



БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА ПРИ НОВОМ СПОСОБЕ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

И.Г. Еремина (фото)

к.б.н., научный сотрудник группы агропочвоведения
и землепользования

Н.В. Кутькина

к.б.н., старший научный сотрудник, руководитель группы
агропочвоведения и землепользования

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных
проблем Хакасии», с. Зеленое

*Каштановая почва,
способ обработки,
урожайность,
совокупная энергия,
коэффициент
энергетической
эффективности*

*Chestnut soil, pcultivating
method, yield, total energy,
energy efficiency ratio*

В последние годы оценка энергетической эффективности агроприёмов возделывания сельскохозяйственных культур имеет большое значение и представляет значительный научный и практический интерес [1]. Её применение даёт возможность в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только затраты живого и овеществлённого труда на технологические процессы, но также энергию, воплощённую в получаемой продукции [2]. Переход на энергосберегающие технологии даёт возможность уменьшить производственные расходы на 30–40%, в 1,5–2 раза сократить трудовые затраты и снизить расход ГСМ, повысить уровень рентабельности производства зерновой продукции [1, 3].

Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур позволяют существенно увеличить их урожайность, но при этом должна осуществляться адаптация к существующим почвенно-климатическим и экологическим условиям региона. По агроклиматическому районированию территория Абаканской долини степи Усть-Абаканского района Хакасии относится к недостаточно тёплому (сумма температур воздуха выше 10°C составляет 1800–2000°C), засушливому подрайону (годовое количество осадков колеблется от 250 до 300 мм), гидротермический коэффициент < 0,8 [4]. Для агроландшафтов степной зоны Хакасии свойственны невысокая продуктивность, широкое проявление негативных процессов (прежде всего дефляции), прогрессирующая деградация почв [5]. В сложившихся природно-климатических условиях важнейшим критерием в оценке приёмов обработки является их почвозащитная, влагосберегающая и ресурсосберегающая роль.

Площадь используемой пашни по республике в 2017 году составила 268,6 тыс. га, за период реализации программы по вводу залежных земель (2006–2012 гг.), площадь пашни приросла на 113,2 тыс. га. В настоящее время при освоении залежных земель в степной и лесостепной зонах Хакасии имеются разные подходы к их обработке и рекомендованы технологии с разной глубиной обработки почвы [6].

Существующие на сегодняшний день традиционные технологии более длительны по технологическому процессу и энергозатратны по сравнению с новым способом обработки залежных земель [7].

Цель исследований – изучить биоэнергетическую эффективность нового способа обработки залежных земель в трёхпольном севообороте.

Методика исследований

Исследования проводили в Абаканской долиненной сухой степи Хакасии на освоенной каштановой карбонатной легкосуглинистой почве. В микрополевым стационарном опыте (2014–2017 гг.) испытана эффективность нового способа мелкой обработки залежных земель с мульчированием из растительных остатков залежной растительности [7] в сравнении с традиционными способами с отвальной вспашкой на глубину 16 см.

Новый способ включает ликвидацию установившегося растительного покрова (снятие дернины) на глубину заделки семян 5–7 см. Производится обработка посевного ложа гербицидом или стимулятором разложения органики для уничтожения оставшихся корней в почве. Дернина измельчается и разделяется на почву и растительные остатки, отсеянная от растительных остатков почва поступает на посевное ложе с посеянными на него семенами. После этого почва уплотняется, а растительные остатки укладываются на уплотнённую почву в виде мульчи.

Схема опыта предусматривала изучение трёх систем основной обработки почвы: традиционная обработка почвы по типу пара с применением гербицида «Торнадо 360» (вспашка, дискование, культивация, парование почвы, предпосевная культивация, посев культуры на следующий год освоения залежи); традиционная обработка почвы без средств химизации (вспашка, дискование + КПГ, посев культуры в год освоения залежи); новая технология обработки залежи (обработка почвы и посев культур в зависимости от ротационного периода традиционных технологий).

Для посева использовали районированные сорта культур: пшеница «Кантегирская 89», овёс «Ровесник», суданская трава «Туран 2». Сроки сева и уборки – оптимальные, всхожесть семян – соответствующая показателям I класса посевных стандартов.

Биоэнергетическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в севообороте проведена по методике [8, 9]. Учёт урожая проводили методом сплошной уборки учётной площади [10]. Расчёт энергетической эффективности выполнялся расчётно-нормативным методом на основе технологических карт [11–14]. Химический и физико-химический анализ почв произ-

ведён в сертифицированной лаборатории ФГБУ Станция агрохимической службы «Хакасская».

