

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

Пилипенко Н.Г., (✉) Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук

Забайкальский край, г. Чита, Россия

(✉) e-mail: frau.Olgaa2015@yandex.ru

Представлены результаты исследований по сравнительной оценке различных приемов обработки почвы в полевом севообороте с разным уровнем минерального питания ($N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{30}$ кг д.в./га). Эксперимент проведен на малогумусном малокарбонатном черноземе лесостепной зоны Восточного Забайкалья в 2012–2014 гг. Для посева использованы районированный сорт яровой пшеницы Бурятская-79, сорт овса Метис. Изучены малозатратные приемы обработки почвы, предусматривающие сохранение и повышение плодородия почвы, повышение продуктивности зернофуражных и кормовых культур, снижение материальных и энергетических затрат. Замена основной обработки плугом ПН-4-35 с кольчатым катком в третьем и четвертом полях севооборота поверхностной обработкой культиватором Степняк-7,4 и прямым посевом по стерне сеялкой ППМ Обь-4-ЗТ при внесении минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{30}$ кг д.в./га оказывала положительное влияние на состояние почвы. Достигнуты следующие показатели плодородия почвы: коэффициент структурности 1,28–1,38, содержание органического вещества 3,15–3,33%, содержание продуктивной влаги в слое 0–50 см 29,2–31,8 мм, выделение углекислоты 1,810–1,969 кг за 1 ч, содержание P_2O_5 в слое 0–20 см 71–96 мг/кг почвы, K_2O – 57–82 мг/кг почвы. Обеспечена прибавка урожайности зерна овса 0,16–0,21 т/га, зеленой массы однолетних трав – 3,4–4,0 т/га, сбор кормовых единиц – 0,32–0,34 т/га, снижение затрат горюче-смазочных материалов на 31,2–36,4%, повышение рентабельности на 25,0–40,3%.

Ключевые слова: севооборот, отвальная вспашка, поверхностная обработка, прямой посев, плодородие почвы, минеральные удобрения, продуктивность, экономическая эффективность

RESOURCE-SAVING METHODS OF FODDER CROP CULTIVATION IN THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

Pilipenko N.G., (✉) Andreeva O.T., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu.

Scientific Research Institute of Veterinary Medicine of Eastern Siberia – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Chita, Trans-Baikal Territory, Russia

(✉) e-mail: frau.Olgaa2015@yandex.ru

The results of the study on the comparative assessment of different tillage methods in the field crop rotation with different levels of mineral nutrition ($N_{30}P_{30}$ and $N_{60}P_{30}$ kg of active ingredient/ha) are presented. The experiment was carried out on low-humus low-carbonate chernozem of the forest-steppe zone of Eastern Trans-Baikal Territory in 2012–2014. The zoned variety of Buryatskaya-79 spring wheat, and Metis oat variety were used for sowing. Low-cost methods of soil tillage were studied, providing for the preservation and improvement of soil fertility, an increase in the productivity of grain and fodder crops, and a decrease in material and energy costs. Replacement of the basic tillage with a PN-4-35 plow with a ring roller in the third and fourth crop rotation fields by surface tillage with a Stepanyak-7.4 cultivator and direct sowing on the stubble with a PPM Ob-4-ZT seeder when applying mineral fertilizers at a rate of $N_{60}P_{30}$ kg of active ingredient/ha had a positive effect on the condition of the soil. The following indicators of soil fertility were achieved: structural coefficient 1.28–1.38, organic matter content 3.15–3.33%, productive moisture content in the 0–50 cm layer 29.2–31.8 mm, the release of carbon dioxide 1.810–1.969 kg per 1 hour, the

content of P_2O_5 in the 0–20 cm layer 71–96 mg/kg of soil, the content of K_2O – 57–82 mg/kg of soil. An increase in the yield of oat grain of 0.16–0.21 t/ha, the green mass of annual grasses of 3.4–4.0 t/ha, the collection of feed units of 0.32–0.34 t/ha, a reduction in the cost of fuel and lubricants by 31.2–36.4%, and an increase in profitability by 25.0–40.3% were achieved.

