

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РОТАЦИИ ЗЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF CROPS GRAIN CROP ROTATION WHEN USING DIFFERENT METHODS FOR TILLAGE OF LIGHT GRAY FOREST SOILS, FERTILIZERS AND BIOPREPARATION IN VOLGA-VYATKA REGION

Богомолова Ю.А. — кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник
Саков А.П. — кандидат с.-х. наук, директор НИИ Нижегородский
Ивенин А.В. — кандидат с.-х. наук, доцент, ст. научный сотрудник

Нижегородский НИИСХ — филиал ФГБНУ «Федеральный
аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»
607686, Россия, Нижегородская область, Кстовский район,
с.п. Селекционной Станции, д.38
E-mail: nnovniish@rambler.ru, a.v.ivenin@mail.ru

Изучено влияние различных ресурсосберегающих систем обработки светло-серой лесной почвы и применения удобрений и биопрепарата Стимикс®Нива на энергетическую и экономическую эффективность выращивания сельскохозяйственных культур в зерновом севообороте Волго-Вятского региона. Полевой опыт заложен в 2014 году на поле отдела земледелия и кормопроизводства ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ». Установили, что на фоне естественного плодородия светло-серой лесной почвы Волго-Вятского региона максимальным коэффициентом энергетической эффективности отличается вариант с безотвальной «мелкой» обработкой почвы (K — 3,10). Применение традиционной технологии, безотвальной «глубокой» и минимальной приводит к снижению данного показателя до 2,93–2,96; а при использовании нулевой обработки почвы энергетический коэффициент — до минимального значения (2,21). Варианты опыта, где по всем обработкам серой лесной почвы за ротацию звена зернового севооборота применяли биопрепарат Стимикс®Нива по неудобренному фону, являются самыми окупаемыми, энергетические коэффициенты K составляют 3,10–3,40. Рентабельность производства зерна за ротацию звена зернового севооборота в условиях Волго-Вятского региона по глубоким системам обработки наименьшая по фону с использованием минеральных удобрений (62,3–77,4%). Со снижением глубины обработки почвы рентабельность по удобренным вариантам растет. Технология нулевого посева значительно повышает себестоимость производства сельскохозяйственной продукции за ротацию звена зернового севооборота в условиях Волго-Вятского региона в сравнении с механическими обработками, уровень рентабельности — самый низкий по всем изучаемым вариантам полевого опыта — 27,2–50,3%. Наибольшую рентабельность производства зерна за ротацию звена зернового севооборота обеспечивает минимальная обработка почвы на фоне применения биопрепарата Стимикс®Нива без минеральных удобрений, рентабельность составляет 136,8%. На светло-серой лесной почве в Волго-Вятском регионе в ротации зернового севооборота необходимо внедрять минимальную, ресурсосберегающую систему обработки дисковой бороной с использованием биопрепаратов. Технология No-till не обеспечивает возможность ведения расширенного воспроизводства сельскохозяйственной продукции в условиях Волго-Вятского региона.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, энергетический коэффициент, экономическая эффективность, рентабельность, звено севооборота, озимая пшеница, яровая пшеница, соя, минеральные удобрения, солома, биопрепарат, полевой опыт.

Bogomolova Y.A. — Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Sakov A.P. — Candidate of Agricultural Sciences, Director of Nizhny Novgorod Research Institute

Ivenin A.V. — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture Branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky" Nizhny Novgorod Region 607686 Russia,
E-mail: nnovniish@rambler.ru, a.v.ivenin@mail.ru

There was studied an impact of resource-saving methods for tillage of light gray forest soils and application of fertilizers and biopreparation StiMiX®Niva on energy and economic efficiency of cultivation of crops in grain crop rotation in Volgo-Vyatka region. The field test was carried out at Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture in 2014. The maximum coefficient of energy efficiency was found in the test with surface tillage (K — 3.10). The deep tillage technique decreased this indicator to 2.9–2.96. The energy coefficient in the test with no-till technique was 2.21. Energy coefficients in the tests with the use of StiMiX®Niva were 3.10–3.40. The profitability of grain production per grain crop rotation link after the deep tillage technique was the lowest in comparison with the use of mineral fertilizers (62.3–77.4%). As the depth of tillage reduced, the profitability increased. No-till technique significantly increased the cost of agricultural products per grain crop rotation link in comparison with the mechanical tillage, the profitability was the lowest (27.2–50.3%). The greatest profitability was obtained with the minimal tillage with the use of StiMiX®Niva (136.8%). The light gray forest soil in Volgo-Vyatka region needs minimal resource-saving tillage with disk harrow together with the application of StiMiX®Niva. No-till technique does not provide expanded reproduction of crops in Volgo-Vyatka region.

