

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-158-164

УДК 633.19:631.524.7:524.84

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

Е.А. ГОРДИНСКАЯ ORCID ID 0000-0002-3839-7299, e-mail: elenagordinskay0@gmail.com

А.В. КРОХМАЛЬ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0002-3104-3308

А.И. ГРАБОВЕЦ, член-корреспондент РАН, ORCID ID 0000-0002-1530-7721

Н.И. БАРУЛИНА e-mail: nbarulina64@mail.ru

О.В. БИРЮКОВА ORCID ID 0000-0001-8155-5371, e-mail: biryukova.22@bk.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

E-mail: dzni@mail.ru

Целью работы было определение условий реализации потенциала продуктивности новых сортов тритикале по разным предшественникам, уровня вариабельности продуктивности и отдельных ее компонентов, установление взаимосвязей между урожайностью, ее элементами и показателями качества зерна. Изучали новые сорта озимого тритикале: Приам, Блюз, Форте, Азнавур и Аргус, стандарт – сорт Каприз. Методы исследований – полевой и лабораторный. Исследования проводили в 2016-2020 гг. в условиях степной зоны северо-запада Ростовской области. Почва – чернозем южный. Предшественники черный пар и зернобобовые. Установлено, что наибольший урожай зерна по обоим предшественникам сформировал сорт Форте. Наиболее стабильным по продуктивности был сорт Блюз. Результаты оценки экологической пластичности позволяют рекомендовать сорта Каприз и Блюз размещать по худшим предшественникам, сорт Аргус на высоких агрофонах, по лучшим предшественникам, Приам, Форте и Азнавур по любым предшественникам. Выяснено, что наиболее стабильный элемент структуры урожая – масса 1000 зерен, наиболее вариабельные – масса зерна с 1 растения и с 1 колоса. Определено, что компоненты урожайности сорта Блюз варьируют в меньшей степени. Установлено, что урожайность отрицательно коррелирует с продуктивным стеблестоем, что свидетельствует о негативном влиянии загущения на урожайность. Высокая степень взаимосвязи урожайности с озерненностью колоска позволяет рекомендовать этот элемент как критерий отбора на продуктивность на ранних этапах селекционного процесса. Определены показатели качества зерна новых сортов, их изменчивость. Наиболее стабильными были содержание крахмала (коэффициент вариации C_v от 1,7 до 3,6%) и натура зерна (3,5-5,6%). Отмечена высокая зависимость числа падения от условий среды (25,6 – 48,6) у всех сортов, за исключением сорта Аргус ($C_v=7,8\%$). По хлебопекарным свойствам выделился сорт Приам.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, урожайность, структура урожая, изменчивость, корреляционные связи, качество зерна.

CHARACTERISTIC OF BIOLOGICAL POTENTIAL OF WINTER TRITIKALE VARIETIES

E.A. Gordinskaya ORCID ID 0000-0002-3839-7299, e-mail: elenagordinskay0@gmail.com

A.V. Krochmal ORCID ID 0000-0002-3104-3308, e-mail: krochmal_58@mail.ru

A.I. Grabovets ORCID ID 0000-0002-1530-7721, e-mail: grabovets_ai@mail.ru

N.I. Barulina e-mail: nbarulina64@mail.ru

O.V. Biryukova ORCID ID 0000-0001-8155-5371, e-mail: biryukova.22@bk.ru

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL ROSTOV
AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER» E-mail: dzni@mail.ru

Abstract: *The aim of the work was to determine the conditions for realizing the productivity potential of new triticale varieties for different predecessors, the level of productivity variability and its individual components, to establish relationships between productivity, its elements and grain quality indicators. We studied new varieties of winter triticale: Priam, Blues, Forte, Aznavour and Argus, the standard is the Caprice variety. Research methods - field and laboratory. The research was carried out in 2016-2020 in the steppe zone of the north-west of the Rostov region. The soil is southern chernozem. Precursors are black fallow and pulses. It was found that the Forte variety formed the highest grain yield for both predecessors. The Blues variety was the most stable in terms of productivity. The results of the assessment of ecological plasticity make it possible to recommend the varieties Caprice and Blues to be placed according to the worst predecessors, the variety Argus on high agricultural backgrounds, according to the best predecessors, Priam, Forte and Aznavour according to any predecessors. It was found that the most stable element of the yield structure is the weight of 1000 grains, the most variable is the weight of grain from 1 plant and from 1 ear. It was determined that the components of the Blues variety yield vary to a lesser extent. It was found that the yield is negatively correlated with the productive stalk, which indicates the negative effect of thickening on the yield. The high degree of relationship between yield and grain size of the spikelet makes it possible to recommend this element as a selection criterion for productivity at the early stages of the breeding process. Indicators of quality of grain, new varieties, their variability have been determined. The most stable were the starch content (coefficient of variation Cv from 1.7 to 3.6%) and grain nature (3.5-5.6%). A high dependence of the falling number on environmental conditions (25.6 - 48.6) was noted in all varieties, with the exception of the Argus variety (Cv = 7.8%). The Priam variety stands out for its baking properties.*

