на показатели плодородия почвы как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах. Состояние азотной обеспеченности в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси оценивали по количеству продуцируемых нитратов, содержание которых в большей степени зависело от условий увлажнения, особенностей температурного режима и уровня минерального питания растений (табл. 1). В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала NO_3 1,7 мг/100 г почвы, удобренная – 3,05–4,50 мг. Повышение норм азотных удобрений от 30 до 60 кг д.в./га увеличивало концентрацию нитратов в посевах от 2,25–4,4 до 3,3–6,25 мг/100 г почвы.

Внесение азотных удобрений в чистом виде и совместно с фосфорными при посеве в рядки активизировало содержание подвижного фосфора в почве как в пахотном,

Таблица 1

**Содержание основных элементов питания в слое 0–20 см в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси
в зависимости от уровня удобрения (1996–2005 гг.), мг/100 г почвы**

Вариант	I декада мая	II декада июля	III декада сентября	В среднем за вегетационный период
<i>NO₃</i>				
Контроль (без удобрений)	1,95	2,0	1,3	1,7
N ₃₀	2,7	4,4	2,25	3,05
N ₃₀ P ₁₅	2,85	4,6	2,45	3,25
N ₆₀	3,3	6,25	4,0	4,50
N ₆₀ + P ₃₀	3,1	6,3	3,0	4,15
<i>P₂O₅</i>				
Контроль (без удобрений)	3,45	4,1	3,5	3,65
N ₃₀	6,75	6,75	5,8	6,4
N ₃₀ P ₁₅	4,80	5,0	5,2	4,95
N ₆₀	9,05	7,15	6,7	7,6
N ₆₀ + P ₃₀	6,85	6,15	6,2	6,4
<i>K₂O</i>				
Контроль (без удобрений)	5,85	5,65	5,2	5,55
N ₃₀	7,25	7,80	6,4	7,10
N ₃₀ P ₁₅	6,40	6,65	6,25	6,40
N ₆₀	10,1	8,4	7,30	8,55
N ₆₀ + P ₃₀	7,0	6,70	5,55	6,35

так и в подпахотном горизонте, которое находилось в прямой зависимости от норм внесения азотно-фосфорных удобрений. В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала P₂O₅ 3,25 мг/100 г почвы, удобренная – 4,95–7,60 мг. Повышение норм азотно-фосфорных удобрений от N₃₀P₁₅ до N₆₀P₃₀ кг д.в./га увеличивало концентрацию P₂O₅ в посевах от 4,8–5,2 до 6,15–6,85 мг/100 г почвы, влияние азотных удобрений в чистом виде N₃₀ и N₆₀ кг д.в./га – от 5,8–6,75 до 6,7–9,05 мг/100 г почвы.

Внесение минеральных удобрений активизировало также содержание обменного калия в почве. В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала K₂O 5,55 мг/100 г почвы, удобренная – 6,35–8,55 мг.

Положительное влияние удобрений на питательный режим почвы сказалось и на продуктивности кукурузо-подсолнечниковой смеси. По отношению к неудобренному варианту урожайность сырой массы увеличилась на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), выход сухого вещества на 0,89–2,48 (на контроле – 3,17), сбор кормовых единиц на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), сбор переваримого протеина на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га). Наибольшую продуктивность кукурузо-подсолнечниковой смеси обеспечили нормы N₆₀ и навоз 40 т + N₆₀, где урожайность сырой массы составила 35,45–41,95 т/га, выход сухого вещества – 5,01–5,65, сбор кормовых единиц – 3,39–3,80, переваримого протеина – 0,431–0,479 т/га (табл. 2). Наши данные согласуются с результатами других авторов [11–13].

