

Alpeisov^{1*}, A.V. Korzhikov², G.B. Ilmaliyeva³, Zh. Ramazanqyzy⁴

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
sh.alpeisov1960@gmail.com*

² Riyik Tsvaan LLP, Almaty, Kazakhstan, korand07@mail.ru

^{3,4} "Urban Group" LLP, Almaty, Kazakhstan, Ilmalieva_g@mail.ru, ramazan@mail.ru

INFLUENCE OF THE COATING LAYER ON THE PRODUCTIVITY OF SHAMPINON (AGARICUS BISPORUS)

Abstract

Currently, mushroom farming, particularly the cultivation of champignons, is actively developing in Kazakhstan. For the production of mushrooms, the republic has significant resources and a raw material base, including those consisting of the waste products of agricultural production and the food industry. However, for the full cycle of champignon production, sphagnum peat is used in world practice to cover the substrate, but Kazakhstan does not have any significant reserves of it. Import from Russia and Western European countries leads to significant expenses.

The purpose of our research was to test various materials that could potentially replace peat. The most available bulk substances were taken. The most promising were coal slag and expanded clay aggregate, the reserves of which in the republic are practically unlimited. When conducting research on the suitability of various substrates as cover material for growing champignons, it can be concluded that coal slag and expanded clay crumbs are good substitutes for expensive sphagnum peat and can be used in mushroom production in Kazakhstan. Studies have shown that when they are used correctly, the mushroom yield per unit area will not be lower than the cover layer consisting of a mixture of peat and chalk.

Key words: mushrooms, substrate, covering layer, peat, coal slag, expanded clay crumbs, defecation mud.

Вклад авторов

Ш.А. Альпейсов: первоначальное написание статьи, методология

А.В. Коржиков: обзор и редактирование, администрирование

Г.Б. Ильмалиева: приобретение финансирования, ресурсы

А.А. Азизов: концептуализация, курирование данных

Ж. Рамазанқызы: формальный анализ, редактирование

МРНТИ 68.35.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/34>

Б.М. Башабаева, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов,
К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru,
alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru,
mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru*

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Повышение качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы остаётся приоритетным направлением современной селекции. В условиях ужесточения требований со стороны

пищевой промышленности и потребительского рынка особенно актуальна разработка форм с улучшенными хлебопекарными свойствами и стабильными технологическими показателями. В этом аспекте ключевое значение приобретают генетические ресурсы, обладающие широкой вариабельностью биохимических и физико-химических характеристик.

В данной работе представлены результаты изучения 127 образцов яровой пшеницы 4-х международных питомников CIMMYT (3-4 HZWYT; 14-15 HZWYT-EM), сформированными скороспелым материалом с высоким содержанием цинка (Zn).

Полевые и лабораторные испытания проводились на базе ТОО «КазНИИЗиР», где на фоне образцов, отобранных по продуктивности и устойчивости к видам ржавчины, оценивались технологические показатели качества зерна и муки: натура, содержание белка и клейковины, стекловидность, индекс деформации клейковины (ИДК), седиментация.

Выделено шесть продуктивных форм ($\geq 55,0$ ц/га) с высокими хлебопекарными качествами, устойчивые к бурой и жёлтой ржавчинам, которые рекомендованы для использования в селекционных программах, направленных на создание качественных сортов яровой пшеницы адаптированных к условиям возделывания в РК.

Ключевые слова: яровая пшеница, технологическое качество зерна, продуктивность, устойчивость к болезням.

Введение

Яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из ведущих зерновых культур Республики Казахстан и занимает около 12,1 млн га, что составляет свыше 93 % от всей площади посевов пшеницы в Казахстане (<https://stat.gov.kz>), а её качественные характеристики во многом определяют эффективность и стабильность хлебопекарной промышленности.

Длительное возделывание мягкой пшеницы и направленная селекция на продуктивность привели к сужению её генофонда по признакам устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам и качеству зерна [1,2]. Так, внедрение высокоурожайных короткостебельных сортов сопровождалось снижением питательной ценности зерна - в зерне значительно уменьшилось содержание цинка, железа, меди и магния [3], селена (Se), йода и др.элементов, которые играют ключевую роль в обеспечении полноценного питания человека. Применение удобрений, пестицидов и регуляторов роста также способствовало снижению уровня макро- и микроэлементов в зерне [4]. Их дефицит остаётся актуальной проблемой во многих странах, особенно в регионах, где в рационе преобладают зерновые [5,6]. Важной задачей современной селекции является создание сортов пшеницы и продуктов её переработки с повышенным содержанием биодоступных микроэлементов и пониженным уровнем антинутриентов. Для решения данной проблемы применяются методы классической селекции, межвидовой гибридизации, а также современные биотехнологические подходы [7,8].