Результаты исследования

Почва опытного участка каштановая карбонатная, мощность гумусового горизонта 30 см, гранулометрический состав легкосуглинистый. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 2,8%, почва имеет низкую обеспеченность подвижным азотом – 1,06 мг/кг, содержание подвижного фосфора – 9,4 мг/кг, обменного калия – 277 мг/кг. Реакция почвенного раствора щелочная (рН 8,2).

В результате исследований выявлено, что посевы первой культуры севооборота – яровой пшеницы (2014–2015 гг.) – отмечаются низкой продуктивностью, что связано с климатическими условиями указанных лет (табл. 1). Эти годы характеризуются как засушливые (сумма осадков была ниже средней многолетней, соответственно – на 88 и 22 мм) на фоне высокой температуры воздуха (сумма температур в этот же период была выше среднемноголетней суммы температур на 1,7°C).

При этом в севообороте 2014–2016 гг. положительная тенденция увеличения урожайности при новом способе, относительно традиционного без средств химизации, отмечалась только у зерновых культур, прибавка урожайности пшеницы составила 0,3 т/га, овса – 0,1 т/га, разница была не доказана (НСР₀₅ = 0,45; 0,87 соответственно). Тем не менее, пересчёт урожайности культур в целом по севообороту в зерновой эквивалент показал 10% превышение на варианте новой технологии.

В севообороте 2015–2017 гг. преимущество нового способа в посевах яровой пшеницы не удалось выявить, из-за сильного повреждения их градом, что оказало большое влияние на дальнейший рост культуры, урожайность здесь была снижена. В более благоприятные по осадкам 2016–2017 гг. (превышение среднемноголетней нормы на 81 мм) получена статистически достоверная прибавка при новом способе обработки по урожайности зерна овса (на 0,6 т/га, НСР₀₅ = 0,52) и зелёной массы суданской травы (на 3,4 т/га, НСР₀₅ = 2,01). Зерновой эквивалент всего севооборота на варианте по новому способу обработки превышает в 1,2 раза традиционный по типу пара. Более стабильными и урожайными во все годы характеризуются посевы овса по новой технологии.

Как уже отмечалось, для более объективной оценки возделывания культуры при определен-

Таблица 1 – Динамика продуктивности сельскохозяйственных культур в трёхпольном севообороте по разным способам обработки почвы, т/га (n = 4)

Способ обработки почвы	Урожайность			Всего в зерновом эквиваленте (севооборот)
	2014 г., яровая пшеница	2015 г., овёс	2016 г., суданская трава (зелёная масса)	
Традиционный без средств химизации	1,06±0,1	1,97±0,36 зерн/экв. – 1,52	14,0±0,40 зерн/экв. – 1,96	4,54
Новый	1,32±0,13	2,10±0,30 зерн/экв. – 1,68	14,3±0,17 зерн/экв. – 2,00	5,00
НСР ₀₅	0,45	0,87	0,63	х
Способ обработки почвы	2015 г., яровая пшеница	2016 г., овёс	2017 г., суданская трава (зелёная масса)	всего в зерновом эквиваленте (севооборот)
Традиционный по типу пара	0,85±0,09	1,50±0,06 зерн/экв. – 1,20	16,7±0,43 зерн/экв. – 2,34	4,39
Новый	0,75±0,10	2,10±0,18 зерн/экв. – 1,68	20,1±0,15 зерн/экв. – 2,81	5,24
НСР ₀₅	0,24	0,52	2,01	х

ной технологии, применим энергетический способ определения её эффективности, с выявлением энергозатрат и энергосодержания урожая. Проведённые расчёты по энергетической оценке возделывания культур севооборота по двум сравниваемым вариантам опыта представлены в таблице 2. Показатели энергии, накопленной в урожае, изменялись соответственно по культурам и способам обработки почвы. Как видно из данных таблицы, традиционная технология обработки почвы по типу пара является наиболее ресурсозатратной, что выражается в более высоких затратах совокупной энергии на 1 га (21439,3 > 18733,4 МДж/га). Сокращение операционных технологических приёмов по новому способу обработки ведёт к снижению затрат на 12,7%, здесь энергии накопилось значительно больше, чем израсходовано на возделывание культур севооборота. Так, при освоении залежи по традиционной технологии по типу пара под первую культуру – затраты совокупной энергии максимальные, под эту же культуру по новому способу – на 30% меньше. При одинаковых минимальных затратах совокупной энергии по третьей культуре севооборота – суданской траве на зелёную массу – в сравниваемых технологиях новый способ обеспечил более высокую её урожайность и более высокий выход (больше на 18354 МДж/га) валовой энергии в урожае.

