

БОБОВЫЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ  
И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.Л. ТОЙГИЛЬДИН, М.И. ПОДСЕВАЛОВ, И.А. ТОЙГИЛЬДИНА,  
Д.Э. АЮПОВ, Р.А. МУСТАФИНА

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет  
имени П.А. Столыпина»)

*В статье приведены результаты исследований по оценке бобовых предшественников (соя, горох, люпин, нут), приемов основной обработки почвы и защиты растений при возделывании яровой пшеницы в условиях черноземных почв Среднего Поволжья. Исследования показали, что изучаемые предшественники имели различную продолжительность вегетации и водопотребление, что обеспечивало неодинаковый водный режим и накопление продуктивной влаги в почве, в итоге сказавшись на продуктивности яровой пшеницы. Накопление продуктивной влаги в почве происходит в основном в осенний, зимний и весенний периоды, после уборки гороха до времени устойчивого перехода температуры воздуха ниже 5°C накапливалось не более 19% выпавших осадков (28–33 мм), после уборки сои, люпина и нута – 29–39% (29–39 мм). По уровню урожайности яровой пшеницы изучаемые предшественники можно расположить в следующий ряд: после гороха – 3,8 т/га > после нута и люпина – 3,49–3,50 т/га > после сои – 3,45 т/га. Отмечалось повышение урожайности яровой пшеницы по комбинированной обработке почвы в севообороте (под изучаемую культуру – дискование почвы на 10–12 см + вспашка на 20–22 см) в сравнении с минимальной обработкой почвы на 0,52 т/га, или на 15,6%, а на адаптивно-интегрированной защите растений – на 0,36 т/га, или на 10,6%, в сравнении с уровнем нормальных технологий. Влияние изучаемых факторов на формирование урожайности распределилось следующим образом: обработка почвы – 40,7% > защита растений – 25,3% > предшественники – 19,1%. Отмеченные варианты также обеспечили повышение качества зерна яровой пшеницы.*

**Ключевые слова:** яровая пшеница, урожайность, качество зерна, предшественник, зерновые бобовые культуры, обработка почвы, защита растений.

### Введение

Возделываемые в сельском хозяйстве культуры подвергаются воздействию как биотических, так и абиотических факторов, которые оказывают существенно влияние на рост, развитие растений, и в итоге – на их продуктивность. Определяющим фактором продуктивности культурных растений остаются погодные условия (прежде всего – температурный режим и количество осадков). При этом многочисленные исследования доказывают, что постоянно происходит существенное изменение климата. Это обуславливает необходимость адаптации применяемых агротехнологий к конкретным региональным условиям [16–18]. Общеизвестно, что комплекс

почвенно-климатических условий определяет годовые колебания урожайности и валовой сбор зерна, а также другой продукции растениеводства.

Изменение климата имеет свои закономерности. Например, в условиях Среднего Поволжья отмечается аридизация, которая проявляется в уменьшении количества осадков и повышении среднесуточной температуры воздуха в период вегетации сельскохозяйственных культур, и их увеличении в осенние и зимние месяцы [11, 15]. На фоне изменений температурного режима и количества осадков структура биогеоценозов является нестабильной, появляются не характерные для зоны виды сорных растений, вредители и возбудители болезней растений [13].

В качестве основных агротехнических факторов снижения отрицательного воздействия климатических условий выступают обоснованные севообороты и рациональные технологии обработки почвы, а также системы защиты растений с учетом экономических порогов вредоносности вредных организмов.

В условиях Среднего Поволжья в последние десятилетия основной зерновой культурой является озимая пшеница, однако в поддержании зернового баланса значимая роль принадлежит яровой пшенице, которая выступает страховой культурой в случае необходимости пересева озимых зерновых культур. В отдельные годы яровая пшеница отличается более высокой урожайностью и качеством зерна, поэтому имеются основания для повышения ее доли в структуре посевных площадей, что обуславливает необходимость совершенствования приемов ее возделывания в конкретных региональных условиях.

**Цель исследований:** изучить динамику содержания продуктивной влаги в почве, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в звеньях севооборотов с зерновыми бобовыми культурами в зависимости от основной обработки почвы и уровня защиты растений от вредных организмов.

