

Научная статья
УДК 631.51

Применение современных ресурсосберегающих технологий и их сравнительная оценка при возделывании яровой пшеницы на светло-серых почвах Волго-Вятского региона

Валентин Васильевич Ивенин, Владимир Лазаревич Строкин,
Наталья Алексеевна Минеева, Наталья Николаевна Шершнева,
Ксения Вячеславовна Шубина
Нижегородская ГСХА

Аннотация. Цель исследования – выявление известных и новых, более эффективных, ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы в направлении повышения урожайности, рентабельности производства этой культуры в звене зернотравяного севооборота. Исследование проведено в 2018–2020 гг. По результатам исследования наивысшая влажность почвы в слое 0–30 см при технологии Mini-till на фоне с внесением минеральных удобрений составляла 18,1 %. Наивысшая плотность почвы при технологии No-till на фоне с внесением и без внесения минеральных удобрений была равна 1,33 и 1,35 г/см³ соответственно, что на 7 и 5 % выше, чем в рамках традиционной технологии при тех же условиях. Изучены уровни пораженности болезнями и засоренности посевов в зависимости от технологии выращивания и фона минерального питания. Наибольший процент поражения корневыми гнилями отмечен при технологии No-till на фоне без внесения минеральных удобрений – 1,9 %, мучнистой росой – 7,4 %, бурой ржавчиной – 7,7 %. Более высокая урожайность яровой пшеницы получена при традиционной технологии на фоне с внесением минеральных удобрений – 2,92 т/га, на фоне без внесения минеральных удобрений – 2,45 т/га. Наименьшая урожайность установлена при технологии No-till: на фоне с внесением минеральных удобрений – 2,12 т/га, на фоне без внесения минеральных удобрений – 1,47 т/га. Вместе с тем технология No-till продемонстрировала наивысший процент уровня рентабельности и на фоне с внесением минеральных удобрений, и без их внесения – 108 и 137 % соответственно.

Ключевые слова: яровая пшеница, технология возделывания, традиционная, No-till, Mini-till, фон минерального питания, урожайность, рентабельность.

Для цитирования: Применение современных ресурсосберегающих технологий и их сравнительная оценка при возделывании яровой пшеницы на светло-серых почвах Волго-Вятского региона / В.В. Ивенин, В.Л. Строкин, Н.А. Минеева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 34–39.

Original article

Application of modern resource-saving technologies and their comparative assessment in the cultivation of spring wheat on light gray soils of the Volga-Vyatka region

Valentin V. Ivanin, Vladimir L. Strokin, Natalya A. Mineeva, Natalya N. Shersneva, Ksenia V. Shubina
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Abstract. The purpose of the study is to identify known and new, more efficient, resource-saving technologies for the cultivation of spring wheat in the direction of increasing yields, the profitability of the production of this crop in the link of grain-grass crop rotation. The research was carried out in 2018–2020. According to the research results, the highest soil moisture in the 0–30 cm layer with the Mini-till technology against the background with the introduction of mineral fertilizers was 18.1 %. The highest soil density under No-till technology with and without mineral fertilizers was 1.33 and 1.35 g/cm³, respectively, which is 7 and 5 % higher than under the traditional technology under the same conditions. The levels of disease incidence and weediness of crops were studied depending on the cultivation technology and the background of mineral nutrition. The highest percentage of damage by root rot was noted with the No-till technology against the background without the introduction of mineral fertilizers – 1.9 %, powdery mildew – 7.4 %, brown rust – 7.7 %. A higher yield of spring wheat was obtained with the traditional technology against the background with the application of mineral fertilizers – 2.92 t/ha, against the background without the application of mineral fertilizers – 2.45 t/ha. The lowest yield was established with the No-till technology: against the background with the application of mineral fertilizers – 2.12 t/ha, against the background without the application of mineral fertilizers – 1.47 t/ha. At the same time, the No-till technology demonstrated the highest percentage of the level of profitability both against the background of the application of mineral fertilizers and without them – 108 and 137 %, respectively.

Keywords: spring wheat, cultivation technology, traditional No-till, Mini-till, background of mineral nutrition, yield, profitability.

For citation: Application of modern resource-saving technologies and their comparative assessment in the cultivation of spring wheat on light gray soils of the Volga-Vyatka region / V.V. Ivanin, V.L. Strokin, N.A. Mineeva et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 87(1): 34–39. (In Russ.).

