

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.11; 631.8; 631.55; 631.153

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-78-83

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПЛАНИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Г. В. Овсянникова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

**А. С. Попов**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, popowaleksey@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

**А. А. Сухарев**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347730, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты исследований, проведенных в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2019–2021 гг. на черноземе обыкновенном. В качестве объекта исследований был взят сорт мягкой озимой пшеницы Лидия. Предшественник – подсолнечник. В вариантах, где планировалось получение урожайности 5,0; 6,0 и 7,0 т/га, вносили минеральные удобрения (аммиачная селитра, аммофос и калийная соль) в дозах (среднее за годы)  $N_{66}P_{66}K_{43}$ ,  $N_{79}P_{79}K_{52}$  и  $N_{92}P_{92}K_{61}$  соответственно. На контрольном варианте удобрения не вносили. Цель исследований – выявить возможность получения планируемой урожайности зерна мягкой озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области при внесении минеральных удобрений. Сумма осадков за сельскохозяйственный год и вегетацию озимой пшеницы составила 520,3 и 431,6 мм при норме 582,4 и 446,3 мм соответственно. В зависимости от складывающихся гидротермических условий, сумма дефицитов влажности воздуха за период с сентября по июнь колебалась по годам от 1034,1 до 1278,2 мм, а потребность растений в воде – от 672,2 до 830,8 мм. Коэффициенты обеспеченности осадками и влагообеспеченности озимой пшеницы по годам были одинаковыми – в интервале 0,53–0,67. Гидротермические условия, сложившиеся в годы исследований, определяли обеспеченность влагой озимой пшеницы в течение вегетации и способствовали получению урожайности зерна разного уровня. В сложившихся гидротермических условиях получение планируемой урожайности сорта мягкой озимой пшеницы Лидия не было возможным. Однако все применяемые дозы минеральных удобрений были экономически эффективными и получены достоверные прибавки урожайности – 1,28–2,03 т/га (урожайность на контроле – 3,52 т/га). Отмечено, что при планировании урожайности и эффективного использования минеральных удобрений рекомендуется учитывать условия влагообеспеченности зоны возделывания.

**Ключевые слова:** мягкая озимая пшеница, сорт, осадки, минеральные удобрения, влагообеспеченность, планируемая урожайность.

**Для цитирования:** Овсянникова Г. В., Попов А. С., Сухарев А. А. Возможность планирования урожайности зерна озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 78–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-78-83.



### **THE POSSIBILITY OF PLANNING WINTER WHEAT GRAIN PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION**

**G. V. Ovsyannikova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

**A. S. Popov**, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, popowaleksey@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

**A. A. Sukharev**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878  
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchnyy Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the results of study conducted at the Agricultural Research Center “Donskoy” in 2019–2021. The winter bread wheat variety ‘Lidiya’ was taken as the object of study. The forecrop was sunflower. In the variants where it was planned to yield 5.0; 6.0 and 7.0 t/ha, there were used mineral fertilizers (ammonium nitrate, ammophos and potassium salt) in doses (mean through the years) of  $N_{66}P_{66}K_{43}$ ,  $N_{79}P_{79}K_{52}$  and  $N_{92}P_{92}K_{61}$ , respectively. In the control variant, there were used on fertilizers. The purpose of the study was to find out the possibility obtaining the planned winter wheat grain productivity in the southern part of the Rostov region under the use of mineral fertilizers. The amount of precipitation during the agricultural year and a vegetation period of winter wheat was 520.3 and 431.6 mm, while the norm was 582.4 and 446.3 mm, respectively. Depending on the hydrothermal conditions, the sum of air humidity deficits from September to June varied from 1034.1 to 1278.2 mm over the years, and water need for plants ranged from 672.2 to 830.8 mm. The coefficients of precipitation and moisture availability for winter wheat were in the range of 0.53–0.67 over the years. The hydrothermal conditions during the years of study determined winter wheat moisture supply during a vegetation period and contributed to obtaining grain productivity of different levels.