Keywords: crop rotation, moldboard plowing, surface tillage, direct sowing, soil fertility, mineral fertilizers, productivity, economic efficiency

Для цитирования: Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Ресурсосберегающие приемы возделывания кормовых культур в Забайкальском крае // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 2. С. 13–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-2>

For citation: Pilipenko N.G., Andreeva O.T., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Resource-saving methods of fodder crop cultivation in the Trans-Baikal Territory. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 2, pp. 13–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Различная интенсивность использования земель в сочетании со сложными природно-хозяйственными факторами в условиях Забайкальского края (нарушение технологии возделывания сельскохозяйственных культур, несоблюдение или отсутствие научно обоснованных севооборотов, некачественная подготовка паров и обработка почвы) постепенно приводит к деградации почвенного и растительного покрова [1–3].

Одна из важнейших задач земледелия – обеспечение устойчивого развития производства зерновых, зернофуражных и кормовых культур на основе оптимизации структуры посевных площадей с применением биологизированной и ресурсосберегающей системы земледелия.

Обработка почвы в системе земледелия – энергоемкий процесс. В условиях Забайкалья преобладающим приемом механической обработки остается вспашка, однако ее высокая энергоемкость является сдерживающим технологическим фактором в ресурсосберегающей земледелии. В настоящее время ассортимент почвообрабатывающей техники пополняется за счет производства высокопроизводительных многооперационных орудий, что дает воз-

можность перехода от традиционной обработки к минимальной.

Обычно для выполнения предпосевной обработки почвы необходимо 4–6 проходов по полю почвообрабатывающей и посевной техникой. Использование таких новых агрегатов, как рыхлитель навесной РН-4, культиватор Степняк-7,4, почвообрабатывающая и посевная машина Обь-4-ЗТ, позволяет свести количество проходов к минимуму [3, 4].

В последние годы накоплено достаточно экспериментального материала по разработке научно обоснованных биологизированных севооборотов и ресурсосберегающих систем обработки почвы, которые позволяют сохранить плодородие почвы, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции, снизить затраты при их возделывании [1, 5–7].

Цель исследований – оценить в сравнении энергосберегающие приемы обработки почвы при разном уровне минерального питания в полевом севообороте на зернофуражных и кормовых культурах, определить влияние технологий на основные показатели плодородия малогумусных малокарбонатных черноземов, продуктивность культур и их экономическую эффективность.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые агротехнические опыты проведены в стационарном четырехпольном полевом севообороте пар – пшеница – овес – однолетние травы (овес) на полях, расположенных в юго-западной части Ингодинско-Читинской лесостепи.

Климат зоны резко континентальный с малоснежной холодной зимой, жарким летом и недостатком атмосферных осадков. Продолжительность безморозного периода 90–110 дней. Среднегодовое количество осадков 330–380 мм, основное их количество (85–90%) выпадает в теплый период, максимальное – в июле – августе, минимальное – в мае – июне. В целом режим характеризуется изменчивостью увлажнения. Годы с хорошей влагообеспеченностью сменяются удовлетворительными, а чаще засушливыми. Сумма температур выше 10 °С за летние месяцы составляет 1500–1800° при высокой среднемесячной температуре июля – 19,1 °С. Гидротермические коэффициенты (ГТК) вегетационных периодов в годы исследований равнялись 2,7; 2,1; 0,6. Согласно ГТК, 2012 и 2013 гг. характеризуются как достаточно увлажненные, 2014 г. – острозасушливый.

Почва опытного участка – чернозем малогумусный малокарбонатный маломощный легкий суглинок. Содержание гумуса в пахотном слое 2,78%. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и обменного калия средняя. Комковатость почвы ниже порога устойчивости к ветровой эрозии.

Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянки 1000 м². Размещение вариантов в первом повторении последовательное, во втором и в третьем – рендомизированное. Поля в севообороте располагались как в пространстве, так и во времени.

Для обработки почвы применяли навесной плуг ПН-4-35 с прикатыванием ЗКШ-6А, рыхлитель навесной РН-4, культиваторы КПЭ-3,8 и Степняк-7,4, сеялку для прямого посева ППМ Обь-4-ЗТ. Схема опыта представлена в табл. 1.