С повышением урожайности кукурузо-подсолнечниковой смеси на удобренных вариантах существенно изменился химический состав и питательная ценность биомассы (табл. 3). Под влиянием разных видов и норм удобрений содержание протеина в сухом веществе увеличилось в кукурузе от 9,88 на контроле до 10,80–12,94 % на удобренных вариантах, жира – от 1,36 до 1,37–1,72, золы – от 9,18 до 9,20–10,13, фосфора – от 0,24 до 0,26–0,32, кальция – от 0,63 до 0,64–0,72, калия – от 2,11 до 2,13–2,99 %. В подсолнечнике данные показатели составили от 11,28 до 12,54–14,31 %, от 1,99 до 2,01–2,36, от 10,27 до 11,07–12,42, от 0,21 до 0,24–0,30, от 1,46 до 1,55–1,64, от 2,20 до 2,32–3,05 % соответственно. Овсяно-кормовая единица в расчете на 1 кг сырой массы и сухого вещества по вариантам опыта составила в кукурузе 0,10–0,11 и 0,74–0,75, в подсолнечнике 0,09–0,09 и 0,66–0,68. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества по вариантам опыта сравнительно высокое – в кукурузе 9,6–9,7 МДж, в подсолнечнике – 9,1–9,2 МДж. Обеспеченность переваримым протеином в овсяно-кормовой единице выше на удобренных вариантах: в кукурузе – 71,3–85,3 г (на контроле – 65,2 г), в подсолнечнике – 85,6–90,7 г (на контроле – 74,4 г).

Энергетические затраты на возделывание кукурузо-подсолнечниковой смеси в основном зависели от количества внесенных

удобрений и их стоимости. Минимальные затраты совокупной энергии (6,5–6,7 тыс. МДж) получены на варианте, где вносили N_{30} и $N_{30}P_{15}$, максимальные (20,2 тыс. МДж) при внесении 40 т навоза + N_{60} (табл. 4). На удобренных вариантах наименьший выход валовой и приращенной энергии (69,7 и 63,2 тыс. МДж) обеспечила норма удобрений N_{30} кг д.в./га, наибольший (97,2 и 77,0 тыс. МДж) – норма 40 т навоза N_{60} кг д.в./га

При небольших нормах минеральных удобрений (N_{30} и $N_{30}P_{15}$) энергетический коэффициент составил 10,7–11,2 ед., при их удвоенных нормах (N_{60} и $N_{60}P_{30}$) – 8,7–9,0 ед., т.е. с увеличением нормы удобрений этот показатель снижался от 10,7–11,2 до 8,7–9,0 ед.

С увеличением уровня питательных веществ, поступающих с удобрениями в почву, окупаемость удобрений дополнительной продукцией снижалась (табл. 5). Вариант с внесением удобрений N_{30} обеспечил окупаемость удобрений 20,0 кг к. ед./кг д.в., $N_{30}P_{15}$ – 18,0, N_{60} – 20,0, $N_{60}P_{30}$ – 10,2, навоз 40 т + N_{60} – 1,90 кг к.ед./кг д.в. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (18,0–20,0 кг к. ед./кг д.в.) получена при нормах N_{30} , $N_{30}P_{15}$ и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к. ед./кг д.в.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

Таблица 2

Урожайность кукурузо-подсолнечниковой смеси, выход сухого вещества, сбор кормовых единиц и переваримого протеина в зависимости от уровня удобренности (1996–2005 гг.), т/га

Вариант	Сырая масса	Прибавка к контролю	Сухое вещество	Прибавка к контролю	Кормовые единицы	Прибавка к контролю	Переваримый протеин	Прибавка к контролю
Контроль (без удобрений)	21,55	–	3,17	–	2,19	–	0,226	–
N_{30}	28,00	6,45	4,06	0,89	2,79	0,60	0,333	0,107
$N_{30}P_{15}$	31,95	10,40	4,37	1,20	3,00	0,81	0,381	0,155
N_{60}	35,45	13,90	5,01	1,84	3,39	1,20	0,431	0,205
$N_{60}P_{30}$	32,10	10,55	4,59	1,42	3,11	0,92	0,394	0,168
Навоз 40 т + N_{60}	41,95	20,40	5,65	2,48	3,80	1,61	0,479	0,253
$НСП_{05}$			0,25		0,17		0,21	

Таблица 3

Химический состав кукурузы и подсолнечника в зависимости от уровня удобренности (1996–2005 гг.)

