

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 631.51:631.8:632:633.11

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-4-286-303

Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области

Николай Николаевич Вошедский, Владимир Анатольевич Кулыгин

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Николай Николаевич Вошедский, dzni-szr@mail.ru

Аннотация. Цель: установление оптимального способа основной обработки почвы, фона минерального питания при возделывании новых сортов озимой пшеницы в условиях Ростовской области. **Материалы и методы.** Место и время проведения исследований – опытный стационар Федерального Ростовского аграрного научного центра, 2019–2021 гг. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднесильным легкосуглинистым на лессовидном суглинке с плотностью сложения в слое 0–30 см 1,26 г/см³. В опытах использовались новые сорта озимой пшеницы Былина Дона, Акапелла и Октава. Фактор А: способы основной обработки почвы: 1) вспашка на 25–27 см (контроль); 2) комбинированная (поверхностная на 14–16 см + щелевание на 40–45 см); 3) чизельная на 25–27 см. Фактор В: фоны удобрений (контроль без удобрений, умеренный (N₈₀P₆₀K₆₀), высокий (N₁₂₀P₈₀K₈₀)). При проведении полевого опыта использовали общепринятые методики (Б. А. Доспехов, 1985; А. Н. Костяков, 1961; А. Ф. Вадюнина, 1986). **Результаты.** Более высокая урожайность зерна новых сортов озимой пшеницы обеспечивалась на фоне вспашки, где, независимо от фона питания, урожайность зерна изменялась: по сорту Былина Дона в пределах 3,17–4,68 т/га, Акапелла – 3,64–5,19 т/га, Октава – 2,71–4,00 т/га. Фон питания N₈₀P₆₀K₆₀ при разных способах основной обработки почвы давал прибавки урожайности сортов: Былина Дона – 31,6–32,5 %, Акапелла – 27,4–27,7 %, Октава – 31,2–32,8 %, по сравнению с контролем. Высокий фон N₁₂₀P₈₀K₈₀ обеспечивал аналогичные прибавки по сортам: Былина Дона – 45,2–47,6 %, Акапелла – 40,9–42,6 %, Октава – 45,7–47,6 %. Лучшая отдача от применения удобрений и самый низкий коэффициент водопотребления получены на сорте Акапелла в условиях вспашки и фона удобрений N₁₂₀P₈₀K₈₀ (соответственно 5,54 кг/кг и 320 м³/т). **Выводы.** Наиболее продуктивным оказался сорт Акапелла с урожайностью 5,19 т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, удобрение, обработка почвы, урожайность, водопотребление

Для цитирования: Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 4. С. 286–303. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-286-303>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

The impact of cultivation practices on the yield and water consumption of new winter wheat varieties in Rostov region

Nikolay N. Voshedskiy, Vladimir A. Kulygin

Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

Corresponding author: Nikolay N. Voshedskiy, dzni-szr@mail.ru

Abstract. Purpose: to determine the optimal method of primary tillage, the mineral nutrition background when cultivating new varieties of winter wheat in Rostov region. **Materials and methods.** Place and time of the research is the experimental station of the Federal Rostov Agricultural Research Centre, 2019–2021. The soil of the experimental plot is ordinary calcareous, medium-thick, light loamy chernozem on loess-like loam with a bulk density of 1.26 g/cm³ in the 0–30 cm layer. New varieties of winter wheat Bylina Dona, Akapella and Oktava were used in the experiments. Factor A: methods of primary tillage: 1) plowing at 25–27 cm (control); 2) combined (surface at 14–16 cm + slotting at 40–45 cm); 3) chisel at 25–27 cm. Factor B: fertilizer backgrounds (control without fertilizer, moderate (N₈₀P₆₀K₆₀), high (N₁₂₀P₈₀K₈₀)). When conducting a field experiment, generally accepted methods were used (B. A. Dospekhov, 1985; A. N. Kostyakov, 1961; A. F. Vadyunina, 1986). **Results.** A higher grain yield of new varieties of winter wheat was provided against the background of plowing, where the grain yield changed regardless of the background of nutrition: for the variety Bylina Dona within 3.17–4.68 t/ha, Acapella – 3.64–5.19 t/ha, Oktava – 2.71–4.00 t/ha. The nutritional background of N₈₀P₆₀K₆₀ with different methods of primary tillage gave an increase in the yield of varieties: Bylina Dona – 31.6–32.5 %, Acapella – 27.4–27.7 %, Oktava – 31.2–32.8 %, compared to control. The high background of N₁₂₀P₈₀K₈₀ provided similar gains in varieties: Bylina Dona – 45.2–47.6 %, Acapella – 40.9–42.6 %, Oktava – 45.7–47.6 %. The best benefit from the fertilizer application and the lowest water consumption coefficient were obtained on the Acapella variety under conditions of plowing and N₁₂₀P₈₀K₈₀ fertilizer background (respectively 5.54 kg/kg and 320 m³/t). **Conclusions.** The most productive variety was Acapella with a yield of 5.19 t/ha.

Keywords: winter wheat, variety, fertilizer, tillage, yield, water consumption

For citation: Voshedskiy N. N., Kulygin V. A. The impact of cultivation practices on the yield and water consumption of new winter wheat varieties in Rostov region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(4):286–303. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-286-303>.