В 2020 г. на территории Российской Федерации посевная площадь яровой пшеницы в хозяйствах всех категорий составляла 12561,7 тыс. га, или 16 % от всей посевной площади [1].

Инновационные научно-технические движения – финансовая структура растениеводства. При её создании эксперты приняли за основу современную ресурсосберегающую технологию No-till, уделили ей больше внимания, чем модернизации производственных операций. В последующем растениеводство стало наиболее контролируемым, прогнозируемым, а также экономически эффективным [2].

При прогрессивной организации АПК сбор урожая на 80 % зависит от метеорологических условий. При технологии No-till воздействие метеорологических условий на эффективность растениеводства сведено к 20 %. Остальные 80 % приходятся на технологии и управление в АПК, объединённые в общую концепцию [3].

Технология No-till – наиболее надлежащий нюанс к растениеводству, обдуманый с точки зрения экологии, а также экономики. При этом убирается из технологии возделывания культуры механическое влияние на почву. Напрямую производится посев по пожнивным остаткам с наименьшим нарушением структуры почвы [4].

Переход на технологию Mini-till, а в затем и на No-till **наступает с уборки урожая, в процессе** которой размельчённые пожневные остатки равномерно распределяются по поверхности почвы. В результате появляется почвозащитное

покрытие – мульча, которое противостоит ветровой и водной эрозии, обеспечивает сохранение влаги, препятствует прорастанию сорной растительности, способствует увеличению биологической активности почвы, считается основой для возобновления плодородного слоя и повышения урожайности культур [5].

Каждое хозяйство должно подбирать свой севооборот согласно условиям, в которых оно располагается. Однако имеется ряд принципов, которые неукоснительно работают при различных обстоятельствах: принцип ежегодного чередования культур злаковых и широколистных, а также смена культур тёплого и холодного периода. Принцип влияния предшественника на культуру – аллелопатия и синергизм [6].

Переход на технологию No-till обязан быть поэтапным, через технологию Mini-till, которая исключает отвальную вспашку, но ещё использует культивацию. Культивация необходима для выравнивания поверхности почвы при сохранении её естественной структуры, а для также механической борьбы с засорённостью посевов в период формирования мульчи.

Для эффективного проведения операций по технологии возделывания культуры используется культиватор, например КПШ-5, который в последующем сохранит на поверхности почвы до 80 % пожневных остатков. За счёт него осуществляется выравнивание поверхности почвы и сохраняется её структура. Культивация под углом 15–20 град. по отношению к предыдущей

обработке обеспечивает эффективное выравнивание почвы. Производительность агрегатов увеличивается за счёт ширины захвата и высокой скорости обработки [7, 8].

Материал и методы. Объектом исследования был зернотравяной севооборот: 1) клевер; 2) озимая пшеница; 3) яровая пшеница; 4) яровая пшеница + клевер. Предметом исследования была яровая пшеница сорта Эстер РС-1 [9].

Были изучены следующие варианты обработки посевов яровой пшеницы:

I – традиционная технология: зяблевая вспашка на глубину 14–16 см четырёхкорпусным навесным плугом ПЛН 4–35; весной боронование дисковой бороной АГ-2,4; культивация на глубину 5–6 см культиватором КПШ-5; посев [3].

II – технология Mini-till: весной дискование БДМ-В на глубину 8–10 см; культивация на глубину 5–6 см КПШ-5, посев [3].

III – технология No-till: осенью после уборки предшественника или весной за 20 дней до посева обработка поверхности почвы глифосатом (по д.в. 540 г/л глифосата) в дозе 3 л/га, весной посев [10, 11].

Эти варианты применялись на фоне с внесением минеральных удобрений НРК, а также без внесения удобрений.

Посев пшеницы проводился пневматической сеялкой Sunflower 9230.

Почва экспериментального поля светло-серая лесная, легкосуглинистая, содержание гумуса около 2 %, рН солевой вытяжки 5,8, почва среднеобеспечена P_2O_5 (200 мг/кг) и K_2O (150 мг/кг). Участок выровненный, имеется система лесных

полос. Общая площадь делянок составляла 240 м², учётная – 36 м².

Метеорологические условия в годы исследования были близкими к средним многолетним данным как по осадкам, так и по температуре, а именно: 2018 г. – нормальный по увлажнению, ГТК = 1,3; 2019 г. – очень сильно увлажнённый, ГТК = 1,4; 2020 г. – нормальный по увлажнению, ГТК = 1,1.