Keywords: energy efficiency, energy coefficient, economic efficiency, profitability, crop rotation link, winter wheat, spring wheat, soybean, mineral fertilizers, straw, biopreparation, field experience.

Введение

Главным и основным показателем для ведения агро-бизнеса в конкретном регионе является экономическая эффективность выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур. Только если вложенные затраты на производство единицы продукции растениеводства будут окупаться и приносить доход, только тогда товаропроизводитель будет заниматься производством данной сельскохозяйственной продукции. Для ведения «расширенного воспроизводства» необходима 70% рентабельность производства, позволяющая дальнейший экономический рост хозяйства [6, 7]. В настоящее время при постоянном росте цен на ГСМ, электроэнергию, минеральные удобрения, средства защиты растений, семена высоких репродукций, все большее значение для снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции играет применение ресурсосберегающих технологий обработки почвы, использование соломы в качестве органического удобрения, замена хотя бы части химических средств защиты растений на более дешевые биологические. Несомненно, экономически более эффективным является использование земли и выращивание сельскохозяйственных культур в системе севооборотов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10]. Показатели экономической оценки выращивания сельскохозяйственных культур должны отражать как продуктивность земли, так и окупаемость трудовых и денежно-материальных затрат.

В настоящее время наряду с традиционными методами оценки эффективности сельскохозяйственного производства все большее значение приобретает метод энергетической оценки, принимающий во внимание количество энергии, затраченной на производство сельскохозяйственной продукции и аккумулированной в ней. Его применение позволяет наиболее точно учитывать и в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только энергию живого и овеществленного труда на технологические процессы и операции, но и получаемой энергии в конечной продукции растениеводства. С помощью энергетической оценки выращивания сельскохозяйственных культур можно более точно сравнивать различные технологии производства продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов, определение структуры энергии и выявление главных резервов экономии технической энергии в земледелии. Для оценки энергетической эффективности возделывания культур используется энергетический коэффициент: отношение биологической энергии полученной продукции с одного гектара к полной совокупной энергии затрат на возделывание культур на одном гектаре [7, 8, 9].

Цель исследований заключается в изучении влияния различных ресурсосберегающих систем обработки светло-серой лесной почвы и применения удобрений и биопрепарата Стимикс®Нива на энергетическую и экономическую эффективность выращивания сельскохозяйственных культур в зерновом севообороте Волго-Вятского региона.

Материал и методы

Полевой опыт по изучению ресурсосберегающих систем обработки почвы под посевы сельскохозяйственных культур в зерновом севообороте заложен в 2014 году на поле отдела земледелия и кормопроизводства ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ».

Почва опытного участка светло-серая лесная, pH_{KCl} 5,6, содержание гумуса — 1,5%, обменного калия — 140 мг/кг, подвижного фосфора — 253 мг/кг, гидролитическая кислотность — 2,8 мг-экв./100 г почвы, сумма обменных оснований — 11,5 мг-экв./100 г почвы, среднесуглинистая по гранулометрическому составу. Повторность — четырехкратная, учетная площадь участка — 132 м². Расположение вариантов систематическое. Использовали сельскохозяйственную технику: культиватор КБМ-4,2 НУС (Ярославич), ПН-3-35, дисковая боро-

на XM 44660 NOTHAD, стерневой культиватор Pottinger, сеялка Sunflower 9421–20 (No-till). Уборку урожая проводили комбайном с измельчителем соломы Сампо-1500 сплошным способом.

Наблюдения и расчеты осуществляли в звене зернового севооборота:

1. Пшеница озимая.
2. Соя на зерно.
3. Пшеница яровая.

Все растительные остатки после уборки сельскохозяйственных культур остаются в поле. Минеральные удобрения вносят общим фоном под предпосевную культивацию в дозе (NPK)60 кг/га д.в. Внесение аммиачной селитры и биопрепарата проводят поверхностно сразу после уборки возделываемых культур.

