

Влияние технологии возделывания на урожай и качество зерна озимой пшеницы в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

А.А. Воропаева, аспирантка, Н.Н. Шаповалова, зав. лабораторией, Е.И. Годунова, д.с.-х.н., ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ

Ставропольский край входит в число самых крупных аграрных регионов России, в котором растениеводство является важнейшей отраслью экономики: удельный вес растениеводства в общекраевой структуре валовой продукции сельского хозяйства превышает 70% [1]. Озимая пшеница – ведущая культура на Ставрополье, занимающая площадь свыше 1,7 млн га. Экономическое благополучие сельскохозяйственных предприятий определяется урожайностью озимой пшеницы, на долю которой в структуре посевных площадей приходится 50% и более [1]. Поэтому рост производства зерна для края имеет существенное значение. Вместе с тем в крае остро стоит проблема потери плодородия почв в результате эрозионных и дефляционных

процессов, уменьшению которых способствуют почвозащитные технологии, в том числе без обработки почвы – No-till [2, 3]. По площади применения данной технологии Ставропольский край входит в пятёрку лидеров среди регионов России, в котором по No-till возделывается около 270 тыс. га [4]. Применение технологии без обработки почвы вместо отвальной, плоскорезной, минимальной, поверхностной и других приёмов, предусматривающих воздействие на почву с.-х. орудий, способствует предотвращению не только водной и ветровой эрозии, но и накоплению почвенной влаги [5], что имеет первостепенное значение в засушливых условиях.

На Ставрополье не проводились глубокие исследования по вопросу эффективности возделывания озимой пшеницы по технологии без обработки почвы с применением разных видов и доз минеральных удобрений в различных почвенно-климатических условиях края [2].

Цель исследования – изучить влияние технологии возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при внесении различных видов и доз минеральных удобрений в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2016–2018 гг., расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. Почва – чернозём обыкновенный среднемощный слабогумусированный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках. Почвы характеризуются следующими показателями: слабощелочной реакцией (рН=7,3), низким содержанием гумуса по Тюрину – 3,6–3,9%, средней обеспеченностью подвижным фосфором и калием по Мачигину – 17–22 и 204–230 мг/кг соответственно. Сев озимой пшеницы проводили по предшественнику подсолнечник на участках без обработки почвы и с применением традиционной технологии (отвальная вспашка до глубины 20–22 см под подсолнечник, дискование после его уборки перед посевом озимой пшеницы). Изучали следующие варианты рядкового внесения удобрений: I – без удобрений (контроль); II – N_6P_{26} ; III – $N_{12}P_{52}$; IV – $N_{24}P_{104}$; V – $N_{52}P_{52}$; VI – $N_{52}P_{52}K_{52}$; VII – $N_{104}P_{52}K_{52}$; VIII – N_{52} . В качестве удобрений использовали аммофос 12:52, нитроаммофоску марки 16:16:16 и аммиачную селитру. Повторность опыта – трёхкратная во времени и пространстве. Площадь делянки составляет 132 м². Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89) [6], массу растительных остатков – по методу Е.А. Шиятого [7], плотность почвы – методом цилиндра, качество зерна – по ГОСТам 9353-2016, 10987-10, 54478-2011 [8–10]. Учёт урожая осуществляли с помощью малогабаритного комбайна «Сампо-130». Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета программ Statistica 10.0.

Метеорологические условия в годы исследования сложились благоприятные для возделывания озимой пшеницы, но каждый год имел свои особенности как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. В 2016/2017 с.-х. году среднегодовая температура воздуха была близкой к среднемноголетнему значению – 9,6°C. В зимние месяцы температура воздуха была ниже нормы на 0,5–3,4°C, но отмечалось раннее возобновление весенней вегетации (1–2 марта) и благоприятные условия весенне-летнего развития озимой пшеницы. В 2017/2018 с.-х. году среднегодовая температура воздуха превысила среднемноголетнее значение на 1,9°C. Повышенная температура зимних месяцев (на 2,6–3,3°C к норме) увеличила продолжительность развития озимой пшеницы, что также благоприятно сказалось на урожайности культуры.

Годовое количество осадков в 2016/2017 с.-х. году превысило климатическую норму на 18%, а в 2017/2018 с.-х. году отмечался их недостаток – 92% к норме. Вместе с тем повышенное количество осадков в зимние месяцы и в марте (148–233% к норме) способствовало накоплению хороших запасов продуктивной влаги, достаточных для роста и развития озимой пшеницы в весенне-летний период 2018 г. По метеорологическим условиям 2016/2017 с.-х. год можно охарактеризовать, как влажный с холодной зимой, а 2017/2018 с.-х. год в целом как засушливый, но с влажной и тёплой зимой. Сложившиеся погодные условия оказали заметное влияние на эффективность удобрений, что в свою очередь отразилось на урожайности озимой пшеницы.