Агротехника возделывания полевых культур в севообороте проведена согласно схеме опыта. Минеральные удобрения внесены одновременно с посевом из расчета N₃₀P₃₀ кг д.в./га в виде аммиачной селитры и суперфосфата под каждую культуру севооборота и N₃₀ кг д.в./га под предпосевную культивацию в посевах овса и однолетних трав на вариантах без основной обработки почвы. В борьбе с головневыми грибами и корневыми гнилями семена перед посевом обработали фунгицидом «Бункер» с нормой 0,5 л/т семян. Для посева использовали районированный сорт яровой пшеницы Бурятская-79, сорт овса Метис. Сроки посева: яровой пшеницы I декада мая, овса III декада мая, однолетних трав III декада июня. Для посева применяли сеялку ППМ Обь-4-ЗТ. Способ посева полосовой с глубиной заделки семян 6–8 см. Уход за посевами сельскохозяйственных культур осуществляли в соответствии с рекомендациями [1]. В фазу кушения против сорняков посева пшеницы и овса обработали баковой смесью гербицидов Диален супер (0,2 л) + Магнум (0,007 кг) на 1 га. Уборку и учет урожая зерновых культур провели прямым комбайнированием комбайном Енисей (урожайность привели к 14%-й влажности и 100%-й чистоте), однолетних трав на зеленую массу – косилкой КС-2,1.

Наблюдения и учеты выполнены по общепринятым в земледелии и растениеводстве методикам^{1–6}.

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 287 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 250 с

³Воробьев С.А. Практикум по земледелию. М., 1971. Агрофизические методы исследования почв. М., 1965. 257с.

⁴Агрофизические методы исследования почв. М. 1965. 257 с.

⁵Межреспубликанские технические условия методов проведения агрохимических анализов почв для зональных агрохимических лабораторий. М., 1968. 71 с.

⁶Вадюнина А.Р. Определение газообмена по содержанию CO₂ в приземном слое воздуха. Методы исследования физических свойств почв. М., 1986. С. 268–271.

Табл. 1. Схема опыта в севообороте
Table 1. Scheme of the experiment in crop rotation

Пар	Поля севооборота		Однолетние травы (овес на зеленую массу)
	Пшеница	Овес	
		Вид обработки	
Основная обработка ПН-4-35 (20–22 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация, КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Основная обработка ПН-4-35 (20–22 см), предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Основная обработка ПН-4-35 (20–22 см), предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А
Обработка РН-4 (25–27 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Обработка РН-4 (25–27 см), предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Обработка РН-4 (25–27 см), предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А
Обработка РН-4 (25–27 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Культивация Степняк-7,4 на 16–18 см, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$)	Культивация Степняк-7,4 на 16–18 см, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$)
Обработка РН-4 (25–27 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Культивация Степняк-7,4 на 16–18 см, посев (удобрения $N_{60}P_{30}$)	Культивация Степняк-7,4 на 16–18 см, посев (удобрения $N_{60}P_{30}$)
Обработка РН-4 (25–27 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Посев по необработанной стерне (удобрения $N_{30}P_{30}$)	Посев по необработанной стерне (удобрения $N_{30}P_{30}$)
Обработка РН-4 (25–27 см), в период парования 2–3 культуры КПЭ-3,8 с БЗСС-1 на 8–10, 10–12 см	Предпосевная культивация, КПЭ-3,8 на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$), прикатывание ЗККШ-6А	Посев по необработанной стерне (удобрения $N_{60}P_{30}$)	Посев по необработанной стерне (удобрения $N_{60}P_{30}$)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что замена традиционной отвальной вспашки в третьем и четвертом полях севооборота ресурсосберегающими системами обработки (культивация, прямой посев) не ухудшала структурно-агрегатное состояние пахотного горизонта 0–30 см. На фоне малозатратной обработки почвы коэффициент структурности составил 1,28–1,37, на контроле с отвальной вспашкой – 1,0–1,1. В сравниваемых вариантах более высокие показатели объемной массы в пахотном слое почвы в летний период (1,30 и 1,34 г/см³) получены без основной обработки, более низкие (1,26 и 1,29 г/см³) – в вариантах с отвальной вспашкой. По запасам продуктивной влаги в полуметровом слое почвы перед уборкой традиционная технология возделывания сельскохозяйственных культур уступала энергосберегающим в посевах овса на 2,6–3,1 мм, однолетних трав на 6,1–7,7 мм (см. табл. 2).

