

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**А.В. Ивенин, Ю.А. Богомолова, А.П. Саков**

Реферат. Исследования проводили с целью поиска новых технологических и технических решений, обеспечивающих экономическую эффективность ведения земледелия, стабилизацию и повышение урожайности сельскохозяйственных культур за ротацию зернового севооборота в условиях юго-востока Волго-Вятского региона. Полевой опыт был заложен в 2014 г. в Нижегородской области в севообороте со следующим чередованием культур: горчица на семена – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – горох – овёс. Схема опыта предусматривала изучение систем обработки почвы (фактор А), отличающихся способами основной зяблевой обработки. На их фоне определяли влияние минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и деструкторов растительных остатков (фактор В) – аммиачная селитра в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы и биопрепарат Стимикс®Нива. Использование всех изучаемых системы обработки почвы и минеральных удобрений с деструкторами соломы позволяет вести расширенное сельскохозяйственное производства. Наименьший уровень его рентабельности выявлен в варианте с традиционной системой обработки почвы с использованием плуга с отвалами – 99,3 %, что на 34,6 % ниже, чем при проведении в качестве основной обработки почвы дискования (133,9 %). Средний уровень рентабельность производства зерна по технологии No-till за ротацию севооборота составил 123,3 %, что на 24,0 % выше, чем в варианте с традиционной обработкой, и на 10,6 % ниже, по сравнению с ресурсосберегающей технологии с применением дисковой бороны. Самую высокую в опыте абсолютную рентабельность производства зерна за ротацию шестипольного севооборота в условиях юго-востока Волго-Вятского региона обеспечила технология прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ совместно с применением биопрепарата Стимикс®Нива – 170,9 %.

Ключевые слова: рентабельность, урожайность, зерновой севооборот, деструктор соломы, биопрепарат Стимикс®Нива, система обработки почвы, технология No-till.

Введение. Один из основных показателей эффективности сельскохозяйственного производства – прибыль, обеспечивающая ведение расширенного производства, что возможно при уровне рентабельности не менее 70 %. Только если вложенные затраты на производство единицы продукции будут окупаться и приносить доход, сельхозтоваропроизводитель будет заниматься возделыванием той или иной культуры.

Для повышения рентабельности растениеводческой продукции необходимо осваивать новые технологии: внедрять ресурсосберегающие системы обработки почвы с использованием современной широкозахватной техники [1, 2], применять солому в качестве органического удобрения [3, 4], использовать современные высокоэффективные химические средства защиты растений, с заменой их части на более дешевые биологические, которые, помимо защитного действия, обеспечивают более быстрое разложение пожнивных остатков предшествующих культур [5, 6, 7], выращивание сельскохозяйственных культур в системе севооборотов с учетом их биологических особенностей [8, 9].

Цель исследований – поиск новых технологических и технических решений, повышающих экономическую эффективность сельскохозяйственного производства в условиях юго-востока Волго-Вятского региона.

Условия, материалы и методы исследований. Полевой эксперимент был заложен в 2014 г. на опытном поле Нижегородского НИИСХ. Почва опытного участка светло-серая лесная среднесуглинистая по грануло-

метрическому составу, содержание подвижного фосфора и калия (по Кирсанову, ГОСТ 26207-84) – соответственно 253 и 140 мг/кг, гумуса (по Тюрину, ГОСТ 26213-91) – 1,5 %, pH_{KCl} (ГОСТ 26483-85) – 5,6 ед. Общая площадь делянки – 192 м², учетная – 132 м². Расположение вариантов – систематическое. Повторность четырехкратная. Учет урожая проводили сплошным методом, поделочно с пересчетом на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

Исследования выполняли в зерновом севообороте со следующим чередованием культур: горчица на семена – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – горох – овёс. В 2014 г. горчицу белую использовали для уравнительного посева, учет количественных показателей по этой культуре проводили в 2020 г. В опыте высевали сорт горчицы белой Радуга, озимой пшеницы – Московская-39, сои – Светлая, яровой пшеницы – Эстер, гороха – Красивый, овса – Яков.

Всю солому после уборки предшествующих культур измельчали и оставляли в поле. Деструкторы соломы (аммиачная селитра в дозе 10 кг д. в. на 1 т соломы и биопрепарат Стимикс®Нива в дозе 2 л/га) вносили поверхностно сразу после уборки предшествующей культуры опрыскивателем ОП-18. В состав препарата Стимикс®Нива входят агрономически важные штаммы различных микроорганизмов, выступающих антагонистами патогенных бактерий и грибов.

