

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Д. Д. Сайфутдинова, аспирант, научный сотрудник
лаборатории селекции озимой ржи и тритикале, sayfut2009@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0001-7679-7915;

М. Л. Пономарева, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник
лаборатории селекции озимой ржи и тритикале, smponomarev@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0002-1648-3938;

Л. В. Илалова, научный сотрудник лаборатории селекции озимой ржи и тритикале,
love_bulkina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7654-7676
*Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное структурное подразделение ФИЦ Казанский научный центр РАН,
420059, Республика Татарстан, г. Казань, Оренбургский тракт, 48; e-mail: tatniva@mail.ru*

Цель работы: выявление особенностей формирования урожайности и показателей качества зерна современных сортов и гибридов озимой ржи в зависимости от увлажненности весенне-летнего периода вегетации. Исследования проведены в ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (Республика Татарстан) в контрастные по погодным условиям годы (2020–2021). Объектом изучения были популяционные сорта озимой ржи Эстафета Татарстана, Радонь, Огонек, Тантана, Подарок, Зилант и немецкие гетерозисные гибриды КВС Авиатор и КВС Проммо. Установлено, что по изученным сортам и гибридам ржи вызванное засухой снижение урожайности зерна составило 44 %, количество колосьев на 1 м² уменьшилось на 19,4 %, а масса 1000 зерен – на 27,7 %. Преимущества гибридов ржи по урожайности зерна при хорошей обеспеченности весенне-летней вегетации составляли 14 %, при недостатке влаги – 10 %. Среди популяционных сортов наименьшие потери от засухи имели сорта Зилант, Подарок и Тантана. Выявлено, что по хлебопекарным и технологическим качествам наблюдается обратная картина. В засушливый год отмечено повышение таких показателей, как высота амилограммы (в 2 раза), содержание белка (на 20,8 %), число падения (на 14,2 %). Установлено, что биохимические показатели зерна (содержание клетчатки, золы, жира) заметно улучшились. Полученные результаты свидетельствуют о том, в засушливые годы следует заготавливать партии ржи с высокими технологическими качествами и биохимическими свойствами для хлебопекарной отрасли.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, гибрид, урожайность, качество, засуха.

Для цитирования: Сайфутдинова Д. Д., Пономарева М. Л., Илалова Л. В. Формирование урожайности и качества зерна озимой ржи в условиях недостаточного увлажнения // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 5. С. 84–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-84-90.



FORMATION OF WINTER RYE PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY UNDER INSUFFICIENT MOISTURE

D. D. Saifutdinova, post-graduate, researcher of the laboratory for breeding of winter rye and triticales, sayfut2009@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7679-7915;

M. L. Ponomareva, Doctor of Biological Sciences, professor, main researcher
of the laboratory for breeding of winter rye and triticales, smponomarev@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0002-1648-3938;

L. V. Ilalova, researcher of the laboratory for breeding of winter rye and triticales, love_bulkina@mail.ru,
ORCID ID: 0000-0001-7654-7676
*Tatar Research Institute of Agriculture, a separate structural subdivision
of the FRC Kazan Research Center RAS,
420059, Republic of Tatarstan, Kazan, Orenburgsky Trakt Str., 48; e-mail: tatniva@mail.ru*