Введение. Самой ценной и урожайной культурой, возделываемой в РФ, является озимая пшеница [1]. Востребованность озимой пшеницы обусловлена высоким содержанием в зерне клейковидных белков, крахмала, жиров, зольных веществ, разнообразных витаминов, что предопределяет ее широкое использование для продовольственных целей – выпечки хлебов, производства макаронных изделий, крупы, в кондитерской промышленности и др. Зерно данной культуры является незаменимым сырьем для производства концентрированного корма для питания всех видов сельскохозяйственных животных. Кормовую ценность имеют также солома и мякина: в 100 кг соломы содержится 0,5–1,0 кг переваримого протеина,

20–22 к. е. Солома также находит применение в качестве строительного материала и для производства бумаги. 100 кг зерновых отрубей содержат до 80 к. е. и 11 кг переваримого белка. Озимая пшеница находит применение и в перерабатывающей промышленности, где из ее зерна получают спирт, крахмал, декстрин и другие вещества. Кроме того, озимая пшеница является хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур в севообороте [2].

В 2020 г. в структуре посевных площадей РФ на долю пшеницы приходилось 29,42 млн га, или 35,8 % от всех посевов растениеводческих культур. Лидером по площади посевов и валовому сбору озимой пшеницы являлась Ростовская область, где с 2,87 млн га собрано 12,7 млн т зерна, что составляет более 10 % от общего производства в стране. Однако, по данным Минсельхоза, урожайность пшеницы в разных районах области по годам нестабильна. В 2021 г. этот показатель не превышал 3,59 т/га, что значительно ниже реального потенциала культуры на юге России [3]. При этом следует отметить, что в зоне недостаточного увлажнения отмечается нарастание аридности климата и непредсказуемость метеорологических факторов во многом является лимитирующим фактором повышения продуктивности озимой пшеницы [4, 5]. В частности, генетический потенциал сорта, его положительные количественные и качественные параметры нередко используются не более чем на 50 % [6].

В этих условиях среди приоритетных направлений увеличения производства зерна – использование новых районированных, урожайных сортов, высококачественного семенного материала, оптимальное применение удобрений (в первую очередь азотных), использование эффективных приемов обработки почвы, средств защиты растений, рациональное размещение пшеницы в севообороте и т. д. [1, 2]. При этом по ряду вопросов совершенствования элементов технологии возделывания озимой пшеницы в данных разных исследователей отмечаются определенные противоречия.

Так, ряд авторов считают, что для создания оптимальных условий вегетации культуры наиболее эффективным приемом основной обработки почвы является традиционная вспашка [7, 8]. Другие отдают предпочтение безотвальным и минимальным обработкам [9, 10]. Некоторые исследователи считают, что основные обработки почвы не оказывают достоверного влияния на изменение урожайности озимой пшеницы [11, 12]. Аналогичные противоречия отмечаются и в вопросах применения удобрений, где предметом дискуссии являются высокие, дифференцированные нормы, оптимальные пропорции минерального питания озимой пшеницы, их влияние на качество зерна, лучшие сроки внесения и т. д. [13–15].

Исходя из вышесказанного, объектом наших исследований являлись новые сорта озимой пшеницы Былина Дона, Акапелла и Октава, предложенные селекционерами ФГБНУ ФРАНЦ, оптимизация основных элементов технологии их возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – установление оптимального способа основной обработки почвы, фона минерального питания при возделывании новых сортов озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Материалы и методы. Опыты проводились на опытном стационаре ФГБНУ ФРАНЦ в 2019–2021 гг. Климат зоны проведения исследований засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднесиловым легкосуглинистым на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) составляло 4,0–4,2 %, общего азота – 0,22–0,25 %, подвижного фосфора и калия – соответственно 39 и 545 мг/кг. Реакция почвенного раствора (рН) – 7,1–7,3 ед. Плотность почвы в слое 0–30 см – 1,26 г/см³ [16]. Площадь опытной делянки последнего порядка – 80 м². Размещение вариантов рендомизированное. Предшественником озимой пшеницы в годы исследований являлся чистый пар. При проведении полевого опыта ис-

пользовали общепринятые методики (Б. А. Доспехов, 1985; А. Н. Костяков, 1961; А. Ф. Вадюнина, 1986).

Полевые опыты проводились по типичной схеме, применяемой в ФГБНУ ФРАНЦ при изучении зернобобовых культур [16]. Пространственное расположение опыта – в трехкратной повторности. Изучались два фактора, которые были наложены друг на друга.

Фактор А – способ основной обработки почвы: 1) вспашка на 25–27 см (контроль); 2) комбинированная (поверхностная на 14–16 см + щелевание на 40–45 см); 3) чизельная на 25–27 см.

Фактор В – фон удобрений: 1) без удобрений (контроль); 2) умеренный, $N_{80}P_{60}K_{60}$; 3) высокий, $N_{120}P_{80}K_{80}$.

Известно, что озимая пшеница отзывчива на глубину вспашки, а углубление пахотного слоя способствует повышению водного запаса, аэрации, содержания нитратов и растворимых фосфатов. Поэтому основная обработка почвы включала глубокие обработки – вспашку на 25–27 см (скоростной плуг ПС-3+1 в агрегате с трактором МТЗ-82), чизелевание на 25–27 см (ПС-3+1 + МТЗ-82), а также комбинированную обработку (поверхностная на 14–16 см в сочетании с щелеванием на 40–45 см при помощи БДМ-3х4 + ЩН-2 в агрегате с трактором Т-150).