Схема опыта включала изучение 5 систем обработки почвы (фактор А), отличающихся способами основной зяблевой обработки: тра-

диционная отвальная обработка – вспашка плугом ПН-3-35 на 20...22 см; безотвальная «глубокая» обработка – вспашка плугом без отвалов на 20...22 см; безотвальная «мелкая» обработка – обработка чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 M на 14...16 см; минимальная обработка – обработка дисковой бороной Discover ХМ 44660 nothad на 10...12 см; технология No-till – прямой посев сеялкой Sunflower 9421-20.

Система предпосевной обработки почвы под зерновые культуры (за исключением варианта с технологией No-till) включала ранневесеннее боронование БЗСС-1,0 на 4...6 см; культивацию КБМ-4,2 на 10...12 см; предпосевную обработку АКШ-4,2 на 4...6 см.

На фоне каждой системы обработки почвы изучали влияние минеральных удобрений, деструкторов соломы и пожнивных остатков (фактор В): солома без удобрений; солома + N₁₀ (10 кг д.в. на 1 т соломы предшествующей культуры); солома + N₆₀P₆₀K₆₀; солома + N₆₀P₆₀K₆₀ + N₁₀ (10 кг д.в. на 1 т соломы предшествующей культуры); солома + N₆₀P₆₀K₆₀ + Стимикс®Нива (2 л/га); солома + Стимикс®Нива (2 л/га). Минеральные удобрения вносили согласно схеме исследований под весеннюю культивацию.

Экономическую эффективность производства рассчитывали согласно разработанным технологическим картам под каждую культуру севооборота и методическим указаниям по расчету экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ для условий Северо-Востока Европейской части РФ [10]. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы статистической обработки Statist.

Для анализа влияния изучаемых факторов на продуктивность севооборота урожайность сельскохозяйственных культур приводили к единому знаменателю – кормовой единице, эквивалентной 1 кг зерна овса. При пересчете исходили из того, что 1 т основной продукции (зерна) озимой и яровой пшеницы содержит 1,14 тыс. корм. ед.; сои – 1,31 тыс.; гороха – 1,18 тыс.; овса – 1,0 тыс.; горчицы белой – 0,98 тыс. Вариант с N₁₀ (10 кг д.в. на 1 т соломы предшествующей культуры) был введен в схему полевого опыта в 2015 г., поэтому при анализе суммарной продуктивности севооборота за ротацию его не учитывали.

Цены реализации продукции растениеводства определяли как сложившиеся в годы проведения полевого опыта в Нижегородской области: пшеницы – 15 руб./кг; сои – 45 руб./кг; гороха – 12 руб./кг; овса – 10 руб./кг; горчицы – 35 руб./кг. Экономическая эффективность производства зерна зерновых культур за ротацию севооборота рассчитывали без учета применения аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы.

Анализ и обсуждение результатов. Глубокие обработки почвы, выполняемые плугом, как с отвалами, так и без обеспечивали самую высокую в опыте продуктивность севооборота – 15,93 и 15,97 тыс. корм. ед./га соответственно, что на 0,14...5,47 тыс. корм. ед./га выше, чем по другим изучаемым системам обработки почвы, благодаря созданию более близких к оптимальным, для роста и развития растений, агрофизических и агрохимических показателей плодородия почвы.

При использовании технологии No-till отмечена самая низкая продуктивность за ротацию севооборота на уровне 10,50 тыс. корм. ед./га. Это было обусловлено резким снижением урожайности зернобобовых культур: средняя продуктивность сои была ниже, чем на фоне других изучаемых систем обработки почвы, на 267,5...283,8 %; гороха – на 191,2...221,3 % (см. табл. 1).

При этом в варианте с выращиванием сельскохозяйственных культур по технологии No-till с применением биопрепарата Стимикс®Нива на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ продуктивность севооборота составляла 14,99 тыс. корм. ед./га, а уровень рентабельности был самым высоким в опыте – 170,9 % (табл. 1, 2). Использование Стимикс®Нива в качестве деструктора соломы позволило при прямом посеве на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ не только обеспечить разложение соломы и пожнивных остатков, накопившихся в верхнем слое почвы за годы исследований, но и активизировать биологические процессы посредством более быстрого развития микрофлоры как находившейся в почве, так и внесенной с биопрепаратом. В итоге это способствовало повышению доступности элементов минерального питания растениям.

Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ позволило увеличить продуктивность культур севооборота, по сравнению с естественным плодородием почвы (10,51...11,52 тыс. корм. ед./га) до 17,02...18,68 тыс. корм. ед./га. Степень их влияния на урожайность культур и продуктивность севооборота возрастала с уменьшением глубины обработки почвы. Так, на фоне зяблевой вспашки плугом с отвалами и без них на глубину 20...22 см этот прием обеспечил рост продуктивности севооборота, по сравнению с неудобренным фоном (естественное плодородие), на 51,2 % (6,23 тыс. корм. ед./га) и 56,4 % (6,55 тыс. корм. ед./га) соответственно; на фоне чизельной обработки на глубину 14...16 см и дискования на 10...12 см – на 68,7 % (6,68 тыс. корм. ед./га) и 64,5 % (7,04 тыс. корм. ед./га) соответственно; на фоне технологии No-till – на 104,6 % (6,76 тыс. корм. ед./га).

Применение биопрепарата Стимикс®Нива способствовало увеличению средней продуктивности культур севооборота по фактору В, как на фоне естественного плодородия почвы (на 1,01 тыс. корм. ед./га), так и при внесении минеральных удобрений (на 0,04 тыс. корм. ед./га). На наш взгляд, это объясняется акти-

Таблица 1 – Влияние систем обработки почвы и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборота (2015–2020 гг.), тыс. корм. ед./га

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Озимая пшеница	Соя	Яровая пшеница	Горох	Овес	Горчица белая	Продуктивность севооборота за ротацию
Традиционная	солома	1,88	1,85	2,13	2,73	3,34	0,24	12,17
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-*	2,10	2,79	3,19	3,85	0,36	-*
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,39	2,44	4,47	2,94	4,65	0,51	18,40
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	5,24	2,41	3,57	3,26	4,82	0,40	19,70
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	3,32	2,29	3,44	2,93	4,42	0,43	16,83
	солома + Стимикс®Нива	2,18	1,86	2,35	3,04	3,64	0,30	13,37
	среднее	3,20	2,20	3,03	3,01	4,12	0,37	15,93
Безотвальная «глубокая»	солома	2,00	1,82	2,03	2,31	3,18	0,27	11,61
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-	2,40	2,59	3,01	3,88	0,33	-
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,78	2,45	3,89	3,00	4,58	0,46	18,16
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	5,16	2,67	3,78	2,93	4,89	0,51	19,94
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	4,00	2,38	3,74	2,81	4,36	0,38	17,67
	солома + Стимикс®Нива	2,07	2,14	2,20	2,27	3,75	0,27	12,70
	среднее	3,41	2,31	3,04	2,73	4,11	0,37	15,97
Безотвальная «мелкая»	солома	2,30	1,47	2,13	2,41	2,81	0,26	11,38
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-	1,79	2,58	2,57	3,54	0,40	-
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,96	2,37	4,25	2,83	4,14	0,51	18,06
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	3,97	2,57	4,55	3,04	4,56	0,46	19,15
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	3,67	2,40	3,84	3,01	3,93	0,45	17,30
	солома + Стимикс®Нива	2,20	2,24	2,10	2,15	3,23	0,26	12,18
	среднее	3,21	2,14	3,24	2,67	3,70	0,39	15,35
Минимальная	солома	2,05	1,51	1,93	2,22	2,93	0,27	10,91
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-	1,93	2,64	2,19	3,33	0,34	-
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,32	2,10	4,20	2,87	4,07	0,39	17,95
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	4,87	2,84	3,92	3,16	4,74	0,57	20,10
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	4,25	2,88	4,01	2,86	4,11	0,41	18,52
	солома + Стимикс®Нива	2,31	2,32	2,15	2,30	3,76	0,30	13,14
	среднее	3,57	2,27	3,15	2,60	3,82	0,38	15,79
Нулевая (No-till)	солома	1,70	0,52	1,40	1,01	1,67	0,16	6,46
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-	0,64	1,69	0,57	1,53	0,31	-
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,90	0,63	3,74	1,63	2,87	0,45	13,22
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	4,77	1,11	3,41	1,43	3,12	0,70	14,54
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	4,07	0,92	3,07	2,64	3,78	0,51	14,99
	солома + Стимикс®Нива	1,48	0,97	1,33	0,87	1,15	0,08	5,88
	среднее	3,18	0,80	2,44	1,36	2,35	0,37	10,50