**Задачи исследований:**

- изучить режим влажности и водопотребления яровой пшеницы в зависимости от предшественников и технологии возделывания;
- провести оценку уровня урожайности и качества зерна яровой пшеницы в звеньях севооборота с зерновыми бобовыми культурами;
- установить связь урожайности яровой пшеницы с динамикой содержания продуктивной влаги в почве и абиотическими факторами.

### **Материал и методы исследований**

Экспериментальные исследования проводились в 3-факторном стационарном полевом опыте кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ.

В опыте изучались следующие факторы: Фактор А – севооборот (предшественники яровой пшеницы):

- 1) зернопаротравяной: чистый пар – озимая пшеница – **соя** – **яровая пшеница** – кострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;
- 2) зернотравяной: лен – озимая пшеница – **горох** – **яровая пшеница** – кострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;
- 3) зернотравяной: горчица белая – озимая пшеница – **люпин** – **яровая пшеница**;
- 4) зернотравяной: рапс яровой – озимая пшеница – **нут** – **яровая пшеница** – кострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница.

Объектом исследований являлись посевы яровой пшеницы (сорт Ульяновская 105) после бобовых культур: соя УСХИ-6, горох Ульяновец, люпин Дега, нут Краснокутский 36.

В условиях деградации почвенного плодородия, в том числе черноземных почв, в результате интенсивной механической обработки почвы и эрозионных процессов актуальными являются разработка и обоснование приемов ее минимализации. В связи с этим нами изучались системы основной обработки почвы (Фактор В): В<sub>1</sub> – комбинированная в севообороте, заключающаяся в проведении вспашки на 25–27 см два раза за ротацию 6-польных севооборотов, плоскорезная обработка, безотвальное рыхление и дискование на 10–12 см; В<sub>2</sub> – минимальная: один раз за ротацию севооборота, вспашка на 20–22 см, культивация на 12–14 см и дискование на 10–12 см. Обработка почвы под посевы яровой пшеницы проводилась по следующей схеме: В<sub>1</sub> – дискование на 10–12 см + вспашка на 20–22 см; В<sub>2</sub> – дискование на 10–12 см + культивация на 12–14 см.

При возделывании яровой пшеницы было предусмотрено два уровня защиты растений (фактор С): С<sub>1</sub> – уровень нормальных агротехнологий (минимальная защита растений), который заключается в применении гербицида Примадонна, СЭ (2,4Д + флорасулам) – 0,6 л/га, защита растений от вредителей и болезней не проводилась; С<sub>2</sub> – уровень интенсивных агротехнологий (адаптивно-интегрированная защита растений): протравливание семян – Иншур Перформ, КС (пиракластробин + трифлуназол) – 0,5 л/га + Экстрасол (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13) – 1 л/га, внесение гербицида Примадонна (2,4Д + флорасулам) – 0,6 л/га + биофунгицид Экстрасол 1 л/га (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13, 1 л/га). По мере необходимости проводилась обработка инсектицидом Би-58 Новый, КЭ (диметоат) 1,0 л/га и фунгицидом Рекс Плюс, СЭ – 0,8 л/га (фенпропиморф + эпоксиконазол).

Севообороты развернуты в пространстве и во времени, поля размещены на 6 блоках (по количеству полей) методом расщепленных делянок, повторность опыта 3-кратная, размер делянок – от 140 до 560 м<sup>2</sup> посевной площади. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый по гранулометрическому составу.

Для наблюдений и исследований были использованы общие методические указания для проведения полевого опыта [14]: влажность почвы определяли термостатно-весовым методом [4] (ГОСТ-28268–89); учет урожая осуществлялся методом механизированной уборки со всей учетной площади делянки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту [3] (ГОСТ-27548–97); содержание белка в семенах – по ГОСТ [5] ИСО-7971–2–2007; содержание клейковины – по ГОСТ [7] Р 54478–2011; натура зерна – ГОСТ [6]; ИДК – на приборе для определения качества клейковины ИДК-1. Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [8].

Годы исследований были разными по погодным условиям. Количество осадков за май-июль колебалось от 101 мм при ГТК Селянинова = 0,60 (2019 г.) до 145 мм при ГТК = 0,88 (2020 г.). За указанный период количество осадков в 2021 г. составило 118 мм при ГТК = 0,69. Таким образом, согласно классификации Е.К. Зоидзе [9] полевые опыты были проведены в условиях недостаточной влагообеспеченности 2020 г. и слабой засухи 2019 и 2021 гг.

