

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОРТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ С ТЕХНОЛОГИЯМИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗАМИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ МЕЖГОДОВОЙ УРОЖАЙНОСТИ

А. А. Конищев, кандидат технических наук, заведующий сектором обработки почвы, aleksei.konishhev2010@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9893-6071;

И. И. Гарифуллин, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник сектора обработки почвы, gifrom@yandex.ru ORCID ID: 0000-0003-4929-8410
Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 153506, Ивановская обл., Ивановский р-он, с. Богородское, ул. Центральная, 2, e-mail: ivniicx@rambler.ru

Для условий Нечерноземной зоны изучена возможность снижения влияния погодных условий на продуктивность яровой пшеницы за счет совершенствования технологии обработки почвы. Установлено, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на полях Ивановского НИИСХ в период 2013–2019 гг. разница в количестве продуктивных стеблей в расчете на м² при применении вспашки или минимальной обработки оказалась недостоверной при изменении ГТК от 0,73 до 2,65, за исключением 2017 г. (ГТК = 2,19), когда весь вегетационный период наблюдалась повышенная влажность почвы. Преимущество минимальной обработки в этих условиях составило 30 %. По количеству зерен в колосе достоверное преимущество вспашки над минимальной обработкой (на 13–14 %) зафиксировано в годы с влажностью почвы в фазу выхода пшеницы в трубку более 20 % (ГТК = 2,65; 0,99). При применении экспериментальной обработки на поле формируются участки с переменной плотностью сложения в нижней части пахотного слоя, каждый из которых благоприятен для развития растений при определенной влажности почвы. Переход на экспериментальную обработку увеличивал количество продуктивных стеблей на 1–6 %. Количество зерен в колосе при применении экспериментальной обработки достоверно превышало этот показатель (на 5–18 %) при минимальной обработке во всем диапазоне увлажнения. По сравнению со вспашкой преимущество экспериментальной обработки по количеству зерен в колосе составляло 0–27 %. Влияние погодных условий на количество продуктивных стеблей составляло 74,8 %, а количество зерен в колосе – 32,4 %. Влияние минеральных удобрений на эти показатели структуры урожая составляло 1,8 и 26,2 % соответственно.

Ключевые слова: яровая пшеница, количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе, погодные условия, технологии обработки почвы.

Для цитирования: Конищев А. А., Гарифуллин И. И. Влияние взаимодействия сорта яровой пшеницы с технологиями обработки почвы и дозами азотных удобрений на стабильность межгодовой урожайности // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-70-76.



THE EFFECT OF CORRELATION BETWEEN A SPRING WHEAT VARIETY WITH SOIL TILLAGE TECHNOLOGIES AND DOSES OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE INTERANNUAL YIELD STABILITY

A. A. Konitshev, Candidate of Technical Sciences, head of the tillage department, aleksei.konishhev2010@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9893-6071;

I. I. Garifullin, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the tillage department, gifrom@yandex.ru ORCID ID: 0000-0003-4929-8410
Ivanov research Agricultural Institute, branch of the FSBSI “Verkhnevolzhsky Federal Agricultural Research Center”, 153506, Ivanovskaya region, Ivanovsky district, v. of Belgorodskoe, Tsentralnaya Str., 2; e-mail: ivniicx@rambler.ru

There was studied the possibility of reducing the effect of weather conditions on spring wheat productivity in the Non-Blackearth zone due to improving tillage technologies. There has been established that on soddy-podzolic light loamy soil, on the fields of the Ivanovsky Research Institute of Agriculture in the period 2013–2019, the difference in the number of productive stems per m² when using plowing or minimal tillage was not significant when the HTC changed from 0.73 to 2.65, except the year of 2017 (HTC = 2.19), when there was increased soil moisture throughout the vegetation period. The advantage of minimal tillage under these conditions was 30 %. According to number of kernels per ear, there was identified a significant advantage (more than 20 % (HTC = 2.65; 0.99)) of plowing over minimum tillage (by 13–14 %) during the years with soil moisture in the wheat booting stage. When applying experimental tillage, there have been formed areas with a variable density in the lower part of the arable layer, each of which is favorable for plant development under a certain soil moisture. The transition to experimental tillage has increased number of productive stems on 1–6 %. Number of kernels per ear when using experimental tillage significantly exceeded this indicator (by 5–18 %) under a minimum tillage in the entire range of moisture. Compared to plowing, the advantage of experimental tillage according to number of kernels per ear was 0–27 %. The effect of weather conditions on a number of productive