Генетическое разнообразие представляет собой стратегически важный ресурс, служит основой создания сортов с улучшенными агрономическими и качественными признаками. Для успешной селекции необходим широкий скрининг генетических ресурсов по совокупности признаков технологического качества зерна на уровне высокой продуктивности.

Цель исследования – технологическая оценка качества зерна образцов яровой пшеницы международного сортоиспытания (CIMMYT) с высоким содержанием цинка, адаптированных к условиям Юго-востока Казахстана.

Методы и материалы

Материалом для проведения исследований послужила коллекция 127 скороспелых образцов яровой мягкой пшеницы международного сортоиспытания 4-х питомников CIMMYT (Мексика) с высоким содержанием цинка: 1) 3-4 HZWYT-EM; 2) 14-15 HZWYT.

Полевые исследования проведены в 2023-2024 гг. в предгорной зоне Зайлийского Алатау (Юго-восток РК) на опытном стационаре лаборатории генофонда ТОО «КазНИИЗиР» (43°15' с.ш., 76°54' в.д., 740 м над уровнем моря). Метеорологические данные фиксировались с использованием автоматической метеостанции института. Методика НИР была основана на

методических указаниях, стандартах и протоколах по изучению, характеристике и поддержке генетических ресурсов зерновых культур [9-13]. В качестве стандартов использовались районированные на Юго-востоке РК высококачественные сорта яровой пшеницы - **Казахстанская 3** и **Казахстанская 4**.

Лабораторные анализы выполнены в 2024 году на базе аккредитованной лаборатории ТОО «КазНИИЗиР» (аттестат № KZ.T.04.1405 от 29.11.2023 г.), соответствующей требованиям стандарта **ГОСТ ISO/IEC 17025-2019**. Анализ качества зерна и муки включал определение следующих показателей: содержание сырого протеина и сырой клейковины, физико-химические свойства муки (упругость, растяжимость), натура, стекловидность, показатель седиментации.

Оценка показателей клейковины, протеина, упругости теста и других технологических характеристик проводилась в соответствии с утверждёнными методиками [14] и техническими условиями (Нур-Султан, 2021), основанными на следующих нормативных документах: **ГОСТ 13586.1–2014** – определение количества и качества клейковины; **ГОСТ 10846–91** – определение содержания сырого протеина; **ГОСТ 28795–90 / ISO 5530–4:1983** – определение физико-механических свойств муки с использованием альвеографа; **ГОСТ 10840–2017** – определение натуры зерна; **ГОСТ 10987–76** – оценка стекловидности; **ISO 5529:1992** – проведение седиментационного теста по методу Зелени. Для определения линейной связи между количественными показателями опыта проведена оценка критериев корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение

Предгорная зона Заилийского Алатау (Юго-восток Казахстана) характеризуется климатической неоднородностью: от резко континентального климата в горах до умеренного в предгорьях. В последние десятилетия выявлена устойчивая тенденция к повышению среднегодовых температур воздуха в Алматинской области в зимний период 0,23...0,25°C (Сальников В.Г. и др., 2014) [15]. Изменение климата сделало возможным проведение посева яровой пшеницы на Юге и Юго-востоке Казахстана в марте месяце, увеличивая тем самым вегетационный период возделывания культуры и уровень её продуктивности.

Климатические условия вегетационного периода 2023 и 2024 годов отличались выраженным повышением температурного фона и неравномерным распределением осадков по месяцам. В 2023 году средняя температура за сезон составила +19 °C, что на 2,4 °C превышает среднемноголетнюю норму (16,6 °C). Наиболее высокие отклонения фиксировались в июне и июле. Суммарное количество осадков за вегетационный период составило 284 мм, что соответствует лишь 67% климатической нормы (426 мм), особенно критичным был июнь с осадками 4,3 мм. Такие условия способствовали формированию теплового и водного стресса, особенно в фазах колошения и налива зерна, что подтверждается данными сравнительного анализа (таблица 1).

