

**A.A. RAZINA, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,
O.G. DYATLOVA, Senior Researcher**

Irkutsk Research Institute of Agriculture

14, Dachnaya St, Pivovarikha, Irkutsk District, Irkutsk Region, 664511, Russia

e-mail: gnu_iniish_nauka@mail.ru

REDUCTION OF ROOT ROT HARMFUL EFFECT BY AGROBACKGROUND AND SEED TREATMENT

There were assessed agrobackgrounds in spring wheat cultivation and wheat seed treatment in reducing harmful effect of root rot and rising yields. Recordings and observations were performed in the experimental field of the Irkutsk Research Institute of Agriculture, Irkutsk Region. Agro-backgrounds (liming, $N_{30}P_{30}K_{30}$ -compound and seed treatment with Vial Trust 0.4 l/t) were studied against the background of green manuring in a field sod-based rotation in 2013–2014. The total affection of untreated wheat seeds was 76.7% on the average for the two years. Liming and fertilization contributed to small growth in root rot propagation, e.g. by 8.2% during the phase of wheat seedlings when limed, by 2.7% when used $N_{30}P_{30}K_{30}$ -compound against the background without liming, and by 1.8% when combined with liming. Seed treatment reduced root rot propagation during the phase of seedlings in comparison to variants without treatment against different backgrounds. Without liming and fertilization, this reduction reached 9.9%, against the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$ -compound 6.6%; in the variant with liming without fertilization 7.4%, against the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$ -compound 2.7%. The same tendency was seen during the later phases of wheat development. The statistically significant increase in yield was obtained in the variants of fertilization + seed treatment (1.10 t/ha), liming + fertilization (1.13 t/ha), and with complex application of liming, fertilization and seed treatment (1.26 t/ha).

Keywords: spring wheat, root rot, liming, NPK-compound, seed treatment, yields.

УДК 631.51 (571.54)

А.К. УЛАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

670045, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Третьякова, 25з

e-mail: burniish@inbox.ru

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЧЕТЫРЕХПОЛЬНОМ ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ СУХОЙ СТЕПИ БУРЯТИИ

Показана экономическая эффективность и дана биоэнергетическая оценка систем обработки почвы в условиях сухостепной зоны Республики Бурятия. Оценку проводили в 1993–2008 гг. в длительном стационарном опыте (год закладки – 1972) в условиях богары. Изучали следующие системы обработки почвы: ежегодная вспашка на 20–22 см; ежегодная плоскорезная обработка на 20–22 см; ежегодная плоскорезная обработка на 28–30 см; ежегодная плоскорезная обработка на 12–14 см; пар с весны (плоскорезная на 12–14 см, летом глубокое рыхление на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры; комбинированная обработка в пару (с весны плоскорезная на 12–14 см и летом глубокая вспашка на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры. Опыт проведен в типичном четырехпольном севообороте (пар чистый – пшеница – овес – овес на зеленую массу). Установлено, что в данном севообороте наиболее эффективна комбинированная система обработки почвы, когда мелкие плоскорезные обработки на глубину 12–14 см

под вторую и третью культуры прерываются глубокой вспашкой в пару на 28–30 см. Указанная система обработки почвы позволяет получить 8,6–12,9 ц к.ед./га севооборотной площади, условный чистый доход 1976–2576 р./га при рентабельности 100–135 % и энергетическом коэффициенте 0,91–1,48.

Ключевые слова: зернопаровой севооборот, системы обработки почвы, система удобрений, экономическая эффективность, биоэнергетическая оценка.

Обработка почвы – весьма затратный агроприем, характеризующийся активным вторжением в природные экосистемы. Так, на обработку почвы расходуется около 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат от общего их количества при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур [1]. В связи с этим выбор оптимальной системы обработки почвы определяется уровнем интенсификации производства, а также выполнением основных функций почвообработки, среди которых выделяется функция энергосбережения и экономичности.

Исследования последних лет свидетельствует о возможности минимизации обработки почвы во всех природно-климатических зонах России и Сибири. При этом исследователи не категоричны в своих выводах о шаблонном применении той или иной системы обработки почвы и, как правило, выступают за дифференцированное применение элементов минимизации в севообороте, различные комбинации плоскорезных, безотвальных, отвальных и нулевых обработок с учетом почвенно-климатических условий, требований культурных растений и уровня интенсификации [2–9].