The purpose of the current work was to identify the features of the formation of productivity and grain quality indicators of modern winter rye varieties and hybrids, depending on the moisture content of the spring-summer vegetation period. The study was carried out at the TatRIA FRC KazSC RAS (Republic of Tatarstan) in contrasting weather years (2020–2021). The object of the study was the population of winter rye varieties 'Estafeta Tatarstana', 'Radon', 'Ogonyok', 'Tantana', 'Podarok', 'Zilant' and German heterotic hybrids 'KVS Aviator' and 'KVS Prommo'. There has been established that for the studied rye varieties and hybrids, grain productivity decrease caused by drought was 44 %, number of heads per 1 m² reduced on 19.4 %, and 1000-grain weight dropped on 27.7 %. The advantages of rye hybrids according to grain productivity with a good supply of spring-summer vegetation were 14 %, with a lack of moisture they were 10 %. Among the population varieties, the varieties 'Zilant', 'Podarok' and 'Tantana' had the least losses from drought. There has been identified that in terms of baking and technological qualities the situation was vice versa. In a dry year, there was an increase of such indicators as the amylogram height (in 2 times), protein (on 20.8 %), and falling number (on 14.2 %). There has been established that the biochemical parameters of grain (content of fiber, ash, oil) improved significantly. The obtained study results have indicated that in dry years it is necessary to prepare batches of rye with high technological qualities and biochemical properties for baking industry.

Keywords: winter rye, variety, hybrid, productivity, quality, drought.

Введение. Рожь по праву считается одним из самых засухоустойчивых злаков, но это вовсе не означает, что она не страдает от недостаточного увлажнения, особенно в критические периоды развития. Особенностью погодных условий Поволжья являются резкие колебания температуры и неравномерное распределение осадков во время вегетации озимой ржи. Для растений данного вида осадки наиболее важны в период «колошение – восковая спелость», когда формируются основные характеристики качества зерна. Под термином «качество» понимается совокупность физических, технологических, биохимических показателей зерна, которые являются неотъемлемой целью селекционной работы. Исследования этих показателей лежат в основе создания продовольственной культуры.

Современные сорта озимой ржи значительно различаются по ответной реакции на изменение средовых факторов как по хозяйственно-биологическим признакам, так и по показателям, характеризующим качество зерна (Нуждина и др., 2018). Новые популяционные сорта ржи отличаются относительно высоким потенциалом урожайности, зимостойкости, в меньшей степени поражаются грибными болезнями, при этом многие проблемы, касающиеся короткостебельности, выравненности стеблестоя, скороспелости, улучшения хлебопекарных и кормовых качеств, более эффективно решать путем создания гибридов F_1 . Показатели качества зерна – генетически обусловленные признаки, как правило, полигенные, которые в очень сильной степени зависят от условий внешней среды. Реализация продукционного и качественного потенциала всегда является результатом генотип-средовых взаимодействий в конкретных условиях, под которыми понимаются почвенно-климатические ресурсы, комплекс региональных стрессов и техногенные факторы возделывания (Пономарева и др., 2021).

Обычно параметры, характеризующие качество зерна, анализируются в годы с избытком осадков в предуборочный период, что приводит к ухудшению технологических и хлебопекарных свойств зерна. Водный дефицит не представлял серьезной проблемы для селекционеров, поэтому рожь не была предметом исследований в этой области. И если по вопросам снижения продуктивности культуры в условиях недостатка влаги имеются научные сведения, то в отношении влияния засухи на хлебопекарные и технологические свойства информация весьма скудна (Czyczyło-Mysza and Myśków, 2017).

Создание и внедрение в производство сортов, дающих наибольшую отдачу по урожайности и качеству зерна при резко изменяющихся метеоусловиях, является важной задачей селекционной науки (Шаболкина и др., 2017). Изучение реакции современных сортов на погодные условия, в частности, на недостаток влаги в период вегетации, является актуальным

направлением для обеспечения продовольственной безопасности страны. Селекция, ответственная за формирование биологических основ адаптации в растениеводстве, считается главным фактором не только в увеличении производства зерна, но и в снижении ущерба от абиотических рисков.

Целью работы является выявление особенностей формирования урожайности и показателей качества зерна современных сортов и гибридов озимой ржи в зависимости от увлажненности весенне-летнего периода вегетации.

Материалы и методы исследований.