Результаты исследования. Проведённое исследование выявило зависимость влагообеспеченности метрового слоя почвы от технологии возделывания озимой пшеницы (табл. 1).

1. Влияние технологии возделывания на запасы продуктивной влаги в посевах озимой пшеницы после подсолнечника, мм

Способ обработки почвы	Слой почвы, см	Сельскохозяйственный год	
		2016/2017	2017/2018
Осенний период (всходы)			
Традиционная	0–20	27,6	24,7
	0–100	158,8	93,1
No-till	0–20	24,7	28,4
	0–100	153,8	112,4
Весенний период (кущение)			
Традиционная	0–20	21,9	30,5
	0–100	141,9	154,0
No-till	0–20	18,2	31,2
	0–100	160,7	164,3

Осенью в период появления всходов благодаря выпавшим осадкам количество продуктивной влаги в верхнем слое (0–20 см) в течение двух лет исследования было достаточно высоким (24,7–28,4 мм) и по технологиям возделывания существенно не различалось. Так, в 2016/2017 с.-х. году более высокие запасы продуктивной влаги были отмечены при применении традиционной технологии – 27,6 мм, что на 2,9 мм больше, чем в необработанной почве. В 2017/2018 с.-х. году, напротив, при применении технологии No-till количество влаги составляло 28,4 мм, а при традиционной системе обработки почвы – лишь 24,7 мм, или на 3,7 мм меньше.

В метровом слое почвы влияние погодных условий и системы обработки почвы на влагообеспеченность посевов озимой пшеницы оказалось более заметным. Так, осенью 2016 г. запасы продуктивной влаги при обеих технологиях были хорошими и находились в пределах 153,8–158,8 мм, в 2017 г. – не превышали 93,1–112,4 мм, что связано с дефицитом накопления влаги в период с августа

по ноябрь. В засушливую осень 2017 г. наблюдалось преимущество на 19,3 мм технологии без обработки почвы в сравнении с традиционной технологией.

В ранневесенний период обеспеченность почвы влагой также зависела от количества выпавших за зиму осадков. В 2016/2017 с.-х. году условия осенне-зимнего периода сложились таким образом, что в слое 0–20 см почвы запасы влаги на участках с применением технологий No-till и традиционной были невысокими – 18,2–21,9 мм. Преимущество традиционной технологии почвы перед No-till составляло 3,7 мм. Более высокое содержание продуктивной влаги (30,5–31,2 мм) отмечалось весной 2018 г. При этом существенных различий по влагообеспеченности верхнего слоя в изучаемых технологиях не наблюдалось.

В метровом слое почвы в оба года исследования весенние влагозапасы на участках, возделываемых по обеим технологиям, были хорошими и находились в пределах 141,9–164,3 мм. При этом количество влаги в почве при применении технологии No-till было на 10,3–18,8 мм, или на 6,4–11,8%, выше, чем при обработке почвы по традиционной системе.

Таким образом, результаты двух лет исследования показали преимущество технологии No-till перед традиционной технологией в ранневесенний период в накоплении и сохранении продуктивной влаги в метровом слое в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. При этом выпадение достаточного количества осадков нивелировало различия в запасах влаги между способами обработки почвы, особенно в верхнем её слое.

За годы проведения исследования наибольшую степень влияния на урожайность озимой пшеницы, возделываемой после подсолнечника, оказало рядковое удобрение. Во влажном 2016/2017 с.-х. году этот показатель составлял 78,8%, а в засушливом 2017/2018 с.-х. году – 58,7%. Влияние фактора обработки почвы на урожайность культуры в усло-

виях 2017 г. было несущественным, а в 2018 г. – существенным, но менее значимым, чем действие удобрений. Степень его влияния составляла 30,7%.