Весьма важным достоинством минимизации обработки почвы, помимо почвозащитного эффекта, является сокращение расхода ГСМ, амортизации техники и экономия трудовых ресурсов. По оценкам Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии, минимальные обработки в соответствующих условиях обеспечивают практически равный урожай зерновых культур в сопоставлении с отвальной вспашкой на 20–22 см, в 2 раза и более энергоемки и на 10–15 кг снижают расход горючего на 1 га обрабатываемой площади [10].

Цель исследования – определение экономической и энергетической эффективности производства растениеводческой продукции в зависимости от различных систем обработки почвы с элементами минимизации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экономико-энергетическую оценку систем обработки почвы проводили в 1993–2008 гг. в длительном стационарном опыте (год закладки – 1972) на научно-экспериментальной базе Бурятского научно-исследовательского института сельского хозяйства в условиях богары. Изучали следующие системы обработки почвы: ежегодная вспашка на 20–22 см; ежегодная плоскорезная обработка на 20–22 см; ежегодная плоскорезная обработка на 28–30 см; ежегодная плоскорезная обработка на 12–14 см; пар с весны (плоскорезная на 12–14 см, летом глубокое рыхление на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры; комбинированная обработка в пару (с весны плоскорезная на 12–14 см и летом глубокая вспашка на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры. На обработки почвы накладывались три системы удобре-

ний: без удобрений, органическая, минеральная. При органической системе в паровое поле вносили навоз 40 т/га; при минеральной – $N_{40}P_{40}$ в паровое поле, под вторые и третьи культуры – N_{60} .

Исследования проводили в типичном четырехпольном зернопаровом севообороте – пар – пшеница – овес – овес на зеленую массу. Севооборот развернут во времени и в пространстве. Площадь делянки 1500 м², учетная – 250 м², повторность трехкратная.

Почва опытного участка каштановая мучнистокарбонатная средне-мощная супесчаная, характеризующаяся неблагоприятными водно-физическими свойствами, низким содержанием гумуса (1,45 %), общего азота (0,14–0,15 %), относительно высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия (21–24 и 14,5–15,8 мг-экв./100 г почвы соответственно), $pH_{вод}$ – 7,2, сумма поглощенных оснований – 14,5–15,8 мг-экв./100 г.

Климат зоны резко континентальный. Среднегодовая сумма осадков 223 мм. Максимум приходится на вторую половину лета (55–60 %). Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований в целом были характерными для климата сухой степи Бурятии. В эти годы сильно проявлялась весенняя и раннелетняя засуха, основное выпадение осадков приходилось на июль – август (65 %).

Стоимость валовой продукции с 1 га пашни рассчитывали по среднерыночным ценам 2005 г. в расчете на 1 т овса. Прямые производственные затраты по выращиванию культур севооборотов, а также дополнительные затраты, связанные с выполнением агротехнических мероприятий в паровых полях и применением средств защиты растений и удобрений, рассчитаны по типовым технологическим картам, рекомендованным Бурятским НИИСХом хозяйствам республики. Расход и стоимость семян определяли по нормам высева семян, принятыми зональной системой земледелия Бурятии для сухостепной зоны [11]. Затраты на удобрения и средства защиты растений установлены по действующим на 2005 г. оптовым ценам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Бурятия. При биоэнергетической оценке руководствовались методическими рекомендациями Сибирского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При рассмотрении экономической эффективности различных систем обработки почвы в четырехпольном зернопаровом севообороте в среднем за четвертую–седьмую ротации видно, что наибольший выход кормовых единиц и соответственно стоимость валовой продукции на единицу площади обеспечивает комбинированная система обработки почвы, при которой мелкие плоскорезные обработки по полям севооборота прерываются глубокой вспашкой в пару на 28–30 см (табл. 1). При этом преимущество комбинированной системы более значительно по сравнению с различными плоскорезными системами, чем ежегодная отвальная вспашка. Так, стоимость продукции при комбинированной системе обработки почвы по неудобренному фону составила 3440 р., на органическом – 4520 и минеральном – 5160 р., что на 23,7; 18,0 и 14,7 %