Полевые эксперименты выполнены на экспериментальной базе ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в контрастные по погодным условиям вегетационные сезоны (2019–2020 гг. и 2020–2021 гг.) в Лаишевском районе Республики Татарстан. В конкурсном сортоиспытании изучали популяционные сорта озимой ржи: Эстафета Татарстана, Радонь, Огонек, Тантана, Подарок, Зилант и немецкие гетерозисные гибриды КВС Авиатор и КВС Проммо. Посев проводили селекционной сеялкой ССФК-7, норма высева популяционных сортов составляла 5 млн, немецких гибридов – 3 млн всхожих зерен на 1 га. Учетная площадь делянки – 12,5 м², повторность вариантов в опыте – четырехкратная.

Серая лесная почва опытного участка суглинистого гранулометрического состава содержала в слое 0–20 см: гумуса 3,1–3,7 %; pH солевой вытяжки 6,2–6,6; щелочно-гидролизующего азота 112,0–151,2 мг/кг; P_2O_5 – 342–500 мг/кг; K_2O – 56,5–100,0 мг/кг. Предшественник – чистый пар.

Под предпосевную культивацию вносили комплексное минеральное удобрение азофоску ($N_{19}P_{19}K_{19}$), весной в фазе кущения проводили подкормку аммиачной селитрой из расчета 30 кг д.в./га.

Уборку озимой ржи проводили в фазе полной спелости зерна прямым комбайнированием. Продуктивный стеблестой оценивался путем анализа снопа с площади 0,25 м² с каждой повторности. Зимостойкость и высота растений определялись по методике Госсортокмиссии РФ (2019).

Анализ качества зерна ржи проведен в соответствии с ГОСТ 16990-17 «Рожь. Технические условия». Отбор проб зерна проводили по ГОСТ 13586.3-2015, массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89, натурную массу зерна – по ГОСТ 10840-2017.

Технологические и хлебопекарные свойства определяли: число падения (ЧП) – на приборе Hagberg-Perten Falling Number 1500 по ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-2016), амилолитическую активность – на приборе Amylograph Brabender по ГОСТ ISO 7973-2013, содержание белка в зерне – методом Кьельдаля по ГОСТ 10846-91. Биохимический состав цельного зерна определяли, используя анализатор в ближнем ИК-диапазоне NIRS DS2500. Для проведения статистического анализа применен пакет программ MS Excel 7.0.

Влияние засухи на урожайность и качество зерна определяли путем сопоставления величины этих показателей в острозасушливый год с аналогичными признаками в оптимальный по увлажнению и температуре воздуха год. Погодные условия в годы исследования различались по влагообеспеченности: сумма осадков за период вегетации озимой ржи (с августа предшествующего по июль следующего года) в 2020 г. была выше (607 мм),

а в 2021 г. ниже (327,5 мм) среднееголетних значений (484 мм). Вегетационный период растений в 2020 г., по данным агрометеостанции ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, размещенной на территории экспериментальной базы, в целом оказался на уровне среднееголетних значений и был относительно благоприятным для роста и развития растений. Период созревания и налива зерна, проходивший в июле, был хорошо увлажненным (ГТК = 1,55) (табл. 1).

Таблица 1. Агрометеорологические условия весенне-летнего периода вегетации озимой ржи, 2020–2021 гг.

Table 1. Agrometeorological conditions of the spring-summer vegetation period of winter rye, 2020–2021

Показатель	Год	Май	Июнь	Июль	Август
Среднесуточная температура воздуха, °С	2020	13,4	16,6	22,0	17,0
	2021	18,0	22,2	21,9	22,1
	Среднееголетние	13,0	18,3	19,5	15,8
Сумма активных температур, °С	2020	118	198	372	217
	2021	239	365	369	375
	Среднееголетние	90	210	290	220
Сумма осадков, мм	2020	59	35	32	82
	2021	17	10,5	31,5	17,5
	Среднееголетние	34	62	59	55
Гидротермический коэффициент (ГТК)	2020	0,73	0,47	1,55	0,78
	2021	0,14	0,46	0,26	3,44

В 2021 г. вегетация с мая по август характеризовалась крайним дефицитом влаги (ГТК = 0,46), особенно сухим был май (ГТК = 0,14). 30 июня 2021 г. в Республике Татарстан был объявлен режим чрезвычайной ситуации (ЧС) в связи с аномальными температурами и отсутствием продуктивных осадков. Сложившиеся экстремально жаркие условия привели к раннему созреванию ржи и формированию невысокого урожая.