Наиболее энергоэффективной культурой севооборота показал себя овёс, чьи показатели производственных затрат на его возделывание

по новому способу возросли при более высоком урожае, однако основная и побочная продукция обеспечили высокую энергетическую эффективность (9,4 единиц).

В рассматриваемых севооборотах больше всего энергии накопилось в урожае суданской травы, причём новый способ обеспечил её превышение на 18354 МДж/га, по овсу – на 11076 МДж/га, а с учётом побочной продукции – на 19571 МДж/га.

В целом, как видно из расчётов, севооборот нового способа в 1,2 раза превысил культуры севооборота традиционной технологии по накопленной в урожае энергии.

При сравнительно высоких затратах совокупной энергии по возделыванию пшеницы при традиционной обработке и полученный невысокий урожай обеспечили наименьшую энергетическую эффективность данной культуры (1,7 – зерно, 2,5 – солома), при этом на варианте нового способа эффективность оказалась выше за счёт меньших затрат совокупной энергии на её производство как по основной, так и побочной продукции (2,2; 3,5 единиц соответственно). Приращение валовой энергии по пшенице на варианте нового способа было на уровне 30313,1 МДж/га, что на 370,9 МДж/га больше варианта по типу пара, а всего за севооборот превышение уже составило 38214,7 МДж/га (см. табл. 2).

Необходимо также отметить, что представленные расчёты энергетической эффективности возделывания культур севооборота показывают,

Таблица 2 – Энергетическая оценка сельскохозяйственных культур при разных способах освоения залежи в трёхпольном севообороте (2015–2017 гг.)

Культура севооборота	Урожайность, ц/га	Показатель энергии					Приращение валовой энергии, с учётом побочной продукции, МДж
		Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж	Выход валовой энергии в урожае, МДж	Коэффициент энергетической эффективности основной (N1), побочной (N2) продукции			
				N1	N2	N1+ N2	
Традиционный по типу пара							
Яровая пшеница:							
- зерно	8,5	9236,0	16116,0	1,7	2,5	4,2	29942,2
- солома	13,3		23062,2				
Плоскорезная обработка (вторая и третья культуры севооборота)							
Овёс:							
- зерно	15,0	7977,6	27690,0	3,5	3,7	7,2	48935,2
- солома	17,2		29222,8				
Суданская трава на зелёную массу	52,0	4225,7	90896,0	-	21,5	21,5	86670,3
Всего за севооборот		21439,3	186987,0	-	-	8,7	165547,7
Новый способ							
Яровая пшеница:							
- зерно	7,5	6448,9	14220,0	2,2	3,5	5,7	30313,1
- солома	13,0		22542,0				
Плоскорезная обработка (вторая и третья культуры севооборота)							
Овес:							
- зерно	21,0	8058,8	38766,0	4,8	4,6	9,4	68425,0
- солома	22,2		37717,8				
Суданская трава на зелёную массу	62,5	4225,7	109250,0	-	25,8	25,8	105024,3
Всего за севооборот		18733,4	222495,8	-	-	11,9	203762,4

что оба варианта обработки почвы агроэнергетически являются оправданными, так как коэффициент энергетической эффективности у них больше 1,0 ед. Наибольшая энергия, накопленная урожаем при новом способе обработки, обеспечила самый высокий коэффициент энергетической эффективности за севооборот, который составил 11,9 единиц, т.е. энергии в основной и побочной продукции накапливается значительно больше, чем расходуется на её производство.

Выводы

Проведённые исследования показали, что новый способ обработки залежных земель в условиях сухой степи Республики Хакасия является наиболее перспективным и энергетически выгодным для производства сельскохозяйствен-

ных культур, в сравнении с применяемыми традиционными технологиями.

Применение данного способа повысило урожайность культур в севообороте, обеспечило стабильное и достоверное увеличение урожайности овса (по предшественнику пшеница) и зелёной массы суданской травы (по предшественнику овёс), прибавка составила 0,6 и 3,4 т/га соответственно. Зерновой эквивалент превысил в 1,2 раза традиционный способ по типу пара.