## Результаты и их обсуждение

Результатами многолетних исследований установлено, что формирование урожая зерновых и бобовых культур в условиях Среднего Поволжья в основном происходит в условиях недостатка продуктивной влаги в почве [10]. Оптимальные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы находятся в пределах 160–180 мм, с высокой интенсивностью используются на формирование урожая и непродуктивное

испарение, причем уже в третьей декаде мая – начале июня ее содержание снижается до 120 мм, за исключением увлажненных лет, когда основным источником влагообеспеченности растений являются осадки [1].

Решающее значение в формировании запасов продуктивной влаги в почве имеют осенние, зимние и весенние осадки предшествующего вегетации полевых культур года. По нашим данным, в 2018–2021 гг. за период октябрь–апрель количество осадков составило 218 мм, или 53% от годовой суммы осадков, что определило накопление продуктивной влаги в метровом и посевном слоях почвы. Однако имеющийся материал предыдущих лет исследований на кафедре земледелия показывает, что увеличение влажности почв благодаря осенне-зимним и весенним осадкам происходит в основном в верхнем слое 0–60–80 см, влажность нижележащих слоев в течение года (даже во влажные годы) почти не меняется [2, 12].

Исследованиями установлено, что предшественники и различные приемы основной обработки почвы по-разному влияли на режим ее влажности и накопление продуктивной влаги.

Содержание влаги в почве в период уборки бобовых предшественников определялось погодными условиями, водопотреблением, урожайностью и длиной вегетации культур. Самый короткий период вегетации был отмечен на горохе (80 дней), к концу вегетации которого в метровом слое почвы сохранялось 79–84 мм влаги. После его уборки до 1 ноября в почве отмечалось накопление влаги до 107–116 мм. Анализ данных показал, что из выпавших 179 мм осадков в почве сохранилось в виде продуктивной влаги 28–33 мм, или 16–19%.

К периоду уборки люпина (продолжительность вегетации – 111 дней) в почве сохранялось 66–69 мм, нута (112 дней) – 64–67 мм, сои (117 дней) – 68–72 мм продуктивной влаги. В послеуборочный период выпало 98–100 мм, а к 1 ноября содержание продуктивной влаги возрастало до 96–109 мм при эффективности осадков на 29–39%.

Оценка предшественников яровой пшеницы позволяет отметить, что на 1 ноября (дата устойчивого перехода температуры воздуха ниже +5°C) после сои, люпина и нута содержание продуктивной влаги составляло 96–109 мм, тогда как после гороха – 107–116 мм (табл. 1).

Наибольшее количество влаги в метровом слое отмечалось на варианте с отвальной обработкой почвы на 20–22 см (106–116 мм), что больше в сравнении с минимальной на 7–11 мм, или на 10,4%.

Весной, перед посевом яровой пшеницы, содержание влаги после различных предшественников выравнивалось и составило по комбинированной обработке 164–171 мм, а по минимальной – 152–160 мм. Но следует отметить, что после гороха содержание влаги было на 7–8 мм больше по сравнению с другими предшественниками за счет насыщения нижних слоев почвы.

За время вегетации яровой пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы снизились почти в два раза и находились на уровне 52–59 мм.

Урожайность является основным показателем оценки эффективности изучаемых приемов. По нашим исследованиям, более высокая урожайность яровой пшеницы в среднем за три года была получена после гороха (3,80 т/га), что больше, чем после других предшественников, на 0,30–0,35 т/, или на 8,6–10,1% (табл. 2).

Преимущество гороха, как предшественника яровой пшеницы, по влиянию на урожайность объясняется ранним освобождением поля, что дает возможность его подготовки по принципу полупара, а такие культуры, как люпин, нут и особенно соя, поздно освобождают поле, потребляют больше влаги, что отрицательно сказывается на продуктивности последующих посевов яровой пшеницы.