Under the prevailing hydrothermal conditions, it was not possible to obtain the planned productivity of the winter bread wheat variety 'Lidiya'. However, all applied doses of mineral fertilizers were cost-effective and there were obtained a significant yield increase of 1.28–2.03 t/ha (the yield on the control was 3.52 t/ha). There has been recommended to take into account the conditions of moisture supply in the cultivation zone when planning productivity and effective use of mineral fertilizers.

**Keywords:** winter bread wheat, variety, precipitation, mineral fertilizers, moisture supply, planned productivity.

**Введение.** Производство пшеницы в мире превышает другие зерновые, поскольку она является одной из основных культур, используемых в производстве таких продуктов питания, как хлеб, крупа и макаронные изделия. Она также выступает в качестве основного ингредиента в кормах для животных. В связи с этим мировое производство пшеницы ежегодно увеличивается на 0,9 % (Cauvain, 2012; Каренгина и Байкин, 2017).

Основной оценкой эффективности агроприемов возделывания полевых культур сельскохозяйственного производства является урожайность.

Урожайность озимой пшеницы зависит в основном от уровня агрофона и научно обоснованного внесения минеральных удобрений, что способствует получению высоких урожаев качественного зерна. (Агафонов и Максименко, 2012; Ториков, 2012; Алабушев и др., 2015, 2018).

Нестабильность производства зерна в России вызвана не только низким уровнем использования минеральных удобрений, но и неустойчивостью выпадения осадков (Zhao, 2020). С изменением климата связаны значительные потери урожая из-за снижения уровня урожайности зерновых культур (Ray et al., 2015; Wittich and Liedtke, 2015; Najafi et al., 2018).

Современные климатические изменения коснулись Ростовской области, и данный регион в последние годы стал зоной климатической уязвимости. Здесь наблюдается тенденция к повышению среднегодовой температуры воздуха и уменьшению среднегодового количества осадков, последние в свою очередь динамично изменяются независимо от года (Алабушев и др., 2017; Жидкова и Ковярова, 2020).

Цель и задачи исследований – выяснить возможность получения планируемой урожайности зерна мягкой озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области при внесении минеральных удобрений.

**Материалы и методы исследования.** Исследования провели в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2019–2021 гг. на черноземе обыкновенном по общепринятым методикам. При характеристике погодных-климатических условий были использованы данные метеостанции «Зерноград». Объектом исследований был сорт мягкой озимой пшеницы Лидия. Изучаемый сорт высевали по предшественнику подсолнечник.

На контрольном варианте удобрения не вносили. В вариантах, где планировалось получение урожайности 5,0; 6,0 и 7,0 т/га, вносили минеральные удобрения (аммиачная селитра, аммофос и калийная соль) в дозах (среднее за годы) –  $N_{66}P_{66}K_{43}$ ,  $N_{79}P_{79}K_{52}$  и  $N_{92}P_{92}K_{61}$  соответственно. Дозы минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом с использованием поправочных коэффициентов, исходя из содержания NPK в слое почвы 0–40 см (Бельтюков, 2007).

**Результаты и их обсуждение.** В зоне проведения исследований (2019–2021 гг.) средняя сумма осадков за сельскохозяйственный год составила 520,3 мм при норме 582,4 мм. Сумма осадков по годам от всходов мягкой озимой пшеницы и до полной ее спелости (включая осенне-зимние месяцы) составила от 358,3 до 493,5 мм. В среднем за годы исследований сумма осадков за этот период составила 431,6 мм, что было на уровне среднемноголетнего количества – 446,3 мм (табл. 1).