Биоэнергетическая оценка показала по накопленной с урожаем энергии (больше в 1,2 раза), энергоёмкости продукции (снижение затрат на 12,7%) и максимальному приращению энергии (больше на 38214,7 МДж/га), что более энергетически эффективной (Кэф – на 26,9% выше) обработкой залежных земель является новый разработанный способ.

Литература

1. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика [Текст] / В.И. Кирюшин. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 472 с.
2. Коротков, В.М. Экономическая и биоэнергетическая эффективность минеральных удобрений при возделывании озимого ячменя на чернозёме выщелоченном Краснодарского края [Текст] / В.М. Коротков, Г.В. Чуварлеева, Г.М. Лесовая // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. ВНИЗ и ЗПЭ. – Курск, 2008. – С. 282–284.
3. Корчагин, В.А. Почвозащитные и влагосберегающие технологии возделывания яровых зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Заволжья [Текст] / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – №2. – С. 43–44.
4. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 287 с.
5. Савостьянов, В.К. Условия и особенности формирования агроландшафтов в степной зоне Хакасии [Текст] / В.К. Савостьянов // Докл. Россельхозакадемии. – 1995. – № 4. – С. 22–25.
6. Временные нормативно-технологические требования к вовлечению залежных земель в сельскохозяйственное производство Республики Хакасия [Текст]: реком. / Россельхозакадемия Сиб. отд. НИИ АП Хакасии; сост.: Н.В. Кутькина, Н.В. Богданов, В.П. Савкова, Е.Я. Чебочаков. – Абакан, 2012. – 10 с.
7. Способ возврата залежи и законсервированных земель сельскохозяйственного назначения в севооборот [Текст]: пат. 2331997 РФ / Лавриненко А.Т.; заявитель и патентообладатель ГНУ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии СО РАН. – № 2006139479/12, заявл. 07.11.2006; опубл. 27.08.2008, Бюл. № 24. – 4 с.
8. Ерохин, Ю.Н. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений [Текст] / Ю.Н. Ерохин, А.Ф. Неклюдов. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 1994. – С. 1–41.
9. Берзин, А.М. Агроэкономическая и биоэнергетическая оценка севооборотов и агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур [Текст]: учеб. пособие / А.М. Берзин, З.И. Михайлова. – Красноярск: КрасГАУ, 2000. – 148 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 335 с.
11. Чебочаков, Е.Я. Интенсивная технология возделывания яровой пшеницы в Хакасской автономной области [Текст]: рекомендации / Е.Я. Чебочаков, Г.А. Таскина, И.С. Антонов и др.; ВАСХНИЛ. Сиб. отд-е, Хакасская СХОС. – Абакан, 1990. – 23 с.
12. Карпенко, Е.Г. Технология возделывания суданской травы на корм и семена в Хакасской автономной области [Текст] / Е.Г. Карпенко: рекомендации / Россельхозакадемия, Сиб. отд-е, Хакасская СХОС. – Абакан, 1990. – 10 с.
13. Кадоркина, В.Ф. Усовершенствованные технологии возделывания кормовых культур для различных природно-климатических зон юга Средней Сибири [Текст]: рекомендации / В.Ф. Кадоркина, Т.П. Кызынгашева, О.М. Васильева; Российская академия сельскохозяйственных наук ГНУ НИИАП Хакасии. – Абакан, 2014. – 38 с.
14. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве [Текст]: сборник. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

References

1. Kiryushin, V.I. Ekologizaciya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika [Tekst] / V.I. Kiryushin. – M.: Izd-vo MSHA, 2000. – 472 s.
2. Korotkov, V.M. Ekonomicheskaya i bioenergeticheskaya effektivnost' mineral'nyh udobrenij pri vzdelyvanii ozimogo yachmenya na chernozyome vyshchelochennom Krasnodarskogo kraja [Tekst] / V.M. Korotkov, G.V. Chuvarleeva, G.M. Lesovaya // Intensifikaciya, resursosberezhenie i ohrana pochv v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledeliya: sb. dokl. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. VNIZ i ZPE. – Kursk, 2008. – S. 282–284.
3. Korchagin, V.A. Pochvozashchitnye i vlagosberegayushchie tekhnologii vzdelyvaniya yarovyh zernovyh kul'tur v chernozyomnoj stepi Srednego Zavolzh'ya [Tekst] / V.A. Korchagin, O.I. Goryanin // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. – 2009. – № 2. – S. 43–44.
4. Agroklimaticheskij spravochnik po Krasnoyarskomu kraju i Tuvinskoj avtonomnoj oblasti [Tekst]. – L.: Gidrometeoizdat, 1961. – 287 s.
5. Savost'yanov, V.K. Usloviya i osobennosti formirovaniya agrolandshaftov v stepnoj zone Hakasii [Tekst] / V.K. Savost'yanov // Dokl. Rossel'hozakademii. – 1995. – № 4. – S. 22–25.