В 2024 году температурный режим также оставался выше нормы (средняя температура 18,5 °C), особенно в апреле, июне и августе, что могло ускорить развитие растений. В отличие от 2023 года, сезон характеризовался повышенной влажностью: общее количество осадков составило 488 мм, превысив норму на 62 мм, главным образом за счёт осадков в марте, мае и особенно в июле. Такое сочетание температурного режима и достаточного увлажнения могло благоприятно повлиять на рост и развитие растений в период активной вегетации.

Сравнение с среднемноголетними климатическими показателями позволило выявить экстремальность погодных условий обоих сезонов и подчеркнуть значимость подбора селекционного материала с высокой адаптивностью, засухоустойчивостью и устойчивостью к болезням, что особенно актуально в условиях нарастающей климатической нестабильности и при районировании новых сортов.

Таблица 1 - Среднемесячные температуры воздуха и количество осадков в вегетационный период в 2023–2024 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями

	Вегетационный период	Месяцы						За сезон
		март	апрель	май	июнь	июль	август	
Среднемноголетние значения температуры, °С		4.4	10.9	16.8	21.2	23.7	22.9	16,6
Среднесуточная температура воздуха, °С	2023	8.4	11.9	17.2	24.6	27.1	24.9	19,0
	2024	5.4	12.8	17.6	24.5	25.0	25.9	18,5
Среднемноголетние значения осадков, мм		65.6	110.6	98.4	59.9	56.9	34.8	426
Кол-во атмосферных осадков, мм	2023	61.2	68.2	43.4	4.3	33.6	72.9	284
	2024	135.5	111.3	121.2	19.7	85.2	25.1	488

В рамках полевых исследований 2023-2024 гг. фенотипированием были охвачены признаки адаптивности (продолжительность вегетационного периода, высота растений, устойчивость к болезням, продуктивность), таблица 2. Период до колошения (ПДК, дн.) скороспелых форм составил 52-54 дня (ST - 53-59 дн.). Высота растений колебалась от 70 до 80 см (ST - 100-105 см). Почти все линии проявили устойчивость к бурой ржавчине (LR). По желтой ржавчине (YR) большинство генотипов также были устойчивыми (YR - 10-20) на фоне неустойчивых стандартов (ST - S-60-80). Септориоз (ST) оказался более распространенным: поражение составило от 5 до 8 баллов. Урожайность варьировала в широких пределах – от 20,8 до 55,25 ц/га. Выделено 23 образца по продуктивности, превысивших стандартные сорта на $\geq 10,0\%$ при НСР_{0,95} - 10,25.

Выделенные образцы сочетали высокую продуктивность с устойчивостью к видам ржавчины. **Статистически достоверные различия указывает на высокий адаптивный селекционный потенциал выделенных форм.**

Оценка технологических качеств зерна включала - натуру, стекловидность, содержание протеина и клейковины, индекс деформации клейковины (ИДК), седиментацию (таблица 3). Показатель **натуры зерна**, характеризующий его выполненность и плотность, варьировал от 724 до 778 г/л, в среднем - около 757 г/л. 93 % линий отнесены ко 2-3 классу качества, 7 % - к 4 классу, что подтверждает высокую пригодность к переработке. Максимальные значения отмечены у образцов SHAKTI//2*ONIX... (778 г/л), DANPHE #1*2/3/T... (776 г/л), VILLA JUAREZ F2009... (773 г/л), при показателе **натуры зерна** - **768 г/л у стандарта Казахстанская 4**. Стекловидность составила в среднем 59 % (ST - 65 %). Более 50 % образцов отнесены к 1 классу.

Таблица 2 – Урожайность и устойчивость к болезням коллекций селекционных образцов яровой мягкой пшеницы