Результаты исследования. Влажность почвы под озимой пшеницей в слое 0–30 см в начале вегетации изменялась как под влиянием климатических условий, так и технологии возделывания культуры (табл. 1).

Наивысшая влажность почвы в слое 0–30 см в среднем за три года исследования наблюдали при технологии Mini-till на фоне с внесением минеральных удобрений – 18,1 %, что на 12 % выше, чем при традиционной технологии на том же фоне.

Наименьшая влажность почвы в слое 0–30 см установлена при традиционной технологии на фоне без внесения минеральных удобрений – 15,9 %, что на 2 % ниже, чем при той же технологии на фоне с внесением минеральных удобрений.

В среднем за три года исследования плотность почвы на фоне без внесения удобрений изменялась от 1,20 до 1,35 г/см³, а на фоне с внесением минеральных удобрений – от 1,22 до 1,33 г/см³ (табл. 2).

Наивысшая плотность почвы в среднем за три года исследования при технологии No-till на фоне как с внесением минеральных удобрений, так и

1. Влажность почвы по годам под яровой пшеницей в слое 0–30 см в начале вегетации, %

Технология		Период исследования, год			Средняя влажность за три года
		2018	2019	2020	
На фоне с внесением НРК	традиционная	16,8	17,5	14,3	16,2
	Mini-till	18,5	19,1	16,8	18,1
	No-till (с применением глифосат кислоты)	17,2	18,5	15,4	17,0
На фоне без удобрений	традиционная	16,5	17,3	14,0	15,9
	Mini-till	18,0	18,6	15,3	17,3
	No-till (с применением глифосат кислоты)	16,5	17,5	14,9	16,3

2. Плотность почвы под яровой пшеницей в конце вегетации, г/см³

Технология		Период исследования, год			Средняя плотность за три года
		2018	2019	2020	
На фоне с внесением НРК	традиционная	1,22	1,28	1,21	1,24
	Mini-till	1,22	1,24	1,21	1,22
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,33	1,37	1,29	1,33
На фоне без удобрений	традиционная	1,28	1,35	1,25	1,29
	Mini-till	1,18	1,19	1,23	1,20
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,34	1,40	1,32	1,35

без внесения – 1,33 и 1,35 г/см³ соответственно, что на 7 и 5 % выше соответственно, чем при традиционной технологии при тех же условиях.

В среднем за три года исследования поражённость яровой пшеницы корневыми гнилями, мучнистой росой и бурой ржавчиной была на относительно невысоком уровне – в пределах допустимой нормы по экономическому порогу вредоносности по каждому заболеванию, что видно по таблице 3.

Наивысший процент поражённости болезнями в среднем за три года исследования при технологии No-till на фоне без внесения минеральных удобрений составлял: корневыми гнилями – 1,9 %, мучнистой росой – 7,4 % и бурой ржавчиной – 7,7 %, что выше на 27; 7 и 24 % соответственно, чем при той же технологии на фоне с внесением минеральных удобрений.

Засорённость посевов яровой пшеницы в конце вегетации в большей степени зависела от выбора технологии возделывания, в то время как она фактически не изменялась в зависимости от фона минерального питания (табл. 4) [12].

Наивысшая засорённость посевов в среднем за три года исследования при технологии No-till на фоне как с внесением минеральных удобрений, так и без внесения, что в 3 раза выше чем при традиционной технологии при тех же условиях.

Снижение суммарного уровня заболеваемости растений на фоне внесения минеральных удобрений наряду со снижением общей засорённости

посевов приводит к увеличению урожайности яровой пшеницы, что видно по данным, приведённым в таблице 5 [13].

Наивысшая урожайность в среднем за три года исследования отмечена при традиционной технологии на фоне с внесением минеральных удобрений – 2,92 т/га, на фоне без внесения минеральных удобрений – 2,45 т/га.

Наименьшая урожайность яровой пшеницы выявлена при технологии No-till на фоне с внесением минеральных удобрений – 2,12 т/га, или на 27 % меньше, чем при традиционной технологии при тех же условиях; на фоне без внесения минеральных удобрений показатель был равен 1,47 т/га, что на 40 % меньше, чем при традиционной технологии при тех же условиях.