**Таблица 1. Влагообеспеченность растений мягкой озимой пшеницы за вегетационный период**  
**Table 1. Moisture supply of winter bread wheat plants during a vegetation period**

Год опыта	Запас влаги в слое почвы 0–100 см к севу, мм	Сумма дефицитов влажности воздуха, мм	Потребность в воде, мм	Осадки, мм	Коэффициент обеспеченности осадками (K <sub>о</sub> ), ед.	Коэффициент влагообеспеченности, (K), ед.	ГТК
2019	9,2	1278,2	830,8	442,9	0,53	0,54	0,70
2020	0,0	1034,1	672,2	358,3	0,53	0,53	0,86
2021	0,0	1099,7	714,8	493,5	0,67	0,67	1,84
Среднее	3,1	1137,4	739,3	431,6	0,58	0,58	1,13

В засушливых условиях сумма дефицитов влажности воздуха за весь вегетационный период озимой пшеницы (сентябрь–июнь) колебалась по годам от 1034,1 до 1278,2 мм, а в среднем составила 1137,4 мм. В зависимости от складывающихся гидротермических условий потребность растений в воде изменялась от 672,2 до 830,8 мм.

Коэффициенты обеспеченности осадками и влагообеспеченности по годам были одинаковыми – в интервале 0,53–0,67. В среднем обеспеченность осадками и влагообеспеченность составила 58 %.

Перед посевом озимой пшеницы по изучаемому предшественнику (подсолнечник) про-

дуктивной влаги практически не было как в посевном слое, так и в слое почвы 0–100 см. В фазу всходов количество продуктивной влаги характеризовалось как недостаточное и составило в слоях 0–30 см и 0–100 см – 1,1–17,1 и 11,0–21,8 мм соответственно. Появление всходов, а также рост и развитие растений в течение вегетации обеспечивали выпадающие осадки.

В зимний период благодаря выпадающим осадкам происходит увеличение в почве содержания продуктивной влаги. В слое 0–100 см почвы к началу весенней вегетации озимой пшеницы на всех вариантах опыта они оценивались как хорошие (более 140 мм) – 148,8–155,5 мм (2019 г.) или недостаточные (80–120 мм) – 110,8–119,1 мм (2020 и 2021 гг.). В весенне-летний период вегетации происходит интенсивное потребление почвенной влаги, и к созреванию озимой пшеницы во всем метровом слое она была на уровне влажности устойчивого завядания – 2,1–13,0 мм.

Содержание азота нитратного в пахотном слое почвы в период вегетации озимой пшеницы имело низкие показатели – 4–8 мг/кг почвы. Содержание фосфора подвижного и калия обменного в слое почвы 0–40 см в течение вегетации озимой пшеницы не опускалось ниже средних значений – 16 и 300 мг/кг почвы соответственно.

Гидротермические условия, сложившиеся в годы исследований, определяли обеспеченность влагой озимой пшеницы в течение вегетации и способствовали получению урожайности зерна разного уровня.

Надо отметить, что наименьшее количество осадков за вегетацию было одним из факторов формирования низкой урожайности зерна у сорта мягкой озимой пшеницы Лидия в 2020 г., что отразилось на средних данных за три года. Урожайность зерна в среднем за годы исследований (2019–2021) у сорта составила на контроле 3,52 т/га с варьированием по годам от 1,82 до 4,47 т/га (табл. 2).

**Таблица 2. Влияние доз минеральных удобрений на урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Лидия, т/га (2019–2021 гг.)**  
**Table 2. Effect of the doses of mineral fertilizers on productivity of the winter bread wheat variety 'Lidiya', t/ha (2019–2021)**