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Среднее	солома	1,98	1,43	1,93	2,14	2,79	0,24	10,51
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы	-	1,77	2,46	2,30	3,23	0,35	-
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,86	1,99	3,99	2,66	4,06	0,46	17,02
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	4,80	2,32	3,84	2,76	4,43	0,53	18,68
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	3,86	2,17	3,63	2,84	4,12	0,44	17,06
	солома + Стимикс®Нива	2,05	1,97	2,03	2,12	3,11	0,24	11,52
	среднее	3,31	1,94	2,98	2,47	3,62	0,38	14,70
HCP ₀₅	фактор А	0,24	0,09	0,27	0,17	0,29	0,04	-
	фактор В	0,24	0,09	0,25	0,20	0,32	0,06	-
	факторов АВ	1,58	1,07	0,64	0,60	0,67	0,12	-

*вариант в 2015 г. отсутствовал

визацией и оптимизацией биологических свойств почвы при его использовании.

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

Наименьшие в опыте общие затраты на производство зерна отмечены в вариантах без использования минеральных удобрений – 51132,6...101069,1 руб./га. Внесение N₆₀P₆₀K₆₀ по всем системам обработки светло-серой лесной почвы увеличивало общие затраты на производства зерна, по сравнению с неудобренным фоном. Наименьшие совокупные затраты на производства зерна по всем изучаемым вариантам полевого опыта, как с использованием, так и без применения минеральных удобрений отмечены в варианте с технологией No-till – в среднем 68091,3 руб./га. Это на 53724,7 руб./га меньше, чем при традиционной системе обработки почвы, и на 36449,6 руб./га, по сравнению с ресурсосберегающей технологией с использованием дискования в качестве основной обработки почвы. Наибольшая стоимость валовой продукции по изучаемым системам обработки почвы зафиксирова-

на в варианте с совместным применением минеральных удобрений и аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы – 216370,0...306410,0 руб./га.

При использовании всех изучаемых в опыте систем обработки почвы в сочетании с применением минеральных удобрений и деструкторов соломы возможно ведение расширенного сельскохозяйственного производства. Наименьший в опыте уровень рентабельности зафиксирован при традиционной системе обработки почвы – 99,3 % (см. табл. 2), что на 34,6 % ниже, чем в варианте с дисковой боронной (133,9 %).

Средний уровень рентабельность производства зерна за ротацию зернового севооборота при прямом посеве составил 123,3 %, что на 24,0 % выше, чем на фоне традиционной обработки почвы, и на 10,6 % ниже, по сравнению с ресурсосберегающей технологией производства с применением дисковой боронной. Такая относительно высокая рентабельность сложилась благодаря выручке от реализации зерна озимой пшеницы, урожайность которой в первый год применения технологии No-till была высокой (см. табл.1). В варианте с этой технологией в сочетании с применением N₆₀P₆₀K₆₀ и биопрепарата Стимикс®Нива от-

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур за ротацию зернового севооборота

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Затраты на производство, руб./га	Выручка руб./га	Уровень рентабельности, %
Традиционная	солома	101069,1	185770,0	83,8
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	91513,2	192600,0	110,5
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	140152,9	273980,0	95,5
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	146405,4	294420,0	101,1
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	141812,1	257060,0	81,3
	солома + Стимикс®Нива	109943,2	211110,0	92,0
	среднее	121816	242790,0	99,3
Безотвальная «глубокая»	солома	83373,6	180620,0	116,6
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	79123,1	197700,0	149,9
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	142002,9	277830,0	95,7
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	150328,0	306410,0	103,8
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	138661,8	269560,0	94,4
	солома + Стимикс®Нива	79955,3	199940,0	150,1
	среднее	112240,8	246127,0	119,3