При возделывании озимой пшеницы на естественном фоне плодородия почвы (без применения удобрений) существенное отличие по урожайности между технологиями отмечено лишь в условиях 2018 г. (табл. 2). Несмотря на лучшую влагообеспеченность метрового слоя продуктивной влагой в осенний и ранневесенний периоды, урожайность озимой пшеницы на участках, возделываемых по технологии No-till, была ниже более чем в 2 раза, чем на участках, обработанных по традиционной технологии. Это свидетельствует о том, что несмотря на различия обе технологии обеспечивают достаточные запасы доступной влаги для формирования урожая культуры, и его снижение при технологии без обработки почвы обусловлено другими факторами, главными из которых являются наличие большого количества растительных остатков и повышенная равновесная плотность почвы. Так, в 2017/2018 с.-х. году перед посевом озимой пшеницы без обработки почвы на контрольном варианте масса растительных остатков в слое 0–5 см была в 5 раз выше, и плотность почвы перед уборкой культуры в слое 0–10 см на 0,10 г/см³ больше, чем при технологии с обработкой почвы (табл. 3). Это, по-видимому, негативно сказалось на тепловом и воздушном режимах почвы, а также её нитрификационной способности, поскольку при внесении максимальной дозы полного минерального удобрения (N₁₀₄P₅₂K₅₂) различие в массе растительных остатков сократилось вдвое, а по плотности почвы отличий не наблюдалось вовсе.

По результатам двухлетнего исследования установлена высокая эффективность рядкового применения азотного (N₅₂) и полного минерального удобрения (N₅₂₋₁₀₄P₅₂K₅₂) при возделывании озимой пшеницы по изучаемым технологиям. При технологии без обработки почвы прибавка урожайности

2. Влияние технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы после подсолнечника при внесении разных доз рядкового удобрения, т/га (2017–2018 гг.)

Доза рядкового удобрения, кг/га д.в.	Год									
	2017					2018				
	урожайность		прибавка от удобрения			урожайность		прибавка от удобрения		
	технология					технология				
	традиционная	No-till	± к традиционной	традиционная	No-till	традиционная	No-till	± к традиционной	традиционная	No-till
0	2,94	3,19	0,25			4,59	2,22	- 2,37		
N ₆ P ₂₆	3,26	2,86	- 0,4	0,32	-0,33	3,42	2,81	- 0,61	-1,17	0,59
N ₁₂ P ₅₂	3,37	2,85	- 0,52	0,43	-0,34	4,76	3,08	- 1,68	0,17	0,86
N ₂₄ P ₁₀₄	2,87	3,26	0,39	-0,07	0,07	5,05	3,24	- 1,81	0,46	1,02
N ₅₂ P ₅₂	3,11	3,52	0,41	0,17	0,33	6,25	3,55	- 2,7	1,66	1,33
N ₅₂ P ₅₂ K ₅₂	4,10	3,96	- 0,14	1,16	0,77	5,77	4,20	- 1,57	1,18	1,98
N ₁₀₄ P ₅₂ K ₅₂	4,48	5,22	0,74	1,54	2,03	7,42	6,45	- 0,97	2,83	4,23
N ₅₂	4,09	3,70	- 0,39	1,15	0,51	5,97	4,49	- 1,48	1,38	2,27
НСР ₀₅	0,47					0,74				

озимой пшеницы от этих удобрений в 2017 г. была практически такой же, как и при традиционной технологии – 0,51–2,03 т/га, а в 2018 г. – выше в 1,5–1,7 раза, что связано с особенностями погодных условий. Вместе с тем если в 2017 г. достоверные отличия по урожайности озимой пшеницы между технологиями отмечались лишь в двух вариантах применения удобрений (N₁₂P₅₂ и N₁₀₄P₅₂K₅₂), то в условиях 2018 г. сбор зерна при технологии No-till как на контроле, так и на всех удобренных вариантах был на 0,61–2,7 т/га, или на 17,8–43,2% ниже. Наименьшая существенная разница между технологиями по урожайности наблюдалась лишь при внесении полного минерального удобрения с двойной дозой азота – 0,97 т/га, или 13,1% (N₁₀₄P₅₂K₅₂). Таким образом, для эффективного возделывания озимой пшеницы по подсолнечнику в первые годы внедрения технологии без обработки почвы независимо от погодных условий в Центральном Предкавказье целесообразно внесение полного минерального удобрения с повышенной дозой азота.

Возделывание озимой пшеницы по подсолнечнику не позволило получить зерно с хорошими показателями качества (табл. 4). Обе технологии за два года исследования обеспечили получение зерна с более высокой стекловидностью (38,0–51,3%) и сырой клейковиной (18,1–21,2%) лишь при внесении полного минерального удобрения с двойной дозой азота – N₁₀₄P₅₂K₉₄. Как оказалось, условия

2017/2018 с.-х. года при возделывании озимой пшеницы по технологии No-till были очень неблагоприятными как для формирования величины урожая, так и для его качества. На всех вариантах применения удобрений в опыте (за исключением варианта N₁₀₄P₅₂K₉₄) зерно не соответствовало продовольственному 4-му классу.