Keywords: winter triticale, variety, yield, yield structure, variability, correlations, grain quality.

Введение

Важной задачей селекции любой зерновой культуры является создание сортов, обладающих экологической пластичностью, высокой продуктивностью и качеством зерна, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. В настоящее время селекция тритикале достигла значительных успехов в области создания высокопродуктивных сортов. Новые сорта этой культуры успешно конкурирует по урожайности с традиционными зерновыми культурами, такими как пшеница, рожь и ячмень. Новые сорта тритикале способны сформировать урожай до 10 т с 1 га. Ареал распространения озимых тритикале охватывает 10 регионов Российской Федерации, от Северо-Западного до Восточно-Сибирского. Такое широкое распространение тритикале на территории России свидетельствует о высоком уровне адаптивных свойств новой культуры, обусловленных присутствием в геноме тритикале полного набора ржаных хромосом [1, 2]. Преимуществом тритикале является также устойчивость культуры ко многим фитопатогенам, что позволяет получать в итоге экологически чистую продукцию.

По мнению многих ведущих ученых, тритикале в ближайшем будущем может стать одной из важнейших кормовых и продовольственных культур [3, 4]. На бедных почвах эта культуры способна обеспечить более высокий сбор зерна в сравнении с пшеницей, делая тритикале перспективной культурой в случаях дефицита средств интенсификации сельскохозяйственного производства [5].

Изначально цель скрещивания пшеницы с рожью была в создании нового хлебного злака, объединяющего в одном организме качество зерна пшеницы и высокие адаптивные свойства ржи. Однако сегодня сорт тритикале с высокими хлебопекарными свойствами, превосходящими пшеницу, пока не создан.

Зерно тритикале используется во многих отраслях перерабатывающей промышленности: в хлебопекарной, кондитерской, спиртовой, а также в комбикормовом производстве. Повышенное содержание незаменимых аминокислот в зерне обеспечивает более высокие питательные свойства хлеба из тритикале, в сравнении с пшеничным [4].

Цель настоящей работы оценить норму реакции новых сортов по продуктивности и отдельным ее элементам; установить корреляционные взаимосвязи между ними; определить технологические свойства зерна в зависимости от условий возделывания.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2016-2020 гг. в Федеральном Ростовском аграрном научном центре, в северо-западной степной зоне Ростовской области. Климат зоны – умеренно континентальный. Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным среднесиловым. В пахотном слое количество гумуса находится в пределах 3,6%.

Объект исследований – новые сорта озимого тритикале собственной селекции Каприз, Приам, Блюз, Форте, Азнавур и Аргус, сорт-стандарт – Каприз. Предшественники – черный пар и зернобобовые. Площадь делянки 21 м², повторность трехкратная, норма высева по пару 4 млн., по непаровому предшественнику 5 млн. всхожих семян на 1 га. Урожай учитывали поделочно, напрямую комбайном Сампо 130 в фазе полной спелости зерна. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89. Содержание белка, крахмала методом инфраскопии на приборе Infratek 1241. Количество клейковины определяли по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию (М.: 1988), число падения – по методу Х. Пертена на приборе Falling Number FN 1700. Размол зерна - на мельнице Brabender. Лабораторную выпечку хлеба проводили по методике Государственной комиссии сортоиспытания. Параметры экологической пластичности, стабильности – по методу Эберхарта и Рассела. Экспериментальные данные обрабатывали методами статистического анализа методом ANOVA.