Наибольшая востребованность в фосфорных и калийных удобрениях для растений проявляется в начальные стадии вегетации, поэтому перед основной обработкой вносили суперфосфат и хлористый калий дозами $P_{60}K_{60}$ и $P_{80}K_{80}$. В феврале-марте проводилась азотная подкормка посевов дозами N_{80} и N_{120} путем внесения аммиачной селитры, которая необходима пшенице после весеннего возобновления вегетации. Посевы новых сортов озимой пшеницы Былина Дона, Акапелла и Октава проводились в одинаковые сроки: 2019 г. – 9 сентября, 2020 г. – 18 сентября. Норма высева семян изучаемых сортов пшеницы составляла 4,5 млн шт./га. При уходе за посевами главный акцент был сделан на сохранении вегетативной массы

растений от вредителей, болезней, контроле сорной растительности, а также на разрушении почвенной корки для поступления атмосферного азота. Уборка урожая проходила прямым комбайнированием с помощью комбайна «Сампо 500».

Результаты и обсуждение. Продолжительность вегетационного периода новых сортов озимой пшеницы, а также сроки наступления основных фаз развития растений в годы исследований имела незначительные отличия. В 2019–2020 гг. самый продолжительный период вегетации отмечен у сорта Акапелла – 152 дня. У Былины Дона он составил 148, у Октавы – 146 дней. Аналогичные тенденции продолжительности роста и развития пшеницы сохранились и в 2020–2021 гг., период вегетации у сорта Акапелла – 155 дней, Былина Дона – 152, Октава – 149 дней.

Условия тепловлагообеспеченности периода характеризуются гидротермическим коэффициентом (ГТК) – отношением суммы осадков (X) к сумме активных температур воздуха (T). Эти условия в разные периоды вегетации озимой пшеницы за годы наблюдений имели существенные отличия, что наглядно видно из данных по сорту Былина Дона на фоне $N_{120}P_{80}K_{80}$ (таблица 1).

Таблица 1 – Тепло- и влагообеспеченность вегетационных периодов сортов озимой пшеницы

Table 1 – Heat and moisture availability of the growing seasons of winter wheat varieties

Период вегетации	Дней	Сумма T , °C	Осадки X , мм/га	ГТК
1	2	3	4	5
2019–2020 гг.				
Посев – всходы	18	273,5	152	0,56
Всходы – кущение	24	319,0	81	0,25
Кущение – прекращение вегетации (31.10.2019)	9	104,9	22	0,21
Возобновление вегетации (21.03.2020) – выход в трубку	30	234,1	38	0,16
Выход в трубку – конец цветения	33	440,8	440	1,00
Созревание – полная спелость	34	712,4	360	0,50
Вегетационный период	148	2084,7	1093	0,52

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4	5
2020–2021 гг.				
Посев – всходы	35	554,7	38	0,07
Всходы – прекращение вегетации (11.11.2020)	19	208,2	292	1,40
Возобновление вегетации (31.03.2021) – кущение	9	99,0	298	3,01
Кущение – выход в трубку	25	232,5	304	1,31
Выход в трубку – конец цветения	29	514,5	520	1,01
Созревание – полная спелость	36	797,4	516	0,65
Вегетационный период	152	2406,3	1968	0,82

В 2019 г. посев сортов озимой пшеницы был произведен 09.09. Период «посев – всходы» составил 18 дней и характеризовался умеренным количеством осадков и тепла, что отражено в ГТК 0,56. Относительно благоприятные метеоусловия после всходов культуры способствовали наступлению фазы кущения через 24 дня, а через 9 дней ввиду резкого снижения температуры воздуха осенний период вегетации был завершен. Условия перезимовки культуры были относительно благоприятными. В ноябре, декабре и январе количество осадков составило соответственно 21,6; 15,4 и 20,4 мм, а среднесуточная температура воздуха самого холодного января не превысила 0,9 °С. Два следующих месяца резко отличались по своим метеорологическим характеристикам: обильное количество осадков в феврале (102,8 мм) при среднесуточной температуре воздуха 0,4 °С и их минимум в марте (2,4 мм) при средней температуре 7,3 °С. Возобновление вегетации озимой пшеницы было ранним (21 марта), но дефицит тепла и влаги обусловил наступление фазы «выход в трубку» только через 30 дней, что отражает показатель ГТК периода, не превысивший 0,16. Однако в период «выход в трубку – конец цветения», когда потребность растений во влаге наибольшая, тепловлагообеспеченность была близка к оптимальным параметрам, что отражает ГТК = 1,0. Условия вегетации от конца цветения до полной спелости были менее благоприятными, а ГТК периода составил 0,5. В целом ГТК всего вегетационного периода 2019–2020 гг. озимой пшеницы Былина Дона не превысил 0,52, что характеризует его как среднесухой.