Выводы. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы по предшественнику подсолнечнику зависело от погодных условий и уровня применения минеральных удобрений. Во влажный год с холодной зимой (2017 г.) по количеству и качеству произведённой продукции не наблюдалось значительных отличий между технологиями с обработкой и без обработки почвы. Исключением стали варианты с рядковым внесением N₁₂P₅₂ и N₁₀₄P₅₂K₅₂, на которых более высокая урожайность озимой пшеницы в первом случае получена при технологии с обработкой почвы, во втором – при технологии No-till. В засушливый год, но с влажной и тёплой зимой (2018 г.), на всех вариантах опыта отмечено значительное преимущество технологии с обработкой почвы перед технологией No-till: собрано зерна больше на 2,37 т/га на контроле (без удобрений) и на 0,97–2,70 т/га больше при внесении удобрений. Минимальная разность в урожайности достигнута при внесении полного минерального удобрения с удвоенной дозой азота (N₁₀₄P₅₂K₅₂). В течение двух-

3. Масса растительных остатков и плотность почвы в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы после подсолнечника (2017–2018 гг.)

Доза рядкового удобрения, кг д. в/га	Масса растительных остатков в слое почвы 0–5 см перед посевом озимой пшеницы, г/м ²				Плотность почвы в слое 0–10 см перед уборкой, г/см ³			
	год							
	2017		2018		2017		2018	
	технология				технология			
	традиционная	No-till	традиционная	No-till	традиционная	No-till	традиционная	No-till
0	438	776	161	817	1,21	1,26	1,24	1,34
N ₁₀₄ P ₅₂ K ₅₂	573	943	230	562	1,17	1,24	1,22	1,18
НСР ₀₅	327		293		0,10		0,09	

4. Влияние технологии возделывания на качество зерна озимой пшеницы по подсолнечнику при внесении разных доз рядкового удобрения (2017–2018 гг.)

Доза рядкового удобрения, кг д. в/га	Стекловидность по годам, %				Массовая доля сырой клейковины по годам, %			
	2017		2018		2017		2018	
	технология				технология			
	рекомендованная	No-till	рекомендованная	No-till	рекомендованная	No-till	рекомендованная	No-till
0	32,2	36,0	36,3	25,7	17,9	18,7	16,4	7,4
N ₆ P ₂₆	31,5	33,3	34,3	27,7	18,4	17,8	14,2	9,1
N ₁₂ P ₅₂	35,8	29,0	35,2	27,3	19,1	17,7	16,9	10,5
N ₂₄ P ₁₀₄	32,3	36,5	32,0	26,3	17,7	16,7	13,8	6,0
N ₅₂ P ₅₂	37,8	33,0	32,0	26,7	16,6	17,0	14,6	10,3
N ₅₂ P ₅₂ K ₅₂	32,5	37,7	36,0	28,0	16,8	19,7	15,3	10,3
N ₁₀₄ P ₅₂ K ₅₂	40,7	38,0	51,3	42,8	19,0	19,5	21,2	18,1
N ₅₂	34,7	33,7	46,7	38,2	17,4	18,5	20,1	15,4

летнего периода исследования наиболее высокая урожайность и качество зерна озимой пшеницы при обеих технологиях возделывания также получены на этом варианте опыта.

Литература

1. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова [и др.]. Ставрополь: Изд-во Ставропольского гос. аграрного ун-та АГРУС, 2013. 520 с.
2. Менькина Е.А., Шаповалова Н.Н., Воропаева А.А. Влияние предшественников и удобрений на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till на обыкновенном чернозёме Ставропольского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 55–59.
3. Воропаева А.А. Влияние предшественников и удобрений на урожайность озимой пшеницы в технологии без обработки почвы // Новости науки АПК, 2018. № 2 (11). (Выпуск по матер. VI Междунар. конф. «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса»). С. 58–60.
4. Ставрополье в пятёрке лидеров по площади применения системы No-till. Сайт министерства сельского хозяйства Ставропольского края [Электронный ресурс] / Ставрополь, 2019. URL: <http://www.mshsk.ru/ministries/info/news/10963/> (Дата обраш. 26.04.2019).
5. Слюсарев В.Н., Подколзин О.А., Осипов А.В. Действие агротехнологий с использованием системы нулевой обработки почвы на физико-химические свойства чернозёма выщелоченного Прикубанской низменности и урожайность полевых культур // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. Вып. 4 (172). С. 52–60.
6. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. М., 1989. 8 с.
7. Шиятый Е.И. Методика определения ветроустойчивости поверхности почвы по показателям состояния поверхности почвы // Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. Целиноград, 1975. С. 3–9.
8. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. М., 2016.
9. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. М., 2009.
10. ГОСТ 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М., 2012.