Таблица 1

**Режим влажности почвы и водопотребление яровой пшеницы  
после бобовых предшественников (в среднем за 2018–2021 гг.)**

Предшественник (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Защита растений (Фактор С)	Доступная влага, мм			Осадки за вегетацию, мм	Расход влаги из почвы, мм	Водопотребление	
			осенью	посев	уборка			Всего, мм	м <sup>3</sup> /т зерна
Соя А <sub>1</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	106	164	58	121	106	227	711
		С <sub>2</sub>	109	165	59	121	107	228	625
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	98	154	52	121	102	223	835
		С <sub>2</sub>	98	155	53	121	102	223	694
Горох А <sub>2</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	116	171	56	121	115	236	668
		С <sub>2</sub>	116	171	58	121	113	235	588
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	107	159	52	121	107	228	754
		С <sub>2</sub>	109	160	53	121	107	228	660
Люпин А <sub>3</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	107	164	57	121	107	228	709
		С <sub>2</sub>	107	164	58	121	106	228	625
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	96	153	52	121	101	222	826
		С <sub>2</sub>	97	154	53	121	101	222	696
Нут А <sub>4</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	106	163	58	121	105	227	698
		С <sub>2</sub>	106	164	58	121	106	227	623
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	96	152	52	121	100	222	812
		С <sub>2</sub>	99	154	53	121	101	222	697
НСР <sub>05</sub>			8,0	10,0	4,0	-	-	-	-
НСР <sub>05</sub> А			6,4	7,2	2,8	-	-	-	-
НСР <sub>05</sub> В и С			3,2	5,0	1,6	-	-	-	-

Более высокая урожайность яровой пшеницы была получена после гороха на варианте с отвальной обработкой почвы на адаптивно-интегрированном уровне защиты растений. Снижение интенсификации технологии возделывания яровой пшеницы привело к уменьшению ее продуктивности. Система комбинированной обработки почвы в севообороте по отношению к минимальной увеличила урожайность яровой пшеницы на 0,52 т/га, или на 15,6%.

Адаптивно-интегрированная защита растений от вредных организмов, согласно нашим исследованиям, позволила снизить распространение и развитие корневых гнилей и листовых болезней яровой пшеницы и в среднем обеспечила сохранность урожая на уровне 0,36 т/га, или 10,6%.

Таблица 2

**Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почв и защиты растений, т/га**

Культура (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Защита растений (Фактор С)	Годы			В среднем за три года	В среднем по факторам		
			2019	2020	2021		А	В	С
Соя А <sub>1</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	4,12	4,28	2,20	3,54	3,45	3,82	3,38
		С <sub>2</sub>	4,43	4,48	2,72	3,88			
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	3,02	4,16	1,80	2,99			
		С <sub>2</sub>	3,42	4,33	2,42	3,39			
Горох А <sub>2</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	4,38	4,81	2,44	3,88	3,80	3,82	3,38
		С <sub>2</sub>	4,85	5,00	2,93	4,26			
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	3,79	4,36	2,01	3,39			
		С <sub>2</sub>	3,98	4,56	2,53	3,69			
Люпин А <sub>3</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	4,14	4,33	2,21	3,56	3,49	3,30	3,74
		С <sub>2</sub>	4,68	4,45	2,65	3,93			
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	3,26	4,11	1,76	3,04			
		С <sub>2</sub>	3,51	4,41	2,33	3,42			
Нут А <sub>4</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	4,23	4,35	2,23	3,60	3,50	3,30	3,74
		С <sub>2</sub>	4,69	4,53	2,62	3,95			
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	3,19	4,18	1,83	3,06			
		С <sub>2</sub>	3,56	4,31	2,33	3,40			
НСР <sub>05</sub>			0,23	0,20	0,19	-	-	-	-
НСР <sub>05</sub> А			0,09	0,10	0,09	-	-	-	-
НСР <sub>05</sub> В и С			0,07	0,07	0,07	-	-	-	-

Математическая обработка (дисперсионный анализ) урожайных данных позволила выявить вклад изучаемых факторов в формирование урожая яровой пшеницы. В 2019 г. вклад предшественников составил 10,4%, вклад основной обработки почвы – 72,9%, защиты растений – 10,6%. В 2020 г. наибольшее влияние оказывали предшественники (39,7%), на основную обработку почвы приходилось 21,7%, а уровень защиты растений составлял 14,6%. В 2021 г. большее влияние оказал фактор защиты посевов от вредных организмов (50,6%), основная обработка почвы – 27,6%, доля влияния предшественников оказалась низкой и составила 7,3%. Существенное влияние уровней защиты растений объясняется широким распространением болезней и большой численностью вредителей в агрофитоценозах яровой пшеницы.

Влияние изучаемых факторов на формирование урожайности распределилось следующим образом: обработка почвы – 40,7% > защита растений – 25,3% > предшественники – 19,1%.