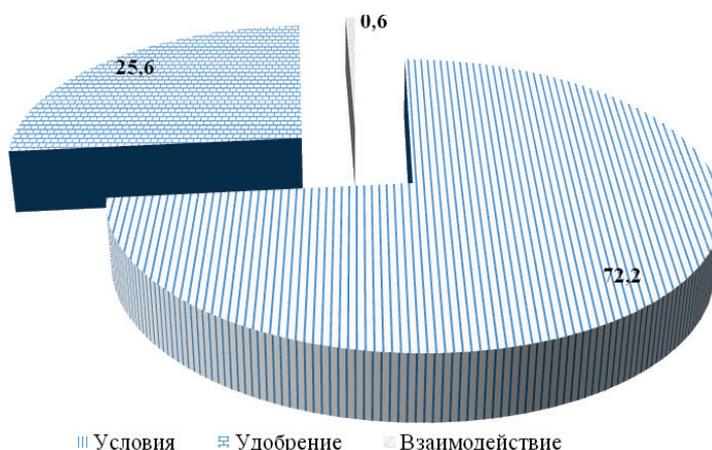
Год	Контроль (без удобрений), т/га	Внесение удобрений на запланированную урожайность						НСР <sub>05</sub>
		N <sub>66</sub> P <sub>66</sub> K <sub>43</sub> – 5,0 т/га		N <sub>79</sub> P <sub>79</sub> K <sub>52</sub> – 6,0 т/га		N <sub>92</sub> P <sub>92</sub> K <sub>61</sub> – 7,0 т/га		
		урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	
2019	4,47	6,11	1,64	6,26	1,79	6,59	2,12	0,30
2020	1,82	3,05	1,23	3,29	1,47	3,68	1,86	0,15
2021	4,26	5,24	0,98	5,90	1,64	6,37	2,11	0,37
Среднее	3,52	4,80	1,28	5,15	1,63	5,55	2,03	–

Примечание. НСР<sub>05</sub> = 0,27 т/га. Доля влияния фактора А (год) – 72,2 %; доля влияния фактора В (удобрения) – 25,6 %; взаимодействие факторов АВ – 0,6 %.

В варианте, где планировалось получение 5,0 т/га, урожайность сорта мягкой озимой пшеницы Лидия составила 4,80 т/га, что выше контроля на 1,28 т/га, и была практически на уровне запланированной. При планировании урожайности 6,0 т/га у этого сорта уровень урожайности в среднем был равен 5,15 т/га, а прибавка к контролю составила 1,63 т/га. В 2019 и 2021 гг.

сорт Лидия формировал в этих вариантах (5,0 и 6,0 т/га) урожайность на уровне запланированной (несколько ниже или даже выше).

За три года изучения не было получено запланированной урожайности – 7,0 т/га, но при этом прибавки к контролю в данном варианте были самые высокие – 1,86–2,12 т/га, а в среднем 2,03 т/га.



Влияние условий возделывания и удобрений на урожайность зерна сорта озимой пшеницы Лидия, % (2019–2021 гг.)

Effect of cultivation conditions and fertilizers on productivity of the winter bread wheat variety 'Lidiya', % (2019–2021)

Внесение минеральных удобрений на всех вариантах опыта было эффективным при возделывании сорта мягкой озимой пшеницы Лидия, о чем свидетельствуют полученные прибавки урожайности – 1,28–2,03 т/га. Между вариантами опыта были выявлены существенные различия ( $НСР_{05} = 0,15–0,37$  т/га).

Складывающиеся погодные условия были основным фактором, определяющим урожайность озимой пшеницы (см. рисунок). Степень влияния гидротермических условий на урожайность озимой пшеницы по годам была равна 72,2 %. При недостаточной обеспеченности почвы продуктивной влагой внесение минеральных удобрений не оказывало решающего

значения, и степень их влияния на формирование планируемого урожая составила 25,6 %.

При достаточной влагообеспеченности возможно получение планируемой урожайности и полнее раскрываются возможности сорта.

Внесение минеральных удобрений способствовало повышению элементов структуры урожая, что отразилось на уровне урожайности озимой пшеницы. На контрольном варианте (без удобрений) у сорта Лидия отмечены минимальные показатели структуры урожая: масса зерна с колоса – 1,12 г, количество продуктивных стеблей – 326 шт./м<sup>2</sup>, количество зерен в колосе – 28,7 (табл. 3).