№ п/п	Образцы	Дата колоше ния	ПДК, дни	Высота растени я	Устойчивость % / балл			Урожай ность, ц/га	% превыш ения
					YR	LR	ST		
14-15 HZWYT									
1	ST- Казахстанская 4	05.06	54	105	40MS	60S	6	23,04	-
2	MANKU/3/PAURAQ...	05.06	54	75	0	0	7	34,78	15,0
3	BL 1724*2/3/T.DICOC...	04.06	53	75	0	0	7	36,09	15,6
4	KACHU*2/5/WBL1*...	06.06	55	80	0	0	6	47,39	20,5
5	SUP152/3/IWA 8600211...	04.06	53	80	0	0	7	39,57	17,2
6	PBW343*2/KUKUNA...	05.06	54	80	0	0	7	43,48	18,8
7	KATERE/BORL14/3...	08.06	57	75	20MR	0	7	39,57	17,2
8	VALI/MAYIL//MANKU...	05.06	54	75	0	0	7	37,39	16,2
9	SHALIK #2	06.06	55	70	0	0	7	43,04	18,7
10	SHAKTI//2*ONIX...	07.06	56	75	0	0	7	36,96	16,0
11	WHEAR/KIRITATI...	05.06	54	75	0	0	7	29,57	12,8

12	MICH95.3.1.4/HUW468...	07.06	56	80	0	0	5	32,61	14,2
13	VILLA JUAREZ F2009...	06.06	55	80	0	0	8	46,09	20,0
14	SHAKTI/2*BORL14/3...	04.06	53	75	0	0	8	33,91	14,7
3-4 HZWYT-EM									
1	ST- Казахстанская 3	10.06	59	100	30MS	80S	7	33,34	-
2	MANKU/3/PAURAQ...	06.06	55	75	0	0	8	52,45	15,7
3	DANPHE #1*2/3/T...	03.06	52	80	0	0	8	52,11	15,6
4	COAH90.26.31/4/2*...	04.06	53	75	0	0	8	36,5	10,9
5	DANPHE #1*2/3/T...	06.06	55	80	20MR	0	7	35,75	10,7
6	DANPHE #1*2/3/T.D...	04.06	53	80	0	0	7	54,24	16,3
7	QUAIU #1/3/T.DICOCCON...	05.06	54	85	0	0	6	55,25	16,6
8	68.111/RGB-U//WARD/3...	04.06	53	80	10MR	0	7	38,67	11,6
9	SUP152/3/IWA 8600211...	05.06	54	80	0	0	6	50,83	15,2
10	TRAP#1/BOW/3/VEE/PJN...	04.06	53	75	10MR	0	6	35,78	10,7
11	KOKILA/4/WHEAR/...	05.06	54	70	0	0	5	42,15	12,6
	HCP _{0,95}							10,25	

Таблица 3 – Анализ технологических показателей качества зерна коллекции образцов яровой пшеницы (урожай 2024 г.)

№ п/п	Образцы	Натура, г/л	Стекловидность, %	Протеин, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Седиментация, сек
1	2	3	4	5	6	7	8
14-15 HZWYT							
1	ST- Казахстанская 4	768	65	16,1	32,4	100	56
2	MANKU/3/PAURAQ...	743	55	18,0	41,2	105	63
3	BL 1724*2/3/T.DICOC....	741	58	17,7	36,2	100	57
4	KACHU*2/5/WBLL1*...	753	58	19,2	47,2	110	42
5	SUP152/3/IWA 8600211...	747	58	18,6	40,1	80	63
6	PBW343*2/KUKUNA....	754	61	18,1	41,7	105	49
7	KATERE/BORL14/3....	752	61	19,6	46,7	120	51
8	VALI/MAYIL//MANKU...	769	59	18,2	46,6	120	64
9	SHALIK #2	741	59	18,7	45,7	110	55
10	SHAKTI//2*ONIX...	778	60	18,3	40,1	105	60
11	WHEAR/KIRITATI...	751	60	20,6	47,2	110	77
1	2	3	4	5	6	7	8
12	MICH95.3.1.4/HUW468...	724	59	20,7	45,8	90	67
13	VILLA JUAREZ F2009...	773	61	17,4	37,2	85	73
14	SHAKTI/2*BORL14/3...	754	60	19,4	42,5	85	72
3-4 HZWYT-EM							
1	ST- Казахстанская 4	768	65	16,1	32,4	100	56
2	MANKU/3/PAURAQ	735	59	16,6	39,9	100	59
3	BECARD/QUAIU #1	746	60	17,9	43,1	115	52
4	DANPHE #1*2/3/T...	765	61	17,5	37,7	95	59
5	COAH90.26.31/4/2*...	750	59	20,8	49,2	105	57
6	DANPHE #1*2/3/T...	776	57	17,6	39,8	95	70
7	DANPHE #1*2/3/T.D...	760	59	21,4	46,3	85	79
8	QUAIU #1/3/T.DICOCCON	762	61	17,1	40,4	85	61
9	68.111/RGB-U//WARD/3...	748	58	18,5	43,1	95	57
10	KACHU*2/5/WBLL1*2...	754	57	19,0	44,9	95	62
11	SUP152/3/IWA 8600211...	775	59	19,7	43,0	80	73
12	VILLA JUAREZ F2009...	746	57	20,3	50,4	100	53
13	TRAP#1/BOW/3/VEE/PJN.	757	57	17,9	44,8	110	66
14	KOKILA/4/WHEAR/...	756	61	20,4	48,6	105	45