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна является важнейшим критерием оценки сортов и гибридов озимой ржи, на которую влияют условия осенней вегетации и гидротермические условия весенне-летнего периода. Один из основных элементов структуры урожайности озимой ржи – густота продуктивного стеблестоя. Согласно полученным экспериментальным данным (табл. 2) после благоприятной перезимовки, но в крайне засушливом 2021 г. изучаемые сорта сформировали меньшее количество продуктивных стеблей на единице площади и более низкую высоту растений (в среднем 132 см). Снижение урожайности в сравнении

с благоприятным по увлажненности 2020 г. составило 44 %. В целом за два контрастных года наибольшую урожайность зерна сформировали немецкие гибриды ржи КВС Авиатор (6,44 и 3,40 т/га, соответственно в 2020 г. и 2021 г.) и КВС Проммо (6,17 и 3,50 т/га соответственно). Из популяционных сортов в 2020 г. достоверную прибавку урожая к стандарту показали сорта Эстафета Татарстана (5,65 т/га) и Огонек (5,89 т/га). В 2021 г. стандарт превосходили сорта Зилант (3,34 т/га) и Эстафета Татарстана (3,23 т/га), при этом разница с контролем была статистически не значима. Установлено, что в благоприятный год средняя урожайность по шести популяционным сортам составила 5,45 т/га, а гибридов – 6,3 т/га, тогда как в засушливый год она составила 3,09 т/га по сортам и 3,45 т/га по гибридам. Таким образом, преимущество гибридов по урожайности зерна при достаточной влагообеспеченности весенне-летней вегетации составляло 14 %, при недостатке влаги – 10 %. Среди сортов-популяций наименьшие потери от засухи понесли сорта Зилант, Подарок и Тантана (39–40 %).

Таблица 2. Хозяйственно-биологические показатели сортов озимой ржи, 2020–2021 гг.

Table 2. Economic and biological indicators of the winter rye varieties, 2020–2021

Сорт	Урожайность, т/га		Продуктивный стеблестой, шт./м ²		Зимостойкость, балл		Высота растений, см	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Тантана, ст.	5,24	3,14	491	472	4,37	4,37	156,3	141,3
Эстафета Татарстана	5,65	3,23	490	464	4,57	4,25	165,0	145,0
Радонь	5,59	2,91	589	393	4,43	4,18	170,0	140,0
Огонек	5,89	3,06	563	350	4,33	4,30	143,8	125,0
Подарок	4,83	2,87	435	343	4,09	4,40	148,8	120,0

Продолжение табл. 2

Сорт	Урожайность, т/га		Продуктивный стеблестой, шт./м ²		Зимостойкость, балл		Высота растений, см	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Зилант	5,48	3,34	543	485	4,37	4,40	155,0	118,8
КВС Авиатор	6,44	3,40	—*	—*	3,90	3,90	156,7	120,5
КВС Проммо	6,17	3,50	—*	—*	3,77	4,00	158,3	126,5
Среднее	5,70	3,10	518	418	4,20	4,23	156,7	131,7
НСР ₀₅	0,36	0,29	61	51	0,28	0,26	7,2	6,3

Примечание. *Норма высева гибридов составляла 3 млн всхожих зерен/га.