Накопление растительных остатков в верхнем слое при глубоком плоскорезном рыхлении, минимальных поверхностных обработках и прямом посеве по стерне обусловило интенсивное размножение бактерий, усиливающих процессы минерализации органического вещества в почве. В этих вариантах с повышенным уровнем минерального питания (N₆₀P₃₀) за вегетационный период получены самые высокие показатели выделения углекислоты – 1,810–1,969 кг/га за 1 ч. При отвальной обработке почвы, вследствие малого поступления органического вещества и низкого содержания влаги, выделение CO₂ отмечено минимальным – 1,154 кг/га за 1 ч. Низким показателям выделения углекислоты соответствовало более рыхлое сложение пахотного слоя почвы – 1,26 г/см³ (на вариантах с поверхностными обработками – 1,29–1,30 г/см³). Обеспеченность растений усвояемыми формами фосфора и калия была выше в посевах без основной обработки почвы. Превышение к контролю по содержанию подвижных форм фосфора и обменного калия в посевах овса составило 21–46 и 24–40 мг/кг почвы, в посевах однолетних трав соответствен-

Табл. 2. Влияние предпосевной обработки почвы на ее агрофизические и агрохимические свойства в посевах овса и однолетних трав
Table 2. Effect of pre-sowing tillage on soil agrophysical and agrochemical properties in oat and annual grass crops

Вид обработки	Культура севооборота	Показатель почвы					Содержание органического вещества в конце ротации севооборота (0–20 см), %
		Коэффициент структурности (0–30 см)	Объемная масса (0–20 см), г/см ³	Запасы продуктивной влаги перед уборкой (0–50 см), мм	Выделение CO ₂ (0–30 см), кг/га за 1 ч	Запасы P ₂ O ₅ – K ₂ O перед уборкой (0–20 см), мг/кг почвы	
Основная обработка ПН-4-35 с кольчатым катком ЗККШ-6А на 20–22 см, предпосевная культивация на 16–18 см, прикатывание ЗККШ-6А, посев на 6–8 см, прикатывание ЗККШ-6А (контроль)	Овес	1,1	1,26	28,7	1,154	50–42	2,78
	Однолетние травы	1,0	1,29	23,1	1,154	68–50	
Предпосевная культивация на 16–18 см, посев на 6–8 см	Овес	1,37	1,29	31,3	1,714	71–66	3,15
	Однолетние травы	1,28	1,32	29,2	1,969	71–72	
Посев по необработанной стерне на 6–8 см	Овес	1,31	1,30	31,8	1,610	96–82	3,33
	Однолетние травы	1,28	1,34	30,8	1,810	87–57	

но – 3–19 и 7–22 мг/кг почвы. Содержание органического вещества в варианте с глубокой отвальной вспашкой составило 2,78%, в вариантах с малозатратными системами обработки почвы – 3,15–3,33% [8–10].

Возделывание зернофуражных культур без основной обработки почвы с внесением минеральных удобрений в норме $N_{30}P_{30}$ кг д.в./га обеспечивало равноценную урожайность зерна с вариантом, где применяли традиционную технологию 1,49–1,60 т/га (на контроле – 1,59 т/га). Достоверная прибавка урожая к контрольному варианту (0,16–0,21 т/га) получена при поверхностных способах обработки почвы с повышенным уровнем минерального питания $N_{60}P_{30}$ кг д.в./га (см. табл. 3).

Урожайность зерна овса в зависимости от обработки почвы формировалась в основном за счет густоты стояния растений и продуктивного стеблестоя. На вариантах с традиционной технологией густота стояния растений перед уборкой составила 293 шт./м², количество продуктивного стеблестоя 370 шт./м², на вариантах с поверхностными обработками соответственно 307–327 и 383–454 шт./м².

Такая же зависимость от приемов обработки почвы и уровня минерального питания сложилась в посевах однолетних трав.

Варианты с традиционной технологией и применением малозатратных ресурсосберегающих приемов с уровнем минерального питания $N_{30}P_{30}$ обеспечили практически равную урожайность зеленой массы однолетних трав 13,2–13,5 т/га (на контроле – 13,1 т/га), сбора сухого вещества – 3,80–4,02 т/га (на контроле – 3,95 т/га). Превышение к контролю по зеленой массе 3,4–4,0 и сбору сухого вещества 1,0–1,18 т/га получено на вариантах с поверхностными обработками почвы и прямом посеве с повышенным уровнем минерального питания ($N_{60}P_{30}$).

Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур обеспечивали экономию материальных и трудовых затрат. Это достигалось благодаря применению малозатратных обработок почвы и совмещению агротехнических операций при помощи использования многооперационных почвообрабатывающих и посевных машин. Экономическая оценка посевов овса и однолетних трав выявила более высокую эффективность ресурсо-

Табл. 3. Урожайность и элементы структуры урожая овса в зависимости от приемов обработки почвы при разных уровнях минерального питания

Table 3. Yield and structure elements of the oat output depending on the methods of tillage with different levels of mineral nutrition

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Количество растений, шт./м ²		Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина метелки, см	Количество зерен в одной метелке, шт.	Масса зерна с одной метелки, г	Масса 1000 семян, г
		по всходам	перед уборкой					
Вспашка, предпосевная культивация, прикатывание ЗККШ-6А, посев, удобрения $N_{30}P_{30}$, прикатывание ЗККШ-6А (контроль)	1,59	309	293	370	13,6	48	1,53	32,2
Предпосевная культивация, посев, удобрения $N_{30}P_{30}$	1,60	317	314	386	13,3	45	1,34	32,7
Предпосевная культивация, посев, удобрения $N_{60}P_{30}$	1,80	313	307	445	14,1	46	1,42	32,3
Посев по необработанной стерне, удобрения $N_{30}P_{30}$	1,49	326	319	383	13,4	45	1,33	32,8
Посев по необработанной стерне, удобрения $N_{60}P_{30}$	1,79	327	327	454	14,2	46	1,42	32,6
НСР _{0,5}	0,15	7	15		$F_{\phi} < F_{0,5}$	$F_{\phi} < F_{0,5}$	$F_{\phi} < F_{0,5}$	

сберегающей системы обработки почвы в сравнении с традиционной, основанной на постоянной вспашке. В зависимости от уровня минерального питания прямые затраты снизились на 5,6–15,5%, стоимость горючего – на 31,2–36,4%, рентабельность производства возросла на 25,0–40,3% (см. табл. 4).

Ресурсосберегающие приемы обработки почвы в полевом севообороте на малогумусном малокарбонатном черноземе обеспечили наибольшую продуктивность культур и окупаемость энергетических затрат с одного гектара севооборотной площади по сравнению с традиционной технологией (см. табл. 5).

Табл. 4. Экономическая эффективность ресурсосберегающих приемов обработки почвы с разными уровнями минерального питания при возделывании овса и однолетних трав в севообороте
Table 4. Economic efficiency of resource-saving methods of tillage with different levels of mineral nutrition in the cultivation of oats and annual grasses in the crop rotation

Показатель	Традиционная технология с уровнем минерального питания $N_{30}P_{30}$ р.	Ресурсосберегающая технология без основной обработки почвы с уровнем минерального питания			
		$N_{30}P_{30}$		$N_{60}P_{30}$	
		р.	% к традиционной технологии	р.	% к традиционной технологии
Стоимость продукции	7500	7400	–	9000	–
Прямые затраты – всего	5048	4265	84,5	4765	94,4
В том числе:					
заработная плата с начислениями	800	587	73,4	637	79,6
ГСМ	1156	736	63,6	796	68,8
семена, удобрения, ядохимикаты	1896	1996	105,3	2350	123,9
амортизация	530	430	81,1	450	84,9
текущий ремонт	666	516	77,5	532	79,8
рентабельность	48,5	73,5	25,0	88,8	40,3

Табл. 5. Продуктивность и энергетическая эффективность ресурсосберегающих приемов обработки почвы при разных уровнях минерального питания в полевом севообороте

Table 5. Productivity and energy efficiency of resource-saving tillage techniques with different levels of mineral nutrition in the field crop rotation

Технологическая схема	Выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади, т	Затраты энергии, МДж, га	Коэффициент энергетической эффективности
Вспашка, культивация, прикатывание, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$, гербициды), прикатывание	1,84	11273	4,5
Культивация, посев (удобрения $N_{30}P_{30}$, гербициды)	1,89	10557	4,9
Культивация, посев (удобрения $N_{60}P_{30}$, гербициды)	2,16	11859	5,5
Прямой посев по стерне (удобрения $N_{30}P_{30}$, гербициды)	1,89	10295	5,1
Прямой посев по стерне (удобрения $N_{60}P_{30}$, гербициды)	2,18	11597	5,7

Малозатратные обработки почвы по сравнению с отвальной вспашкой при одинаковом уровне минерального питания ($N_{30}P_{30}$) повысили сбор кормовых единиц на 0,05–0,05 т, с повышенным уровнем минерального питания ($N_{60}P_{30}$) – на 0,32–0,34 т. Данные системы обеспечили наибольшую окупаемость энергетических затрат, где коэффициент энергетической эффективности соответственно уровням возрос на 0,4–0,6 и 1,0–1,2 ед. Полученные данные согласуются с результатами других авторов [11–16].

