

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ТАТАРСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Д.Д. Сайфутдинова, М.Л. Пономарева

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН,
Казань, Россия, e-mail: sayfut2009@gmail.com

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований биохимических и технологических свойств зерна озимой ржи и озимой пшеницы татарстанской селекции последнего поколения. Дана характеристика показателей качества зерна и их варьирования у 6 сортов каждой культуры в условиях Предкамской зоны Средневолжского региона в 2020-2023 гг.*

***Ключевые слова:** озимая рожь, озимая пшеница, сорт, технологические качества зерна, биохимические свойства, содержание.*

BIOCHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF GRAIN OF WINTER RYE AND WINTER WHEAT VARIETIES OF TATARSTAN BREEDING

D.D. Sayfutdinova, M.L Ponomareva

Tatar Research Institute of Agriculture FRC KazSC of RAS, Kazan, Russia,
e-mail: sayfut2009@gmail.com

***Abstract.** The article presents the results of research on the biochemical and technological properties of winter rye and winter wheat grain from the Tatarstan selection of the latest generation. It describes the characteristics of grain quality indicators and their variation in six varieties of each crop in the Predkamsk zone of the Middle Volga region between 2020 and 2023.*

***Keywords:** winter rye, winter wheat, variety, technological qualities of grain, biochemical properties, content.*

Введение. Рожь и пшеница - основные продовольственные культуры в Республике Татарстан. Качественные характеристики зерна этих озимых зерновых культур формируются в поле, где огромную роль играют как наследственные признаки конкретного генотипа, так и совокупное действие многочисленных внешних факторов, основными из которых являются агротехнические приемы выращивания, а также почвенно-климатические и метеорологические условия. Погодные условия Среднего Поволжья помимо нестабильной по годам и периодам вегетации суммы осадков и температуры воздуха, характеризуются высокой вероятностью различных типов засух. В зимний период здесь часто наблюдаются низкие температуры, недостаточный или избыточно высокий снежный покров [1].

Значительная амплитуда колебаний метеофакторов по годам влияет на стабильность не только урожайности, но и качества зерна. В итоге сорта, возделываемые в Среднем Поволжье, не полностью реализуют свой технологический и сырьевой потенциал. Для создания экологически устойчивых по качеству зерна сортов вектор селекции должен быть направлен на адаптацию к таким стрессовым условиям, которые наиболее часто выходят за пределы биологического оптимума в данном регионе [2].

Среди биотических стрессовых факторов на первое место выходят различные фитопатогены. Многолетними исследованиями был выявлен основной патоккомплекс грибных болезней озимой ржи в зоне исследований: бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, снежная плесень, септориоз, ринхоспориоз, спорынья [3]. Для озимой пшеницы к ним добавляется пыльная головня, желтая ржавчина, пятнистости листьев, которые значительно снижают не только урожайность, но и качество зерна пшеницы [4].

Также для нашей зоны остаются не решены вопросы полегаяемости посевов как озимой ржи, так и озимой пшеницы, сильно снижающие технологические и биохимические качества получаемого зерна.

Таким образом, актуальность исследований состоит в том, что в настоящее время погодноклиматические аномалии и биологические факторы создают риски потери качества сельскохозяйственной продукции. Большое значение приобретают сорта, способные с наименьшими потерями выдерживать действие абиотических и биотических стрессоров, обеспечивая при этом урожай высокого качества зерна на уровне требований действующих стандартов [5].

Цель исследований – охарактеризовать популяционные сорта озимой ржи и сорта озимой пшеницы селекции ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН по комплексу характеристик, определяющих их биохимические и технологические достоинства.