stems was 74.8 %, and number of kernels per ear was 32.4 %. The effect of mineral fertilizers on these parameters of the yield structure was 1.8 and 26.2 %, respectively.

Keywords: *spring wheat, number of productive stalks, number of kernels per ear, weather conditions, tillage technologies.*

Введение. Увеличение объемов производства зерна в стране является приоритетной задачей агропромышленного комплекса. Основным показателем при этом становится величина валовых сборов урожая. В то же время с повышением интенсивности производства, использованием высокопродуктивных сортов, изменениями климата увеличивается дисперсия урожайности, связанная с изменчивостью климата, которая (на примере данных Беларуси) может составлять 22–38 % для яровых и 35–81 % для озимых (Камышенко, 2013; Сачок и Камышенко, 2006). В России климатообусловленные колебания урожайности также доходят до 60 % (Сиптиц и др., 2021). По данным страховых агентств, на европейской части России повторяемость весенних засух составляет 42 %, летних – 33 %, осенних – 25 % без учета локальных явлений (URL: <https://pandia.ru/text/77/153/19375.php?ysclid=188f3r1j8x523958396>).

Но создавая новые сорта, селекционеры решению проблемы межгодовых колебаний урожайности пока уделяют недостаточное внимание, аргументируя данную позицию невозможностью предсказания и контроля возникновения, сроков, тяжести и продолжительности условий водного стресса (Dolferus et al., 2011; Yue et al., 2006). В результате сорта интенсивного типа, демонстрируя убедительные результаты в достигнутых уровнях урожайности в благоприятных условиях, в условиях адиабатических стрессов оказываются менее эффективными по сравнению с сортами экстенсивного типа (Морозов и др., 2022; Самофалова и др., 2021; Pennacchi et al., 2019).

В ряде случаев проблему межгодовой устойчивости урожайности зерновых культур академик В.А. Драгавцев с коллегами называют «надгенетической» (Драгавцев и др., 2011). И предлагают решать ее за счет реформирования среды обитания растений, понимая при этом под средой обитания не столько воздействие погодных условий, сколько антропогенные мероприятия, связанные с организацией технологии возделывания растений.

Цель данной работы – показать, как реформирование среды обитания яровой пшеницы

путем изменения технологии обработки почвы может помочь снижению межгодовых колебаний урожайности.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на полях Ивановского НИИСХ в 2013–2019 годы. Тест-культурой была яровая пшеница сорта Сударыня. Применяли зернотравяной севооборот: чистый пар – пшеница – пшеница – овес, с подсевом клевера – клевер – пшеница. Представленные данные получены по предшественникам: чистый пар, вторая культура после пара.

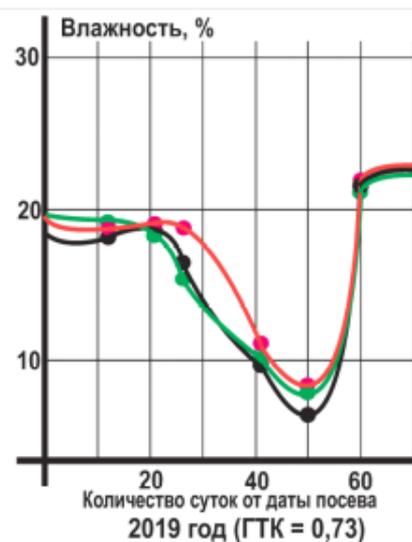
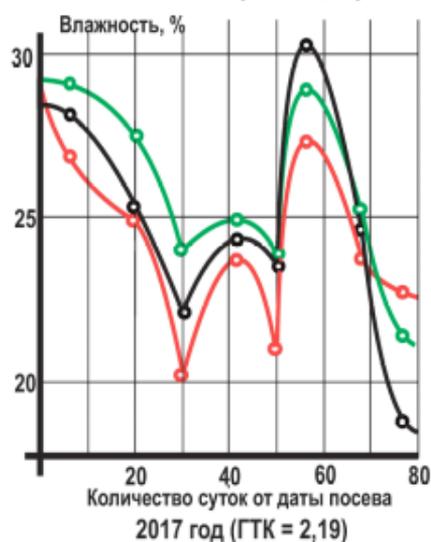
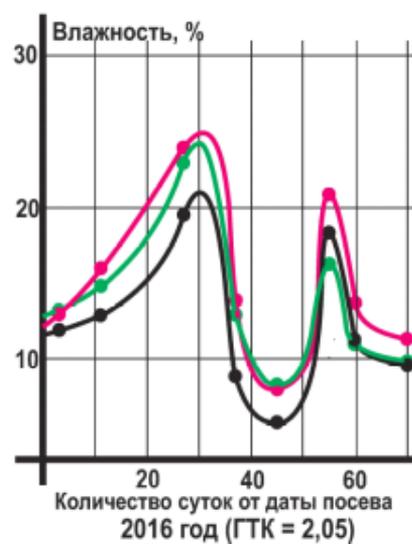
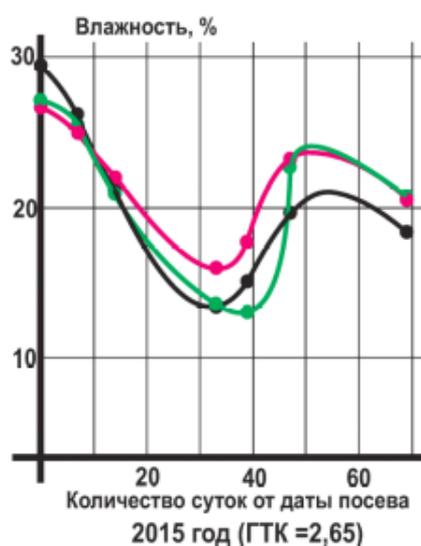
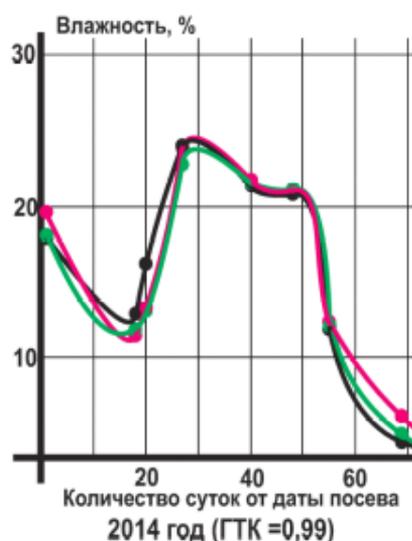
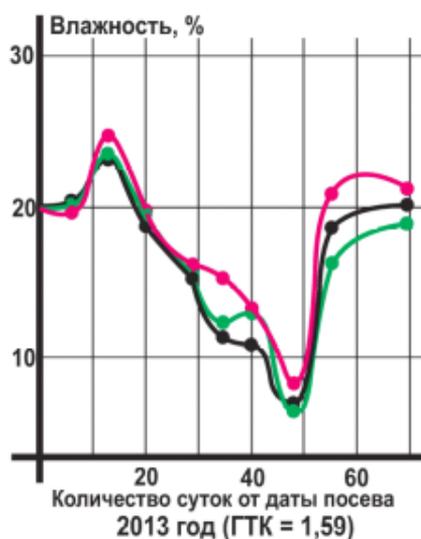
В качестве среды обитания растений рассматривалось сочетание погодных условий, количество вносимых удобрений и технологий обработки почвы – традиционной на базе вспашки (контроль), минимальной обработки на 8–10 см и экспериментальной обработки. Экспериментальная обработка представляла собой операцию, выполняемую агрегатом, в состав которого входили рабочие органы для полосного глубокого (на 20–25 см) рыхления почвы, мелкой обработки на 5–6 см, совмещенных с посевом. В результате на поле образовывались участки с плотностью, благоприятной при выпадении различного количества осадков. Осенью почву на данном варианте обрабатывали на 8–10 см.

Применяли дозы азотных удобрений от 0 до 120 кг д.в./га по фону фосфорных и калийных удобрений. Удобрения вносили под предпосевную обработку.

Для характеристики погодных условий вегетационных периодов использовали гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова. Гербициды применялись общим фоном.

Структурный анализ снопов проводили в период уборки в фазу полной спелости пшеницы в четырехкратной повторности с площадью размером 1 м².

Для установления взаимосвязи гидротермических условий за годы исследований с технологиями обработки почвы определялась динамика влажности почвы в различные годы исследований (рис.).



Динамика влажности почвы (слой 0–29 см) в годы с различным режимом выпадения осадков
Dynamics of soil moisture (layer 0–29cm) in years with different amounts of precipitation

Примечание. Условные обозначения (обработка): — вспашка; — минимальная обработка; — экспериментальная обработка.

Установлено, что в рассматриваемый период при среднестатистическом гидротермическом коэффициенте (ГТК) для региона 1,4 реальная величина ГТК изменялась от 1,07

до 4,0. При этом явления как недостаточного, так и избыточного увлажнения почвы наблюдались в разные периоды вегетации, а равномерное увлажнение за весь период вегетации не зафиксировано ни разу.

Результаты и их обсуждение. В ответ на наблюдаемый режим увлажнения яровая пшеница отзывалась колебанием величины урожайности по годам, вызванным изменением продуктивной кустистости, количеством зерен в колосе и массы 1000 зерен.

Например, при недостатке влаги в фазу кущения в 2019 г. (ГТК = 0,73 за первые 40 суток от даты посева) зафиксировано самое низкое за годы наблюдений количество продуктивных стеблей при уборке – 394–361 шт./м² (табл. 1). А самое большое количество продуктивных стеблей – 657–698 шт./м² – получено

при ГТК = 0,99. Причем существенным оказался тренд влажности почвы. Так, при относительно стабильной влажности почвы в первые 25–30 суток после посева количество продуктивных стеблей было минимальным (2019 г.), а при тренде влажности почвы в фазу кущения пшеницы на увеличение продуктивных стеблей, фиксируется достоверно больше. Например, в 2014 г. при относительно небольшом увеличении увлажнения до ГТК = 0,99 количество продуктивных стеблей увеличивается на 67 %. Аналогичная тенденция сохранялась и в 2016 г. при более продолжительной майской засухе (по сравнению с 2019 г.). При росте увлажнения почвы в фазу кущения пшеницы количество продуктивных стеблей оказалось больше по сравнению с годом начального равномерного увлажнения на 29 %.

Таблица 1. Влияние обработки почвы и гидротермических условий вегетационных периодов на количество продуктивных стеблей при уборке яровой пшеницы
Table 1. The effect of tillage and hydrothermal conditions of the vegetation period on a number of productive stems when harvesting spring wheat

ГТК (год)	Обработка почвы		
	Вспашка	Минимальная	Экспериментальная
	Продуктивные стебли, шт./м ²		
0,73 (2019)	393,8	379,0	361,2
0,99 (2014)	656,8	657,2	698,2
1,59 (2013)	501,2	487,6	511,4
2,05 (2016)	445,6	450,0	456,6
2,19 (2017)	440,0	573,6	484,2
2,65 (2015)	607,6	605,6	612,2
средняя	488,2	525,5	520,6

Примечание. HCP_{05} (по обработке) = 31,2 шт./м²; HCP_{05} (по ГТК) = 32,1 шт./м².

При посеве в 2017 г. в почву при влажности, близкой к полевой влагоемкости (см. рис.) и последующем тридцатидневном понижении влажности почвы на количестве продуктивных стеблей сказалась технология обработки почвы. При применении минимальной обработки продуктивное кущение было выше, чем в самый засушливый год, на 50 %, а по экспериментальной обработке увеличение количества продуктивных стеблей составило 123 шт./м² (+34 %) и незначительное по вспашке – на 46 шт./м² (при $HCP_{05} = 31,2$ шт./м²) (см. табл. 1).

В 2015 г. (ГТК = 2,65) при значительно более высокой влажности по сравнению с 2014 г., но также снижающейся влажности почвы в период «посев – кущение», количество продуктивных стеблей оказалось меньше, чем в 2014 г. (ГТК = 0,73) (см. рис., табл. 1).

В целом, если сравнивать между собой вспашку и минимальную обработку почвы, по количеству продуктивных стеблей достоверное преимущество имела минимальная обработка при ГТК = 2,19, а во все остальные годы разница между этими обработками не достоверная.

При выполнении экспериментальной обработки на поле (в корнеобитаемом слое) форми-

руются наборы микроучастков, каждый из которых обеспечивает благоприятные условия для развития растений при одном из возможных режимов увлажнения (недостаточном, нормальном или избыточном), и благодаря этому происходит сглаживание влияния текущих погодных условий на развитие растений (Конищев, 2012; Конищев, 2020).

Применение экспериментальной обработки обеспечивало в большинстве случаев, по сравнению со вспашкой, равное или небольшое увеличение количества продуктивных стеблей – на 1–6 %. По сравнению с минимальной обработкой экспериментальная имела преимущество при ГТК = 0,99 и уступала минимальной обработке в 2017 г., а в остальные годы обе обработки оказались равноценными.

При сравнении влияния обработок на количество зерен в колосе установлено, что между вспашкой и минимальной обработкой достоверная разница наблюдалась в двух годах из шести – 2014 и 2015-м (табл. 2). Преимущество вспашки в эти годы составляло 13–14 % (ГТК = 0,99; 2,65). В остальные годы эти обработки равноценны.

Экспериментальная обработка по сравнению со вспашкой обеспечивала достовер-

но более высокое количество зерен в колосе три года из шести (ГТК = 0,73; 2,05; 2,19). Преимущество экспериментальной обработки в эти годы составляло 11–27 %.

По сравнению с минимальной обработкой преимущество экспериментальной обработки (6–18 %) достоверно во всем диапазоне увлажнения.

Таблица 2. Влияние обработки почвы и гидротермических условий вегетационных периодов на количество зерен в колосе и урожайность яровой пшеницы
Table 2. The effect of tillage and hydrothermal conditions of the vegetation period on number of kernels per ear and spring wheat productivity

ГТК	Обработка почвы					
	Вспашка		Минимальная		Экспериментальная	
	Количество зерен в колосе, шт.	Урожайность, т/га	Количество зерен в колосе, шт.	Урожайность, т/га	Количество зерен в колосе, шт.	Урожайность, т/га
0,73	17,84	2,37	18,62	2,45	20,10	2,40
0,99	20,53	3,09	17,93	2,73	20,00	2,93
1,59	24,90	4,16	23,49	3,85	25,06	4,31
2,05	20,59	2,02	19,25	1,91	22,84	2,09
2,19	18,18	1,83	19,60	2,51	23,12	2,63
2,65	17,49	3,20	15,41	2,51	17,25	3,11
Средняя	19,92	2,78	19,05	2,66	21,40	2,91

Примечание. HCP_{05} (по обработке) = 1,53 шт.; HCP_{05} (по ГТК) = 1,08 шт.; HCP_{05} (по урожайности) = 0,24 т/га.

В целом влияние средообразующих факторов составляло: гидротермических условий на количество продуктивных стеблей – 74,8 %, на количество зерен в колосе – 32,4 %; азотных удобрений: на количество продуктивных стеблей – 1,8 %, на количество зерен в колосе – 26,2 %. Полученные данные полностью совпадают с результатами исследований Г.В. Овсянниковой с коллегами, установившими, что урожайность пшеницы на 72 % зависит от условий года и лишь на 25,6 % от применения минеральных удобрений (Овсянникова и др., 2022).

В период налива и созревания зерна влажность почвы влияет на массу 1000 зерен, но количество влаги в почве в этот период по вариантам обработки отличается незначительно. Поэтому кардинально на урожайности (при сравнении различных технологий) это не сказывается, так как все зерна и на всех обработках в зависимости от влажности почвы в этот пери-

од будут одинаково щуплыми или полновесными. Например, при влажности почвы 20 % и более (ГТК = 1,59) масса 1000 зерен составила: вспашка – 32,6; минимальная – 32,9 и экспериментальная – 32,6 г, а при влажности менее 15 % (ГТК = 2,05): вспашка – 22,7; минимальная – 22,5; экспериментальная – 22,5 г.

Таким образом, влияние обработки почвы как средообразующего фактора распространяется на первую половину вегетации. Это компенсируется повышенным вниманием селекционеров при выведении засухоустойчивых сортов к воздушной засухе в период налива и созревания зерна, но при этом более чувствительных и сильнее страдающих от дефицита почвенной влаги в другие периоды вегетации: всходы – кущение, выход в трубку – цветение (Самофалова и др., 2021).

Средняя величина урожайности за годы исследований при различных дозах азотных удобрений представлена в таблице 3.

Таблица 3. Величина и устойчивость урожаев при различных дозах удобрений и обработке в диапазоне ГТК 0,73–2,65 (Гарифуллин, 2022)
Table 3. The amount and stability of yields under various doses of fertilizers and tillage in the HTC range of 0,73–2,65 (Garifullin, 2022)

Обработка почвы	Показатели	Доза азотных удобрений, кг дв./га				
		0	30	60	90	120
Вспашка	Урожайность, т/га	1,98	2,60	3,00	3,15	3,10
	Коэффициент вариации, %	20,27	25,69	29,43	34,41	40,77
Минимальная	Урожайность, т/га	1,88	2,47	2,85	3,02	2,93
	Коэффициент вариации, %	18,27	18,52	24,04	27,28	29,56
Экспериментальная	Урожайность, т/га	2,03	2,72	3,15	3,35	3,32
	Коэффициент вариации, %	15,20	17,70	22,89	30,42	40,49

Полученное увеличение коэффициента вариации с увеличением дозы удобрений (см. табл. 3) объясняется ростом урожайности в годы с благоприятным режимом увлажнения и одновременным снижением урожайности

в неблагоприятных условиях. То есть с увеличением дозы удобрений растет разброс величины получаемых урожаев, соответственно, растет и коэффициент вариации.

При этом в подавляющем большинстве случаев коэффициент вариации урожая по экспериментальной обработке остается ниже, чем у сравниваемых вариантов.

Следует отметить, что экспериментальная обработка позволяет адаптировать технологию к региону применения за счет конструктивных изменений исполнительного орудия. В анализируемом варианте перед технологией ставилась задача обеспечения равной урожайности со вспашкой (особенно при повышенном увлажнении почвы, так как агрегат создавался для Нечерноземной зоны) и более высокой урожайности по сравнению с минимальной обработкой. Как показывает полученная урожайность, поставленная задача полностью реализована.