В 2020 г. после посева пшеницы (18 сентября) в течение длительного периода отмечалось полное отсутствие атмосферных осадков. Это привело к появлению полных всходов только на 35-й день, а неблагоприятные условия тепловлагообеспеченности отражает крайне низкий ГТК периода (0,07). Поздние всходы не способствовали наступлению фазы кущения пшеницы осенью. Однако в период от полных всходов до прекращения вегетации растений отмечалось обильное выпадение осадков, что в сочетании с благоприятной суммой температур обеспечило оптимальные условия тепловлагообеспеченности, ГТК = 1,40. Условия перезимовки, как и в предыдущий год, были благоприятными для озимой пшеницы. Если в декабре сумма атмосферных осадков не превысила 15,0 мм, то в январе данный показатель составил 46,6 мм, а в феврале – 15,8 мм. При этом среднесуточная температура воздуха в зимние месяцы была отрицательной, опускаясь до минус 1,2 – минус 3,1 °С, что способствовало сохранению снежного покрова и улучшало условия перезимовки пшеницы. Количество осадков, выпавших в марте, достигло 84,4 мм, что оттянуло срок возобновления вегетации растений (31 марта). Однако после возобновления вегетации до наступления фазы кущения потребовалось 9 дней, за которые ГТК достиг 3,01. Благоприятные условия вегетации по тепловлагообеспеченности пшеницы отмечены в периоды «кущение – выход в трубку» и «выход в трубку – конец цветения» (критический период водопотребления), в которые ГТК были близки к оптимальным значениям (1,31 и 1,01). За время от конца цветения до полного созревания культуры этот показатель также был относительно высоким (0,65). В целом ГТК всего вегетационного периода 2020–2021 гг. озимой пшеницы Былина Дона составил 0,82, что характеризует его как средневлажный.

Аналогичные характеристики тепловлагообеспеченности отмечены также у сортов Акапелла и Октава.

Разные способы основной обработки почвы, уровни минерального

питания, отличия тепловлагообеспеченности вегетационных периодов озимой пшеницы в рассматриваемые годы оказали влияние на изменение показателей урожайности разных сортов (таблица 2).

**Таблица 2 – Урожайность новых сортов озимой пшеницы
в зависимости от разных факторов**

В т/га

**Table 2 – Productivity of new winter wheat varieties depending
on various factors**

In t/ha

Способ основной обработки	Фон минерального питания, год								
	Без удобрений (контроль)			N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀			N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		
	2020	2021	Среднее, фактор А	2020	2021	Среднее, фактор А	2020	2021	Среднее, фактор А
Былина Дона									
Вспашка (контроль)	2,87	3,47	3,17	3,48	4,92	4,20	4,13	5,22	4,68
Комбинированная	2,70	3,31	3,01	3,27	4,64	3,96	3,84	4,90	4,37
Чизельная	2,72	3,33	3,03	3,30	4,67	3,99	3,87	4,95	4,41
Среднее, фактор В	2,76	3,37		3,35	4,74		3,95	5,02	
Акапелла									
Вспашка (контроль)	3,40	3,87	3,64	4,05	5,23	4,64	4,55	5,82	5,19
Комбинированная	3,18	3,66	3,42	3,78	4,94	4,36	4,20	5,43	4,82
Чизельная	3,22	3,71	3,47	3,83	5,00	4,42	4,26	5,52	4,89
Среднее, фактор В	3,27	3,75		3,89	5,06		4,34	5,59	
Октава									
Вспашка (контроль)	2,55	2,87	2,71	3,23	3,96	3,60	3,75	4,24	4,00
Комбинированная	2,39	2,72	2,56	3,00	3,72	3,36	3,48	3,98	3,73
Чизельная	2,42	2,76	2,59	3,04	3,77	3,41	3,53	4,03	3,78
Среднее, фактор В	2,45	2,78		3,09	3,82		3,59	4,08	
2020 г.: НСР ₀₅ = 0,09 т; фактор А: НСР ₀₅ – 0,07 т; фактор В: НСР ₀₅ – 0,10 т. 2021 г.: НСР ₀₅ = 0,10 т; фактор А: НСР ₀₅ – 0,07 т; фактор В: НСР ₀₅ – 0,11 т.									

Отмечается устойчивая тенденция к повышению урожайности по мере увеличения интенсивности основной обработки почвы и фона минерального питания. При этом лучшие условия тепловлагообеспеченности периода 2020–2021 гг. обеспечивали больший выход зерновой продукции по сравнению с условиями 2019–2020 гг. Например, независимо от способов основной обработки почвы, в варианте без удобрений у сорта Былина Дона средняя урожайность в 2020 г. составила 2,76 т/га, а в 2021 г. 3,37 т/га, или

на 0,61 т/га (22,1 %) больше. Такие же показатели на фонах $N_{80}P_{60}K_{60}$ и $N_{120}P_{80}K_{80}$ составили 3,35 и 4,74; 3,95 и 5,02 т/га, а соответствующая разница была 1,39 т/га (41,5 %) и 1,07 т/га (27,1 %). Аналогичные отличия в урожайности по годам на указанных фонах питания достигли: у сорта Акапелла 0,48 т/га (14,7 %), 1,17 т/га (30,1 %) и 1,25 т/га (28,8 %), Октава – 0,33 т/га (13,5 %), 0,73 т/га (23,6 %) и 0,49 т/га (13,6 %).