Материалы и методы. Полевые исследования выполнены на экспериментальной базе ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в контрастные по погодным условиям вегетационные сезоны 2020-2023 гг. В работе использованы по 6 сортов озимой ржи и озимой пшеницы последнего этапа селекции, выведенные в этом институте. Опытный участок конкурсного сортоиспытания, где испытывались изучаемые сорта, размещался на селекционном севообороте (с. Большие Кабаны, Лаишевский район, Республика Татарстан). Поскольку погодные условия этих четырех лет имели большие колебания по совокупности абиотических и биотических факторов, это позволило выявить биологические особенности адаптации сортов озимой ржи и пшеницы к варьирующим условиям внешней среды и их потенциальные возможности.

Анализ качества зерна проведен в соответствии с ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия» и ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. 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.

Биохимический состав цельного зерна определяли, используя анализатор в ближнем ИК-диапазоне NIRS DS2500F (градуировка соответствует ГОСТ ISO 12099-2017). Результаты представлены в пересчете на сухое вещество. Для проведения статистического анализа применен пакет программ MS Excel 7.0. Модификационная изменчивость признака оценивалась по коэффициенту вариации (CV, %), при этом вариация <10% – слабая, 11-25% – средняя, >25% – сильная.

Результаты и обсуждение. Для изучаемых зерновых культур регламентируемые ГОСТом показатели и категории качества различаются. В перечень ограничительных показателей для зерна озимой ржи включены: число падения, натура зерна и влажность, на основании которых выделяют 4 класса качества. В ГОСТ 9353-2016 по зерну пшеницы включены показатели: массовая доля белка, количество и качество клейковины, число падения, стекловидность, натура зерна, влажность зерна, в соответствии с ограничительными нормами зерно мягкой пшеницы разделяют на 5 классов. Помимо гостуемых характеристик, важными технологическими параметрами, определяющими продовольственную ценность, считаются масса 1000 зерен и высота амилограммы, которая является критерием активности амилазы и отражает условия клейстеризации крахмала.

Натура – показатель, формирующийся преимущественно под влиянием внешних условий среды и четко дифференцирующий сорта по реакции на стрессовые условия в период формирования и налива зерна (таблица 1). По показателю натурной массы зерна (свыше 700 г/л) все изучаемые сорта озимой ржи соответствуют 1 классу. Вариабельность данного признака по годам была низкой и в среднем составила 3,18%. Максимальные значения натуры отмечены у сортов Огонек и Подарок.

Масса 1000 зёрен является одним из важнейших показателей физических свойств, указывающих на большой запас питательных веществ в зерне. Пробы зерна озимой ржи характеризовались массой 1000 зерен от 28,70 г у сорта Подарок до 32,38 г у сорта Огонек. Изменчивость этого параметра варьировала от 18,61 до 24,42%, что соответствует средней степени.

Число падения образцов изменялось от 223 с (Подарок) до 253 с (Огонёк). По этому важному технологическому показателю зерно всех сортов ржи соответствовало 1 классу. Значение высоты амилограммы составило в среднем 600 е.а., с коэффициентом вариации 35,4%. Данный параметр, показывающий активность ферментов углеводного цикла, в значительной степени колеблется в зависимости от условий года. Наибольшую вариабельность показал сорт Тантана.

Таблица 1. Технологические качества зерна сортов озимой ржи (2020-2023 гг.)

Сорт	Натура, г/л		Масса 1000 зерен, г		Число падения, с		Высота амилограммы, е.а	
	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv, %	X	Cv, %
Эстафета Татарстана	713	2,96	29,47	19,99	227	23,3	534	30,6
Радонь	716	2,79	29,94	18,61	239	15,4	591	31,3
Огонёк	727	2,70	32,38	19,56	253	19,4	644	34,7
Тантана, стандарт	711	3,16	30,15	20,14	248	26,6	675	40,9
Подарок	729	3,79	28,70	24,42	223	29,1	516	36,9
Зилант	714	3,65	28,98	22,71	241	25,1	643	37,6
Среднее	718	3,18	29,94	20,90	238	23,1	600	35,4

Белковость зерна сортов составила в среднем 13,41% (таблица 2). По данному показателю выделились сорта Тантана (13,83%) и Радонь (13,64%). Отмечено, что коэффициент вариации колебался в пределах 9,49...13,83, что свидетельствует о средней вариабельности показателя «массовая доля белка» у изучаемых сортов озимой ржи.