Содержание протеина варьировало от 16,1 до 21,4 % (в среднем 18,7 %), ST - 16,1 %. Максимальные значения показали образцы DANPHE #1*2/3/T.D... (21,4 %), COAH90.26.31/4/2*... (20,8 %), SUP152/3/IWA 8600211... (20,7 %) и KOKILA/4/WHEAR/... (20,4 %). Все исследуемые образцы (100 %) отнесены к **1 классу**, что подчёркивает их

высокую питательную ценность и потенциал для применения в пищевой и хлебопекарной промышленности. Содержание сырой клейковины колебалось от 36,2 % до 50,4 % (VILLA JUAREZ F2009...), ST - 32,4%, при среднем уровне по материалу 43–44 %. Высокие значения содержания клейковины (более 47 %) зафиксированы у KACHU*2/5/WBLL1*..., WHEAR/KIRITATI... и СОАН90.26.31/4/2*..., что указывает на качественный клейковинный комплекс. Все исследованные образцы (100 %) отнесены к **1 классу качества**, что указывает на высокое содержание белковых фракций, формирующих прочный и эластичный клейковинный каркас - важный критерий при производстве хлеба и других мучных изделий.

Показатель **ИДК** варьировал от 80 до 120 единиц, в среднем 99. Значения ≥ 115 (повышенная упругость) зафиксированы у образцов BECARD/QUAIU #1, KATERE/BORL14/3... и VALI/MAYIL//MANKU... Оптимальный диапазон 90-110 представлен у большинства линий. В питомнике 14-15 HZWYT преобладали образцы с мягкой клейковиной (58 % - 4-й класс), в то время как в питомнике 3-4 HZWYT-ЕМ образцы чаще соответствовали 2-му и 3-му классам. Показатель седиментации варьировал от 42 до 79 мл. Наивысшее значение показали образцы DANPHE #1*2/3/T.D... (79 мл), DANPHE #1*2/3/T.D... (70 мл) и MANKU/3/PAURAQ... (63 мл). Высокие значения указывают на качественную белковую структуру и хлебопекарный потенциал.

Оцененные селекционные линии демонстрируют широкий спектр варьирования по технологическим показателям. Особый интерес представляют образцы MANKU/3/PAURAQ..., KOKILA/4/WHEAR/..., WHEAR/KIRITATI..., сочетающие высокий протеин и клейковину с умеренными значениями ИДК, обеспечивающими оптимальные реологические свойства теста. В сочетании с высокой устойчивостью к болезням они являются ценными источниками для выведения продуктивных и устойчивых сортов, адаптированных к агроэкологическим условиям Юго-Восточного Казахстана.

Высокую хлебопекарную ценность продемонстрировал образец DANPHE #1*2/3/T.D..., который при максимальном значении протеина (21,4 %) и клейковины (46,3 %) имел высокую натуру (760 г/л) и седиментацию (79 мл). Высоким потенциалом по совокупности признаков обладали образцы - VILLA JUAREZ F2009..., KOKILA/4/WHEAR/..., СОАН90.26.31/4/2*... и KACHU*2/5/WBLL1*..., сочетающие высокие уровни белка с устойчивыми значениями седиментации - ключевыми показателями хлебопекарного потенциала, что указывает на возможность их использования в качестве родительской формы в селекционных программах улучшения культуры. Проведенными исследованиями определены перспективные образцы по совокупности признаков - урожайность, устойчивость к болезням и высокие технологические качества зерна:

- DANPHE #1*2/3/T.D... (протеин 21.4 %, клейковина 46.3 %, урожайность 54.24 ц/га),
- KOKILA/4/WHEAR/... (протеин 20.4 %, клейковина 48.6 %, урожайность 42,15 ц/га),
- KACHU*2/5/WBLL1*... (протеин 19.2 %, клейковина 47.2 %, урожайность 47,39 ц/га),
- WHEAR/KIRITATI... (протеин 20.6 %, клейковина 47.2 %, урожайность 29,57 ц/га),
- MICH95.3.1.4/HUW468... (протеин 20.7 %, клейковина 45.8 %, урожайность 32,61 ц/га),
- VILLA JUAREZ F2009... (протеин 17.4 %, клейковина 37.2 %, урожайность 46,09 ц/га).