Вариант	Содержание в сухом веществе, %								ОКЕ в 1 кг		Перевари- мый про- теин, г/ОКЕ	ОЭ в 1 кг сухого вещества МДж
	протеина	клетчатки	БЭВ	жира	золы	Р	Са	К	сырой массы	сухой массы		
Кукуруза												
Контроль (без удобрений)	9,88	30,94	48,66	1,36	9,18	0,24	0,63	2,11	0,11	0,75	65,2	9,6
N ₃₀	10,80	30,76	47,57	1,72	9,22	0,24	0,72	2,13	0,11	0,75	71,3	9,6
N ₃₀ P ₁₅	12,21	31,19	45,97	1,37	9,41	0,26	0,68	2,37	0,11	0,74	80,4	9,6
N ₆₀	12,94	29,78	46,84	1,45	9,20	0,30	0,69	2,27	0,11	0,75	85,3	9,7
N ₆₀ P ₃₀	12,52	30,40	46,79	1,49	9,30	0,29	0,67	2,11	0,11	0,75	82,4	9,6
Навоз 40 т + N ₆₀	12,15	30,44	45,99	1,44	10,13	0,32	0,64	2,99	0,10	0,74	80,2	9,6
НСП ₀₅	1,09		1,99					0,31			7,00	
Подсолнечник												
Контроль (без удобрений)	11,28	22,83	53,20	1,99	10,27	0,21	1,46	2,20	0,09	0,68	74,4	9,2
N ₃₀	13,12	23,56	50,76	2,21	10,29	0,21	1,56	2,32	0,09	0,68	86,5	9,2
N ₃₀ P ₁₅	13,77	23,78	49,36	2,15	11,07	0,24	1,58	2,47	0,09	0,67	90,7	9,2
N ₆₀	12,54	25,07	48,52	2,13	10,96	0,25	1,55	2,59	0,09	0,66	89,0	9,1
N ₆₀ P ₃₀	13,45	24,74	49,44	2,01	10,74	0,24	1,64	2,50	0,09	0,66	88,4	9,1
Навоз 40 т + N ₆₀	14,31	24,33	47,17	2,36	12,42	0,30	1,64	3,05	0,09	0,66	85,6	9,1
НСП ₀₅	1,14		2,32		0,95	0,02		0,38			7,5	

Таблица 4

**Биоэнергетическая оценка кукурузо-подсолнечниковой смеси в зависимости от уровня удобрённости
(1996–2005 гг.)**

Вариант	Затраты совокупной энергии, тыс. МДж/га	Выход валовой энергии, тыс. МДж/га	Энергетический коэффициент	Приращение валовой энергии, тыс. МДж/га
Контроль (без удобрений)	3,9	54,4	14,0	50,5
N ₃₀	6,5	69,7	10,7	63,2
N ₃₀ P ₁₅	6,7	75,1	11,2	68,4
N ₆₀	9,1	79,1	8,7	70,0
N ₆₀ P ₃₀	9,5	85,9	9,0	76,4
Навоз 40 т + N ₆₀	20,2	97,2	4,8	77,0

Таблица 5

Агроэкономическая эффективность удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси

Показатель	Контроль (без удобрений)	N ₃₀	N ₃₀ P ₁₅	N ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	Навоз 40 т + N ₆₀
Сбор кормовых единиц, т/га	2,19	2,79	3,00	3,39	3,11	3,80
Прибавка, т/га	–	0,60	0,81	1,20	0,92	1,61
Окупаемость удобрений, кг	–	20,0	18,0	20,0	10,2	1,90
Окупаемость удобрений, р.	–	200,0	180,0	200,0	102,0	190,0

ВЫВОДЫ

1. Внесение удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси увеличивало в пахотном слое почвы концентрацию нитратов до 2,25–6,3 мг/100 г почвы (на контроле – 1,3–2,0 мг/100 г), содержание подвижного фосфора – до 4,80–9,05 (на контроле – 3,45–4,10), обменного калия – до 5,55–10,1 мг/100 г почвы (на контроле – 5,2–5,85 мг/100 г).