Проведенный корреляционный и регрессионный анализ позволил выявить прямую связь между урожайностью зерна яровой пшеницы и длительностью вегетации яровой пшеницы ( $r = 0,71$ ), а также с содержанием продуктивной влагой перед посевом ( $r = 0,88$ ) и сумой осадков за вегетацию ( $r = 0,42$ ).

Зерновые бобовые предшественники обеспечили получение качественного зерна яровой пшеницы (не ниже 3 класса) по таким показателям, как натура, стекловидность, массовая доля белка и клейковины, ИДК (табл. 3).

Таблица 3

**Качество зерна яровой пшеницы  
после бобовых предшественников (в среднем за 2019–2021 гг.)**

Предшественник (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Защита растений (Фактор С)	Показатели					
			Белок, %	Клейко- вина, %	Качество клейковины (ИДК), ед.	Сте- кловид- ность, %	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г
Соя А <sub>1</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	13,2	25,0	78,0	50,0	780,0	36,4
		С <sub>2</sub>	13,8	30,0	80,0	52,0	782,0	39,1
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	13,0	26,0	80,0	47,0	766,0	35,0
		С <sub>2</sub>	13,6	28,0	77,0	49,0	770,0	36,5
Горох А <sub>2</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	12,9	30,0	82,0	46,0	779,0	36,8
		С <sub>2</sub>	13,9	31,0	84,0	47,0	790,0	39,6
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	12,6	27,0	78,0	45,0	768,0	35,2
		С <sub>2</sub>	13,9	29,0	80,0	47,0	773,0	36,8
Люпин А <sub>3</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	13,8	30,0	67,0	52,0	780,0	36,7
		С <sub>2</sub>	13,9	31,0	75,0	53,0	786,0	39,2
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	13,4	26,0	76,0	50,0	765,0	34,8
		С <sub>2</sub>	13,6	28,0	77,0	51,0	769,0	35,2
Нут А <sub>4</sub>	В <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	13,3	29,0	72,0	52,0	778,0	36,6
		С <sub>2</sub>	13,8	31,0	78,0	54,0	788,0	39,0
	В <sub>2</sub>	С <sub>1</sub>	13,1	26,0	75,0	51,0	766,0	35,0
		С <sub>2</sub>	13,7	27,0	76,0	52,0	770,0	36,6

Содержание белка в зерне яровой пшеницы после сои в зависимости от обработки почвы и уровня защиты растений составило 13,0–13,8%, после гороха – 12,6–13,9%, после люпина – 13,4–13,9%, после нута – 13,1–13,8%. Комбинированная обработка почвы и адаптивно-интегрированная защита растений обеспечили рост содержания белка в зерне яровой пшеницы.

В среднем за три года более высоким накоплением клейковины (30,0–31,0%) характеризовалось зерно по вариантам опыта с отвальной обработкой почвы. Несколько меньшим было содержанием клейковины на вариантах с минимальной обработкой почвы – 26,0–29,0%.

По данным наших исследований, наибольшая натура зерна (778–790 г/л) отмечалась по вспашке, на минимальной обработке почвы этот показатель составлял 765–773 г/л, различий по защите растений не отмечалось. При этом среди предшественников положительно выделялся горох. Более глубокая обработка почвы также имела преимущество по сравнению с минимальной, что связано с большим накоплением влаги в почве и с усиленной минерализацией лабильного органического вещества почвы и, как следствие, лучшим обеспечением питательными элементами, прежде всего – азотом.

### **Выводы**

Бобовые считаются ценными предшественниками в севообороте для зерновых и других групп культуры, что объясняется накоплением биологического азота благодаря бобово-ризобияльному симбиозу. Однако в условиях лесостепной зоны Поволжья является важным и обеспеченность растений влагой. Накопление продуктивной влаги в почве происходит в основном в осенний, зимний и весенний периоды. После уборки гороха до времени устойчивого перехода температуры воздуха ниже 5°C накапливалось не более 19% выпавших осадков (28–33 мм), после уборки сои, люпина и нута – 29–39% (29–39 мм).

Урожайность яровой пшеницы изменялась по предшественникам, приемам обработки почвы и уровням защиты растений от вредных организмов. По уровню урожайности яровой пшеницы изучаемые предшественники можно расположить в следующий ряд: после гороха – 3,8 т/га > после нута и люпина – 3,49–3,50 т/га > после сои – 3,45 т/га.