Годы проведения исследований различались по степени напряженности гидротермических стрессов. Сумма годовых осадков в 2016-2019 гг. превышала среднемноголетнюю (451 мм) на 17-53%, в 2019/2020 составила 86% к среднемноголетней. Однако распределение осадков по фазам вегетации растений было различным. Фаза колошения и цветения (май) в 2015/2016, 2016/2017 и 2018/2019 гг. протекала в условиях достаточного увлажнения (115-206%), в 2019/2020 и особенно в 2017/2018 гг. – в условиях острого дефицита влаги (76 и 44% к среднемноголетней). Период налива зерна в годы исследований проходил в условиях острой засухи, количество выпавших осадков варьировало от 14 до 27,6 мм, что составляло 26-51% среднемноголетнего количества.

Результаты и обсуждения

Зерновая продуктивность тритикале зависит от гидротермических условий вегетации и генетических свойств сорта реагировать на изменения условий среды. Наиболее благоприятными для роста и развития озимого тритикале были 2015/2016 годы. По предшественнику черный пар все сорта сформировали урожай более 10 т/га. Лидировал по этому предшественнику сорт Аргус. По зернобобовым максимальный урожай отмечали у сорта Форте (табл. 1). В среднем за годы исследований по обоим предшественникам наибольший урожай отмечен у сорта Форте.

Таблица 1

Урожайность сортов тритикале по разным предшественникам и показатели экологической пластичности, среднее за 2016-2020 гг.

Сорт	Черный пар, т/га			C _v , * %	Зернобобовые, т/га			C _v , %	b _i **
	min	max	среднее		min	max	среднее		
Каприз	8,22	10,05	8,79	20,3	3,78	6,56	5,49	21,8	0,92
Приам	6,98	12,34	9,28	19,8	4,78	6,49	5,38	23,8	1,06
Блюз	7,99	10,77	9,44	10,6	4,57	7,30	5,85	20,8	0,90
Форте	8,01	11,90	10,12	18,0	4,46	8,35	6,26	29,0	1,04
Азнавур	7,51	11,86	9,69	16,0	4,50	8,00	5,87	28,0	0,95
Аргус	8,24	12,58	10,02	15,0	3,64	8,00	5,85	32,9	1,13

*C_v – коэффициент вариации; ** b_i коэффициент регрессии по среде

Вариабельность продуктивности исследуемых сортов по предшественнику черный пар была значительно ниже, чем по зернобобовым. Наиболее стабильным в отношении урожайности по обоим предшественникам был сорт Блюз, что свидетельствует о его экологической пластичности. Высокий коэффициент вариации (C_v) продуктивности по непаровому предшественнику имел сорт Аргус.

Для определения уровня экологической пластичности сортов был рассчитан коэффициент регрессии по среде (b_i). Из проведенного анализа следует, что сорта Каприз и Блюз лучше адаптированы к средним и худшим условиям среды ($b_i < 1$), Приам, Форте и Азнавур - наиболее пластичные ($b_i \approx 1$), сорт Аргус отзывчив на улучшение условий среды ($b_i > 1$).

Продуктивность сорта – это результирующий признак, слагаемый из реализации потенциала многих компонентов, которые так или иначе взаимосвязаны между собой. Так продуктивный стеблестой (количество продуктивных стеблей на 1 м^2) взаимосвязан с количеством растений на 1 м^2 и продуктивной кустистостью. Продуктивная кустистость в свою очередь обусловлена генетической детерминацией, погодными условиями, обеспеченностью элементами питания, агротехникой, повреждением болезнями, вредителями и т.д. Продуктивность колоса взаимосвязана с озерненностью колоса и колоска, а также с массой 1000 зерен, которая в свою очередь обеспечивается величиной фотосинтезирующего аппарата, продолжительностью и гидротермическими условиями периода налива.

Элементы структуры урожая характеризовались различным уровнем изменчивости. Наиболее стабильным элементом у всех изученных сортов была масса 1000 зерен (табл. 2). Относительно стабильным был сорт Блюз: коэффициенты вариации четырех компонентов урожая (продуктивный стеблестой, масса зерна с колоса, озерненность колоса и озерненность колоска) были самыми низкими. Высокую изменчивость элементов структуры урожая отметили у сорта Азнавур.