Наибольшая зависимость урожайности зерна от условий тепловлагообеспеченности вегетационного периода озимой пшеницы отмечена у сорта Былина Дона, его средняя урожайность независимо от способа обработки почвы и фона удобрений составила: в 2020 г. – 3,35 т/га, в 2021 г. – 4,38 т/га, а соответствующая разница достигла 1,03 т/га, или 30,7 %. Самое низкое влияние тепловлагообеспеченности на урожайность зерна в указанные годы наблюдалось у сорта Октава со средними показателями 3,04 и 3,56 т/га, а разница не превысила 17,1 %. В абсолютных показателях лучшая урожайность получена в 2021 г. в варианте со вспашкой и фоном удобрений $N_{120}P_{80}K_{80}$, достигнув: по сорту Былина Дона – 5,22 т/га, Акапелла – 5,82 т/га, Октава – 4,24 т/га.

В среднем за годы исследований в вариантах со вспашкой, независимо от фона питания, урожайность зерна изменялась в следующих пределах: по сорту Былина Дона – 3,17–4,68 т/га, Акапелла – 3,64–5,19 т/га, Октава – 2,71–4,00 т/га. При комбинированной и чизельной основной обработках эти показатели оказались несколько ниже: у Былины Дона – 3,01–4,37 и 3,03–4,41 т/га; у Акапеллы – 3,42–4,82 и 3,47–4,89 т/га; у Октавы – 2,56–3,73 и 2,59–3,78 т/га.

Разные способы основной обработки почвы оказывали определенное влияние на изменение показателей урожайности новых сортов озимой пшеницы (таблица 3).

Более высокая урожайность зерна новых сортов озимой пшеницы обеспечивалась на фоне вспашки, взятой за контроль (таблица 2). В вари-

антах комбинированной и чизельной обработок при разных уровнях минерального питания снижение урожайности составило: по сорту Былина Дона – 0,16–0,31 т/га (5,0–6,6 %) и 0,14–0,27 т/га (4,4–5,8 %), Акапелла – 0,22–0,37 т/га (6,0–7,1 %) и 0,17–0,30 т/га (4,7–5,8 %), Октава – 0,15–0,27 т/га (5,5–6,8 %) и 0,12–0,22 т/га (4,4–5,5 %), по сравнению со вспашкой.

Таблица 3 – Влияние способа основной обработки почвы на изменение урожайности новых сортов озимой пшеницы, 2020–2021 гг.

Table 3 – The influence of the primary tillage on the change in the yield of new winter wheat varieties, 2020–2021

Способ основной обработки	Изменение урожайности к контролю, фон NPK					
	б/у		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Былина Дона						
Вспашка (контроль)	–	–	–	–	–	–
Комбинированный	–0,16	5,0	–0,24	5,7	–0,31	6,6
Чизельный	–0,14	4,4	–0,21	5,0	–0,27	5,8
Акапелла						
Вспашка (контроль)	–	–	–	–	–	–
Комбинированный	–0,22	6,0	–0,28	6,0	–0,37	7,1
Чизельный	–0,17	4,7	–0,22	4,7	–0,30	5,8
Октава						
Вспашка (контроль)	–	–	–	–	–	–
Комбинированный	–0,15	5,5	–0,24	6,7	–0,27	6,8
Чизельный	–0,12	4,4	–0,19	5,3	–0,22	5,5

Большее влияние на изменение урожайности озимой пшеницы оказали фоны минерального питания (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние удобрений на урожайность новых сортов озимой пшеницы, 2020–2021 гг.

Table 4 – The impact of fertilizers on the yield of new winter wheat varieties, 2020–2021

Способ основной обработки	Прибавка урожайности от удобрений				Эффект от NPK, кг/кг	
	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀
	т/га	%	т/га	%		
1	2	3	4	5	6	7
Былина Дона						
Вспашка	1,03	32,5	1,51	47,6	5,15	5,39
Комбинированный	0,95	31,6	1,36	45,2	4,75	4,86
Чизельный	0,96	31,7	1,38	45,5	4,80	4,93

Продолжение таблицы 4

Table 4 continued

1	2	3	4	5	6	7
Акапелла						
Вспашка	1,00	27,7	1,55	42,6	5,00	5,54
Комбинированный	0,94	27,5	1,40	40,9	4,70	5,00
Чизельный	0,95	27,4	1,42	40,9	4,75	5,07
Октава						
Вспашка	0,89	32,8	1,29	47,6	4,45	4,61
Комбинированный	0,80	31,2	1,17	45,7	4,00	4,19
Чизельный	0,82	31,7	1,19	45,9	4,10	4,25

Норма удобрений умеренного фона питания ($N_{80}P_{60}K_{60}$) при разных способах основной обработки почвы давала возможность получить прибавку урожайности сортов: Былина Дона в пределах 0,95–1,03 т/га, или 31,6–32,5 %, Акапелла – 0,94–1,00 т/га (27,4–27,7 %), Октава – 0,80–0,89 т/га, или 31,2–32,8 %, по сравнению с контролем. Еще большие аналогичные прибавки урожайности обеспечивались высоким фоном применения удобрений ($N_{120}P_{80}K_{80}$), которые достигли по сорту Былина Дона 1,36–1,51 т/га, или 45,2–47,6 %, Акапелла – 1,40–1,55 т/га (40,9–42,6 %), Октава – 1,17–1,29 т/га, или 45,7–47,6 %. Лучшая отдача от применения удобрений, независимо от способа основной обработки почвы, отмечалась в вариантах с высоким фоном удобрений ($N_{120}P_{80}K_{80}$) по всем изучаемым сортам. В абсолютном значении лучшие показатели обеспечивались в условиях вспашки, составив у сорта Акапелла 5,54 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений, несколько ниже этот показатель оказался у сорта Былина Дона (5,39 кг/кг), у сорта Октава – 4,61 кг на единицу минерального питания.