Отмечалось повышение урожайности яровой пшеницы по комбинированной обработке почвы в севообороте (под изучаемую культуру – дискование почвы на 10–12 см + вспашка на 20–22 см) в сравнении с минимальной обработкой почвы на 0,52 т/га, или на 15,6%, а на адаптивно-интегрированной защите растений – на 0,36 т/га, или на 10,6%, в сравнении с уровнем нормальных технологий.

Наибольшее влияние на уровень урожайности из изучаемых факторов оказывали приемы обработки почвы (40,7%), на защиту растений приходилось 25,3%, предшественники – 19,1%.

В условиях лесостепной зоны Поволжья для получения качественного зерна яровой пшеницы рекомендуется размещать ее после бобовых культур (соя, горох, люпин, нут), применять комбинированную в севообороте обработку почвы и адаптивно-интегрированную защиты растений с учетом экономических порогов вредоносности.

### **Библиографический список**

1. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, С.Н. Никитин, К.И. Карпович и др. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2017. – 488 с.



2. Биологизация технологии возделывания озимой пшеницы в севооборотах лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов. – Ульяновск, 2019. – 200 с.
3. ГОСТ 27548–97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги. Введен 1 января 1999 г. – М., 2005. – 6 с.
4. ГОСТ 28268–89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. Введен 1 июня 1990 г. – М., 2000. – 8 с.
5. ГОСТ 10846–91. Межгосударственный стандарт. Метод определения белка. Введен 1 июня 1993 г. – М.: Стандартинформ, 2009. – 6 с.
6. Зерновые. Метод определения насыпной плотности зерна. Введен 1 января 2001 г. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 8 с.
7. ГОСТ Р 54478–2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. Введен 1 января 2013 г. – М.: Стандартинформ, ГОД?. – 24 с.
8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. *Зойдзе Е.К.* Об одном подходе к исследованию неблагоприятных агроклиматических явлений в условиях изменения климата в Российской Федерации // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 1. – С. 96–104.
10. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, И.А. Тойгильдина. – Ульяновск, 2020. – 386 с.
11. *Немцев С.Н.* Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата / С.Н. Немцев, Р.Б. Шарипова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 10–17.
12. *Подсевалов М.И.* Режим влажности почвы и формирование урожайности озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья / М.И. Подсевалов, А.Л. Тойгильдин, Д.Э. Аюпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (36). – С. 48–54.
13. *Попова Е.Н.* Климатические факторы, определяющие границы ареалов вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, и расчетные методы оценки изменения ареалов при изменении климата / Е.Н. Попова, И.О. Попов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 175–204.
14. *Роде А.А.* Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.
15. *Суховеева О.Э.* Изменения климатических условий и агроклиматических ресурсов в Центральном районе Нечерноземной зоны / О.Э. Суховеева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География. Геоэкология». – 2016. – № 4. – С. 41–49.
16. *Шарипова Р.Б.* Тенденции изменения климата и агроклиматических ресурсов Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Р.Б. Шарипова; Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2020. – 137 с.
17. Roychowdhury, Rajib & Choudhury, Shuvasish & Hasanuzzaman, Mirza & Srivastava, Sangeeta (2020). Sustainable Agriculture in the Era of Climate Change. 10.1007/978-3-030-45669-6. – 690 с.
18. Uprety, Dinesh & Reddy V. & Mura, Jyostna (2019). Climate Change and Agriculture: A Historical Analysis. 10.1007/978-981-13-2014-9. – 88 с.

# LEGUME PRECURSORS, TILLAGE AND PLANT PROTECTION IN AGROTECHNOLOGIES OF SPRING WHEAT OF THE MIDDLE VOLGA REGION

A.L. TOIGILDIN, M.I. PODSEVALOV, I.A. TOIGILDINA,  
D.E. AYUPOV, R.A. MUSTAFINA

(Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin)