На величину производственных затрат огромное влияние оказывает засорённость полей, так как она влияет на кратность обработки полей гербицидами, в том числе глифосат кислотой. Например, при традиционной технологии возделывания пшеницы достаточно проводить одну обработку ХСЗР, а при технологиях Mini-till и No-till количество обработок возрастает. Всё это приводит к существенному снижению эффективности производства (табл. 6).

Наивысший процент уровня рентабельности установлен при технологии No-till: на фоне как с внесением минеральных удобрений – 108 %, что в 1,4 раза выше, чем при традиционной технологии, и в 1,3 раза выше, чем при технологии

3. Поражённость яровой пшеницы болезнями при разных вариантах обработки, %

Технология		Объект наблюдения		
		корневые гнили	мучнистая роса	бурая ржавчина
На фоне с внесением НРК	традиционная	1,1	4,5	4,5
	Mini-till	0,9	5,1	3,6
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,5	6,9	6,2
На фоне без удобрений	традиционная	1,5	5,1	5,8
	Mini-till	1,3	6,3	5,1
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,9	7,4	7,7

4. Засорённость яровой пшеницы в конце вегетации, шт/м²

Технология		Период исследования, год						Средняя засорённость за три года	
		2018		2019		2020			
		всего	в т.ч. многолетних	всего	в т.ч. многолетних	всего	в т.ч. многолетних	всего	в т.ч. многолетних
На фоне с внесением НРК	традиционная	43	28	42	29	45	32	43	30
	Mini-till	33	17	36	18	40	23	36	19
	No-till (с применением глифосат кислоты)	124	61	125	64	136	73	128	66
На фоне без удобрений	традиционная	42	26	45	29	51	38	46	31
	Mini-till	29	18	30	19	37	29	32	22
	No-till (с применением глифосат кислоты)	126	63	126	64	134	70	129	66

Mini-till, при тех же условиях; без внесения: 137 %, что в 1,7 раза выше, чем при традиционной технологии, и в 2,5 раза выше, чем при технологии Mini-till, при тех же условиях.

Для определения тесноты исследуемых признаков в количественном отношении вычисляется коэффициент корреляции (r), который указывает на силу и форму двух переменных величин (табл. 7).

В среднем за три года наблюдалась тесная корреляционная связь между урожайностью яровой пшеницы, общей засорённостью ($r = -0,61$), засорённостью многолетними сорняками

($r = -0,58$); слабая корреляционная связь между урожайностью яровой пшеницы и плотностью почвы ($r = -0,10$). Корреляционная связь между урожайностью яровой пшеницы и влажностью почвы в слое 0–30 см отсутствовала ($r = 0$).

Выводы. По результатам сравнительной оценки эффективности ресурсосберегающих технологий No-till, Mini-till и традиционной технологии на фонах с внесением минеральных удобрений и без внесения можно выделить несколько аспектов конечного результата проведённой работы:

– технология No-till в среднем за три года исследования привела к снижению урожая яровой

5. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания, т/га

Технология		Период исследования, год			Средняя урожайность за три года
		2018	2019	2020	
На фоне с внесением NPK	традиционная	2,05	3,15	3,56	2,92
	Mini-till	1,82	2,83	3,01	2,55
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,66	2,15	2,54	2,12
На фоне без удобрений	традиционная	1,59	2,76	3,00	2,45
	Mini-till	1,55	2,01	2,10	1,89
	No-till (с применением глифосата кислоты)	1,10	1,78	1,54	1,47
НСР ₀₅		0,22	0,32	0,38	
НСР (А) по удобрению		0,24	0,60	1,13	
НСР (В) по севообороту		0,06	1,34	0,46	

6. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по вариантам исследований

Технология		Показатель				
		урожайность за три года, т/га	цена продукции на 1 га, тыс. руб.	денежно-материальные затраты на 1 га, тыс. руб.	условно-чистый доход на 1 га, тыс. руб.	уровень рентабельности, %
На фоне с внесением NPK	традиционная	2,92	29,20	16,70	12,50	75
	mini-till	2,55	25,50	14,21	11,29	79
	No-till (с применением глифосат кислоты)	2,12	21,20	10,21	10,99	108
На фоне без удобрений	традиционная	2,45	24,50	13,70	10,80	79
	Mini-till	1,89	18,90	12,21	6,69	55
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,47	14,70	6,21	8,49	137