Таблица 1

**Экономическая эффективность различных систем обработки почвы
(на 1 га севооборотной площади)**

Система обработки почвы	Система удобрений	Выход кормовых единиц, т/га	Стоимость продукции, р./га	Прямые затраты, р./га	Условный чистый доход, р./га	Себестоимость 1 т к.ед., р.	Рентабельность, %
Ежегодная вспашка на 20–22 см	Без удобрений	0,83	3320	1447	1873	1743	129
	Органическая	1,08	4320	1804	2516	1670	139
	Минеральная	1,24	4960	2563	2397	2067	94
Плоскорезная обработка на 20–22 см	Без удобрений	0,69	2760	1386	1379	2009	99
	Органическая	0,95	3800	1741	2059	1833	118
	Минеральная	1,11	4440	2498	1942	2250	78
Ежегодная плоскорезная обработка на 28–30 см	Без удобрений	0,71	2840	1419	1421	1998	100
	Органическая	1,00	4000	1775	2225	1775	125
	Минеральная	1,16	4640	2536	2104	2186	83
Ежегодная плоскорезная обработка на 12–14 см	Без удобрений	0,67	2680	1302	1378	1943	106
	Органическая	0,90	3600	1661	1939	1846	117
	Минеральная	1,07	4280	2435	1845	2276	76
Пар с весны (плоскорезная на 12–14 см, летом глубокое рыхление на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры	Без удобрений	0,71	2840	1403	1437	1976	102
	Органическая	0,98	3920	1766	2154	1802	122
	Минеральная	1,16	4640	2531	2109	2182	83
Комбинированная обработка в пару (с весны плоскорезная на 12–14 см и летом глубокая вспашка на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры	Без удобрений	0,86	3440	1461	1979	1699	135
	Органическая	1,13	4520	1823	2697	1613	150
	Минеральная	1,29	5160	2584	2576	2003	100
НСР ₀₅		0,14		383		186	16

выше, чем в среднем по различным плоскорезным обработкам. Несмотря на самые высокие прямые затраты при возделывании зерновых культур в зернопаровом севообороте по комбинированной системе обработки почвы, здесь на создание 1 т растениеводческой продукции требуется наименьшее количество материальных и трудовых ресурсов. Так, себестоимость 1 т к.ед. при комбинированной системе обработки почвы составила 1979 р. на неудобренном варианте, 1613 – при внесении в паровое поле 40 т/га навоза, 2003 р. – при минеральной системе применения удобрений, что соответственно на 2,5; 3,4 и 3,1 % меньше, чем при ежегодной

отвальной вспашке, и на 14,3; 11,1 и 10,0 % меньше, чем в среднем при различных вариантах ежегодных плоскорезных обработок. Условный чистый доход при данной системе обработки почвы составил 1979–2697 р., что несколько выше, чем при ежегодной отвальной вспашке (на 106–181 р.) и значительно больше в среднем по различным вариантам плоскорезных систем обработки почвы (на 295–603 р.). Рентабельность производства продукции растениеводства более высока также при комбинированной системе обработки почвы – 100–135 %.

Ежегодная отвальная система обработки почвы в среднем за годы исследований незначительно уступала комбинированной за счет относительно высокого выхода продукции (практически равного комбинированной обработке) и превосходила по большинству показателей ежегодные плоскорезные системы обработки почвы.

Несмотря на наименьшие затраты при возделывании культур севооборота при плоскорезных системах обработки почвы, здесь наиболее высокая себестоимость 1 т к.ед., минимальный условный чистый доход и низкая рентабельность производства.

Применение органических и минеральных удобрений повышает выход продукции растениеводства с единицы площади севооборота, увеличивает условный чистый доход. Однако высокая стоимость промышленных удобрений, высокие затраты на их внесение не окупаются произведенной продукцией и прибавкой урожая от минерального удобрения. Себестоимость 1 т к.ед. в среднем по вариантам возрастает на минеральном фоне относительно неудобреного на 14,0 %, рентабельность производства падает в абсолютном значении на 26 %. Напротив, применение навоза в паровом поле в дозе 40 т/га довольно эффективно. Данная система удобрений хотя и увеличивает общие затраты на производство продукции растениеводства (в среднем по вариантам на 360 р.), но их окупаемость прибавкой урожая позволяет снизить себестоимость 1 т к.ед. относительно контроля на 7,4 %. При этом условный чистый доход увеличивается на 732 р./га, рентабельность повышается на 17 % относительно неудобреной системы в среднем по вариантам систем обработки.