Схема опыта включает 5 систем обработки светло-серой лесной почвы (фактор А):

- I. Традиционная отвальная обработка (контроль):
 1. зяблевая вспашка ПН-3-35 на 20–22 см;
 2. ранневесеннее боронование;
 3. культивация на глубину 10–12 см;
 4. предпосевная обработка на глубину заделки семян;
 5. сев.
- II. Безотвальная «глубокая» обработка:
 1. зяблевая вспашка ПН-3-35 (без отвалов) на 20–22 см;
 2. ранневесеннее боронование;
 3. культивация на глубину 10–12 см;
 4. предпосевная обработка на глубину заделки семян;
 5. сев.
- III. Безотвальная «мелкая» обработка:
 1. обработка стерневым культиватором Pottinger на глубину 14–16 см;
 2. ранневесеннее боронование;
 3. культивация на глубину 10–12 см;
 4. предпосевная обработка на глубину заделки семян;
 5. сев.
- IV. Минимальная обработка:
 1. послеуборочная обработка почвы дисковой бороной XM 44660 NOTHAD на глубину 10–12 см;
 2. ранневесеннее боронование;
 3. предпосевная обработка на глубину заделки семян;
 4. сев.
- V. Нулевая обработка (No-till):
 1. сев с прикатыванием односекционной сеялкой Sunflower 9421–20;

По каждой системе обработки почвы изучается влияние минеральных удобрений, соломы и биопрепарата (фактор В) по следующей схеме:

1. Солома без удобрений (контроль);
2. Солома + фон (N60P60K60);
3. Солома + фон + N (аммиачная селитра) 10 кг на 1 т соломы;
4. Солома + фон + биопрепарат Стимикс®Нива;
5. Солома + биопрепарат Стимикс®Нива;

Результаты и их обсуждение

Эффективность любых агротехнических приемов можно оценить выходом продукции с гектара пашни. Результаты исследований показывают, что различные системы обработки почвы в среднем незначительно сказываются на урожайности сельскохозяйственных культур. Однако можно отметить положительное влияние минимальной обработки, проведенной дисковой бороной XM 44660 NOTHAD, на выход зерна пшеницы озимой с 1 га пашни. Другие изучаемые системы обработки почвы по уровню урожайности зерна пшеницы озимой не уступают традиционной вспашке и находятся в пределах 2,79–2,99 т/га.

Система нулевой обработки почвы обеспечивает урожайность в среднем по вариантам удобрений, незначительно уступающую отвальной вспашке (на 0,02 т/га), что связано с конкурентной способностью озимых зерновых культур.

Наиболее весомые прибавки урожая получены при использовании удобрений. Возделывание пшеницы озимой без удобрений (контроль) обеспечивает урожайность зерна на уровне 1,49–2,02 т/га, при этом наименьшие значения получены при нулевой системе обработки почвы, а наибольшие — при безотвальной «мелкой» обработке, где в качестве почвообрабатывающего орудия использовали культиватор стерневой Pottinger. Внесение фоновых удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивает урожайность пшеницы озимой на 1,32–1,99 т/га при каждой изучаемой технологии. Такие же прибавки получены и при совместном использовании полных минеральных и биологического удобрений, что указывает на отсутствие влияния биопрепарата Стимикс®Нива на формирование и налив зерна. Аналогичная закономерность проявилась и при обработке им соломы в чистом виде; достоверная прибавка от его использования отмечается лишь при традиционной вспашке на глубину 20–22 см (0,26 т/га при $HCP_{05} = 0,21$ т/га).

Максимальная урожайность зерна пшеницы озимой — 3,48–4,60 т/га — получена в варианте 3, где кроме фоновых удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ была внесена аммиачная селитра в дозе 10 кг/т соломы. Это указывает на высокую отзывчивость озимых культур к уровню азотного питания. При этом наибольшие значения отмечены при проведении традиционной отвальной вспашки, а наименьшие — при безотвальной «мелкой» обработке почвы (табл. 1).

Наибольшая урожайность сои в вариантах без применения удобрений получена по глубоким системам обработки почвы — 1,39–1,41 т/га. Неглубокие и поверхностные обработки почвы с применением стерневого культиватора Pottinger и дисковой бороны XM 44660 NOTHAD привели к существенному снижению выхода зерна с 1 га пашни (на 0,24–0,29 т/га). Отказ от механических обработок (No-till) — значительно ухудшает условия произрастания сои, в результате чего урожайность сои в контрольном варианте снижалась до уровня 0,40 т/га — в 3,5 раза в сравнении с культурной вспашкой.

Применение минеральных и биоудобрений способствовало достоверному увеличению урожайности сои относительно неудоженных вариантов при всех способах обработки почвы. При этом наибольшую прибавку урожая обеспечивают фоновые удобрения и их сочетания с N_{10} и биопрепаратом.

Лучшая отзывчивость сои на улучшение питательного режима почвы проявилась по безотвальной «мелкой» и

Таблица 1.

Влияние систем обработок почвы и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота, 2015–2017 годы, т/га

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Урожайность, т/га		
		пшеница озимая	соя	пшеница яровая
1. Традиционная	Контроль	1,65	1,41	1,87
	Фон	2,97	1,86	3,41
	Фон + N_{10}	4,60	1,84	3,13
	Фон + БП	2,91	1,75	3,02
	БП	1,91	1,63	2,06
2. Безотвальная «глубокая»	Контроль	1,75	1,39	1,78
	Фон	3,32	1,87	3,41
	Фон + N_{10}	4,53	2,04	3,32
	Фон + БП	3,51	1,82	3,28
	БП	1,82	1,63	1,93
3. Безотвальная «мелкая»	Контроль	2,02	1,12	1,87
	Фон	3,47	1,81	3,73
	Фон + N_{10}	3,48	1,96	3,99
	Фон + БП	3,22	1,83	3,37
	БП	1,93	1,71	1,84
4. Минимальная	Контроль	1,80	1,15	1,69
	Фон	3,79	1,60	3,68
	Фон + N_{10}	4,27	2,17	3,44
	Фон + БП	3,73	2,20	3,52
	БП	2,03	1,77	1,89
5. Нулевая	Контроль	1,49	0,40	1,23
	Фон	3,42	0,48	3,28
	Фон + N_{10}	4,18	0,85	2,99
	Фон + БП	3,57	0,70	2,69
	БП	1,30	0,74	1,17
HCP_{05}	Фактор А	0,21	0,07	0,24
	Фактор В	0,21	0,07	0,22

минимальной системы обработки почвы: здесь прибавка урожая к контролю составила 0,69–1,05 т/га.

Применение аммиачной селитры и биопрепарата в чистом виде также оказывают положительное влияние на выход зерна сои с единицы площади, в результате чего урожайность здесь увеличивалась на 13–54%.

Внесение минеральных удобрений и биопрепарата по системе «прямого» посева увеличивает урожайность сои на 0,08–0,45 т/га. Тем не менее, использование различных доз удобрений не позволило по данной технологии достичь уровня урожайности, полученного в контрольном варианте при отвальной вспашке, убыль составила 0,56–0,93 т/га зерна сои (табл. 1).

Традиционная обработка почвы с оборотом пласта и безотвальная «глубокая» позволяют получить урожай-

Таблица 2.

Энергетическая и экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в звене севооборота: пшеница озимая – соя – пшеница яровая, 2015–2017 годы