Таблица 2

Изменчивость элементов продуктивности сортов тритикале, среднее за 2016-2020 гг., C_v , %

Элемент продуктивности	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Продуктивный стеблестой	16,7	26,4	13,0	23,4	32,2	31,0
Продуктивная кустистость	15,7	29,1	20,0	18,6	28,3	30,6
Масса зерна с растения	28,5	46,5	34,4	26,1	53,4	40,2
Масса зерна с колоса	33,1	39,4	21,7	34,5	41,8	27,7
Масса 1000 зерен	9,5	6,5	7,5	7,3	7,5	9,5
Озерненность колоса	27,0	29,2	16,6	28	35,9	31,7
Озерненность колоска	35,8	32,7	21,4	28,4	32,4	23,2

Каждый компонент продуктивности интегрирует вклад в результирующий признак (урожай зерна), обусловленный генетической составляющей признака, генотипа и среды. Для выявления взаимосвязей между урожаем и слагающими его компонентами был проведен корреляционный анализ. Сильная отрицательная взаимосвязь урожая с продуктивным стеблестоем выявлена у сорта Каприз, средняя отрицательная – у сортов Приам и Азнавур (табл. 3). Это свидетельствует о том, что эти сорта отрицательно реагируют на загущение. Негативная реакция этих сортов на загущение компенсируется высокой сопряженностью урожая с массой зерна с колоса и массой 1000 зерен.

Сильная положительная взаимосвязь продуктивности с массой зерна с растения прослеживается у сортов Приам, Форте и Аргус, с массой зерна с колоса – у сортов Каприз, Приам, Форте, Аргус. Масса 1000 зерен, или крупность, существенно влияет на урожайность, у сортов Каприз, Приам и Блюз - в сильной, у остальных – в средней степени.

Таблица 3

Взаимосвязь (r) урожайности с некоторыми элементами продуктивности, (среднее за 2016-2020 гг.).

Элемент продуктивности	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Продуктивный стеблестой	-0,733	-0,122	0,007	-0,471	-0,346	-0,011
Продуктивная кустистость	-0,580	0,603	0,594	0,611*	0,462	0,432
Масса зерна с растения	0,543	0,832*	0,638*	0,797*	0,620*	0,861*
Масса зерна с колоса	0,788*	0,726*	0,503	0,748*	0,580	0,713*
Масса 1000 зерен	0,886*	0,855*	0,789*	0,687*	0,668*	0,686*
Озерненность колоса	0,621*	0,752*	0,298	0,732*	0,520	0,828*
Озерненность колоска	0,740*	0,790*	0,188	0,605	0,551	0,776*

*связь существенна при 0,05

Взаимосвязь озерненности колоса и колоска с результирующим признаком сорта Блюз была наименее существенна. Сильная сопряженность озерненности колоска с продуктивностью установлена у сортов Каприз, Приам и Аргус, средняя – у Форте и Азнавур. Этот признак заслуживает особого внимания селекционера, как один из критериев отбора на продуктивность на любом этапе селекционного процесса, т.к. озерненность колоска можно оценить до уборки, в период восковой спелости.

Качество зерна. Понятие качества зерна включает в себя более 30 показателей, которые дополняют друг друга и в большей степени связаны между собой [6]. Немаловажным показателем качества зерна является стекловидность. Зерно по степени стекловидности делится на три группы: стекловидное, частично стекловидное и мучнистое зерно.

Таблица 4

Показатели качества сортов озимого тритикале и варибельность показателей (Cv), 2016-2020 гг.

Показатель	Каприз	Приам	Блюз	Форте	Азнавур	Аргус
Стекловидность, %	79	71	74	60	67	78
Cv, %	15,4	19,9	16,9	13,2	27,2	19,8
Натура г/л	718	696	718	700	700	701
Cv, %	4,3	4,0	3,5	4,0	4,6	5,6
Белок %	13,1	13,0	13,0	12,0	12,9	11,6
Cv, %	10,1	10,3	6,2	5,9	9,7	9,2
Клейковина %	22,7	21,8	21,2	18,4	24,1	18,2
Cv, %	21,1	19,8	18,0	25,5	16,3	38,6
Крахмал %	65,9	66,3	66,3	67,6	67,9	67,7
Cv, %	2,4	3,6	2,9	1,7	1,9	2,0
Число падения, с.	283	228	267	210	243	289
Cv, %	25,6	32,5	37,3	48,6	45,2	7,8
Объем хлеба, куб. см	635	642	580	570	622	600
Cv, %	23,1	11,6	15,2	8,0	5,3	6,5
Общая хлебопекарная оценка	3,7	4	3,6	3,7	3,7	3,7
Cv, %	21,2	12,9	17,4	13,9	7,6	6,8