Современному сельскохозяйственному производству нужны сорта не только с высоким потенциалом урожайности, но и хорошо приспособленные к местным условиям, способные переносить экстремальные условия выращивания. Доказано, что на урожайность в благоприятные годы в большей степени влияет масса зерна с колоса и масса 1000 зерен, а в неблагоприятные по перезимовке годы – преимущественно регенерационная способность сорта (Прянишников и Свистунов, 2011). Уровень зимостойкости в среднем по сортам практически не различался в годы исследований, популяционные сорта превосходили гибриды по этому показателю. В 2020 г. (благоприятному по увлажнению) средняя высота растений составила 156,7 см с амплитудой варьирования от 170 см (сорт Радонь) до 143,8 см (сорт Подарок). В засушливом 2021 г. средняя высота растений была на 25 см короче. Популяционные сорта Огонек, Подарок, Зилант и гибриды немецкой селекции были достоверно ниже стандарта (табл. 2).

Натурная масса принадлежит к важным физическим характеристикам зерна, в соответствии с которой рожь подразделяют на классы

(ГОСТ 16990-2017). К первому классу относят зерно с натурой 700 г/л и выше, ко второму классу – от 680 до 700 г/л.

В 2020 г. масса 1000 зерен испытываемых сортов варьировала от 28,1 г (Зилант) до 33,4 г (КВС Проммо). В 2021 г. этот показатель существенно снизился у популяционных сортов, более крупное зерно можно было наблюдать у сорта Огонек (23,5 г). Гибридные сорта также имели меньшую массу 1000 зерен, но при этом сформировали среднюю крупность: 27,5 г (КВС Авиатор) и 23,7 г (КВС Проммо) (табл. 3).

В 2020 г. только три сорта имели натурную массу, соответствующую 1 классу (Огонек, Подарок и КВС Проммо), тогда как в засушливом 2021 г., как у популяционных сортов, так и у гибридов ржи, практически все изученные сорта (за исключением стандарта) показали натуру свыше 700 г/л. Среди популяционных сортов лучший показатель отмечен у сорта Огонек, а среди гибридов – у КВС Проммо (табл. 3). При этом в 2021 г., несмотря на формирование высоконатурного зерна, наблюдалась значительная вариация показателя выравнивания зерна (34,1–84,3 %).

Таблица 3. Технологические качества зерна сортов озимой ржи, 2020–2021 гг.
Table 3. Technological grain qualities of the winter rye varieties, 2020–2021

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Натура зерна, г/л		Выравниваемость зерна, сумма 2,0+2,2, %		ЧП, с		Высота амилограммы, е.а.		Температура пика клейстеризации, °С	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Тантана, стандарт	31,4	21,3	699	689	94,9	57,6	198	298	335	990	70,8	76,5
Эстафета Татарстана	30,3	20,9	691	702	94,4	55,8	197	268	310	700	73,8	77,1
Радонь	31,0	21,8	696	708	96,0	66,3	240	275	380	830	74,1	78,6
Огонек	32,2	23,5	706	718	96,0	22,6	263	294	405	930	71,4	77,7
Подарок	28,9	18,9	704	709	91,4	34,1	238	277	325	690	73,2	78,0
Зилант	28,1	20,0	683	702	90,1	48,5	215	280	360	890	72,0	76,5
КВС Авиатор	30,5	27,5	696	709	89,4	84,3	327	288	620	960	76,8	78,0
КВС Проммо	33,4	23,7	732	711	96,9	71,5	312	292	790	1290	75,9	83,7
Среднее	30,7	22,2	701	706	93,6	61,3	249	284	441	910	73,5	78,3

В 2020 г. пригодными для выпечки в чистом виде оказались популяционные сорта Радонь, Огонек, Зилант. При показателях ЧП (197–238 с) сорта Эстафета Татарстана, Тантана, Подарок не смогли достичь высоты амилограммы свыше 350 е.а. (310–335 е.а.), и являются пригодны-

ми для выпечки с добавлением кислот или муки из зерна ржи-улучшителя.