ВЫВОДЫ

1. Замена основной обработки почвы предпосевной культивацией и прямым посевом по стерне обеспечила следующие показатели состояния почвы: коэффициент структурности 1,28–1,38 (на контроле с отвальной вспашкой 1,0–1,1), максимальное содержание продуктивной влаги перед уборкой в слое 0–50 см 29,2–31,8 мм (на контроле 23,1–28,7), выделение углекислоты 1,810–1,969 кг за 1 ч (на контроле 1,154 кг за 1 ч), содержание подвижных форм фосфора P_2O_5 71–96 мг/кг почвы, обменного калия K_2O 57–82 мг/кг почвы (на контроле – P_2O_5 50–68 мг/кг почвы, K_2O 42–50 мг/кг почвы), содержание органического вещества 3,15–3,33% (на контроле 2,78%).

2. Энергосберегающие приемы обработки почвы в сочетании с минеральными удобрениями ($N_{60}P_{30}$ кг д.в./га) обеспечили прибавку урожайности зерна овса 0,16–0,21 т/га (на контроле 1,59 т/га), зеленой массы однолетних трав – 3,4–4,0 т/га (на контроле 13,1 т/га), сбор кормовых единиц – 0,32–0,34 т/га (на контроле 1,84 т/га).

3. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы в полевом севообороте обеспечили наибольшую окупаемость энергетических затрат с одного гектара севооборотной площади по сравнению с традиционной технологией. При уровне минерального питания $N_{30}P_{30}$ коэффициент энергетической эффективности возрос на 0,4–0,6 ед., при $N_{60}P_{30}$ – на 1,0–1,2 ед. (на контроле 4,5 ед.).

4. Прямые затраты на возделывание культур снизились на 5,6–15,5%, стоимость

горюче-смазочных материалов – на 31,2–36,4%, рентабельность повысилась на 25,0–40,3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреева О.Т., Цыганова Г.П., Климова Э.В.* Зональные системы земледелия Читинской области: монография. Чита: областное книжное издательство, 1988. 423 с.
2. *Копылов А.Н.* Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения в Забайкальском крае // *Агрохимический вестник*. 2017. № 2. С. 51–55.
3. *Днепровская В.Н., Батудаев А.П., Пилипенко Н.Г.* Оптимизация структуры посевных площадей в лесостепной зоне Забайкальского края // *Вестник бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2011. № 4. С. 16–18.
4. *Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Шашкова Г.Г., Харченко Н.Ю.* Приемы совершенствования системы земледелия в современных экономических условиях лесостепной зоны Забайкальского края // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2015. № 3. С. 12–21.
5. *Шашкова Г.Г., Андреева О.Т., Цыганова Г.П.* Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае: монография. Чита: Читинская городская типография, 2015. 390 с.
6. *Черкасов Г.Н., Пыхтин Е.Г.* Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы // *Земледелие*, 2006. № 6. С. 20–22.
7. *Орлова Л.В.* Быть или не быть ресурсосберегающим технологиям в России // *Земледелие*. 2007. № 2. С. 18–19.
8. *Румянцев А.В., Орлова Л.В.* Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы // *Земледелие*. 2005. № 2. С. 22–23.
9. *Куликова А.Х., Карпов А.В., Семенова Н.В.* Системы основной обработки и гумусное состояние почвы // *Земледелие*. 2003. № 5. С. 27.
10. *Максютов Н.А., Кремер Г.А., Жданов В.М.* Зональные особенности основной обработки в Оренбургской области // *Земледелие*. 2001. № 1. С. 17–18.
11. *Пилипенко Н.Г., Днепровская В.Н.* Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в полевом севообороте // *Земледелие*. 2012. № 4. С. 29–30.