Таблица 2. Биохимический состав цельного зерна озимой ржи (2020-2023 гг.)

Сорт	Массовая доля белка, %		Жир, %		Зола, %		Клетчатка, %		Крахмал, %	
	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%
Эстафета Татарстана	13,62	12,14	1,90	3,10	1,90	6,28	2,95	9,24	62,16	4,19
Радонь	13,64	9,49	1,82	6,67	1,91	4,57	2,95	8,88	61,96	3,40
Огонёк	13,02	12,80	1,77	5,08	1,78	7,50	2,73	11,55	63,32	2,86
Тантана, стандарт	13,83	14,57	1,81	1,70	1,86	8,39	2,81	13,27	61,89	6,32
Подарок	13,47	12,51	1,76	6,46	1,85	8,00	2,86	9,84	62,41	5,79
Зилант	12,89	13,41	1,74	6,41	1,87	3,25	2,78	11,54	62,49	5,09
Среднее	13,41	12,49	1,80	4,90	1,86	6,33	2,85	10,72	62,37	4,61

Содержание жира в зерне в среднем составило 1,80 %, лучшим сортом оказалась Эстафета Татарстана. Варьирование данного показателя в зависимости от года было незначительным (1,70- 6,67%). Содержание золы по сортам изменялось в узких пределах от 1,78 до 1,91% при слабой изменчивости данного показателя.

Клетчаткой называют компоненты зерна, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника. Содержание клетчатки в сортах ржи в среднем составило 2,85%, при этом более высоким содержанием данного показателя характеризовались сорта Эстафета Татарстана (2,95 %) и Радонь (2,95%).

Крахмал является основным компонентом зерен ржи и важным биохимическим показателем. Крахмал ржаной муки выполняет роль структурообразователя, который в частично клейстеризованной форме укрепляет структуру мякиша хлеба и определяет его плотность. Гранулы крахмала из ржаной муки уже при более низких температурах подвергаются более сильному ферментативному и механическому разложению (набухают, деформируются, теряют определенную форму и очертания). Содержание крахмала было слабоизменчивым признаком (Cv =4,61%) и составило в среднем 62,37 %. Более высоким накоплением крахмала выделился крупнозерный сорт Огонёк –63,32%.

Проведенный анализ технологических качеств зерна озимой пшеницы показал, что самое крупное зерно сформировано у сорта Надежда (43 г), варьирование данного показателя было средним – от 13,8 до 20,9 % (таблица 3). Высокая натура пшеничного зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность, обусловленную большим выходом муки, крахмала, сахара, белков. За годы исследований все сорта сформировали зерно с высоким натурным весом от 778 г/л (Дарина) до 808 г/л (Казанская 560) при низком варьировании данного показателя (2,0 % – 4,6 %).

Пищевые достоинства пшеничного хлеба в значительной степени зависят от качества и содержания ценнейшей части зерна - белкового комплекса клейковины, которая в идеале должна быть упругой, эластичной, достаточно растяжимой. По показателю «содержание сырой клейковины» классу сильных пшениц (свыше 28%) соответствовали все изучаемые сорта. Максимальные значения данного показателя были получены у сорта Султан (33,04 %). Вариация данного показателя у всех сортов была слабой – от 3,63 до 5,14%. Индекс деформации клейковины изменялся по сортам от 86 до 92 единиц прибора, что соответствует II группе качества. Коэффициент вариации показателя ИДК изменялся по сортам от 5,66 % до 16,29%. Нестабильным характером проявления этого индикатора выделялся сорт Казанская 285.

Таблица 3. Технологические качества зерна сортов озимой пшеницы (2020-2023 гг.)