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Безотвальная «мелкая»	солома	85846,9	170780,0	98,9
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	74553,2	171460,0	130,0
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	122872,8	277850,0	126,1
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	133655,9	293260,0	119,4
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	129777,7	267200,0	105,9
	солома + Стимикс®Нива	66704,41	197090,0	195,5
	среднее	102235,1	232327,0	127,2
Минимальная	солома	69260,3	165760,0	139,3
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	67124,14	168820,0	151,5
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	125482,4	267910,0	113,5
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	150215,3	313160,0	108,5
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	130882,2	292590,0	123,6
	солома + Стимикс®Нива	84281,4	210300,0	149,5
	среднее	104540,9	244523,0	133,9
Нулевая (No-till)	солома	51132,6	91770,0	79,5
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	49887,3	76510,0	53,4
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	84533,9	183460,0	117,0
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	85119,9	216370,0	154,2
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	76875,3	208280,0	170,9
	солома + Стимикс®Нива	60998,7	93530,0	53,3
	среднее	68091,3	152053,3	123,3
Среднее	солома	78136,5	158870,0	103,3
	солома + 10 кг д.в N на 1 т соломы*	72440,2	161450,0	122,9
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	123009,0	255800,0	108,0
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 10 кг д.в на 1 т соломы	133144,9	284630,0	113,8
	солома + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Стимикс®Нива	123601,8	259120,0	109,6
	солома + Стимикс®Нива	80376,6	182650,0	127,2

*без данных по озимой пшенице в 2015 г.

мечена и самая высокая рентабельность в полевом опыте – 170,9 %.

В среднем по способам обработки почвы самую высокую рентабельность производства зерна за ротацию севооборота обеспечило применение в качестве деструктора соломы Стимикс®Нива соломы на фоне естественного плодородия почвы – 127,2 %, что на 4,3...23,9 % выше, чем в других вариантах.

Выводы. С экономической точки зрения на светло-серой лесной почве в условиях юго-востока Волго-Вятского региона целесообразно рекомендовать распространение в сельскохозяйственном производстве ресурсосберега-

ющих систем основной обработки почвы с использованием дисковой борона Discover ХМ 44660 nothad на глубину 10...12 см в сочетании с применением аммиачной селитры (10 кг на 1 т соломы) и биопрепарата Стимикс®Нива в качестве деструкторов соломы.

Наибольшую рентабельность производства растениеводческой продукции в почвенно-климатических условиях Нижегородской области (170,9 %) обеспечивает технология No-till в сочетании с использованием минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀, средств защиты растений и биопрепарата Стимикс®Нива в качестве деструктора соломы.

Литература

1. Ивенин В. В., Михалев Е. В., Кривенков В. А. Эффективность возделывания пшеницы яровой на фоне полного минерального удобрения при внедрении ресурсосберегающей технологии No-till в зернотравном севообороте на светло-серых лесных почвах Нижегородской области // *Аграрная наука*. 2017. № 11-12. С. 22–25.
2. Пилипенко Н. Г., Днепровская В. Н. Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в полевом севообороте // *Земледелие*. 2012. № 4. С. 29–30.
3. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России / Л. М. Козлова, Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова и др. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 3 (58). С. 43–48.
4. Application of the main elements of resource-saving environmentally safe technologies in the cultivation of spring grain crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia / L. M. Kozlova, F. A. Popov, E. N. Noskova, et al. // *Problems of intensification of animal husbandry taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles*. Warsaw: Institute of technology and science Valenth, 2018. P. 67–74.
5. Hallam M. J., Bartholomen W. V. Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter // *Soil Sci. Soc. Amer. Prok*. 2003. № 17. P. 365–368.
6. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review / P. Vejan, R. Abdullah, T. Khadiran, et al. // *Molecules*. 2016. Vol. 21. P. 1–17. doi:10.3390/molecules21050573

7. Дзюин А. Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 1 (62). С. 58–64.

8. Антонов В. Г., Ермолаев А. П. Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почвы в севооборотах // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 4 (65). С. 87–92.

9. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона / В. В. Ивенин, А. В. Ивенин, К. В. Шубина и др. // *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 3 (6). С. 27–31.

10. Методические указания по расчету экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ для условий Северо-Востока европейской части РФ. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2008. 66 с.