12. Буянкин Н.И. Ключевые показатели минимализации обработки // Земледелие. 2004. № 4. С. 14–15.
13. Шашкова Г.Г. Обработка почвы в Забайкалье. монография. Чита: Поиск. 2002. 288 с.
14. Чуданов И.А., Лигастаева Л.Ф. Минимализация обработки черноземов // Земледелие. 2000. № 4. С. 15–16.
15. Саленков С.Н. Современные энергосберегающие технологии // Земледелие. 2001. № 5. С. 8–9.
16. Йалли М. Опыт Финляндии. Исследования в области сберегающей обработки почвы // Ресурсосберегающее земледелие. 2009. № 2. С. 17–20.

REFERENCES

1. Andreeva O.T., Tsyganova G.P., Klimova E.V. *Zonal farming systems of the Chita region*. Chita, Regional Book Publishing House, 1988. 423 p. (In Russian).
2. Kopylov A.N. Monitoring of agricultural lands in Transbaikal Territory. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2017. № 2. pp. 51–55. (In Russian).
3. Dneprovskaya V.N., Batudaev A.P., Piliipenko N.G. Optimization of croplands structure in the forest steppe zone of Zabaikalsky Krai. *Vestnik buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filipova = Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture*, 2011, no. 4, pp. 16–18. (In Russian).
4. Piliipenko N.G., Andreeva O.T., Shashkova G.G., Kharchenko N.Yu. Methods for improving farming system of the forest-steppe zone of Transbaikal Territory under present-day economic conditions. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2015, no. 3, pp. 12–21. (In Russian).
5. Shashkova G.G., Andreeva O.T., Tsyganova G.P. *Agricultural production technologies*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

✉ **Андреева О.Т.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 672010, Забайкальский край, г. Чита-10, ул. Кирова, 49, а/я 470; e-mail: frau.Olgaa2015@yandex.ru

Сидорова Л.П., старший научный сотрудник

Харченко Н.Ю., научный сотрудник

- and feed quality in the Trans-Baikal Territory*. Chita, Chita City Printing House, 2015, 390 p. (In Russian).
6. Cherkasov G.N., Pykhtin E.G. Combined systems of basic tillage are the most effective and justified. *Zemledelie*, 2006, no. 6, pp. 20–22. (In Russian).
7. Orlova L.V. Are resource-saving technologies to exist in Russia? *Zemledelie*, 2007, no. 2, pp. 18–19. (In Russian).
8. Rumyantsev A.V., Orlova L.V. Impact of resource-saving technologies on soil fertility. *Zemledelie*, 2005, no. 2, pp. 22–23. (In Russian).
9. Kulikova A.Kh., Karpov A.V., Semenova N.V. Basic tillage systems and humus condition of soil. *Zemledelie*, 2003, no. 5, pp. 27. (In Russian).
10. Maksyutov N.A., Kremer G.A., Zhdanov V.M. Zonal features of basic tillage in Orenburg region. *Zemledelie*, 2001, no. 1, pp. 17–18. (In Russian).
11. Piliipenko N.G., Dneprovskaya V.N. The effectiveness of resource-saving technologies for pre-sowing soil tillage in field crop rotation, *Zemledelie*, 2012, no. 4, pp. 29–30. (In Russian).
12. Buyankin N.I. Key indicators of tillage minimization. *Zemledelie*, 2004, no. 4, pp. 14–15. (In Russian).
13. Shashkova G.G. *Soil tillage in Transbaikalia*. Chita, Poisk, 2002. 288 p. (In Russian).
14. Chudanov I.A., Ligastaeva L.F. Minimizing the tillage of chernozems. *Zemledelie*, 2000, no. 4, pp. 15–16. (In Russian).
15. Salenkov S.N. Modern energy saving technologies, *Zemledelie*, 2001, no. 5, pp. 8–9. (In Russian).
16. Ialli M. Experience of Finland. Research into conservation tillage. *Resursosberegayushchee zemledelie = Resource-saving Agriculture*. 2009, no. 2, pp. 17–20. (In Russian).

AUTHOR INFORMATION

Natalya G. Piliipenko, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

✉ **Olga T. Andreeva**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** P.O. Box 470, 49 Kirov St., Chita-10, Trans-Baikal Territory, 672010, Russia; e-mail: frau.Olgaa2015@yandex.ru

Lyudmila P. Sidorova, Senior Researcher

Nadezhda Yu. Kharchenko, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 26.02.2021

Дата принятия к публикации / Accepted for publication 29.03.2021

Дата публикации / Published 25.05.2021