**Таблица 3. Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений сорта Лидия (2019–2021 гг.)**  
**Table 3. Yield structure of the winter bread wheat variety 'Lidiya' depending on the doses of mineral fertilizers (2019–2021)**

Вариант опыта	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
1. Контроль	72,4	4,6	326	28,7	1,12
2. N <sub>66</sub> P <sub>66</sub> K <sub>43</sub> (5,0 т/га)	76,5	4,9	421	29,2	1,18
3. N <sub>79</sub> P <sub>79</sub> K <sub>52</sub> (6,0 т/га)	78,4	5,2	447	29,6	1,22
4. N <sub>92</sub> P <sub>92</sub> K <sub>61</sub> (7,0 т/га)	80,4	5,4	480	30,0	1,24

При внесении минеральных удобрений эти показатели увеличились по всем вариантам опыта, а наибольшими они были в варианте, где планировали получение урожайности 7 т/га и вносили большее количество удобрений. В данном варианте у сорта Лидия увеличились высота растений и длина колоса – на 8 и 0,8 см соответственно. Показатели структуры урожая у данного сорта повысились следующим образом: масса зерна с колоса – на 0,12 г, количество продуктивных стеблей –

на 154 шт./м<sup>2</sup>, число зерен в колосе на 1,3 шт. соответственно. Таким образом, при внесении удобрений значительное увеличение отмечено по продуктивному стеблестоя.

Важным моментом при использовании удобрений является улучшение качества зерна. На контроле у сорта Лидия наблюдались самые низкие: содержание белка – 12,1 %, клейковины – 22,9 %; масса 1000 зерен – 42,2 г и натура зерна – 760 г/л (табл. 4).

**Таблица 4. Влияние доз минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы сорта Лидия (2019–2021 гг.)**  
**Table 4. Effect of the doses of mineral fertilizers on grain quality of the winter bread wheat variety 'Lidiya' (2019–2021)**

Вариант опыта	Содержание в зерне, %		Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г
	белок	клейковина		
1. Контроль	12,1	22,9	760	42,2
2. N <sub>66</sub> P <sub>66</sub> K <sub>43</sub> (5,0 т/га)	12,7	25,2	762	42,7
3. N <sub>79</sub> P <sub>79</sub> K <sub>52</sub> (6,0 т/га)	12,6	25,6	763	42,9
4. N <sub>92</sub> P <sub>92</sub> K <sub>61</sub> (7,0 т/га)	12,8	25,8	764	43,1

Благодаря применению минеральных удобрений повысились качественные показатели зерна.

В варианте, где планировали получение урожайности 7,0 т/га, у сорта Лидия отмечено наибольшее увеличение содержания белка – на 0,7 и 0,9 %, а также клейковины – на 2,9 и 3,3 % соответственно. С увеличением дозы удобрений по изучаемым вариантам по сравнению с контролем повышалась масса 1000 зерен на 0,2–2,1 % и натура зерна на 2–4 г/л.

Применение минеральных удобрений увеличивало затраты на производство зерна, но они окупались полученными прибавками урожайности. При этом снижалась себестоимость зерна, увеличивались условный чистый доход и рентабельность. Наименьшая рентабельность производства зерна мягкой озимой пшеницы сорта Лидия отмечена на контроле, где удобрения не вносили – 84,8 % (табл. 5). Себестоимость зерна при этом была наибольшей – 7776 рублей за тонну.

**Таблица 5. Экономическая эффективность использования минеральных удобрений под мягкую озимую пшеницу сорта Лидия (2019–2021 гг.)**  
**Table 5. Economic efficiency of the use of mineral fertilizers for the winter bread wheat variety 'Lidiya' (2019–2021)**

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовый сбор, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
1. Контроль	3,52	27348	50531	23183	7776	84,8
2. Планируемая урожайность – 5,0 т/га	4,80	34128	68959	34831	7110	102,1
3. Планируемая урожайность – 6,0 т/га	5,15	35523	73999	38476	6897	108,3
4. Планируемая урожайность – 7,0 т/га	5,55	37305	79682	42377	6726	113,6

Наибольшие экономические показатели этого сорта, такие как условный чистый доход (42377 руб./га) и рентабельность (113,6%), были в варианте, где получена наибольшая прибавка урожайности при планировании получения 7 т/га. В этом варианте, даже при увеличении затрат, отмечена наименьшая себестоимость тонны зерна – 6726 руб.