2. С увеличением содержания основных элементов питания в почве повышалась продуктивность кукурузо-подсолнечниковой смеси: по сырой массе на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), сухому веществу на 0,89–2,48 (на контроле – 3,17), кормовым единицам на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), переваримому протеину на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га).

3. Под влиянием удобрений в химическом составе растений повышалось содержание питательных веществ в кукурузе: сырого протеина от 9,88 на контроле до 10,80–

12,94 % на удобренных вариантах, жира – от 1,36 до 1,37–1,72, золы – от 9,18 до 9,20–10,13, фосфора – от 0,24 до 0,26–0,32, кальция – от 0,63 до 0,64–0,72, калия – от 2,11 до 2,13–2,99 %; в подсолнечнике соответственно: от 11,2 до 12,54–14,31 %, от 1,99 до 2,01–2,36, от 10,27 до 11,07–12,42, от 0,21 до 0,24–0,30, от 1,46 до 1,55–1,64, от 2,20 до 2,32–3,05 %.

4. Повышение норм удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси увеличивало выход валовой энергии от 69,7 тыс. до 97,2 тыс. МДж/га, приращенной валовой энергии от 63,2 тыс. до 77,0 тыс. МДж/га. Наибольший выход валовой энергии 97,2 тыс. и приращенной 77,0 тыс. МДж/га обеспечила норма 40 т навоза + N₆₀ кг д.в./га.

5. С увеличением уровня питательных веществ, поступающих с удобрениями в почву, окупаемость удобрений дополнительной продукцией снижалась от 20,0 до 1,90 кг. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (20,0 кг к.ед./кг д.в., или 200 р.) получена

при внесении нормы N_{30} и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к.ед./кг д.в., или 190 р.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Климова Э.В.** Технология производства продукции растениеводства в Забайкалье: учеб. пособие. – Чита: Поиск, 2004. – С. 319–323.
2. **Андреева О.Т., Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П.** Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие. – Новосибирск, 2013 – С. 178–195.
3. **Галкина О.В.** Долевое участие подсолнечника в поливидовых посевах // Актуальные проблемы аграрной науки и образования: материалы науч.-практ. конф. – Чита: Поиск, 2007. – С. 72–74.
4. **Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П., Андреева О.Т.** Возделывание сельскохозяйственных культур в Забайкальском крае / под ред. Г.Г. Шашкова. – Чита: Экспресс-изд-во, 2012. – С. 163–175.
5. **Методические** указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Изд-во ВНИИ кормов, 1983. – 197 с.
6. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. **Опытное** дело в полеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
8. **Методика** государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267 с.
9. **Агрофизические** методы исследований почв. – М.: Наука, 1966. – 259 с.
10. **Агрохимические** методы исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 435 с.
11. **Narval S.D., Malik D.S.** Response of Sunflower cultivars to plant density and nitrogen // J. agr. Sc. – 1985. – Vol. 104, N 1. – S. 95–97.
12. **Samui R.C., Singh R.K., Bhattacharyya P., Hazarika B.** Effekt of nitrogen and crop geometry on winter sunflower // ISHS Acta Horticulturae. – 1985. – P. 275–276.
13. **Stumpe H., Hagedorn E.** Die Wirkung von Stalmist und Mineraldüngung auf Pflanzenertrag und Humusgehalt des Bodens in einem 32-jährigen

Danerversuch in Halle // Tag.-Ber. Akad. Landwirtschaft. Wiss DDR. – Berlin, 1982. – N 205. – 65 s.