Условия 2021 г. оказались благоприятными для формирования высоких хлебопекарных показателей зерна озимой ржи. В условиях недостаточного увлажнения все

популяционные сорта и гибриды сформировали высокие показатели содержания белка (в среднем 13,96 %), числа падения – более 200 с, высоты амилограммы – свыше 600 единиц прибора. В чистом виде мякиш хлеба из такого зерна будет сухим и растрескивающимся, зерно с данными характеристиками является улучшителем для муки из проросшего зерна.

Наши исследования показали, что в более засушливый год в зерне ржи формируется большее содержание жира, золы, клетчатки, при этом содержание крахмала несколько уменьшается

(табл. 4). Наибольшим содержанием белка в 2021 г. выделились сорта Тантана и Подарок, а также гибриды КВС Авиатор и КВС Проммо. Высоким содержанием жира в засушливый год и в среднем за 2 года характеризовались сорта Тантана и Эстафета Татарстана, а минимальные значения зафиксированы у КВС Авиатор. Наибольшим содержанием клетчатки за годы изучения характеризовались сорта Радонь и Эстафета Татарстана, а наименьшим – гибрид КВС Авиатор. По содержанию крахмала выделены сорт Огонек и гибрид КВС Проммо, которые превосходят стандартный сорт Тантана по этому показателю.

Таблица 4. Биохимический состав зерна озимой ржи, % на сухое вещество, 2021–2022 гг.
Table 4. Biochemical composition of the winter rye grain, % of dry matter, 2021–2022

Сорт	Белок		Жир		Зола		Клетчатка		Крахмал	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Тантана, стандарт	11,58	14,77	1,84	1,83	1,66	1,97	2,08	2,82	58,80	52,77
Эстафета Татарстана	12,26	13,67	1,84	1,96	1,86	1,96	2,31	2,89	56,12	54,70
Радонь	12,46	13,25	1,68	1,90	1,80	2,00	2,33	2,92	56,32	54,57
Огонек	11,59	13,36	1,65	1,84	1,61	1,82	2,09	2,75	59,12	56,52
Подарок	12,07	14,51	1,60	1,87	1,80	1,99	2,24	2,87	56,49	53,32
Зилант	12,10	13,27	1,62	1,88	1,86	1,93	2,12	2,82	55,77	54,40
КВС Авиатор	11,18	14,58	1,27	1,66	1,78	1,70	2,32	2,05	55,68	57,73
КВС Проммо	9,19	14,25	1,68	1,61	1,77	1,82	2,56	2,38	58,63	55,82
Среднее значение	11,55	13,96	1,65	1,82	1,76	1,89	2,26	2,69	57,11	54,98

Если принять благоприятный год за точку отсчета, то в среднем по изученным сортам и гибридам ржи вызванное засухой снижение урожайности зерна составило 44 %, а количество колосьев на 1 м² уменьшилось на 19,4 % (рис. 1). Из технологических показателей в наи-

большей степени уменьшились выравненность зерна (на 34,5 %) и масса 1000 зерен (на 27,7 %), а натурная масса даже незначительно увеличилась (на 0,7 %). Эти данные согласуются с исследованиями Kottmann et al. (2016).