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Натурная масса зерна, г/л		Стекловидность %		Выравненность зерна, сумма 2.5+2.2, %		Содержание сырой клейковины, %		Индекс деформации клейковины, ед. прибора	
	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%
Казанская 560, стандарт	37,0	13,8	808	2,1	55	4,0	86,4	14,5	30,74	15,75	88	5,66
Казанская 285	36,9	19,6	791	3,3	54	10,2	83,2	18,6	31,27	11,61	92	16,29
Надежда	43,0	16,2	797	3,8	54	5,1	93,9	6,7	30,82	16,01	88	10,38
Дарина	35,6	20,9	778	4,6	54	6,2	83,0	19,1	29,72	14,78	92	10,98
Универсиада	37,6	15,0	801	2,0	49	15,8	86,5	12,7	31,18	16,07	86	11,11
Султан	34,9	14,5	796	3,2	51	4,5	81,8	18,2	33,04	15,56	86	10,57
Среднее	37,5	16,5	795	3,1	53	3,3	85,8	14,7	31,13	13,91	89	9,68

Биохимические показатели изучаемых сортов озимой пшеницы были достаточно стабильными (таблица 4). По содержанию белка в зерне выделен сорт Султан (16,74 %), высоким содержанием жира характеризовался сорт Надежда (2,04%), высоким содержанием минеральных веществ – Надежда (1,81%) и Султан (1,83%). По содержанию клетчатки и крахмала у изучаемых сортов межсортные различия незначительны, а изменчивость этих показателей, как и содержания жира, была слабой.

Таблица 4. Биохимические показатели зерна озимой пшеницы (2020-2023 гг.)

Сорт	Белок, %		Жир, %		Зола, %		Клетчатка, %		Крахмал, %	
	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%	X	Cv,%
Казанская 560, стандарт	15,39	11,43	1,82	2,57	1,74	8,96	2,93	1,52	66,39	4,52
Казанская 285	15,63	10,11	1,82	6,13	1,76	5,78	2,94	1,51	66,43	5,05
Надежда	15,75	14,16	2,04	4,10	1,81	10,35	2,89	2,35	66,12	3,57
Дарина	14,84	11,10	1,88	5,95	1,76	7,13	2,96	2,31	67,32	4,85
Универсиада	15,96	11,21	1,86	5,15	1,73	7,91	2,89	1,23	66,12	4,49
Султан	16,74	11,00	1,80	5,67	1,83	6,86	2,99	3,51	64,25	4,94
Среднее	15,72	11,50	1,87	4,93	1,77	7,83	2,93	2,07	66,10	4,57

Выводы. Наши исследования показали, что сорта озимой ржи и озимой пшеницы татарстанской селекции за ряд лет, характеризующихся контрастными погодными условиями, фор-

мируют высокий технологический потенциал и обеспечивают хорошие биохимические качества зерна. Зерно всех изученных сортов озимой ржи соответствовало требованиям 1 класса ГОСТ по технологическим качествам. Все сорта озимой пшеницы, выведенные в ТатНИИСХ, сформировали ценное по качеству зерно пшеницы на уровне 3 класса, с клейковиной средней силы.

Библиографический список

1. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к абиотическим стрессорам // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – №. 5-3.
2. Гончаренко А. А. и др. Оценка экологической устойчивости, стабильности и пластичности сортов озимой ржи по признакам качества зерна // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – Т. 4. – С. 3-9. DOI:10.31857/S2500262720040018.
3. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С., Илалова Л.В. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в Республике Татарстан // Вестник КрасГАУ. – 2019. – №9 (150).
4. Фадеева, И. Д. Влияние микозной нагрузки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / И. Д. Фадеева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 3(67). – С. 51-56. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-51-56.
5. Пономарева, М.Л. Современные реалии производства ржи и задачи селекционной науки / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев // Генофонд и селекция растений: материалы симпозиума V Международной конференции «Генофонд и селекция растений». – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2020. – С. 85-89.