Установлена средняя положительная связь между урожайностью и седиментацией ($r = 0,59$), сильная положительная корреляция между протеином и седиментацией ($r = 0,72$), а также умеренная связь между содержанием протеина и клейковины ($r = 0,54$). Эти взаимосвязи указывают на возможность комплексного отбора генотипов с высокой продуктивностью и хорошими хлебопекарными свойствами, таблица 4.

Таблица 4 - Коэффициенты корреляции между показателями продуктивности для 10 лучших селекционных образцов яровой пшеницы

Показатели	Коэффициент корреляции, r	Характер взаимосвязи
Урожайность ↔ Седиментация	0.59	Средняя положительная связь
Протеин ↔ Седиментация	0.72	Сильная положительная связь
Протеин ↔ Клейковина	0.54	Умеренная положительная связь

Выводы

Полученные результаты демонстрируют наличие в международной коллекции CIMMYT адаптивных, устойчивых и качественных генотипов, обладающих значительным потенциалом для использования в региональных селекционных программах по созданию сортов, устойчивых к стрессовым факторам и удовлетворяющих требованиям перерабатывающей промышленности.

В результате комплексной оценки селекционных образцов яровой мягкой пшеницы, выделены образцы, обладающие высокой урожайностью (до 55,25 ц/га), устойчивостью к бурой и желтой ржавчине, а также улучшенными технологическими качествами зерна. Наиболее перспективными по совокупности признаков признаны образцы DANPHE #1*2/3/T.D..., QUAIU #1/3/T.DICOCCON..., KACHU*2/5/WBLL1*..., KOKILA/4/WHEAR/..., WHEAR/KIRITATI..., MICH95.3.1.4/HUW468.... Урожайность этих образцов статистически достоверно превышала показатели стандартов, что подтверждено значением НСР_{0,95} - 10,25 ц/га. Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь между урожайностью и седиментацией ($r = 0,59$), сильную положительную связь между содержанием протеина и седиментацией ($r = 0,72$), а также умеренную корреляцию между протеином и клейковиной ($r = 0,54$). Это подтверждает возможность комплексного отбора генотипов с высоким уровнем продуктивности и хлебопекарного качества.

Благодарность. Работа выполнена в рамках 267 бюджетной программы «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» Министерства сельского хозяйства РК по программе **BR22885305** «Селекционно-генетическая технология развития систем долгосрочного хранения, восстановления, мониторинга и рационального использования агробиоразнообразия, как базовой основы улучшения селекционных программ РК» на 2024-2026 годы.

Список литературы:

- 1 Sehgal D., Autrique J.E., Singh R. et al. (2016). Identification of genomic regions for grain zinc and iron concentrations using a wheat association mapping panel. *PLoS ONE*, 11(7): e0158046. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158046>
- 2 Pototskaya I.V., Litvinenko T.A., & Krasilnikov A.A. (2021). Genetic diversity and nutritional value of wheat grain: modern trends. *Agricultural Biology*, 56(3), 437–449. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.3.437eng>
- 3 Fan M.S., Zhao F.J., Fairweather-Tait S.J. et al. (2008). Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22(4), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- 4 Abugalieva A., Savin T., Chakmak I., Kozhakhmetov K., Chudinov V., Morgunov A. Grain mineral composition of introgressive wheat-wild forms in breeding of spring wheat on the nutritional properties. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, Vol.1, P.27–38. <https://journals.nauka-nanrk.kz/agriculture/article/view/1326>
- 5 Morgounov A., Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A. et al. (2007). Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica*, 155, 193–203. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9321-2>