6. Vremennye normativno-tekhnologicheskie trebovaniya k вовлечениyu zaleznyh zemel' v sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo Respubliki Hakasiya [Tekst]: rekom. / Rosel'hozakademiya Sib. otd. NII AP Hakasii; sost.: N.V. Kut'kina, N.V. Bogdanov, V.P. Savkova, E.Ya. Chebochakov. – Abakan, 2012. – 10 s.

7. Sposob vozvrata zalezhi i zakonservirovannyh zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v sevooborot [Tekst]: pat. 2331997 RF / Lavrinenko A.T.; zayavitel' i patentoobladatel' GNU Nauchno-issledovatel'skij institut agrarnyh problem Hakassii SO RASHN. – № 2006139479/12, zayavl. 07.11.2006; opubl. 27.08.2008, Byul. № 24. – 4 s.

8. Erokhin, Yu.N. Ekonomicheskaya i bioenergeticheskaya ocenka primeneniya udobrenij [Tekst] / Yu.N. Erokhin, A.F. Neklyudov. – Omsk: Izd-vo OMGU, 1994. – S. 1–41.

9. Berzin, A.M. Agroekonomicheskaya i bioenergeticheskaya ocenka sevooborotov i agrotekhnologij vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]: ucheb. posobie / A.M. Berzin, Z.I. Mikhajlova. – Krasnoyarsk: KrasGAU, 2000. – 148 s.

10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1973. – 335 s.

11. Chebochakov, E.Ya. Intensivnaya tekhnologiya vozdelevaniya yarovoj pshenicy v Hakasskoj avtonomnoj oblasti [Tekst]: rekomendacii / E.Ya. Chebochakov, G.A. Taskina, I.S. Antonov i dr.; VASHNIL. Sib. otd-e, Hakasskaya SHOS. – Abakan, 1990. – 23 s.

12. Karpenko, E.G. Tekhnologiya vozdelevaniya sudanskoj travy na korm i semena v Hakasskoj avtonomnoj oblasti [Tekst] / E.G. Karpenko: rekomendacii / Rossel'hozakademiya, Sib. otd-e, Hakasskaya SHOS. – Abakan, 1990. – 10 s.

13. Kadorkina, V.F. Uovershenstvovannye tekhnologii vozdelevaniya kormovyh kul'tur dlya razlichnyh prirodno-klimaticheskikh zon yuga Srednej Sibiri [Tekst]: rekomendacii / V.F. Kadorkina, T.P. Kyzyngasheva, O.M. Vasil'eva; Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk GNU NIIAP Hakasii. – Abakan, 2014. – 38 s.

14. Normativno-spravochnye materialy po planirovaniyu mekhanizirovannyh rabot v sel'skohozyajstvennom proizvodstve [Tekst]: sbornik. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2008. – 316 s.

ОБЪЯВЛЕНИЕ

В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2017 г. вышла монография

В.А. НИКОЛАЕВА, И.В. КРЯКЛИНОЙ

«ОЧИСТКА ЗЕРНА ОТ ПРИМЕСЕЙ И ЕГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СУШКА»

Монография направлена на совершенствование обработки зерна. В ней теоретически исследованы процессы сепарации зернового вороха и предварительной сушки зерна в новом комбайне. В работе также произведен расчёт полуавтоматической зерноочистительной машины, теоретически исследованы процессы очистки зернового вороха после сушки в машине с вертикально колеблющимися решётами. И.В. Кряклина выполнила 3, 4, 5, 8 и 9 разделы работы. 1, 2, 6, 7, 10–14 разделы выполнил В.А. Николаев.

Монография предназначена для научных работников, аспирантов, студентов агроинженерных специальностей и специалистов сельского хозяйства.

УДК 621.436.018; ББК 40.722; ISBN 978-5-98914-180-7; 212 стр.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, Г. ЯРОСЛАВЛЬ, ТУТАЕВСКОЕ ШОССЕ, 58,

ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru