

А.В. Крохмаль, кандидат сельскохозяйственных наук
А.И. Грабовец, член-корреспондент РАН, профессор
 Федеральный Ростовский аграрный научный центр
 РФ, 346735, Ростовская обл., Аксайский р-н, пос. Рассвет, ул. Институтская, 1
 E-mail: grabovets_ai@mail.ru

УДК 633.19:631.524.85

DOI: 10.30850/vrsn/2022/3/44-48, EDN: bemlkz

ПОКАЗАТЕЛИ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ УСИЛЕНИЯ АРИДНОСТИ КЛИМАТА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Среднегодовая температура за 40 лет повысилась на 2,5°C, последнее десятилетие – 3,4°C. Произошло перераспределение выпадения осадков по времени, увеличилось их количество в осенне-зимний период и уменьшилось в весенне-летний. Об усилении аридности климата свидетельствует изменение ее индекса с 2,65 (среднедолгосрочное) до 1,72 в последнее десятилетие. С 1981 по 2021 год осенняя вегетация протекала в благоприятных условиях в семи случаях, весенне-летняя – четырех. В остальные годы она проходила при засушливости разной степени. В предыдущих исследованиях показано, что озимое тритикале превосходит озимую пшеницу по урожайности зерна более чем на 1 т/га. Поэтому у тритикале в аспекте преодоления негативных последствий от аридизации климата больше преимуществ, чем у озимой пшеницы. Для развития этой парадигмы изучили адаптивные свойства 12 озимых сортов тритикале, созданных в разное время. Стандартный сорт – Каприз. Максимальную урожайность сформировал сорт Аргус (2016 год – 12,58 т/га). В среднем за годы изучения по двум предшественникам лидировал сорт Атаман Платов (8,04 т/га). Высокая стрессоустойчивость (СУ) выявлена у Гектора (СУ – 5,57), наряду с этим сорт характеризуется высоким уровнем общей и специфической адаптивной способности. Сорта Донслав, Атаман Платов, Рамзес, Приам и Аргус требовательны к условиям среды, Гектор и Блюз слабо реагируют на ухудшение условий выращивания и имеют преимущества в неблагоприятных условиях и на низких агрофонах. Варьирование продуктивности в зависимости от года и предшественника было значительным у всех сортов. Интегральный параметр, отражающий продуктивность и адаптивность сорта – селекционная ценность генотипа. По этому показателю выделены сорта Атаман Платов, Гектор, Форте – 4,22, 4,31 и 4,04 соответственно, самый высокий был у Азнавур (4,44). Эти генотипы сочетают высокую продуктивность со стабильным урожаем. Рекомендуется при возделывании в разных регионах России обращать внимание на их биологические особенности.

Ключевые слова: тритикале, сорт, продуктивность, адаптивность, усиление аридности.

A.V. Krokmal, PhD in Agricultural Sciences
A.I. Grabovets, Corresponding Member of the RAS, Professor
 Federal Rostov Agrarian Scientific Center
 RF, 346735, Rostovskaya obl., Aksaiskij r-n, pos. Rassvet, ul. Institutskaya, 1
 E-mail: grabovets_ai@mail.ru

ADAPTABILITY INDICATORS OF WINTER TRITICALE VARIETIES IN REINFORCEMENT CONDITIONS OF ARID CLIMATE ON NORTH WEST OF ROSTOV REGION

The average annual temperature over the past 40 years has increased by 2.5°C, over the past decade by 3.4°C. There was a redistribution of precipitation over time, their amount increased in the autumn-winter period and decreased in the spring-summer. The change in the aridity index from 2.65 (long-term average) to 1.72 in the last decade testifies to the increase in the aridity of the climate. For the period 1981–2021 in 7 cases, the autumn vegetation proceeded under favorable conditions, spring-summer in 4. In other years, it proceeded under conditions of varying degrees of aridity. Previous studies have shown that winter triticale exceeds winter wheat in terms of grain yield, on average over decades, by more than 1 t/ha. Therefore, in terms of overcoming the negatives of aridization, triticale has more advantages than winter wheat. In order to develop this paradigm, a study was made of the adaptive properties of 12 winter varieties of triticale, created at different times, in comparison with the standard variety Kapriz. The maximum yield was formed by the variety Argus (2016 – 12.58 t/ha). On average, over the years of study, the Ataman Platov variety was the leader for two predecessors (8.04 t/ha). High stress resistance was found in the Hector variety (SC – 5.57), along with this, the variety is characterized by a high level of general and specific adaptive ability, adapted to a wide range of environmental conditions. Varieties Donslav, Ataman Platov, Ramses, Priam and Argus are demanding on environmental conditions. Varieties Hector and Blues react poorly to worsening growing conditions and have advantages in adverse conditions and low agricultural backgrounds. The variation in productivity depending on the year and the predecessor was significant for all varieties. An integral indicator reflecting the productivity and adaptability of a variety is the breeding value of the genotype. According to this indicator, the varieties Ataman Platov, Hector, Forte (4.22; 4.31; 4.04) stand out, the highest was in the variety Aznavour (4.44). These genotypes combine high productivity with a stable yield. When cultivating them (and they are approved for sowing in different regions of Russia), it is recommended to pay attention to their biological characteristics. Key words: triticale, cultivar, productivity, adaptability, increased aridity.

Keywords: triticale, cultivar, productivity, adaptability, increased aridity.

С усилением аридности климата возникает необходимость создания для стабильного производства зерна высокоадаптивных и экологически пластичных сортов злаковых культур. [2, 6] Интересны исследования

по изучению продуктивного потенциала озимых пшеницы и тритикале в 2010–2019 годах. При одинаковых условиях возделывания и сроках уборки выявлено превышение урожайности зерна тритикале в среднем по

пару на 1,66, зернобобовым – 0,7 т/га. Урожайность тритикале в зависимости от дат посева увеличивается на 0,75...1,89 т/га. При октябрьских сроках сева тритикале особенно выделялось по урожайности зерна. [3, 4] Большая урожайность тритикале объясняется действием удобрений, а также содержанием в ядре полного набора хромосом ржи, обладающей наиболее высокими адаптивными свойствами среды зерновых культур.

Так как сорта тритикале существенно различаются друг от друга важно определить показатели уровня их экологической пластичности и стабильности, чтобы выбрать наиболее оптимальные генотипы для производства в неблагоприятных условиях. [6]

Цель работы – оценить характер изменения климата на северном Дону за 1981–2021 годы и изучить адаптивные свойства озимых сортов тритикале, созданных в разное время, их реакцию на меняющиеся условия среды в динамике лет для выбора лучших из них.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 2009 по 2021 год. Опытные делянки размещали в селекционном севообороте Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции ФГБНУ ФРАНЦ, на северо-западе Ростовской области. Это степь с южными среднечерноземами. [1] Содержание гумуса в пахотном слое (по Тюрину) – 3...4 %, общего азота – 0,25 % (ГОСТ 26107-84), валового фосфора – 0,17% (ГОСТ 21261-84), мощность гумусового горизонта – 55...65 см, сумма поглощенных оснований – 37,6 мг-экв./100 г почвы. Климат – континентальный с частыми засухами.

Объект изучения – 12 озимых сортов тритикале, созданных в разное время в ФРАНЦ. Опытные посева размещали по черному пару и зернобобовым. Норма – 4 и 5 млн семян на 1 га. Площадь делянок – 21 м², повторность трехкратная. Стандарт – сорт *Каприз*. Уборка делянок – прямое комбайнирование. Данные статистически обрабатывали по Б.А. Доспехову. [5] Коэффициент ин-

тенсивности сорта (КИ) рассчитывали по Р.А. Удачину [12] Параметры экологической пластичности, стабильности определяли методом Эберхарта и Рассела [9, 10], гомеостатичности – В.В. Хангильдина [13], адаптивной способности – А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой. [8]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выполнен анализ изменений климата на северном Дону с 1981 по 2021 год. Среднегодовая температура за 40 лет повысилась на 2,5°C, последнее десятилетие – 3,4°C. Температура с декабря по апрель возросла на 3...3,7°C (табл. 1).

Темпы прироста температуры в 2001–2021 годах существенно повысились, особенно в IV–VII месяцах.

Сумма осадков в среднем за год близка к средне-многолетнему показателю (табл. 2). Коэффициент вариации среднегодовых сумм осадков $C_v = 20 \%$, изменчивость средняя.

Влагообеспеченность отдельных месяцев имела высокую изменчивость. Так C_v осадков сентября, октября и июля составил 76...78 %, ноября, декабря, января и февраля – 48...55 %. За период с 1981 по 2021 год их количество увеличилось в осенне-зимний период и уменьшилось в весенне-летний. Сумма осадков сентября выросла на 14,6 мм, декабря – 9,1, января – 8,9 мм. Снизилось количество осадков в апреле на 3,8, мае – 8,0, июне – 6,0, августе – 9,6 мм. Амплитуда средне-месячного количества осадков варьировала от 67,7 (март) до 180,0 мм (июль). За 25 лет наблюдений отмечен острый дефицит влаги в августе, 19 лет – апреле, 18 – октябре. Достаточное увлажнение весенне-летнего периода вегетации наблюдали пять раз за 41 год в мае, восемь – апреле и десять – июне. Практически весь период налива зерна в большинстве случаев протекает при высоких температурах июня (до 40°C) и недостатке влаги.

Показатель усиления засушливости климата – динамика индекса аридности (ИА) по де Мартону. [11] В 2009 и 2013 годах ИА был равен 0,887 и 0,914 соответственно, относительно низкая засушливость – в 1997, 2018 и 2019 годах при ИА – 2,47,

Таблица 1.

Динамика изменения среднемесячных температур по месяцам, °C (1981–2021 годы)

Год/месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Средне-многолетняя температура	14,6	7,2	0,2	-5,2	-8,0	-7,8	-2,1	7,6	15,2	19,2	22,0	20,6
1981–2021	16,9	9,4	1,7	-3,3	-4,9	-4,5	1,4	10,6	17,5	21,8	24,1	23,2
2001–2010	17,3	10,0	2,6	-3,3	-4,6	-4,1	2,3	10,2	17,5	21,5	24,8	24,4
2011–2021	17,7	9,5	2,7	-1,6	-4,6	-3,7	2,5	11,2	19,0	23,5	25,3	24,5

Таблица 2.

Среднегодовая температура, сумма осадков по годам

Показатель	X	1981–2021	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2021
Среднегодовая температура, °C	7,0	9,5	8,9	9,0	9,9	10,4
Индекс аридности	2,65	1,81	1,76	2,00	1,76	1,72
Сумма осадков, мм	451	464,4	438,6	497,3	474,9	472,9
Min, мм		244,2	244,2	410,1	278,0	316,6
Max, мм		688,2	658,1	564,8	612,1	688,2

2,41 и 2,64 соответственно. Достаточно засушливым был период с 2011 по 2021 год.

Влагообеспеченность отдельных периодов вегетации более информативна для прогнозирования урожайности, чем среднегодовое количество осадков. Период весенне-летней вегетации проходил в условиях недостатка влаги. За весь период наблюдений и отдельные десятилетия 59 % осадков выпадало в зимний период, когда растения не вегетируют. Расчет гидротермических коэффициентов (ГТК) показал, что в среднем климат можно охарактеризовать как засушливый (табл. 3).

За 1981–2021 годы осенняя вегетация протекала в семи случаях во влажных условиях, восьми – в сухих. Весенне-летняя вегетация проходила 26 раз в засушливых и очень засушливых условиях, 4 – влажных и 5 – сухих.

Такие контрастные погодные условия с абиотическими стрессами разной степени напряженности обуславливают особенности ведения селекции злаков. Они способствуют созданию селекционного материала тритикале, устойчивого к данным факторам.

Для изучения уровня адаптивных свойств выбрали 12 сортов собственной селекции, созданных в разное время, стандарт – *Каприз* (табл. 4). Сорта первой группы (*Каприз*, *Донслав*, *Сколот*, *Пилигрим*, *Рамзес*, *Рамзай*) внесены в Госреестр в 2015–2017 годах, второй (*Каприз*, *Атаман Платов*, *Гектор*, *Приам*) – 2018–2020, третьей (*Каприз*, *Блюз*, *Форте*, *Азнавур*, *Аргус*) – изучаются в ГСИ. Первую группу сортов исследовали в более засушливых условиях. Средние параметры суммы осадков и ГТК в отдельные периоды вегетации в двух других группах различались незначительно. Гидротермические условия отдельных лет в каждом из выбранных периодов были достаточно контрастными.

Расчет корреляционных взаимосвязей продуктивности сортов первой группы с гидротермическими условиями показал, что продуктивность слабо коррелирует с суммой осадков за осеннюю и весенне-летнюю вегетацию, ГТК за вегетацию и отдельных ее периодов. Отрицательную корреляцию средней степени определяли по индексу аридности.

Среди сортов второй группы средняя степень сопряженности продуктивности с суммой осадков и ГТК вегетационного периода установлена у сорта *Каприз*. В третьей группе выявлена положительная зависимость урожайности средней степени с суммой осадков и ГТК периода осенней вегетации у всех сортов.

Сорта каждого последующего этапа имели более высокую продуктивность в минимальных, максимальных и средних ее выражениях. Наиболее высокая средняя урожайность зерна в первой группе выявлена у сорта *Пилигрим* (6,60 т/га), второй – *Атаман Платов* (8,04), третьей, вегетировавшей в более засушливых условиях – *Форте* (7,9 т/га).

Максимальный урожай по пару сформировали сорта *Рамзес* (2010 год), *Приам* (2016) и *Аргус* (2016).

Изменчивость продуктивности отражает коэффициент вариации признака. Этот параметр косвенно свидетельствует о стабильности генотипа в меняющихся условиях среды. Значительная изменчивость ($C_v > 20\%$) продуктивности у всех сортов обусловлена

Таблица 3.

Динамика ГТК по годам

Год	ГТК					
	влажный 1,6...1,3	слабозасушливый 1,3...1,0	засушливый 1,0...0,7	очень засушливый 0,7...0,4	сухой <0,4	среднее
1981–2021	0	31	1	9	0	0,90
2001–2010	0	10	0	0	0	0,87
2011–2021	0	7	0	4	0	0,84

Таблица 4.

Регионы допуска сортов, их урожайность и степень ее изменчивости

Сорт	Регион допуска***	Урожайность зерна, т/га			Cv %	КИ**
		min	max	среднее*		
2009–2015						
<i>Каприз</i>	6, 8	2,27	7,25	5,31	30,1	93,8
<i>Донслав</i>	5, 6	2,96	8,78	6,29	28,1	91,5
<i>Сколот</i>	5, 6	3,46	8,90	6,45	26,4	84,3
<i>Пилигрим</i>	3, 6, 8, 9	2,88	9,24	6,60	26,8	96,4
<i>Рамзай</i>	3, 6	2,71	8,49	6,14	27,7	94,1
<i>Рамзес</i>	6	2,82	11,31	6,26	33,7	132,2
2014–2019						
<i>Каприз</i>	6, 8	3,78	10,05	7,24	27,7	86,6
<i>Атаман Платов</i>	3, 5, 6, 7	3,91	11,53	8,04	29,3	94,8
<i>Гектор</i>	3, 4, 5, 6, 7	4,37	9,94	7,60	24,5	73,3
<i>Приам</i>	5	3,86	12,34	7,76	31,5	109,3
2015–2021						
<i>Каприз</i>	6, 8	3,78	10,05	6,90	29,0	90,9
<i>Блюз</i>		4,12	10,77	7,60	28,8	87,5
<i>Форте</i>	3, 4, 5, 6, 7, 8	4,02	11,90	7,90	31,7	99,7
<i>Азнавур</i>		4,66	11,86	7,84	28,4	91,8
<i>Аргус</i>		3,64	12,58	7,70	35,3	116,1

Примечание. * – среднее по периодам (2009–2015, 2014–2019, 2015–2021); ** КИ – коэффициент интенсивности ($Y_{max} + Y_{min} \times 100 / X$ (по Удачину Р.А.); *** 3 – Центральный регион, 4 – Волго-Вятский, 5 – Центрально-Черноземный, 6 – Северо-Кавказский, 7 – Средневолжский, 8 – Нижневолжский.

существенным влиянием условий возделывания. Относительно низкая изменчивость продуктивности у сортов *Сколот*, *Пилигрим* и *Гектор*.

Расчет коэффициента интенсивности (КИ) показал, что все сорта можно отнести к интенсивным. Наиболее высокий – у *Рамзеса*, *Приама* и *Аргуса*.

В условиях меняющегося климата и нарастающей аридности важен показатель устойчивости к стрессу (СУ). Он имеет отрицательный знак и чем его величина меньше, тем выше стрессоустойчивость. В первой и третьей группе устойчивость к стрессу всех сортов была ниже, чем у стандартного. Относительно низкий этот показатель был у *Сколота* и *Блюза* (табл. 5). Среди сортов второй группы высокая стрессоустойчивость – у *Гектора*.