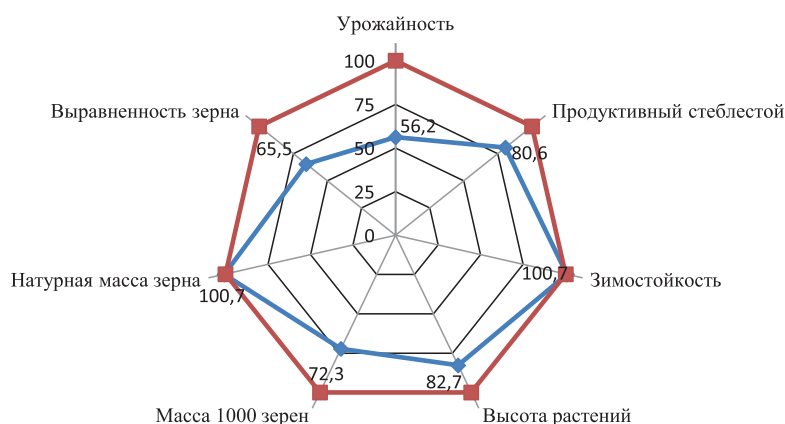


Рис. 1. Влияние засухи на хозяйственно-биологические и технологические показатели озимой ржи, % (синей линией показаны значения по каждому показателю, выраженные в процентах, в 2021 г. (засушливом) по сравнению с 2020 г. (красная линия)).

Fig. 1. The effect of drought on economic, biological, and technological indicators of winter rye, % (A blue line shows percentage for each indicator in 2021 (an arid year) compared to 2020 (a red line))

Установлено, что биохимические и хлебопекарные показатели зерна заметно улучшились в 2021 г. по сравнению с 2020 г., за исключением содержания крахмала. Высота амилограммы повысилась в 2 раза. Число падения сортов

озимой ржи увеличилось на 14,2 %, клетчатки – на 19 %, золы – на 8,9 %, жира – на 11,9 %, белка – на 20,8 %, температура достижения пика клейстеризации – на 6,5 % (рис. 2).

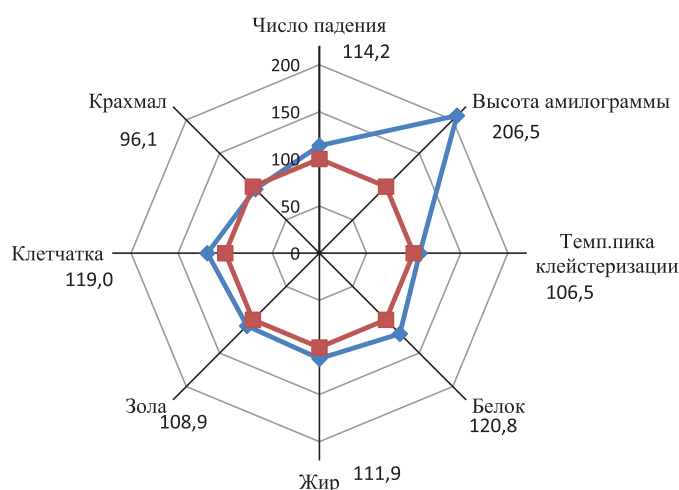


Рис. 2. Влияние засухи на биохимические и хлебопекарные показатели озимой ржи, %
Fig. 2. The effect of drought on the biochemical and baking parameters of winter rye, %
 (A blue line shows percentage for each indicator in 2021 (an arid year) compared to 2020 (a red line))

Выводы. Таким образом, исследования, проведенные в контрастные по влагообеспеченности годы, показали, что у сортов и гибридов озимой ржи недостаточное увлажнение вызывает снижение урожайности, массы 1000 зерен и не влияет на натурную массу зерна. Обратная картина выявляется по хлебопекарным и технологическим качествам. В засушливый год наблюдалось повышение таких показателей, как содержание белка, высота амилограммы, число падения и уменьшение содержания крахмала в зерне.

Установлено, что наибольшую урожайность при недостаточном увлажнении по сравнению со стандартом Тантана имели сорт Зилант (3,34 т/га) и гибрид КВС Проммо (3,5 т/га), а наилучшими технологическими качествами (масса 1000 зерен, натура и выравненность зерна) характеризовались сорт Огонек и гибрид КВС Авиатор. Все изученные сорта и гибриды ржи при недостатке влаги в весенне-летний пери-

од вегетации сформировали высокое содержание белка (в среднем 13,96 %) и по нормируемым показателям (число падения, высота амилограммы) соответствовали первому классу по ГОСТ 16990-2017.