- 6 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 7 Zhao F.J., & McGrath S.P. (2009). Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(3), 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.008>
- 8 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 9 *Scientific Management of germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement*. - IPGRI, 1998.
- 10 Прескотт Дж. М., П.А. Буркетт Е.Е., Сари Е.Е. и др. Руководство для полевого определения «Болезни и вредители пшеницы» // ГТЦ-СИММИТ. – 2002. - 135 с.
- 11 Койшибаев М. *Болезни пшеницы*, ФАО/СИММИТ. – 2018. - 365 с.
- 12 *Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы*. – Л.: тип. ВИР, 1973.
- 13 Дубекова С.Б., Сарбаев А.Т., Есимбекова М.А., Есеркенов А.К. Күздік бидай сортүлгілерінің тауарлы қоздырғыштарына (P. Striiformis F. SP. Triticum; P. Triticum F. SP. Triticum) төзімділігін иммунологиялық бағалау. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. 2023, №4 (100) 120-129. <https://doi.org/10.37884/4-2023/13>
- 14 *Методы оценки качества зерна и продуктов его переработки* / Под ред. В.И. Потапова. – М.: Колос, 2013. – 302 с.
- 15 Сальников В.Г., Садыков Т.А., Кожамбетов А.Ж. и др. *Агроклиматические ресурсы и тенденции изменения климата на юго-востоке Казахстана*. Алматы: Гидрометеоиздат, 2014. — 204 с. ISBN: 978-601-7035-01-4

References:

- 1 Sehgal D., Autrique J.E., Singh R. et al. (2016). Identification of genomic regions for grain zinc and iron concentrations using a wheat association mapping panel. *PLoS ONE*, 11(7): e0158046. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158046>
- 2 Pototskaya I.V., Litvinenko T.A., & Krasilnikov A.A. (2021). Genetic diversity and nutritional value of wheat grain: modern trends. *Agricultural Biology*, 56(3), 437–449. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.3.437eng>
- 3 Fan M.S., Zhao F.J., Fairweather-Tait S.J. et al. (2008). Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22(4), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- 4 Abugalieva A., Savin T., Chakmak I., Kozhakhmetov K., Chudinov V., Morgunov A. Grain mineral composition of introgressive wheat-wild forms in breeding of spring wheat on the nutritional properties. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, Vol.1, P.27–38. <https://journals.nauka-nanrk.kz/agriculture/article/view/1326>
- 5 Morgounov A., Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A. et al. (2007). Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica*, 155, 193–203. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9321-2>
- 6 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 7 Zhao F.J., & McGrath S.P. (2009). Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(3), 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.008>
- 8 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 9 *Scientific Management of germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement*. -

IPGRI, 1998.

10 Preskot Dzh.M., Burkett P.A., Sari E.E. i dr. Rukovodstvo dlya polevogo opredeleniya «Bolezni i vrediteli pshenitsy». GTTS-SIMMIT, 2002. 135 s.

11 Koishibaev M. Bolezni pshenitsy. FAO/SIMMIT, 2018. 365 s.

12 Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii pshenitsy. L.: tip. VIR, 1973.

13 Dubekova S.B., Sarbaev A.T., Esimbekova M.A., Yeserkenov A.K. Kүzдіk bidai sortүlgіlerіnің tat auruy qozdyrgыshlaryna (P. striiformis f. sp. tritici; P. triticina f. sp. tritici) tozimdiligin immunologiyalyq baғalau. *Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2023, №4 (100), pp. 120–129. <https://doi.org/10.37884/4-2023/13>

14 Metody otsenki kachestva zerna i produktov ego pererabotki / Pod red. V.I. Potapova. M.: Kolos, 2013. 302 s.

15 Salnikov V.G., Sadykov T.A., Kozhakhmetov A.Zh. and others. Agro-climatic resources and climate change trends in southeastern Kazakhstan. Almaty: Gidrometeoizdat, 2014. - 204 p. ISBN: 978-601-7035-01-4