Еще одним значимым параметром адаптивных свойств считается генетическая гибкость сорта. Она

Таблица 5
Параметры адаптивных свойств сортов тритикале

Сорт	СУ	ГГ	b_i	S_i^2	Hom
2009–2015					
<i>Каприз</i>	-4,98	4,76	0,86	0,389	18,42
<i>Донслав</i>	-5,82	6,37	1,12	0,180	23,39
<i>Сколот</i>	-5,44	6,38	0,97	0,137	25,49
<i>Пилигрим</i>	-6,36	6,06	1,02	0,066	25,70
<i>Рамзай</i>	-5,78	5,60	0,98	0,036	23,11
<i>Рамзес</i>	-8,49	7,07	1,16	0,705	19,90
2014–2019					
<i>Каприз</i>	-6,27	6,92	0,90	0,545	27,60
<i>Атаман Платов</i>	-7,62	7,72	1,32	0,381	28,94
<i>Гектор</i>	-5,57	7,16	0,87	0,153	32,75
<i>Приам</i>	-8,48	8,10	1,13	0,376	25,93
2015–2021					
<i>Каприз</i>	-6,27	6,92	0,85	0,236	24,85
<i>Блюз</i>	-6,65	7,45	0,87	0,300	27,55
<i>Форте</i>	-7,88	7,95	1,09	0,088	26,03
<i>Азнавур</i>	-7,20	9,99	0,95	0,286	28,80
<i>Аргус</i>	-8,94	8,11	1,17	0,340	22,80

Примечание. СУ – стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$); ГГ – генетическая гибкость ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2$).

Таблица 6.
Показатели адаптивной способности и стабильности сортов тритикале

Сорт	OAC (V_i)	$\delta^2(G+E)_{gi}$	δ^2CAC_i	δCAC_i	S_{gi}	СЦГ _i	I_{gi}	K_{gi}
2009–2015								
<i>Каприз</i>	-0,89	7,26	3,44	1,85	41,90	1,70	2,11	1,30
<i>Донслав</i>	0,09	8,36	3,99	2,00	31,31	3,45	2,10	1,51
<i>Сколот</i>	0,25	8,63	4,12	2,03	30,28	3,72	2,10	1,56
<i>Пилигрим</i>	0,40	9,81	4,71	2,17	30,97	3,82	2,08	1,78
<i>Рамзай</i>	-0,06	8,91	4,26	2,06	33,99	3,04	2,09	1,61
<i>Рамзес</i>	0,21	11,74	5,67	2,38	35,93	3,13	2,07	2,15
2014–2019								
<i>Каприз</i>	-0,42	7,13	3,61	1,90	27,84	3,31	1,97	0,90
<i>Атаман Платов</i>	0,38	9,86	5,13	2,26	26,92	4,22	1,92	1,28
<i>Гектор</i>	-0,06	6,13	3,06	1,74	23,17	4,31	2,01	0,76
<i>Приам</i>	0,10	10,65	5,57	2,36	30,06	3,48	1,91	1,39
2015–2021								
<i>Каприз</i>	-0,69	6,60	5,39	2,32	37,37	3,03	1,22	0,95
<i>Блюз</i>	0,02	7,85	7,05	2,65	34,85	3,98	1,11	1,25
<i>Форте</i>	0,32	10,29	9,26	3,04	37,03	4,04	1,11	1,64
<i>Азнавур</i>	0,25	7,86	7,05	2,66	32,86	4,44	1,11	1,25
<i>Аргус</i>	0,11	10,90	9,81	3,13	40,10	3,51	1,11	1,74

рассчитывается как средняя урожайность в оптимальный и лимитирующий год. Высокий уровень этого показателя свидетельствует о большой степени соответствия между генотипом и средой. По генетической гибкости выделили сорта в первой группе – *Рамзес*, второй – *Приам*, третьей – *Азнавур* и *Аргус*.

Важный показатель адаптивных свойств сорта – коэффициент регрессии по среде b_i . Он отражает реакцию сорта на изменения условий возделывания. Когда коэффициент регрессии близок к 1,0,

сорт пластичен, если $b_i > 1$, отзывчив на улучшение условий выращивания. Если $b_i < 1$, сорт мало отзывчив на улучшение условий среды и будет иметь преимущество в неблагоприятных условиях выращивания. В наших исследованиях к пластичным можно отнести сорта: *Сколот*, *Пилигрим*, *Рамзай* и *Азнавур*. Требовательны к условиям среды: *Атаман Платов*, *Донслав*, *Рамзес*, *Приам* и *Аргус*. Сорта *Каприз*, *Гектор* и *Блюз* слабо реагируют на ухудшение условий среды.