Среди сортов-популяций наименьшие потери урожайности от засухи имели сорта Зилант, Подарок и Тантана (39–40 %), а среди гибридов – КВС Проммо (43 %). Преимущества гибридов по урожайности зерна при хорошей обеспеченности весенне-летней вегетации составляли 14 %, при недостатке влаги – 10 %.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что именно в засушливые годы предпочтительно заготавливать партии ржи с высокими технологическими качествами и биохимическими свойствами для хлебопекарной отрасли.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ТамНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (тема № 1220118000138-7).

Библиографические ссылки

1. Нуждина Н.Н., Ермолаева Т. Я., Кайргалиев Д. В., Лихолетов Е. А. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой ржи // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3(51). С. 165–172.
2. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С., Гильмуллина Л. Ф., Илалова Л. В., Вафина Г. С. Новый сорт озимой ржи Зилант с широкой адаптацией // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 8–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-8-13.
3. Прянишников А. И., Свистунов Ю. С. Изменчивость структуры урожая озимой ржи в связи с условиями вегетации // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2011. № 4. С. 20–22.
4. Шаболкина Е. Н., Бишарев А. А., Пронович Л. В. Перспективы селекции озимой ржи в степном Заволжье на продуктивность и качество зерна // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1. С. 51–55.
5. Czyczyło-Mysza I., Myśków B. Analysis of the impact of drought on selected morphological, biochemical and physiological traits of rye inbred lines // Acta Physiologiae Plantarum. 2017. Vol. 39, № 3. P. 1–8. DOI: 10.1007/s11738-017-2385-x.
6. Kottmann L., Wilde P., Schittenhelm S. How do timing, duration, and intensity of drought stress affect the agronomic performance of winter rye? // European Journal of Agronomy. 2016. Vol. 75. P. 25–32. DOI: 10.1016/j.eja.2015.12.010.

References

1. Nuzhdina N. N., Ermolaeva T. Ya., Kairgaliev D. V., Likholotov E. A. Urozhainost' i kachestvo zerna sovremennykh sortov ozimoi rzi [Productivity and grain quality of winter rye modern varieties] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 3(51). S. 165–172.

2. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S., Gil'mullina L. F., Ilalova L. V., Vafina G. S. Novyi sort ozimoi rzhi Zilant s shirokoi adaptatsiei [The new winter rye variety 'Zilant' with wide adaptation] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 1(73). S. 8–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-8-13.
3. Pryanishnikov A. I., Svistunov Yu. S. Izmenchivost' struktury urozhaya ozimoi rzhi v svyazi s usloviyami vegetatsii [Variability of winter rye yield structure due to vegetation conditions] // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. 2011. № 4. S. 20–22.
4. Shabolkina E. N., Bisharev A. A., Pronovich L. V. Perspektivy selektsii ozimoi rzhi v stepnom Zavolzh'e na produktivnost' i kachestvo zerna [Prospects for winter rye breeding in the steppe Trans-Volga region for productivity and grain quality] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 1. S. 51–55.
5. Czyżyło-Mysza I., Myśków B. Analysis of the impact of drought on selected morphological, biochemical and physiological traits of rye inbred lines // Acta Physiologiae Plantarum. 2017. Vol. 39, № 3. P. 1–8. DOI: 10.1007/s11738-017-2385-x.
6. Kottmann L., Wilde P., Schittenhelm S. How do timing, duration, and intensity of drought stress affect the agronomic performance of winter rye? // European Journal of Agronomy. 2016. Vol. 75. P. 25–32. DOI: 10.1016/j.eja.2015.12.010.

Поступила: 22.08.22; доработана после рецензирования: 14.09.22; принята к публикации: 15.09.22.

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: Сайфутдинова Д. Д. – анализ литературных данных, проведение экспериментов, написание текста статьи; Пономарева М. Л. – общее научное руководство, формирование методологии исследования и редактирование статьи; Илалова Л. В. – полевые опыты и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.