Сведения об авторах:

Ивенин Алексей Валентинович – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; e-mail: a.v.ivenin@mail.ru

Богомолова Юлия Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; e-mail: djuliya.bogomolova@yandex.ru

Саков Александр Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, директор; e-mail: nnovniish@rambler.ru
Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Нижегородская область, Россия

ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTIVATION OF GRAIN CROPS DEPENDING ON TILLAGE SYSTEMS AND FERTILIZER APPLICATION

A.V. Ivenin , Y.A. Bogomolov, A.P. Sakov

Abstract. The research was carried out in order to find new technological and technical solutions that ensure the economic efficiency of farming, stabilization and increase of crop yields due to the rotation of grain crop rotation in the conditions of the southeast of the Volga-Vyatka region. The field experience was established in 2014 in the Nizhny Novgorod region. Scientific research was carried out in the grain crop rotation: 1. mustard for seeds 2. winter wheat; 3. soy; 4. spring wheat; 5. peas; 6. oats. The scheme of the experiment included 5 tillage systems (factor A), which differ in the methods of the main finish tillage. For each tillage system, the effect of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and destructors of plant residues (ammonium nitrate at a dose of 10 kg a.i. per 1 ton of straw and the biological product Stimix@Niva) was determined (factor B). All the studied tillage systems and applied mineral fertilizers with straw destructors allow for expanded agricultural production. The lowest conditional profitability of production was found for the traditional tillage system using a plow with dumps - 99.3 %, which is 34.6% lower than the conditional profitability in the field experiment variants using disking as the main autumn tillage - which provides the highest average conditional profitability of 133.9 %. The average conditional profitability of grain production using the No-till technology for the rotation of the grain crop rotation was 123.3 %, which is 24.0 % higher than the conditional profitability of traditional tillage and 10.6 % lower than that of the resource-saving technology of agricultural production using a disc harrow. At the same time, the direct sowing technology provides the highest absolute profitability of grain production for the rotation of a six-field crop rotation in the conditions of the southeast of the Volga-Vyatka region when cultivating crops according to $N_{60}P_{60}K_{60}$ background together with the use of the biological product Stimix@Niva – 170.9 %.

Keywords: profitability, productivity, grain crop rotation, straw destructor, Stimix@Niva biological product, tillage system, No-till technology.

References

1. Ivenin VV, Mikhalev EV, Krivenkov VA. [The efficiency of spring wheat cultivation against the background of complete mineral fertilization with the introduction of resource-saving technology No-till in grain-grass crop rotation on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region]. *Agrarnaya nauka*. 2017; (11-12): 22-25 p.

2. Pilipenko NG, Dneprovskaya VN. [The effectiveness of resource-saving technologies for pre-sowing soil cultivation in field crop rotation]. *Zemledelie*. 2012; (4): 29-30 p.

3. Kozlova LM, Popov FA, Noskova EN. [Improved resource-saving technology of soil cultivation and the use of biological products for spring crops in the central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2017; 3 (58): 43-48 p.

4. Kozlova LM, Popov FA, Noskova EN. [Application of the main elements of resource-saving environmentally safe technologies in the cultivation of spring grain crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Problems of intensification of animal husbandry taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles*. Warsaw: Institute of technology and science Valenth. 2018; 67 -74 p.

5. Hallam MJ, Bartholomen WV. [Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter]. *Soil Sci. Soc. Amer. Prok*. 2003; (17): 365-368 p.

6. Vejan P, Abdullah R, Khadiran T. [Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review]. *Molecules*. 2016; 21: 1-17 p. doi:10.3390/ molecules21050573

7. Dzyuin AG. [Influence of straw in crop rotation on the number of microorganisms and biological activity of the soil]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2018; 1 (62): 58-64 p.

8. Antonov VG, Ermolaev AP. [The effectiveness of long-term use of minimal methods of soil cultivation in crop rotation]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2018; 4 (65): 87-92 p.

9. Ivenin VV, Ivenin AV, Shubina KV. [Comparative efficiency of technologies for cultivation of grain crops in the link of crop rotation on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region]. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2018; 3 (6): 27-31 p.

10. Metodicheskie ukazaniya po raschetu ekonomicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom khozyaistve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh rabot dlya uslovii Severo-Vostoka evropeiskoi chasti RF. [Methodological guidelines for calculating the economic efficiency of using the results of scientific research in agriculture for the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka. 2008; 66 p.

Authors:

Ivenin Aleksey Valentinovich - Doctor of Agricultural sciences, senior researcher; e-mail: a.v.ivenin@mail.ru

Bogomolova Yulia Aleksandrovna – Ph.D. of Agricultural sciences, senior researcher; e-mail: djuliya.bogomolova@yandex.ru

Sakov Aleksandr Petrovich – Ph.D. of Agricultural sciences, Director; e-mail: nnovniish@rambler.ru

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - a branch of Federal Agrarian Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, Nizhny Novgorod Region, Russia.