Проведенная биоэнергетическая оценка различных систем обработки почвы подтверждает, что наилучшие показатели по производству растениеводческой продукции на 1 га севооборотной площади также имеет комбинированная система обработки (табл. 2). При данной системе обработки почвы наибольший выход энергии урожая с учетом побочной продукции (22276–35316 МДж) и приращения энергии (10610–21082 МДж), самая низкая энергетическая себестоимость 1 ц к.ед. (1103–1357 МДж) и лучший энергетический коэффициент эффективности произведенных затрат (0,91–1,48). Данные показатели энергетической оценки комбинированной системы обработки почвы несколько превосходят вариант с ежегодной отвальной вспашкой и значительно – различные ежегодные плоскорезные системы. Так, если соотношение приращения валовой энергии с урожаем к затратам энергии на его создание при комбинированной системе обработки почвы по сравнению с ежегодной отвальной вспашкой увеличивается на 5,8–10,1 %, то относительно ежегодных плоскорезных обработок – в среднем на 25,2–59,0 %.

Таблица 2

**Биоэнергетическая оценка различных систем обработки
(на 1 га севооборотной площади)**

Система обработки почвы	Система удобрений	Затраты совокупной энергии	Выход энергии с учетом побочной продукции	Приращение валовой энергии	Энергетическая себестоимость 1 ц к.ед., р.	Энергетический коэффициент
		МДж				
Ежегодная вспашка на 20–22 см	Без удобрений	11714	21750	10036	1411	0,86
	Органическая	14714	29380	14666	1362	0,99
	Минеральная	14280	34037	19757	1152	1,38
Плоскорезная обработка на 20–22 см	Без удобрений	11539	18075	6536	1672	0,57
	Органическая	14540	25621	11081	1531	0,76
	Минеральная	14107	30322	16215	1271	1,15
Ежегодная плоскорезная обработка на 28–30 см	Без удобрений	11655	18387	6732	1642	0,58
	Органическая	14657	26843	12186	1466	0,83
	Минеральная	14218	31341	17123	1226	1,20
Ежегодная плоскорезная обработка на 12–14 см	Без удобрений	11350	17622	6272	1694	0,55
	Органическая	14351	23867	9516	1595	0,66
	Минеральная	13918	29362	15444	1301	1,11
Пар с весны (плоскорезная на 12–14 см, летом глубокое рыхление на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры	Без удобрений	11499	18383	6834	1620	0,59
	Органическая	14501	26609	12108	1480	0,83
	Минеральная	14067	31954	17887	1213	1,27
Комбинированная обработка в пару (с весны плоскорезная на 12–14 см и летом глубокая вспашка на 28–30 см) и плоскорезная на 12–14 см под вторую и третью культуры	Без удобрений	11666	22276	10610	1357	0,91
	Органическая	14667	30584	15917	1298	1.09
	Минеральная	14234	35316	21082	1103	1,48
НСР ₀₅		2617	1073		0,11	

Среди ежегодных плоскорезных систем худшие показатели биоэнергетической оценки имел вариант с ежегодными мелкими обработками, хотя здесь отмечены наиболее низкие совокупные затраты энергии на создание урожая. Несколько лучше энергетические показатели складываются на вариантах глубокого рыхления как ежегодного, так и проведенного в пару, что особенно отчетливо проявляется на удобренных фонах.

Применение удобрений в севообороте, несмотря на возрастающие энергозатраты, значительно улучшают показатели энергетической оценки производства продукции растениеводства. При этом минеральная система удобрений более эффективна, чем органическая, как в затратной части, так и в приходной. В целом органическая система удобрений в среднем по вариантам опыта увеличивает выход энергии на 39,8 %, приращение энергии на 60,5, энергетический коэффициент на 27, снижает энергетическую себестоимость 1 ц к.ед. на 7,1 %, минеральная обработка по этим показателям – на 65,4; 128,6; 87,9 и 22,7 % соответственно.

ВЫВОДЫ

1. В условиях сухой степи Бурятии в типичном четырехпольном зернопаровом севообороте лучшие показатели экономической эффективности и биоэнергетической оценки складываются при комбинированной системе обработки почвы.