7. Корреляционная связь между исследуемыми показателями

Технология		Средняя величина				
		урожайность пшеницы	влажность почвы в слое 0–30 см	плотность почвы	засорённость посевов, всего	засорённость посевов многолетними сорняками
На фоне с внесением NPK	традиционная	2,92	16,2	1,24	43	30
	Mini-till	2,55	18,1	1,22	36	19
	No-till (с применением глифосат кислоты)	2,12	17,0	1,33	128	66
На фоне без удобрений	традиционная	2,45	15,9	1,29	46	31
	Mini-till	1,89	17,3	1,20	32	22
	No-till (с применением глифосат кислоты)	1,47	16,3	1,35	129	66
r		X	0	-0,10	-0,61	-0,58

пшеницы по сравнению с традиционной технологией: с внесением минеральных удобрений – на 27 %, без внесения удобрений – на 40 %;

– за счёт сокращения затрат и повышения производительности труда увеличивается рентабельность технологии No-till (до 137 %).

При всей противоречивости показателей мы рекомендуем использовать технологию No-till как наиболее рентабельную.

Литература

1. Интернет-ресурс: Информационно-аналитические материалы [Электронный вариант]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>;

2. Косолапова А.И., Возжаев В.И., Лейних П.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 76–79.

3. Труфанов А.М. Ресурсосбережение в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 2. С. 8–25.

4. Влияние минимизации обработки почвы на урожайность яровых зерновых культур и заражённость их корневыми гнилями / В.В. Ивенин, Е.В. Михалев, А.В. Ивенин [и др.] // Земледелие. 2009. № 1. С. 28–29.

5. Алметов Н.С., Горячкин Н.В., Назиев Х.З. Перспективы использования биологического азота в земледелии Республики Марий-Эл // Биологические и экологические проблемы земледелия Поволжья. Чебоксары: ООО «Полиграф», 2010. С. 9–13.

6. Ивенин В.В., Ивенин А.В., Борисов Н.А. Система минимизации обработки клеверного пласта под озимую пшеницу на светлых серых лесных почвах Волго-Вятского региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (42). С. 61–66.

7. Якимова Л.А. Эффективность ресурсосберегающих технологий в системе точного земледелия // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9. С. 16–19.

8. Пахомов В.И., Рыков В.Б., Камбулов С.И. Результаты сравнительной оценки механизированных технологий возделывания зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 58–62.

9. Лисина А.Ю., Борисова Е.Е., Цветков Д.П. Предшественники и урожайность яровой пшеницы // Биологические и экологические проблемы земледелия Поволжья: матер. Всерос. науч.-практич. конф. Чебоксары: ООО «Полиграф», 2010. С. 159–161.

10. Шпаар Д. Программа минимизации использования химических средств защиты растений в Германии // Защита и карантин растений. 2005. № 5. С. 16–17.

11. Каталог препаратов: средства защиты растений. МТС «Агро-Альянс», 2020. 64 с.

12. Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян сорняков в ресурсосберегающих технологиях / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] // RJOAS. 2016. № 7 (55). С. 35–39.

13. Влияние предшественника и сидерации на урожайность зерновых культур / А.Ю. Лисина, Д.П. Цветков, Ю.Л. Богоматова [и др.] // Ресурсосберегающие технологии и технические средства в агропромышленном комплексе: матер. междунар. конф. Нижний Новгород, 2010. С. 219–222.

Валентин Васильевич Ивенин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, iveninv@mail.ru

Владимир Лазаревич Строкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, strokin.50@mail.ru

Наталья Алексеевна Минева, аспирантка. ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, mineevanatalya93@mail.ru

Наталья Николаевна Шершнева, аспирантка. ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, nshersneva@list.ru

Ксения Вячеславовна Шубина, аспирантка. ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия». Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, belova-vredina2012@yandex.ru

Valentin V. Ivanin, Doctor of Agriculture, Professor. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 97, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia, iveninv@mail.ru

Vladimir L. Strokin, Candidate of Agriculture, Associate Professor. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 97, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia, strokin.50@mail.ru

Natalya A. Mineeva, postgraduate. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 97, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia, mineevanatalya93@mail.ru

Natalya N. Shersneva, postgraduate. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 97, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia, nshersneva@list.ru

Ksenia V. Shubina, postgraduate. Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 97, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia, belova-vredina2012@yandex.ru