Элементы водного баланса озимой пшеницы, включающие расход воды из почвы (ΔW), атмосферные осадки (X), из которых складывалось суммарное водопотребление культуры (E), а также коэффициент водопотребления (K_v) (отношение E к урожайности Y), ввиду незначительных отличий в сроках и продолжительности вегетации изучаемых сортов, имели

минимальные отклонения, как в вариантах с фоном удобрений $N_{120}P_{80}K_{80}$ (таблица 5).

Таблица 5 – Водный баланс новых сортов озимой пшеницы, 2019–2021 гг.

Table 5 – Water balance of new winter wheat varieties, 2019–2021

Способ основной обработки	ΔW , м ³ /га	X , м ³ /га	E , м ³ /га	Y , т	K_v , м ³ /т
Былина Дона					
Вспашка	110	1531	1641	4,68	351
Комбинированный	106	1531	1637	4,37	375
Чизельный	102	1531	1633	4,41	370
Акапелла					
Вспашка	128	1531	1659	5,19	320
Комбинированный	115	1531	1646	4,82	342
Чизельный	118	1531	1649	4,89	337
Октава					
Вспашка	104	1531	1635	4,00	409
Комбинированный	103	1531	1634	3,73	438
Чизельный	106	1531	1637	3,78	433

Средняя сумма атмосферных осадков, выпавших за вегетационный период озимой пшеницы в годы исследований, была идентичной и составила 1531 м³/га. Особенностью расхода воды из почвы за период роста и развития пшеницы в 2020–2021 гг. было превышение соответствующих показателей при достижении полной спелости культуры над аналогичными данными перед посевом. Указанная разница в вариантах с обработками почвы составила: по сорту Былина Дона 138–162 м³/га, Акапелла – 129–137 м³/га, Октава – 139–147 м³/га. Однако в среднем доля расхода воды из почвы в суммарном водопотреблении пшеницы не превысила: по сорту Былина Дона 6,2–6,7 %, Акапелла – 7,0–7,7 %, Октава – 6,3–6,5 %. Аналогичная доля осадков у названных сортов достигала соответственно 93,3–93,8; 92,2–93,0 и 93,5–93,7 %. Наиболее рациональный расход воды на получение единицы зерновой продукции отмечен по сорту Акапелла за счет высокой урожайности (Y), для этого сорта при разных способах основной обработки почвы получены самые низкие коэффициенты водопотребления (K_v) в пределах 320–342 м³/т. У сортов Былина Дона и Октава аналогичные

расходы были выше (351–375 и 409–438 м³/т). Из обработок почвы самый низкий коэффициент по всем изучаемым сортам обеспечивался вспашкой. В абсолютном значении лучший показатель получен на сорте Акапелла – 320 м³/т.

Выводы. На урожайность новых сортов озимой пшеницы, наряду с элементами технологии возделывания, определенное влияние оказали метеорологические характеристики вегетационных периодов, ГТК которых в 2019–2020 гг. составил 0,52, в 2020–2021 гг. – 0,82. Наибольшее колебание урожайности под воздействием тепловлагообеспеченности отмечено у сорта Былина Дона, разница средних показателей по годам достигла 30,7 %. Меньшее влияние этого фактора наблюдалось у сорта Октава, а разница не превысила 17,1 %.

Более высокая урожайность зерна новых сортов озимой пшеницы обеспечивалась на фоне вспашки, где, независимо от фона питания, урожайность зерна изменялась: по сорту Былина Дона в пределах 3,17–4,68 т/га, Акапелла – 3,64–5,19 т/га, Октава – 2,71–4,00 т/га. В вариантах комбинированной и чизельной обработок при разных нормах удобрений урожайность была несколько меньше, а соответствующее снижение составило: по сорту Былина Дона – 0,16–0,31 т/га (5,0–6,6 %) и 0,14–0,27 т/га (4,4–5,8 %), Акапелла – 0,22–0,37 т/га (6,0–7,1 %) и 0,17–0,30 т/га (4,7–5,8 %), Октава – 0,15–0,27 т/га (5,5–6,8 %) и 0,12–0,22 т/га (4,4–5,5 %), в сравнении со вспашкой.

Фон питания N₈₀P₆₀K₆₀ при разных способах основной обработки почвы давал прибавки урожайности сортов: Былина Дона – от 0,95 до 1,03 т/га, или 31,6–32,5 %, Акапелла – 0,94–1,00 т/га (27,4–27,7 %), Октава – 0,80–0,89 т/га (31,2–32,8 %), по сравнению с контролем. Высокий фон N₁₂₀P₈₀K₈₀ обеспечивал аналогичные прибавки по сорту Былина Дона 1,36–1,51 т/га (45,2–47,6 %), Акапелла – 1,40–1,55 т/га (40,9–42,6 %), сорту Октава – 1,17–1,29 т/га (45,7–47,6 %). Лучшая отдача от применения удоб-

рений, независимо от способа основной обработки почвы, получена в вариантах с высоким фоном удобрений ($N_{120}P_{80}K_{80}$) по всем изучаемым сортам. Самые высокие показатели обеспечивались в условиях вспашки: у сортов Акапелла 5,54 кг/кг, Былина Дона – 5,39 кг/кг, Октава – 4,61 кг на единицу минерального питания.