**Выводы.** Коэффициенты обеспеченности осадками и влагообеспеченности при выращивании мягкой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник по годам были одинаковыми (0,53–0,67). В среднем обеспеченность осадками и влагообеспеченность составила 58%. Рост, развитие и формирование урожайности озимой пшеницы проходило в основном за счет выпадающих осадков. В сложившихся гидротермических условиях

получение планированной урожайности озимой пшеницы не было возможным. Однако применяемые дозы минеральных удобрений способствовали формированию достоверных прибавок урожая зерна и были экономически эффективными. Дополнительная урожайность зерна в вариантах с удобрениями у сорта мягкой озимой пшеницы Лидия составила от 1,28 до 2,03 т/га (урожайность на контроле – 3,52 т/га). Максимальная рентабельность производства зерна – 113,6% получена при внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 7 т/га. При планировании урожайности мягкой озимой пшеницы и эффективного использования минеральных удобрений рекомендуется учитывать условия влагообеспеченности зоны возделывания.

#### Библиографические ссылки

1. Агафонов Е. В., Максименко М. В. Применение комплексных удобрений и азотной подкормки в посевах озимой пшеницы // Земледелие. 2012. №7. С. 16–17.
2. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Попов А. С. Влияние удобрений на урожайность и водопотребление озимой пшеницы в полевом севообороте // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: Материалы межрегиональной науч.-практ. конференции. пос. Персиановский. 2015. С. 233–239.
3. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В. и др. Анализ погодных условий в южной зоне Ростовской области за 1930–2015 годы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 23–27.
4. Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Игнатъева Н. Г. Оптимизация системы удобрений под мягкую озимую пшеницу в южной зоне Ростовской области // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4. С. 9–17.
5. Бельтюков Л. П. Сорт, технология, урожай. Ростов н/Д: ООО «Терра Принт», 2007. 160 с.
6. Жидкова А. Ю., Квярова В. А. Ростовская область – зона климатической уязвимости // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2020. № 2. С. 124–129.
7. Каренгина Л. Б., Байкин Ю. Л. Эффективность различных фонов питания при возделывании зерновых культур // Аграрный вестник Урала. 2017. № 1. С. 21–25.
8. Ториков В. Е., Мельникова О. В., Шпилев Н. С., Ториков В. В., Кириллов И. Г., Рыченков Д. И. Урожайность, адаптивный потенциал и качество зерна сортов озимой пшеницы // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т.34, № 2. С. 318–333.
9. Cauvain S. P. Breading. Improving Quality. 2012. P. 9–31. DOI: 10.1533/9780857095695.9.
10. Najafi E., Devineni N., Khanbilvardi R. M., Kogan F. Understanding the Changes in Global Crop Yields Through Changes in Climate and Technology // Earth's Future. 2018. Vol. 6, № 3. P. 410–427. DOI:10.1002/2017EF000690.
11. Ray D. K., Gerber J. S., MacDonald G. K., West P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability // Nature Communications. 2015. Vol. 6, № 5989. DOI: 10.1038/ncomms6989.
12. Wittich K.-P., Liedtke M. Shifts in plant phenology: a look at the sensitivity of seasonal phenophases to temperature in Germany // International Journal of Climatology. 2015. Vol. 35, № 13. P. 3991–4000. <https://doi.org/10.1002/joc.4262>.
13. Zhao W., Liu L., Shen Q., Yang J., Han X., Tian F., Wu J. Effects of Water Stress on Photosynthesis, Yield, and Water Use Efficiency in Winter Wheat // Water. 2020. Vol. 101, Is. 12. P. 2127. <https://doi.org/10.3390/w12082127>.