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Энергетическая эффективность			Экономическая эффективность		
		энергия урожая: пшеница озимая – соя – пшеница яровая, МДж	затраты совокупной энергии: пшеница озимая – соя – пшеница яровая, МДж	коэффициент энергетической эффективности: пшеница озимая – соя – пшеница яровая	общая стоимость затрат на производство: пшеница озимая – соя – пшеница яровая, руб./га	общая стоимость валовой продукции: пшеница озимая – соя – пшеница яровая, руб./га	общая рентабельность производства: озимая пшеница – соя – пшеница яровая, %
1. Традиционная	Контроль	88774	30342	2,93	39213,9	84540,0	115,6
	Фон	118370	54291	2,18	76369,0	132360,0	73,3
	Фон + N ₁₀	169414	67739	2,50	91163,9	147960,0	62,3
	Фон + БП	138054	55276	2,49	76041,9	123660,0	62,6
	БП	100702	31811	3,17	42885,9	96540,0	125,1
2. Безотвальная «глубокая»	Контроль	88319	29876	2,96	39364,9	84060,0	113,5
	Фон	154308	54041	2,86	78189,1	136860,0	75,0
	Фон + N ₁₀	175552	67526	2,60	91273,8	155400,0	70,3
	Фон + БП	154049	56177	2,74	80082,4	136080,0	69,9
	БП	96710	31176	3,10	41790,9	93900,0	124,7
3. Безотвальная «мелкая»	Контроль	89611	29321	3,06	39799,9	80280,0	101,7
	Фон	161869	53664	3,02	78352,2	100700,0	28,5
	Фон + N ₁₀	169769	66648	2,55	84652,1	148440,0	75,4
	Фон + БП	151167	54630	2,77	77261,6	133980,0	73,4
	БП	98230	30608	3,21	41413,3	96540,0	133,1
4. Минимальная	Контроль	83059	28305	2,93	38148,8	76380,0	100,2
	Фон	162366	52939	3,07	79783,5	137640,0	72,5
	Фон + N ₁₀	175945	66126	2,66	88849,5	157620,0	77,4
	Фон + БП	169150	54487	3,10	81404,7	153000,0	87,9
	БП	101927	29972	3,40	42283,7	100140,0	136,8
5. Нулевая	Контроль	55502	25159	2,21	34157,3	44640,0	30,7
	Фон	128284	50011	2,57	74550,0	94800,0	27,2
	Фон + N ₁₀	141883	63024	2,25	84114,7	111540,0	32,6
	Фон + БП	123341	50997	2,42	75373,3	96120,0	27,5
	БП	57372	26479	2,17	34491,8	51840,0	50,3

ность зерна пшеницы яровой в контрольном варианте 1,78–1,87 т/га. Внесение минеральных удобрений достоверно увеличивает показатель в 1,3–1,9 раза, при этом максимальная прибавка (по отношению к абсолютному контролю) наблюдается на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ — 1,54 т/га, а урожайность пшеницы яровой составляет 3,41 т/га.

Минимальная и нулевая системы обработки почвы на естественном агрофоне приводят к снижению урожая культуры на 0,18–0,64 т/га в сравнении с традиционной обработкой почвы. Но если использование технологии no-till даже при внесении удобрений дает самую низкую прибавку урожая зерна пшеницы яровой — 1,41 т/га (по сравнению с аналогичными вариантами на фоне остальных обработок почвы), то зяблевая послеуборочная обработка почвы дисковой бороной ХМ 44660 NOTHAD на глу-

бину 10–12 см на фоне минеральных удобрений позволяет получить 3,68 т/га зерна пшеницы яровой, что на 0,27 т/га выше в сравнении с таковым на фоне безотвальной «глубокой» и традиционной обработок почвы.

Применение стернового культиватора Pottinger соизмеримо в контроле с эффектом от традиционной обработки почвы (урожайность пшеницы яровой — 1,87 т/га). Однако при внесении удобрений, а также при их сочетании с аммиачной селитрой (N₁₀) урожайность зерна пшеницы яровой достигает 3,73 и 3,99 т/га соответственно. Кроме того, вариант с использованием биопрепарата для обработки растительных остатков более эффективен по влиянию на урожайность зерна на минеральном фоне, чем в чистом виде вне зависимости от вида обработки почвы (табл. 1).

Оценить как отдельные приемы технологии, так и всю технологию возделывания сельскохозяйственных культур в звене севооборота в целом, с точки зрения расхода энергетических ресурсов, позволяет энергетическая оценка. Затраты совокупной энергии в полевом опыте определяли на основе технологических карт с помощью энергетических эквивалентов. При расчете использовали данные по содержанию энергии в основной и побочной продукции в соответствии с методическими рекомендациями по биоэнергетической оценке производства продукции растениеводства [7, 8, 9].

Согласно результатам энергетической оценки эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур в звене зернового севооборота на 1 га посевной площади наименьшие затраты 25159–30342 МДж совокупной энергии отмечаются на неудобренном фоне и при использовании биопрепарата в чистом виде — 26479–31811 МДж. При использовании минеральных удобрений затраты возрастают, прежде всего, за счет их внесения, эксплуатации машин и оборудования, ГСМ. Самыми высокими значениями затраченной совокупной энергии при ротации звена зернового севооборота отличаются варианты «фон+N₁₀» и «фон+БП» — 650997–67739 МДж (табл. 2).