В мукомольном производстве принята классификация зерна пшеницы по стекловидности: менее 40% – низкостекловидное, от 40 до 60% – среднестекловидное, выше 60% – высокостекловидное [7]. Все изученные сорта, кроме сорта Форте, относятся к высокостекловидным, сорт Форте – с среднестекловидным. Изменчивость данного признака можно охарактеризовать как среднюю, лишь у сорта Азнавур она была значительной (табл. 4). Натура или вес единицы объёма зерна является показателем мукомольных свойств характеризует степень выполненности зерна, а следовательно возможный выход муки. Этот показатель качества варьировал у сортов незначительно, что свидетельствует о генетической детерминации признака и слабой зависимости показателя от условий среды.

Содержание белка в зерне – одна из наиболее важных составляющих его качества. На уровень этого показателя влияют различные факторы: генетическая степень белковости (высокобелковые и низкобелковые), погодные условия в период формирования зерна и обеспеченность элементами питания растений. Самое высокое содержание белка наблюдали в 2018 году (12,2-14,0%), самое низкое – в 2020 году (10,8-11,7%). Изменчивость этого признака у сортов Блюз, Форте, Азнавур и Аргус была незначительной, у сортов Каприз и Приам – средней.

Содержание клейковины в зерне было более переменчивым, чем содержание белка. Наибольшее количество клейковины у всех сортов отмечали в 2018 году, лидировал по этому признаку сорт Азнавур (29,4%), который в среднем за 2016-2020 гг. превзошел все изученные сорта.

Наиболее стабильный признак – содержание крахмала в зерне, переменчивость его незначительна. Максимальный уровень крахмала в зерне наблюдали в 2020 году. Содержание крахмала варьировало от 68% у сорта Каприз до 70,3% у сорта Азнавур. Следует отметить, что содержание крахмала отрицательно коррелирует с содержанием белка.

Число падения – наиболее изменчивый показатель качества зерна, который зависит от условий среды. Исключение составил сорт Аргус, переменчивость показателя числа падения его незначительна. Высокую изменчивость отмечали у сортов Форте и Азнавур (табл. 4). Число падения служит косвенным показателем определения активности α -амилазы, позволяющим судить о степени прорастания зерна и пригодности его к применению в хлебопекарных целях. Лучшие показатели по числу падения были у сортов Форте (210 с), Приам (228 с) и Азнавур (243 с).

Объемный выход хлеба в период исследований у сортов Форте, Азнавур и Аргус менялся незначительно, у остальных сортов – в средней степени. Высокий показатель объема хлеба отмечен в 2018 году, лидировал сорт Аргус (700 см³), минимальный – в 2017 году у сорта Форте (490 см³).

Общая хлебопекарная оценка (ОХО) складывается из целого ряда показателей, таких как объемный выход хлеба, поверхность, форма и цвет корки, пористость и эластичность мякиша и др. Этот показатель высокостабилен у сортов Азнавур и Аргус, и средневариабелен у остальных сортов. В среднем показатели ОХО изученных сортов имеют близкие значения, варьируя от 3,6 баллов у сорта Аргус до 4,0 баллов у сорта Приам.

Заключение

В результате исследований было установлено: максимальную урожайность сформировал сорт Форте как по черному пару (10,12 т/га), так и по зернобобовым (6,26 т/га); продуктивность сортов по предшественнику пар более стабильна (Cv 15,0-20,3 %), чем по зернобобовым (Cv 20,8-32,9 %). Сорта Каприз и Блюз можно рекомендовать по жестким предшественникам, Приам, Форте и Азнавур – пластичные сорта, сорт Аргус следует высевать по лучшим предшественникам и высокому агрофону.

Наиболее переменчивым элементом продуктивности является масса зерна с растения (Cv 26,1-53,4 %), стабильным – масса 1000 зерен (Cv 6,5-9,5%). Сорт Каприз отрицательно реагирует на загущение в сильной степени ($r = -0,733$), Форте и Азнавур – в средней ($r = -0,471$; $r = -0,346$).

Урожайность тесно коррелирует с массой зерна с растения ($r= 0,543-0,861$) и массой зерна с колоса ($r= 0,580-0,788$), озерненность колоска может служить критерием отбора на продуктивность на ранних этапах селекционного процесса.

Лучшими хлебопекарными свойствами характеризуется сорт Приам.