Выводы. Проведенные исследования показали, что наблюдаемые в последние годы динамические изменения погодных условий вызывают значительные колебания влажности почвы в различные временные отрезки вегета-

ционных периодов. В свою очередь влияющие на структурные показатели урожайности яровой пшеницы. С помощью предложенной экспериментальной обработки почвы можно сгладить режим увлажнения почвы и увеличить получаемую при этом урожайность за счет лучшей аккумуляции выпадающих осадков и более рационального их расходования.

Преимущество экспериментальной обработки по количеству зерен в колосе над вспашкой достигало 27 % по сравнению с минимальной обработкой – 18 %. При этом на структурные составляющие урожайности больше влияла не средняя величина гидротермического коэффициента, а изменение тренда влажности почвы в соответствующие периоды развития растений.

Средняя урожайность при этом составляла: по вспашке – 2,78 т/га; по минимальной обработке – 2,66 т/га; по экспериментальной обработке – 2,91 т/га ($HC_{05} = 0,24$ т/га).

Библиографические ссылки

1. Гарифуллин И. И. Обоснование и управление плотностью сложения почвы, обеспечивающее стабилизацию урожайности зерновых культур: автореф. дис. кан. с.-х. наук. Иваново, 2022. 23 с.
2. Драгавцев В. А., Макарова Г. А., Кочетов А. А и др. Некоторые задачи агрофизического обеспечения селекционных технологий для генетического повышения продуктивности и урожая растений // *Агрофизика*. 2011. № 1. С. 14–22.
3. Камышенко Г. А. Погодные условия Беларуси и урожайность сельскохозяйственных культур. Математико-статистический анализ. СПб.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 158 с.
4. Конищев А. А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 03 (194). С. 21–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-21-27.
5. Конищев А. А. Способ обработки почвы. Патент № 2453091, 20.06.2012. Бюл. № 17.
6. Морозов Н. А., Самсонов И. В., Панкратова Н. А. Оценка адаптивности ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» к засушливым условиям Ставропольского края // *Зерновое хозяйство России*. 2022. Т. 14, № 4. С. 16–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21.
7. Неблагоприятные для сельского хозяйства метеорологические явления [Электронный ресурс] Pandia.ru: интернет-изд. 2009–2022. URL: <https://pandia.ru/text/77/153/19375.php?ysclid=i88f3r1j8x523958396>.
8. 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.
9. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Безуглая Т. С. Основные направления и задачи селекции пшеницы твердой озимой в условиях изменения климата // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 6(78). С. 53–61. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-53-61.
10. Сачок Г. И., Камышенко Г. А. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси. Минск: Бел. Наука, 2006. 243 с.
11. Сиптиц С. О., Романенко И. А., Евдокимова Н. Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // *Проблемы прогнозирования*. 2021. № 2(185). С. 75–86. DOI: 10.47711/0868-6351-185-75-86.
12. Dolferus R., Ji X., Richards R. A. Abiotic stress and control of grain number in cereals // *Plant Science*. 2011. Vol. 181(4). P. 331–341. DOI: 10.1016/j.plantsci.2011.05.015.
13. Pennacchi J. P., Carmo-Silva E., Andralojc P. J., Lawson T., Allen A. M., Raines C. A., Parry M. A. J. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // *Food Energy Secur.* 2019. Vol. 8(2). P. e00147. DOI: 10.1002/fes3.147.
14. Yue B., Xue W. J., Xiong L. Z., Yu X. Q., Luo L. J., Cui K. H., Jin D. M., Xing Y. Z., Zhang Q. F. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: separation of drought tolerance from drought avoidance // *Genetics*. 2006. Vol. 172(2). P. 1215–1228.

References

1. Garifullin I. I. Obosnovanie i upravlenie plotnost'yu slozheniya pochvy obespechivayushchee stabilizatsiyu urozhainosti zernovykh kul'tur [Substantiation and management of soil density, which ensures the stabilization of grain crop yields]: avtoref. dis. kan. s.-kh. nauk. Ivanovo, 2022. 23c.
2. Dragavtsev V. A., Makarova G. A., Kochetov A. A i dr. Nekotorye zadachi agrofizicheskogo obespecheniya selektsionnykh tekhnologii dlya geneticheskogo povysheniya produktivnosti i urozhaya rastenii [Some tasks of agrophysical support of breeding technologies for genetic increase in productivity and plant yield] // *Агрофизика*. 2011. № 1. С. 14–22.