Самый низкий коэффициент водопотребления у разных сортов озимой пшеницы обеспечивался вспашкой с лучшим показателем на Акапелле ($320 \text{ м}^3/\text{т}$). Этот же сорт оказался и наиболее урожайным (до 5,19 т/га).

Список источников

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 года и на перспективу до 2030 года [Электронный ресурс]. М., 2016. 73 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/959/959648abb188a76c11095d869e8bde94.pdf> (дата обращения: 01.06.2022).
2. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. изд. М.: Росинформагротех, 2018. 396 с.
3. 2021/22 зерновой год в Ростовской области: урожай, экспорт, сев озимых [Электронный ресурс] / Юж. фил. ФГБУ «Центр Агроаналитики». URL: <https://specagro.ru/news/202112/predvaritelnye-itogi-pervoy-pолоviny-zernovogo-sezona-202122-rostovskoy-oblasti> (дата обращения: 01.06.2022).
4. Ткаченко Н. А. Засухи и урожайность зерновых культур в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4. С. 171–178. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-24.
5. Characterizing agricultural impacts of recent large-scale US droughts and changing technology and management / J. Elliott, M. Glotter, A. C. Ruane, K. J. Boote, I. Foster // Agricultural Systems. 2018. Vol. 159. P. 275–281. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.012>.
6. Система увеличения производства высококачественного зерна пшеницы / Е. В. Журавлева, Н. З. Милащенко, С. Н. Сапожников, С. В. Трушкин // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 3. С. 7–10. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10301.
7. Эффективность различных способов основной обработки почвы и прямого посева при возделывании озимой пшеницы на черноземных почвах / Д. В. Дубовик, В. И. Лазарев, А. Я. Айдиев, Б. С. Ильин // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 12. С. 26–29. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11205.
8. Попов А. С. Основная обработка почвы твердой озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6. С. 40–44. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-40>.
9. Эффективность почвозащитных мероприятий при возделывании озимой пшеницы на эрозионно-опасных склонах / И. Н. Ильинская, Э. А. Гаевая, М. И. Рычкова, С. А. Тарадин, Е. Н. Нежинская // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 6. С. 17–22. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10603.
10. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях Нижнего Поволжья / Ю. Н. Плескачев, Н. А. Бугреев, Г. В. Черноморов, Е. А. Скороходов, Е. А. Шарапова // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5. С. 3–6. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-3-6>.

11. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы / С. И. Тютюнов, П. И. Солнцев, Ю. В. Хорошилова, М. В. Емец, Ж. Ю. Горохова // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 5. С. 18–23. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503.

12. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов подготовки пара и средств интенсификации / А. В. Шабалкин, О. М. Иванова, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 2. С. 52–55. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10213.

13. Артемьев А. А., Гурьянов А. М. Эффективность возделывания озимой пшеницы при дифференцированном использовании минеральных удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 4. С. 26–31. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10405.

14. Влияние приемов возделывания на продуктивность перспективного сорта озимой твердой пшеницы Крупинка в Дагестане / Н. Р. Магомедов, Н. Н. Магомедов, Ж. Н. Абдуллаев, М. М. Гаджиев // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 3–8. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-70-4-3-8>.

15. Роль оптимизации режима питания растений озимой пшеницы в повышении урожайности и качества зерна / А. М. Кравцов, А. В. Загорюлько, Н. Н. Кравцова, Т. Я. Бровкина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 86. С. 68–78. DOI: 10.21515/1999-1703-86-68-78.

16. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность зернобобовых культур в богарных условиях в Ростовской области // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 2. С. 123–141. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1282> (дата обращения: 01.06.2022). DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-123-141.

References

1. *Dolgosrochnaya strategiya razvitiya zernovogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2025 goda i na perspektivu do 2030 goda* [Long-term Strategy for the Development of Grain Complex of the Russian Federation until 2025 and for the Future until 2030]. Moscow, 2016, 73 p., available: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/959/959648abb188a76c11095d869e8bde94.pdf> [accessed 01.06.2022]. (In Russian).

2. *Nauchnye osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenitsy* [Scientific Foundation for the Production of High-Quality Wheat Grain]. Scientific ed., Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2018, 396 p. (In Russian).

3. *2021/22 zernovoy god v Rostovskoy oblasti: urozhay, eksport, sev ozimyykh* [2021/22 grain year in Rostov region: Harvest, export, sowing of winter crops]. Southern branch FSBI “Center for Agroanalytics”, available: <https://specagro.ru/news/202112/predvaritelnyitogi-pervoy-pолоviny-zernovogo-sezona-202122-rostovskoy-oblasti> [accessed 01.06.2022]. (In Russian).