REFERENCES

1. **Klimova E.V.** Tekhnologiya proizvodstva produktsii rastenievodstva v Zabaykal'e: ucheb. posobie. – Chita: Poisk, 2004. – S. 319–323.
2. **Andreeva O.T., Shashkova G.G., Tsyganova G.P.** Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri: prakt. posobie. – Novosibirsk, 2013 – S. 178–195.
3. **Galkina O.V.** Dolevoe uchastie podsolnechnika v polividovykh posevakh. // Aktual'nye problemy agrarnoy nauki i obrazovaniya: materialy nauch.-prakt. konf. – Chita: Poisk, 2007. – S. 72–74.
4. **Shashkova G.G., Tsyganova G.P., Andreeva O.T.** Vozdelyvanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Zabaykal'skom krae / pod red. G.G. Shashkova. – Chita: Ekspress-izd-vo, 2012. – S. 163–175.
5. **Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami.** – M.: Izd-vo VNII kormov, 1983. – 197 s.
6. **Dospikhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
7. **Opytnoe delo v polevodstve.** – M.: Rossel'khozizdat, 1982. – 190 s.
8. **Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-kh. kul'tur.** – M.: Kolos, 1985. – 267 s.
9. **Agrofizicheskie metody issledovaniy pochv.** – M.: Nauka, 1966. – 259 s.
10. **Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv.** – M.: Nauka, 1965. – 435 s.
11. **Narval S.D., Malik D.S.** Response of Sunflower cultivars to plant density and nitrogen // J. agr. Sc. – 1985. – Vol. 104, N 1. – S. 95–97.
12. **Samui R.C., Singh R.K., Bhattacharyya P., Hazarika B.** Effekt of nitrogen and crop geometry on winter sunflower // ISHS Acta Horticulturae. – 1985. – P. 275–276.
13. **Stumpe H., Hagedorn E.** Die Wirkung von Stalmist und Mineraldüngung auf Pflanzenertrag und Humusgehalt des Bodens in einem 32-jährigen

SILAGE CROP CULTIVATION ON MEADOW-CHERNOZEM SOILS IN EASTERN TRANSBAIKALIA

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

*Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia – Branch of the SFSCA RAS
49, Kirova St, Chita, 672010, Russia
e-mail: vetinst@mail.ru*

Studies were conducted in Transbaikal Territory in 1996–2005. There was studied the effect of fertilizers on the contents of major soil nutrition elements in meadow-chernozem soils in a fodder crop rotation: fallow – turnip – maize/sunflower mixture – spring rapeseed – peas/oats mixture. There were found impacts of different variants of fertilization (those were the control without fertilizers; N30; N30P15; N60; N60P30, and 40 tonnes of manure + N60) on productivity, nutritive value and agro-economic energy efficiency of maize/sunflower mixture grown on meadow-chernozem, deep-frozen soils. As the contents of major soil nutrition elements increased, yields of raw mass of maize/sunflower mixture increased by 6.45–20.40 t/ha (21.55 t/ha in the control), dry matter yield by 0.86–2.48 (3.17 in the control), fodder unit by 0.60–1.61 (2.19 in the control), digestible protein by 0.107–0.253 t/ha (0.226 t/ha in the control). As the fertilization level increased, the gross energy output increased from 69.7 to 97.2 ths MJ per ha, the incremental gross energy output from 63.2 to 72.0 ths MJ per ha; the energy ratio decreased from 10.7–11.2 to 4.8 units. The minimum increment of gross energy of 50.5 ths MJ per ha was in the fertilization variant with high energy ratio of 14.0. The maximum payback of fertilizers with extra produce (20 kg of fodder units per 1 kg a.i./ha, or 200 rubles) was received in the variants with N30 and N60 kg a.i./ha, the minimum (1.9 kg of fodder units per 1 kg a.i./ha, or 190 rubles) in the variant with 40 tons of manure + N60.

Keywords: maize/sunflower mixture, mineral fertilizers, productivity, nutritive value, energy ratio, agro-economic effectiveness.

Поступила в редакцию 21.04.2017