Влияние систем основной обработки светло-серой лесной почвы на энергетические показатели не столь значительное, но при этом отмечено, что максимальными затратами совокупной энергии отличаются варианты полевого опыта с традиционной обработкой с оборотом пласта — 30342–67739 МДж. Далее происходит снижение затрат совокупной энергии в ряду от безотвальной «глубокой» обработки почвы к минимальной и нулевой (затраты на которую самые низкие — 25159–63024 МДж) (табл. 2).

Энергия урожая находится в прямой зависимости от уровня урожайности сельскохозяйственных культур за ротацию звена зернового севооборота. Поскольку наи-

большая совокупная урожайность сельскохозяйственных культур по всем изучаемым системам обработки почвы отмечается в вариантах с применением фоновых удобрений в дозе ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и их сочетании с аммиачной селитрой (N_{10}) и биопрепаратом, то и энергия, накопленная в урожае, также в 1,6–2,7 раза выше в этих вариантах в сравнении с контрольными.

Обобщающим показателем энергетической эффективности является энергетический коэффициент, который определяется как отношение валовой энергии в урожае к затратам совокупной энергии на его производство.

На фоне естественного плодородия почвы максимальным коэффициентом энергетической эффективности отличался вариант с безотвальной «мелкой» обработкой почвы ($K = 3,10$). Применение традиционной технологии, безотвальной «глубокой» и минимальной приводит к снижению данного показателя до 2,93–2,96; а при использовании нулевой обработки почвы энергетический коэффициент снижается до минимального значения — 2,21.

Исследования показали, что самыми окупаемыми вариантами с энергетической точки зрения являются варианты полевого опыта, где по всем обработкам серой лесной почвы за ротацию звена зернового севооборота применялся биопрепарат Стимикс@Нива по неудобренному фону, энергетические коэффициенты составили величину K , равную 3,10–3,40. При использовании технологии No-till наиболее окупаемыми стали варианты полевого опыта, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ ($K = 2,57$) и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ с совместным применением биопрепарата ($K = 2,42$) (табл. 2).

Основными критериями оценки целесообразности применения агротехнических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур служат экономические показатели, характеризующие их хозяйственную выгоду и окупаемость за счет полученного урожая.

Как видно из приведенных данных в таблице 2, наименьшая общая стоимость затрат на производство пшеница озимая — соя на зерно — пшеница яровая по годам исследований выявлена по вариантам полевого опыта, где не применяли минеральные удобрения. Применение фоновых минеральных удобрений по всем изучаемым системам обработки светло-серой лесной почвы значительно увеличивает общие затраты на производство зерна по сравнению с неудобренным фоном, аммиачной селитрой и биопрепаратом. Технология No-till обеспечивает наименьшие совокупные затраты производства зерна по всем изучаемым вариантам полевого опыта, как с использованием, так и без применения минеральных удобрений. Наибольшую стоимость валовой продукции за ротацию звена зернового севооборота обеспечивают варианты полевого опыта с совместным применением минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ и аммиачной селитры N_{10} — 111540,0–155400,0 руб./а (табл. 2). Однако применение минеральных удобрений, как отдельно, так и совместно с биопрепаратом не окупается более весомой прибавкой урожая зерна в ротации звена зернового севооборота (пшеница озимая — соя — пшеница яровая). Цены реализации зерна сельскохозяйственных культур берем из расчета сложившихся в Нижегородской области в годы производства: пшеница — 12 руб./кг, соя — 30 руб./кг.

Анализируя показатели рентабельности производства зерна, следует отметить, что по глубоким системам обработки почвы наименьшие ее значения отмечаются по фону минеральных удобрений (62,3–77,4%). Со снижением глубины обработки рентабельность по удобренным вариантам растет. Отдельно стоит отметить техно-

логию нулевого посева, где низкая урожайность зерна сельскохозяйственных культур по годам исследований значительно повышает себестоимость производства продукции в сравнении с механическими обработками, уровень рентабельности — самый низкий по всем изучаемым вариантам полевого опыта — 27,2–50,3%. Наибольшую рентабельность производства зерна за ротацию звена зернового севооборота обеспечивает минимальная обработка почвы на фоне применения биопрепарата Стимикс@Нива, без минеральных удобрений. Рентабельность составляет 136,8%.