4. Tkachenko N.A., 2018. *Zasukhi i urozhaynost' zernovykh kul'tur v Volgogradskoy oblasti* [Droughts and yield of grain crops in Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 4, pp. 171–178, DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-24. (In Russian).

5. Elliott J., Glotter M., Ruane A.C., Boote K.J., Foster I., 2018. Characterizing agricultural impacts of recent large-scale US droughts and changing technology and management. *Agricultural Systems*, vol. 159, pp. 275–281, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.012>.

6. Zhuravleva E.V., Milashchenko N.Z., Sapozhnikov S.N., Trushkin S.V., 2020. *Sistema uvelicheniya proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenitsy* [System for increasing the production of high-quality wheat grain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the AIC], vol. 34, no. 3, pp. 7–10, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10301. (In Russian).

7. Dubovik D.V., Lazarev V.I., Aidiev A.Ya., Ilyin B.S., 2019. *Effektivnost' razlichnykh sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i pryamogo poseva pri vozdeleyvanii ozimoy pshe-nitsy na chernozemnykh pochvakh* [Efficiency of various methods of primary tillage and direct sowing in the cultivation of winter wheat on chernozem soils]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex], vol. 33, no. 12, pp. 26-29, DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11205. (In Russian).

8. Popov A.S., 2019. *Osnovnaya obrabotka pochvy tverday ozimoy pshe-nitsy* [Primary tillage for winter durum wheat]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 6, pp. 40-44, <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-40>. (In Russian).

9. Ilyinskaya I.N., Gaevaya E.A., Rychkova M.I., Taradin S.A., Nezhinskaya E.N., 2020. *Effektivnost' pochvozaschitnykh meropriyatiy pri vozdeleyvanii ozimoy pshe-nitsy na erozionno-opasnykh sklonakh* [Efficiency of soil protection measures in the cultivation of winter wheat on erosion-prone slopes]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Agro-Industrial Complex Technology], vol. 34, no. 6, pp. 17-22, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10603. (In Russian).

10. Pleskachev Yu.N., Bugreev N.A., Chernomorov G.V., Skorokhodov E.A., Sharapova E.A., 2019. *Produktivnost' ozimoy pshe-nitsy v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Winter wheat productivity depending on the methods of primary tillage in the Lower Volga]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 5, pp. 3-6, <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-3-6>. (In Russian).

11. Tyutyunov S.I., Solntsev P.I., Khoroshilova U.V., Emets M.V., Gorohova Zh.Yu., 2020. *Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy, udobreniy i sredstv zashchity rasteniy na produktivnost' ozimoy pshe-nitsy* [Influence of primary tillage methods, fertilizers and plant protection means on winter wheat yield]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the AIC], vol. 34, no. 5, pp. 18-23, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10503. (In Russian).

12. Shabalkin A.V., Ivanova O.M., Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P., 2019. *Produktivnost' ozimoy pshe-nitsy v zavisimosti ot sposobov podgotovki para i sredstv intensivifikatsii* [Productivity of winter wheat depending on the methods of fallow preparation and intensification means]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], vol. 33, no. 2, pp. 52-55, DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10213. (In Russian).

13. Artemiev A.A., Guryanov A.M., 2020. *Effektivnost' vozdeleyvaniya ozimoy pshe-nitsy pri differentsirovannom ispol'zovanii mineral'nykh udobreniy* [Efficiency of winter wheat cultivation with the differentiated application of mineral fertilizers]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the AIC], vol. 34, no. 4, pp. 26-31, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10405. (In Russian).

14. Magomedov N.R., Magomedov N.N., Abdullaev Zh.N., Gadzhiev M.M., 2020. *Vliyanie priemov vozdeleyvaniya na produktivnost' perspektivnogo sorta ozimoy tverday pshe-nitsy Krupinka v Dagestane* [Influence of cultivation methods on the productivity of a promising winter durum wheat variety Krupinka in Dagestan]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 4(70), pp. 3-8, <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-70-4-3-8>. (In Russian).

15. Kravtsov A.M., Zagorulko A.V., Kravtsova N.N., Brovkina T.Ya., 2020. *Rol' optimizatsii rezhima pitaniya rasteniy ozimoy pshe-nitsy v povyshenii urozhaynosti i kachestva zerna* [The role of winter wheat plants food regime optimizing in yield and grain quality increase]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Kuban State Agrarian University], no. 86, pp. 68-78, DOI: 10.21515/1999-1703-86-68-78. (In Russian).

16. Voshedsky N.N., Kulygin V.A., 2022. [The influence of cultivation technology elements on the leguminous crop yield under rainfed conditions in Rostov region]. *Melioratsiya i*

Информация об авторах

Н. Н. Вошедский – заведующий отделом земледелия и растениеводства, заведующий лабораторией биологии растений, агрохимии и сортовой агротехники, кандидат сельскохозяйственных наук;

В. А. Кулыгин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

N. N. Voshedskiy – Head of the Department of Agriculture and Crop Production, Head of the Laboratory of Plant Biology, Agrochemistry and Varietal Agrotechnics, Candidate of Agricultural Sciences;

V. A. Kulygin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.07.2022; одобрена после рецензирования 23.09.2022; принята к публикации 26.09.2022.

The article was submitted 12.07.2022; approved after reviewing 23.09.2022; accepted for publication 26.09.2022.