Литература

1. Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Фомин С.И., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф. Изменчивость высоты растений и урожайности зерна коллекционных образцов озимой тритикале // Вестник Казанского ГАУ. 2020. № 2 (58). – С. 42-48. DOI 10.1273/2073-0462-2020-42-48.
2. Горянина Т.А. Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №1. – С.37-41. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10107.
3. Щипак Г.В., Святченко С.И., Ничипорук Е.А., Щипак В.Г., Щипак В.В., Вось Х., Хегарти Д. Результаты селекции тритикале на улучшение хлебопекарных свойств // Тритикале. Материалы заседания секции тритикале ОСХН он-лайн: «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». Ростов-на-Дону. 2021. – С. 43-65. DOI 10.34924/FRARC.2020.13.52.001.
4. Бадамшина Е.В. Целевое использование продуктов переработки зерна тритикале // Тритикале. Материалы заседания секции тритикале ОСХН он-лайн: «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». Ростов-на-Дону. – 2021. – С. 200-210. DOI 10.34924/FRARC.2020.93.52.001.
5. Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С., Ворончихина И.Н. Влияние экстремальных метеорологических условий выращивания на качество зерна озимой гексаплоидной тритикале в ЦРНЗ // Тритикале. Материалы 8-й Международной научно-практической конференции «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» - Ростов-на-Дону. – 2018. – С. 35-44.
6. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна // Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», – 2004. – 160 с.
7. Наймушина А.Ю., Яичкин В.Н. Влияние сорта на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. – 2018, – № 3 (71)/ – С. 45-48.

References

1. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Fomin S.I., Mannapova G.S., Gilmullina L.F. Izmenchivost' vysoty rasteniy i urozhaynosti zerna kolleksiionnykh obraztsov ozimoy tritikale [Variability of plant height and grain yield of collection samples of winter triticale]. *Bulletin of Kazan GAU*. 2020, no. 2 (58), pp. 42-48. DOI 10.1273/2073-0462-2020-42-48. (In Russian)
2. Goryanina T.A. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoy tritikale po adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti [Comparative evaluation of varieties of winter triticale for adaptive ability and stability]. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020, Vol. 34, no. 1. pp.37-41. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10107. (In Russian)
3. Shchipak G.V, Svyatchenko S.I, Nichiporuk E.A, Shchipak V.G, Shchipak V.V, Vos Kh., Hegarty D. Rezul'taty selektsii tritikale na uluchsheniye khlebopekarnykh svoystv [Results of selection of triticale to improve baking properties]. *Triticale. Materials of the meeting of the triticale section of the OSHN on-line: "Triticale. Breeding, genetics, agrotechnics and raw materials processing technologies"*. Rostov-on-Don. 2021, pp. 43-65. DOI 10.34924/FRARC.2020.13.52.001. (In Russian)
4. Badamshina E.V. Tselevoye ispol'zovaniye produktov pererabotki zerna tritikale [Targeted use of triticale grain processing products]. *Triticale. Materials meetings of the section of triticale OSHN on-line: "Triticale. Breeding, genetics, agrotechnics and raw materials processing technologies"*. Rostov-on-Don. 2021, pp. 200-210. DOI 10.34924/FRARC.2020.93.52.001. (In Russian)
5. Voronchikhin V.V., Pylnev V.V., Rubets V.S., Voronchikhin I.N. Vliyaniye ekstremal'nykh meteousloviy vyrashchivaniya na kachestvo zerna ozimoy geksaploidnoy tritikale v TsRNZ [Influence of extreme meteorological conditions of growing on grain quality of winter hexaploid triticale in TsRNZ]. *Triticale. Materials of the 8th International Scientific and Practical Conference "Triticale and Stabilization of the Production of Grain, Feed and Their Processing Products"* - Rostov-on-Don. 2018, pp. 35-44. (In Russian)
6. Kazartseva A.T., Sheudzhen A.Kh., Neshchadim N.N. Ekologo-geneticheskiye i agrokhimicheskiye osnovy povysheniya kachestva zerna [Ecological, genetic and agrochemical bases for improving the quality of grain]. Майкоп: GURIPP "Aдыгея", 2004, - 160 p. (In Russian)
7. Naymushina A.Yu., Yaichkin V.N. Vliyaniye sorta na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya [The influence of the variety on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of the Orenburg Cis-Urals]. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2018, no. 3 (71), pp. 45-48. (In Russian)