*The article presents the results of studies on the evaluation of legume precursors (soybeans, peas, lupin, chickpeas), methods of primary tillage, and plant protection during spring wheat cultivation in the conditions of chernozem soils of the Middle Volga region. Studies have shown that the studied precursors had different growing season duration and water consumption, which provided different water regimes and accumulation of productive moisture in the soil and ultimately affected the productivity of spring wheat. The accumulation of productive moisture in the soil occurs mainly in the autumn, winter, and spring periods; after harvesting peas, no more than 19% of precipitation (28–33 mm) accumulated after harvesting soybeans, lupine, and chickpeas – 29–39% (29–39 mm) until the time of a steady transition of air temperature below 5°C. According to the yield level of spring wheat, the researchers arranged the studied precursors in the following row: after peas – 3,80 t/ha > after chickpeas and lupine – 3,49–3,50 t/ha > after soybeans – 3,45 t/ha. There was an increase in the yield of spring wheat for combined tillage in crop rotation (for the studied crop – soil disking by 10–12 cm + plowing by 20–22 cm) in comparison with minimal tillage by 0,52 t/ha or by 15,6%, and on adaptive-integrated plant protection by 0,36 t/ha or 10,6% in comparison with the level of standard technologies. The effect of the studied factors on the formation of yield was as follows: tillage – 40,7% > plant protection – 25,3% > precursors – 19,1%. The mentioned variants also increased the quality of spring wheat grain.*

*Keywords: spring wheat, yield, grain quality, precursor, legume crops, tillage, plant protection.*

## References

1. Dozorov A.V., Isaychev V.A., Nikitin S.N., Karpovich K.I. et al. Adaptivno-landshaftnaya sistema zemledeliya Ul'yanovskoy oblasti (2-e izdanie, dopolnennoe i pererabotannoe) [Adaptive landscape farming system in the Ulyanovsk region (2<sup>nd</sup> edition, enlarged and revised)]. Ul'yanovskiy GAU. 2017: 488. (In Rus.)
2. Toigildin A.L., V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, D.E. Ayupov. Biologizatsiya tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy v sevooborotakh lesostepnoy zony Povolzh'ya [Biologization of winter wheat cultivation technology in the rotational crops of the forest-steppe zone of the Volga region]. Ul'yanovsk. 2019: 200. (In Rus.)
3. GOST 27548–97. Korma rastitel'nye. Metody opredeleniya sodержaniya vlagi [Herbal feeds. Methods for determination of moisture content]. Moscow. 2005: 6. (In Rus.)
4. GOST 28268–89. Pochvy. Metody opredeleniya vlazhnosti, maksimal'noy gigroskopicheskoy vlazhnosti i vlazhnosti ustoychivogo zavyadaniya rasteniy [Soils. Methods for determining moisture content, maximum hygroscopic moisture content and moisture content of stable wilting plants]. Moscow. 2000: 8. (In Rus.)
5. GOST 10846–91. Mezhsosudarstvenniy standart. Metod opredeleniya belka [Interstate standard. Method for determination of protein]. M.: Standartinform. 2009: 6. (In Rus.)
6. Zernovye. Metod opredeleniya nasypnoy plotnosti zerna [Cereals. Method for the determination of bulk density of grain]. M.: IPK Izdatel'stvo standartov. 2000: 8. (In Rus.)