2. Различные плоскорезные системы обработки почвы наиболее материально- и энергозатратны при создании 1 т к.ед. Здесь отмечаются минимальный условный чистый доход, низкая рентабельность производства и меньший энергетический коэффициент.

3. Применение минеральных удобрений в зернопаровом севообороте невыгодно с экономических позиций. Себестоимость 1 т к.ед. в среднем по вариантам возрастает на 14 %, рентабельность производства падает на 26 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никляев В.С. Ресурсосберегающие интенсивные технологии производства полевых культур в Центральном нечерноземье // Итоги НИР Государственного университета по землеустройству в 1996–2000 гг. – М.: ГУЗ, 2000. – 140 с.
2. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.
3. Каличкин В.К. Минимальная обработка в Сибири: проблемы и перспективы // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 24–26.
4. Солодун В.И. Механическая обработка почвы и ее научное обоснование в Предбайкалье. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2009. – 203 с.
5. Уланов А.К., Батудаев А.П., Бохиев В.Б., Цыбилов Б.Б. Обработка почвы и продуктивность зернопарового севооборота в сухой степи Бурятии // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 29–31.
6. Храмов И.Ф., Кошелев Б.С. Экономическая оценка технологий, применяемых в зерновом производстве Западной Сибири // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 27–28.
7. Колинко П.В., Синещев В.Е. Агроэкологическая эффективность минимальных агротехнологий на оподзоленных черноземах // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 18–24.
8. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Шоба В.Н., Иодко Л.Н. Экономические аспекты интенсификации технологий возделывания зерновых культур в лесостепи Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 20–28.
9. Сордонова М.Н. Изменение плодородия эродированной каштановой почвы в связи с длительным сельскохозяйственным использованием // Сохранение и развитие агрохимиче-

- ского наследия академика Д.Н. Прянишникова в Сибири: VII Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения, посвященные 150-летию Д.Н. Прянишникова. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1. – С. 255–258.
10. **Почвозащитные** технологии и современные малозатратные технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур: реком. – М.: Росинформагротех, 2001. – 28 с.
11. **Система** земледелия Бурятской АССР: реком. БурНИИСХ. – Новосибирск, 1989. – 332 с.
12. **Неклюдов А.Ф., Киньшакова В.Д., Копейкин О.В.** Биоэнергетическая оценка севооборотов: метод. реком. СибНИИСХ. – Новосибирск, 1993. – 36 с.

Поступила в редакцию 08.10.2015

A.K. ULANOV, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Buryat Research Institute of Agriculture

25z, Tretyakova St, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, 670045, Russia

e-mail: burniish@inbox.ru

**ECONOMIC AND ENERGY ASSESSMENT
OF SOIL TILLAGE SYSTEMS
IN FOUR-COURSE GRAIN/FALLOW ROTATION
IN DRY STEPPE OF BURYATIA**

Economic efficiency and bio-energy assessments of soil tillage systems under conditions of the dry steppe zone of the Republic of Buryatia are given. The assessments were performed in 1993–2008 in a long-term field experiment established in 1972 using the scientific and experimental facilities of the Buryat Research Institute of Agriculture under rainfed conditions. The following tillage systems were studied: annual plowing to the 20–22-cm depth; annual boardless plowing to the 20–22-cm depth; annual boardless plowing to the 28–30-cm depth; annual boardless plowing to the 12–14-cm depth; fallow since spring time (boardless plowing to the 12–14-cm depth, summer deep loosening to the 28–30-cm depth) and boardless plowing to the 12–14-cm depth to the second and third crops; combined tillage in the fallow (spring boardless plowing to the 12–14-cm depth and summer deep plowing to the 28–30-cm depth) and boardless plowing to the 12–14-cm depth to the second and third crops. The experiment was carried out in a typical four-course rotation (bare fallow – wheat – oats – oats for green mass). It has been found that the most effective technique for this crop rotation is a combined soil tillage system, when shallow boardless plowings to the 12–14-cm depth to the second and third crops are interrupted by deep plowing in the fallow to the 28–30-cm depth. This tillage system allows us to obtain 8.6–12.9 centners per ha to the unit of rotation area, conditional net income of 1976–2576 rubles per ha with profitability of 100–135% and energy coefficient of 0.91–1.48.

Keywords: grain/fallow rotation, tillage system, fertilizer system, cost-efficiency, bio-energy assessment.