Таким образом, с экономической точки зрения на светло-серой лесной почве в Волго-Вятском регионе необходимо внедрять в сельскохозяйственное производство минимальную, ресурсосберегающую систему обработки дисковой бороной в ротации зернового севооборота с более широким использованием биопрепаратов. Однако необходимо отметить, что все системы обработки почвы обеспечивают возможность ведения расширенного воспроизводства зерна. Технология No-till не обеспечивает возможность ведения расширенного воспроизводства сельскохозяйственной продукции в условиях Волго-Вятского региона.

Заключение

На фоне естественного плодородия светло-серой лесной почвы Волго-Вятского региона максимальным коэффициентом энергетической эффективности отличается вариант с безотвальной «мелкой» обработкой почвы ($K = 3,10$). Применение традиционной технологии, безотвальной «глубокой» и минимальной приводит к снижению данного показателя до 2,93–2,96; а при использовании нулевой обработки почвы энергетический коэффициент снижается до минимального значения — 2,21. Варианты полевого опыта, где по всем обработкам серой лесной почвы за ротацию звена зернового севооборота применялся биопрепарат Стимикс@Нива по неудобренному фону, являются самыми окупаемыми, энергетические коэффициенты K составляют 3,10–3,40.

Рентабельность производства зерна за ротацию звена зернового севооборота в условиях Волго-Вятского региона по глубоким системам обработки наименьшая по фону с использованием минеральных удобрений (62,3–77,4%). Со снижением глубины обработки почвы рентабельность по удобренным вариантам растет. Технология нулевого посева значительно повышает себестоимость производства сельскохозяйственной продукции за ротацию звена зернового севооборота в условиях Волго-Вятского региона в сравнении с механическими обработками, уровень рентабельности — самый низкий по всем изучаемым вариантам полевого опыта — 27,2–50,3%. Наибольшую рентабельность производства зерна за ротацию звена зернового севооборота обеспечивает минимальная обработка почвы на фоне применения биопрепарата Стимикс@Нива без минеральных удобрений, рентабельность составляет 136,8%.

На светло-серой лесной почве в Волго-Вятском регионе в ротации зернового севооборота необходимо внедрять минимальную, ресурсосберегающую систему обработки дисковой бороной с использованием биопрепаратов. Все изучаемые системы обработки почвы обеспечивают возможность ведения расширенного воспроизводства зерна. Технология No-till не обеспечивает возможность ведения расширенного воспроизводства сельскохозяйственной продукции в условиях Волго-Вятского региона.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Божков Д.В. Влияние комплексных удобрений на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы на черноземе обыкновенном карбонатном ростовской области / Д.В. Божков, О.А. Бирюкова // <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2150>.
2. Борин А.А. Обработка почвы в севообороте / А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощинина // Земледелие. — 2013. — № 2. — С. 20–22.
3. Заикин В. П. Научные основы севооборотов Волго-Вятского региона / В. П. Заикин, В. В. Ивенин // Учебное пособие. — Нижегород. гос. с.-х. академия, Н. Новгород, 2002. — 99 с.
4. Ивенин В.В. Влияние минимизации обработки почв на урожайность яровых зерновых культур и зараженность их корневыми гнилями / В.В. Ивенин, Е.В. Михалев, А.В. Ивенин, С.М. Голубев // Земледелие. — 2009. — № 1. — С. 28–29.
5. Ивенин В.В. Эффективность возделывания пшеницы яровой на фоне полного минерального удобрения при внедрении ресурсосберегающей технологии No-till в зернотравяном севообороте на светло-серых лесных почвах Нижегородской области / В.В. Ивенин, Е.В. Михалев, В.А. Кривенков // Аграрная наука. — 2017. — № 11–12. — С. 22–25.
6. Пилипенко Н.Г. Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в полевом севообороте / Н.Г. Пилипенко, В.Н. Днепровская // Земледелие. — 2012. — № 4. — С. 29–30.
7. Ревякин Е.Л. Пути снижения затрат энергии при вспашке / Е.Л. Ревякин, В.Г. Просвирин // Земледелие. — 1990. — № 3. — С. 53–55.
8. Удалов, А.В. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства (учебное пособие) / А.В. Удалов, А.П. Авдиенко, А.М. Струк, В.В. Удалов, М.А. Збраилов. — пос. Персиановский, ФГОУ ВПО «Донской ГАУ». — 2008. — 103 с.
9. Чудиновских В.М. Пути снижения энергоемкости вспашки / В.М. Чудиновских // Земледелие. — 1998. — № 1. — С. 50–52.
10. No-Till — шаг к идеальному земледелию (сберегающее земледелие для России): Уч.-метод. пособие. — М.: Народное образование, 2006. — 122 с.