Варианса стабильности S_i^2 определяет насколько сорт соответствует пластичности, рассчитанной с помощью коэффициента регрессии. Чем ближе значение S_i^2 к 0, тем выше его стабильность. В наших исследованиях стабильность всех сортов была высокой, особенно – у *Пилигрим*, *Рамзай* и *Форте*.

Гомеостатичность сорта характеризует его способность минимизировать последствия воздействия неблагоприятных факторов среды. Чем выше уровень гомеостаза, тем меньше будет снижение продуктивности в неблагоприятных условиях. [7] Высокая гомеостатичность у сортов – *Атаман Платов*, *Гектор* и *Азнавур*.

Наиболее информативные показатели адаптивности и стабильности сортов дает метод, предложенный Кильчевским и Хотылевой. [8] Рассчитывали общую (OAC) и специфическую (CAC_i) адаптивную способность, стабильность (δ^2CAC_i), взаимодействие генотип-среда ($\delta^2(G+E)_{gi}$), селекционную ценность генотипов (СЦГ), коэффициенты линейности (I_{gi}) и компенсации (K_{gi}).

Наибольшими эффектами OAC обладали сорта: *Сколот*, *Пилигрим*, *Атаман Платов*, *Форте* и *Азнавур*. Самыми нестабильными были – *Каприз*, *Рамзай* и *Гектор* (табл. 6).

Варианса $\delta^2(G+E)_{gi}$ характеризует взаимодействие генотипа со средой. Низкое значение этого показателя свидетельствует об адаптированности сорта к широкому спектру условий среды, высокое – узкому. Сорта *Гектор* и *Каприз* с самым низким показателем генотип-средового взаимодействия – адаптированные к широкому разнообразию условий среды, *Рамзес*, *Приам*, *Форте* и *Аргус* – узкоадаптированные. *Гектор* имел самый низкий показатель генотип-средового взаимодействия, в то же время он характеризовался наиболее высокой стабильностью δ^2CAC_i . Сорта *Форте* и *Аргус*, имеющие невысокий показатель взаимодействия генотип-среда, обладают низкой стабильностью, что свидетельствует о проявлении дестабилизирующего эффекта.

Селекционная ценность генотипа (СЦГ) – интегральный параметр, отражающий продуктивность и адаптивность сорта. По этому показателю выделяются сорта *Атаман Платов*, *Гектор*, *Форте*, самый высокий он был у *Азнавура*. Эти генотипы сочетают высокую продуктивность со стабильным урожаем. Коэффициент I_{gi} варьировал от 1,11 до 2,11, что свидетельствует о близкой к линейной реакции сортов третьей группы на среду. Коэффициенты линейности сортов первой и второй группы показывают, что отклик на изменение среды имеет отклонение от линейности. Коэффициент компенсации K_{gi} характеризует способность сорта обеспечивать формирование высокого урожая в благоприятных условиях и низкого в неблагоприятных. Большинство изученных сортов имели показатель

близкий к единице, то есть они характеризуются стабилизирующим эффектом взаимодействия генотип-среда.