3. Kamyshenko G.A. Pogodnye usloviya Belarusi i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Weather conditions in Belarus and productivity of grain crops. Mathematical and statistical analysis]. Matematiko-statisticheskii analiz. SPb.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 158 s.
4. Konishchev A.A. Proshloe i budushchee obrabotki pochvy pod zernovye kul'tury [Past and future of tillage for grain crops] // Agrarnyi vestnik Urala. 2020. № 03 (194). С. 21–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-21-27.
5. Konishchev A.A. Sposob obrabotki pochvy [Tillage method]. Patent № 2453091, 20.06.2012. Byul. № 17.
6. Morozov N.A., Samsonov I.V., Pankratova N.A. Otsenka adaptivnosti yarovogo yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren» k zasushlivym usloviyam Stavropol'skogo kraya [Estimation of the spring barley adaptability to the arid conditions of the Stavropol Territory according to the trait '1000-grain weight'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. Т. 14, № 4. С. 16–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21.
7. Neblagopriyatnye dlya sel'skogo khozyaistva meteorologicheskie yavleniya [Unfavorable weather conditions for agriculture] [Elektronnyi resurs] Pandia.ru: internet-izd. 2009–2022. URL: <https://pandia.ru/text/77/153/19375.php?ysclid=l88f3r1j8x523958396>.
8. Ovsyannikova G.V., Popov A.S., Sukharev A.A. Vozmozhnost' planirovaniya urozhainosti zerna ozimoi pshenitsy v yuzhnoi zone Rostovskoi oblasti [The possibility of winter wheat productivity planning in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. Т. 14, № 4. С. 78–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-78-83.
9. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Bezuglaya T.S. Osnovnye napravleniya i zadachi selektsii pshenitsy tverdoi ozimoi v usloviyakh izmeneniya klimata [Main directions and tasks of winter durum wheat breeding in the conditions of climate change] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 6(78). С. 53–61. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-53-61.
10. Sachok G. I. Kamyshenko G.A. Faktory i modeli izmenchivosti urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur Belarusi [Factors and models of crop productivity variability in Belarus]. Minsk: Bel. Nauka, 2006. 243 s.
11. Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Model'nye otsenkivlianiya klimata na urozhainost' zernovykh i zernobovovykh kul'tur v regionakh Rossii [Model estimates of the climate impact on productivity of grain and leguminous crops in the regions of Russia] // Problemy prognozirovaniya. 2021. № 2(185). С. 75–86. DOI: 10.47711/0868-6351-185-75-86.
12. Dolferus R., Ji X., Richards R.A. Abiotic stress and control of grain number in cereals // Plant Science. 2011. Vol. 181(4). P. 331–341. DOI: 10.1016/j.plantsci.2011.05.015.
13. Pennacchi J.P., Carmo-Silva E., Andralojc P.J., Lawson T., Allen A.M., Raines C.A., Parry M.A.J. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // Food Energy Secur. 2019. Vol. 8(2). P. e00147. DOI: 10.1002/fes3.147.
14. Yue B., Xue W.J., Xiong L.Z., Yu X.Q., Luo L.J., Cui K.H., Jin D.M., Xing Y.Z., Zhang Q.F. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: separation of drought tolerance from drought avoidance // Genetics. 2006. Vol. 172(2). P. 1215–1228.

Поступила: 05.10.22; доработана после рецензирования: 31.10.22; принята к публикации: 31.10.22.

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. Конищев А.А. – концептуализация исследования; Конищев А.А., Гарифуллин И.И. – подготовка опыта; выполнение полевых опытов и сбор данных; Гарифуллин И.И. – анализ данных и их интерпретация; Конищев А.А. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.