## References

1. Agafonov E. V., Maksimenko M. V. Primenenie kompleksnyh udobrenij i azotnoj podkormki v posevah ozimoy pshenicy [The use of complex fertilizers and nitrogen fertilization in winter wheat crops] // Zemledelie. 2012. №7. S. 16–17.
2. Alabushev A.V., YAnkovskij N. G., Ovsyannikova G. V., Popov A. S. Vliyanie udobrenij na urozhajnost' i vodopotreblenie ozimoy pshenicy v polevom sevooborote [The effect of fertilizers on winter wheat productivity and water consumption in the field crop rotation] // Innovacii v tekhnologiyah vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: Materialy mezhr regional'noj nauch.-prakt. konferencii. pos. Persianovskii. 2015. S. 233–239.
3. Alabushev A.V., YAnkovskij N. G., Ovsyannikova G. V. i dr. Analiz pogodnyh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti za 1930–2015 gody [The analysis of weather conditions in the southern part of the Rostov region through 1930–2015] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 1. S. 23–27.
4. Alabushev A.V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Suharev A. A., Ignat'eva N. G. Optimizaciya sistemy udobrenij pod myagkuyu ozimuyu pshenicu v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Optimization of the fertilizing system for winter bread wheat in the southern part of the Rostov region] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2018. №4. S. 9–17.
5. Bel'tyukov L. P. Sort, tekhnologiya, urozhaj. [Variety, technology, yield]. Rostov n/D: OOO «Terra Print», 2007. 160 s.
6. ZHidkova A. YU., Kovyarova V.A. Rostovskaya oblast' – zona klimaticheskoy uyazvimosti [The Rostov region is an area of climate vulnerability] // Vestnik Taganrogskogo instituta imeni A. P. Chekhova. 2020. № 2. S. 124–129.
7. Karengina L. B., Bajkin YU. L. Effektivnost' razlichnyh fonov pitaniya pri vozdeleyvanii zernovyh kul'tur [Efficiency of various nutritional backgrounds in the grain crop cultivation] // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 1. S. 21–25.
8. Torikov V. E., Mel'nikova O.V., SHpilev N. S., Torikov V. V., Kirillov I. G. Rychenkov D. I. Urozhajnost', adaptivnyj potencial i kachestva zerna sortov ozimoy pshenicy [Productivity, adaptive potential, and grain quality of the winter wheat varieties] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2012. T. 34, № 2. S. 318–333.
9. Cauvain S. P. Breadmaking. Improving Quality. 2012. P. 9–31 DOI:10.1533/9780857095695.9.
10. Najafi E., Devineni N., Khanbilvardi R. M., Kogan F. Understanding the Changes in Global Crop Yields Through Changes in Climate and Technology // Earth s Future. 2018. Vol. 6, № 3. P. 410–427. DOI:10.1002/2017EF000690.
11. Ray D. K., Gerber J. S., MacDonald G. K., West P.C. Climate variation explains a third of global crop yield variability // Nature Communications. 2015. Vol. 6. Article number: 5989. DOI:10.1038/ncomms6989.
12. Wittich K.-P., Liedtke M. Shifts in plant phenology: a look at the sensitivity of seasonal phenophases to temperature in Germany // International Journal of Climatology. 2015. Vol. 35, № 13. P. 3991–4000. <https://doi.org/10.1002/joc.4262>.
13. Zhao W., Liu L., Shen Q., Yang J., Han X., Tian F., Wu J. Effects of Water Stress on Photosynthesis, Yield, and Water Use Efficiency in Winter Wheat // Water. 2020. Vol. 101, Is. 12. P. 2127. <https://doi.org/10.3390/w12082127>.

Поступила: 27.05.21; доработана после рецензирования: 22.06.22; принята к публикации: 23.06.22.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Попов А. С. – научное руководство, концептуализация исследований, проведение полевых опытов, анализ литературных данных, методология исследований, подготовка рукописи; Овсянникова Г. В. – анализ данных и их интерпретация, подсчеты, подготовка рукописи; Сухарев А. А. – проведение полевых опытов, сбор данных, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**