Таким образом, установлено, что за период с 1981 по 2021 год среднегодовая температура повысилась на 2,5°C. Наблюдается рост индекса аридности. На фоне таких изменений климата меняются параметры создаваемых сортов тритикале. На основании проведенных исследований можно констатировать, что сорт *Гектор* обладает высокой стрессоустойчивостью, выделяется по уровню общей и специфической адаптивной способности к широкому спектру условий среды. Выделены сорта, сочетающие продуктивность и адаптивность: *Атаман Платов*, *Гектор*, *Форте* и *Азнавур*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волков, В.П. Земледелие на Среднем Дону / В.П. Волков, Е.В. Полуэктов, М.А. Балахонский. — Новочеркасск, 2004. — 187 с.
2. Гончаренко, А.А. Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции / А.А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. — 2016. — № 3. — С. 31–37.
3. Грабовец, А.И. Роль сорта в стабилизации производства зерна в широком диапазоне агроклиматических факторов / А.И. Грабовец, К.Н. Бирюков // Земледелие. — 2021. — № 5. — С. 25–28. doi: 10.24412/0044-3913-2021-0-1-48.
4. Грабовец, А.И. Модель сорта озимого тритикале на Дону / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль // Российская сельскохозяйственная наука. — 2021. — № 1. — С. 3–7.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.
6. Жученко, А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии (экологические основы). Теория и практика / А.А. Жученко. — М.: Агрорус, 2010. — 1053 с.
7. Зенкина, К.В. Модель адаптированного сорта ярового тритикале для условий Дальнего Востока / К.В. Зенкина, Т.А. Асеева // Российская сельскохозяйственная наука. — 2020. — № 3. — С. 3–5.
8. Кильчевский, А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. — 1985. — Т. XXI. — № 9. — С. 1491–1498.
9. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. — 1984. — № 4. — С. 109–113.
10. Петров, Л.К. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области / Л.К. Петров // Российская сельскохозяйственная наука. — 2020. — № 3. — С. 6–9.
11. Справочник по показателям и индексам засухливости www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP-Drought-Indices_ru_2016.pdf.
12. Удачин, Р.А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р.А. Удачин, А.П. Головченко // Селекция и семеноводство. — 1990. — № 5. — С. 2–6.
13. Хангильдин, В.В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В.В. Хангильдин, Н.А. Литвиненко // Бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. — Одесса, 1981. — Вып. 1 (39). — С. 8–14.

LIST OF SOURCES

1. Volkov, V.P. Zemledelie na Srednem Donu / V.P. Volkov, E.V. Poluektov, M.A. Balahonskij. — Novocherkassk, 2004. — 187 s.
2. Goncharenko, A.A. Problema ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur i zadachi selekcii / A.A. Goncharenko // Zernovoe hozyajstvo Rossii. — 2016. — № 3. — S. 31–37.
3. Grabovec, A.I. Rol' sorta v stabilizacii proizvodstva zerna v shirokom diapazone agroklimaticheskikh faktorov / A.I. Grabovec, K.N. Biryukov // Zemlede-lie. — 2021. — № 5. — S. 25–28. doi: 10.24412/0044-3913-2021-0-1-48.
4. Grabovec, A.I. Model' sorta ozimogo tritikale na Donu / A.I. Grabovec, A.V. Krohmal' // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. — 2021. — № 1. — S. 3–7.
5. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. — M.: Agroprom-izdat, 1985. — 352 s.
6. Zhuchenko, A.A. Adaptivnaya strategiya ustojchivogo razvitiya sel'skogo ho-zyajstva Rossii v XXI stoletii (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika / A.A. Zhuchenko. — M.: Agrorus, 2010. — 1053 s.
7. Zenkina, K.V. Model' adaptirovannogo sorta yarovogo tritikale dlya uslo-vij Dal'nego Vostoka / K.V. Zenkina, T.A. Aseeva // Rossijskaya sel'skohozyajstven-naya nauka. — 2020. — № 3. — S. 3–5.
8. Kil'chevskij, A.V. Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy / A.V. Kil'chevskij, L.V. Hotyleva // Genetika. — 1985. — T. XXI. — № 9. — S. 1491–1498.
9. Pakudin, V.Z. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennykh kul'tur / V.Z. Pakudin, L.M. Lopatina // Sel'skohozyaj-stvennaya biologiya. — 1984. — № 4. — S. 109–113.
10. Petrov, L.K. Ocenka urozhajnosti, ekologicheskoy stabil'nosti i plastichnosti sortov ozimoy pshenicy v usloviyah Nizhegorodskoj oblasti / L.K. Petrov // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. — 2020. — № 3. — S. 6–9.
11. Spravochnik po pokazatelyam i indeksam zasushlivosti www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP-Drought-Indices_ru_2016.pdf.
12. Udachin, R.A. Metodika ocenki ekologicheskoy plastichnosti sortov psheni-cy / R.A. Udachin, A.P. Golovchenko // Selekcija i semenovodstvo. — 1990. — № 5. — S. 2–6.
13. Hangil'din, V.V. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoy psheni-cy / V.V. Hangil'din, N.A. Litvinenko // Byulleten' Vsesoyuznogo selekcionno-geneticheskogo instituta. Odessa. — 1981. — Vyp. 1 (39). — S. 8–14.