■ REFERENCES

1. Bozhkov D.V. Effect of complex fertilizers on the growth, development and productivity of winter wheat on chernozem in the ordinary carbonate Rostov region / D.V. Bozhkov, O.A. Biryukov // <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2150>.
2. Borin A.A. Soil cultivation in crop rotation / A.A. Borin, O.A. Korovin, A.E. Loshchinina // Zemledeli. — 2013. — № 2. — P. 20–22.
3. Zaikin V.P. Scientific foundations of crop rotation of the Volga-Vyatka region / V.P. Zaikin, V.V. Ivenin // Textbook. — Nizhegorod. state. academy, N. Novgorod, 2002. — 99 p.
4. Ivenin V.V. Influence of minimization of soil treatment on the yield of spring crops and their contamination by root rot. Ivenin, E.V. Mikhalev, A.V. Ivenin, S.M. Golubev // Agriculture. — 2009. — № 1. — P. 28–29.
5. Ivenin V.V. Efficiency of spring wheat cultivation against the background of full mineral fertilizer with the introduction of resource-saving No-till technology in grain-crop rotation on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region / V.V. Ivenin, E.V. Mikhalev, V.A. Krivenkov // Agrarian Science. — 2017. — № 11–12. — P. 22–25.
6. Pilipenko N.G. Efficiency of resource-saving technologies of presowing tillage in field crop rotation / N.G. Pilipenko, V.N. Dnieper // Agriculture. — 2012. — № 4. — P. 29–30.
7. Revyakin E.L. Ways to reduce energy costs during plowing / E.L. Revyakin, V.G. Prosvirin // Zemledeli. — 1990. — № 3. — P. 53–55.
8. Udalov, A.V. Fundamentals of bioenergetic assessment of crop production (textbook) / A.V. Udalov, A.P. Avdienko, A.M. Struk, V.V. Udalov, M.A. Zbrailov. — Settlement. Persianovsky, FSEI HPE «Donskoy GAU». — 2008. — 103 p.
9. Chudinovskikh V.M. Ways to reduce the power consumption of plowing / V.M. Chudinovskikh // Agriculture. — 1998. — № 1. — P. 50–52.
10. No-till — a step towards ideal agriculture (saving agriculture for Russia): Uch.-method. allowance. — Moscow: Public Education, 2006. — 122 c.

СОБЫТИЯ • СОБЫТИЯ • СОБЫТИЯ • СОБЫТИЯ • СОБЫТИЯ •

Новые нормы в ЕС помогут российским производителям удобрений



Страны ЕС готовятся к принятию новых регламентов, устанавливающих предельное содержание кадмия в фосфатных удобрениях. Из всех крупных поставщиков таких удобрений на европейский рынок только Россия располагает масштабными запасами фосфатов с содержанием кадмия, отвечающим новым европейским стандартам, многие производители удобрений из других стран будут вынуждены уйти с европейского рынка.

«Мы обладаем самым высококачественным фосфатным сырьем в мире. В нем практически отсутствуют такие тяжелые

металлы, как кадмий», — говорит генеральный директор ПАО «ФосАгро» Андрей Гурьев.

Залежи фосфатной породы встречаются в двух формах: магматической и осадочной. Магматические по происхождению породы образовались при охлаждении расплавленной вулканической магмы и содержат небольшое количество вредных примесей тяжелых металлов, таких как кадмий (Cd). Осадочные породы формировались на протяжении длительного периода времени и содержат больше примесей Cd. Из всех стран мира только Бразилия, несколько африканских государств, Канада, Финляндия, Россия, Египет, Иордания и Сирия обладают коммерчески значимыми магматическими фосфатными отложениями с низким содержанием Cd. По данным Всемирной продовольственной организации ООН (ФАО), за последние 10 лет за счет таких магматических отложений было обеспечено лишь около 10–20% всего мирового производства фосфатов. После введения новых норм по кадмию российским производителям фосфатов будет значительно легче завоевать европейский рынок.