7. GOST R54478–2011. Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleykoviny v pshenitse [Grain. Methods of determining the quantity and quality of gluten in wheat]. M.: Standartinform. 24. (In Rus.)
8. *Dospekhov B.A.* Metodika polevogo opyta [Methodology for the field experience]. M.: Agropromizdat. 1985: 351. (In Rus.)
9. *Zoidze E.K.* Ob odnom podkhode k issledovaniyu neblagopriyatnykh agroklimaticheskikh yavleniy v usloviyakh izmeneniya klimata v Rossiyskoy Federatsii [On one approach to the study of adverse agroclimatic events under climate change in the Russian Federation]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2004; 1: 96–104. (In Rus.)
10. *Toigildin A.L., Morozov V.I., Podsevalov M.I., Ayupov D.E., Toigildina I.A.* Nauchno-prakticheskoe obosnovanie biologizatsii zemledeliya lesostepnoy zony Povolzh'ya [Scientific and practical justification of farming biologization in the forest-steppe zone of the Volga region]. Ul'yanovsk. 2020: 386. (In Rus.)
11. *Nemtsev S.N., Sharipova R.B.* Otsenka agrometeorologicheskikh pokazateley atmosferynykh zasukh i urozhaynosti zernovykh kul'tur v izmenyayushchikhsya usloviyakh regional'nogo klimata [Assessment of agrometeorological indicators of atmospheric drought and cereal yields under changing regional climate conditions]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2020; 1: 10–17. (In Rus.)
12. *Podsevalov M.I., Toigildin A.L., Ayupov D.E.* Rezhim vlazhnosti pochvy i formirovanie urozhaynosti ozimoy pshenitsy v sevooborotakh lesostepi Zavolzh'ya [Soil moisture regime and winter wheat yield formation in forest-steppe rotations of the Trans-Volga region]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016; 4 (36): 48–54. (In Rus.)
13. *Popova E.N., Popov I.O.* Klimaticheskie faktory, opredelyayushchie granitsy arealov vreditel'ey i vozbuditeley bolezney sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, i raschetnye metody otsenki izmeneniya arealov pri izmenenii klimata [Climatic factors determining the range limits of pests and pathogens of agricultural plants and computational methods for estimating range changes under climate change]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*. 2013; 25: 175–204. (In Rus.)
14. *Rode A.A.* Sistema metodov issledovaniya v pochvovedenii [System of research methods in soil science]. Novosibirsk: Nauka. 1971: 92. (In Rus.)
15. *Sukhoveyeva O.E.* Izmeneniya klimaticheskikh usloviy i agroklimaticheskikh resursov v Tsentral'nom rayone Nechernozemnoy zony [Changes in climatic conditions and agroclimatic resources in the Central Non-Chernozem zone]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2016; 4: 41–49. (In Rus.)
16. *Sharipova R.B.* Tendentsii izmeneniya klimata i agroklimaticheskikh resursov Ul'yanovskoy oblasti i ikh vliyanie na urozhaynost' zernovykh kul'tur [Trends in climate change and agroclimatic resources in the Ulyanovsk region and their effect on cereal yields]. Samarskiy federal'niy issledovatel'skiy tsentr RAN, Ul'yanovskiy nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skogo khozyaystva. Ul'yanovsk: Ul'yanovskiy gosudarstvenniy tekhnicheskii universitet. 2020: 137. (In Rus.)
17. *Roychowdhury Rajib, Choudhury Shuvasish, Hasanuzzaman Mirza, Srivastava, Sangeeta.* Sustainable Agriculture in the Era of Climate Change. Springer Nature Switzerland AG. 2020: 690.
18. *Uprety Dinesh, Reddy V., Mura Jyostna.* Climate Change and Agriculture: A Historical Analysis. Springer. 2019: 88.

**Тойгильдин Александр Леонидович**, доцент, д-р с.-х. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: (8422) 55–95–75; e-mail: atoigildin@yandex.ru).

**Подсевалов Михаил Ильич**, доцент, канд. с.-х. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: (8422) 55–95–75; e-mail: zemledelugsha@yandex.ru).

**Тойгильдина Ирина Александровна**, доцент, канд. с.-х. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: (8422) 55–95–75; e-mail: irina1082@list.ru).

**Аюпов Денис Энисович**, старший преподаватель кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция», канд. с.-х. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: (8422) 55–95–75; e-mail: ayupov1989@mail.ru).

**Мустафина Резида Ахметовна**, аспирант кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (432017, Российская Федерация, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: (8422) 55–95–75; e-mail: mustafina-rezida92@mail.ru).

**Aleksandr L. Toigildin**, DSc (Ag), Associate Professor, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (1 Noviy Venets Boulevard, Ulyanovsk (432017, Russian Federation; phone: (8422) 55–95–75; E-mail: atoigildin@yandex.ru).

**Mikhail I. Podsevalov**, PhD (Ag), Associate Professor, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (1 Noviy Venets Boulevard, Ulyanovsk (432017, Russian Federation; phone: (8422) 55–95–75; E-mail: zemledelugsha@yandex.ru).

**Irina A. Toigildina**, PhD (Ag), Associate Professor, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (1 Noviy Venets Boulevard, Ulyanovsk (432017, Russian Federation; phone: (8422) 55–95–75; E-mail: irina1082@list.ru).

**Denis E. Ayupov**, PhD (Ag), Senior Lecturer, the Department of Agriculture, Crop Production and Breeding, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (1 Noviy Venets Boulevard, Ulyanovsk (432017, Russian Federation; phone: (8422) 55–95–75; E-mail: ayupov1989@mail.ru).

**Rezida A. Mustafina**, postgraduate student, the Department of Agriculture, Crop Production and Breeding, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (1 Noviy Venets Boulevard, Ulyanovsk (432017, Russian Federation; phone: (8422) 55–95–75; E-mail: mustafina-rezida92@mail.ru).