**Б.М. Башабаева*, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов,
К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru, alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДА ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СҰРЫПТЫҚ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ САПАСЫН ЖӘНЕ ӨНІМДІЛІГІНІҢ МЫРЫШ МӨЛШЕРІ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Астық сапасын арттыру, әсіресе тамақ өнеркәсібінің өсіп келе жатқан талаптарын ескере отырып, жаздық жұмсақ бидайды таңдаудың басымдылығы болып қала береді. Жақсартылған қасиеттері мен тұрақты технологиялық көрсеткіштері бар формаларды әзірлеу өзекті болып табылады, бұл биохимиялық белгілердің кең өзгергіштігі бар генетикалық ресурстарды пайдалануды талап етеді. 4-ші халықаралық СИММУТ питомнигінен (3-4 HZWYT және 14-15 HZWYT-EM) 127 жаздық бидай үлгілерін бағалау нәтижелері ұсынылған, олардың құрамында мырыш мөлшері жоғары ерте пісетін үлгілер бар. Далалық және зертханалық зерттеулер "ҚазЕӨШҒЗИ" ЖШС базасында жүргізілді және астық пен ұнның технологиялық көрсеткіштерін бағалауды қамтыды: ақуыз, глютен, шыны тәрізділігі. Қазақстанның жағдайына бейімделген селекциялық бағдарламаларға енгізу үшін ұсынылған, жоғары қасиеттері бар қоңыр және сары татқа төзімді 6 жоғары өнімді ($\geq 55,0$ ө/га) нысандар бөлінді.

Кілт сөздер: жаздық бидай, астықтың технологиялық сапасы, өнімділігі, ауруға төзімділігі

**В.М. Bashbayeva*, А. Morgunov, М.А. Yessimbekova А.А. Rsymbetov,
К.В. Mukin, К.В. Dzhenbayeva, А.А. Suraubayeva**

Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, Almalybak settlement, Republic of Kazakhstan, bahytgul_1965@mail.ru, alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru

ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL QUALITY OF GRAIN AND PRODUCTIVITY OF INTERNATIONAL SPRING WHEAT SAMPLES WITH HIGH ZINC CONTENT IN THE CONDITIONS OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

Abstract

Improving grain quality remains a priority for spring soft wheat breeding, especially given the growing demands of the food industry. The development of molds with improved baking properties

and stable technological parameters is relevant, which requires the use of genetic resources with a wide variability of biochemical characteristics. The results of evaluation of 127 spring wheat samples from 4 international CIMMYT nurseries (3-4 HZWYT and 14-15 HZWYT-EM), including precocious lines with high zinc content, are presented. Field and laboratory studies were conducted on the basis of “Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing” LLP and included an assessment of the technological parameters of grain and flour: nature, protein, gluten, vitreous, IDC and sedimentation. There are 6 highly productive (≥ 55.0 c/ha) forms resistant to brown and yellow rust with high baking properties, recommended for inclusion in breeding programs adapted to the conditions of Kazakhstan.

Keywords: spring wheat, technological quality of grain, productivity, resistance to diseases

Вклад авторов:

Башабаева Бакытгуль Магдановна – В полевых исследованиях участвовала на закладке опыта. В лабораторной части координировала проведение биохимических и технологических анализов. Осуществляла обработку всех экспериментальных данных, интерпретацию результатов и формулирование выводов. Кроме того, автор обеспечивала своевременную подготовку научной статьи, проводила её научную редакцию и оформляла к публикации.

Моргунов Алексей – Автор предоставил селекционные образцы из международных питомников HZWYT и HZWYT-EM, обеспечив тем самым основу для проведения полевых и лабораторных исследований. Также участвовал в планировании эксперимента, координации испытаний селекционных линий в условиях Юго-Восточного Казахстана, обсуждении результатов и научной интерпретации данных.

Есимбекова Минура Ахметовна – Автор обеспечивала обоснование научной новизны полученных результатов, участвовала в комплексном анализе полученных данных.

Рсымбетов Аскат Амангельдиевич - Автор участвовал в разработке методики оценки качества зерна, организации и контроле лабораторных исследований по определению содержания клейковины, протеина, числа падения и других показателей.

Мукин Кадыржан Бакитжанович - Проведение полевых испытаний для оценки урожайности и адаптивности коллекции международных питомников, подготовка посевного материала, закладка селекционных опытов по отбору, браковки, проведение структурного анализа.

Жиенбаева Карлыга Бакытжановна - Изучение коллекции образцов яровой пшеницы. Автор участвовал в закладке полевого опыта, контроле за агротехническими мероприятиями, сборе и первичной обработке фенотипических данных, а также в анализе показателей урожайности, устойчивости к стрессам.

Сураубаева Алина Алибиқызы – Автор проводила лабораторные анализы по определению стекловидности и натуры зерна, осуществляла обработку экспериментальных данных и подготовку таблиц с результатами для включения в публикацию.