

4. Sofi F., Whittaker A., Cesari F. et al. Characterization of Khorasan wheat (Kamut) and impact of a replacement diet on cardiovascular risk factors: cross-over dietary intervention study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2013;67:190–195. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.206>

5. Sofi F., Whittaker A., Gori AM., Cesari F., Surrenti E., Abbate R., Gensini GF., Benedettelli S., & Casini A. (2014). Effect of *Triticum turgidum* subsp. *turanicum* wheat on irritable bowel syndrome: a double-blinded randomised dietary intervention trial. *The British journal of nutrition*. 2014;111(11):1992–1999. <https://doi.org/10.1017/S000711451400018X>

6. Trozzi C, Raffaelli F, Vignini A, Nanetti L, Gesuita R, Mazzanti L. Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, KAMUT® khorasan wheat, in healthy volunteers. *European Journal of Nutrition*. 2019;58(1):151-161. doi: 10.1007/s00394-017-1579-8

7. Whittaker A., Sofi F., Luisi MLE., Rafanelli E., Fiorillo C., Becatti M., Abbate R., Casini A., Gensini GF. and Benedettelli S. An Organic Khorasan Wheat-Based Replacement Diet Improves Risk Profile of Patients with Acute Coronary Syndrome: A Randomized Crossover Trial. *Nutrients* 2015;7:3401-3415; doi:10.3390/nu7053401

8. Whittaker A., Dinu M., Cesari F. et al. A khorasan wheat-based replacement diet improves risk profile of patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM): a randomized crossover trial. *European Journal of Nutrition*. 2017;56:1191–1200. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1168-2>

УДК 58.087

Физические свойства зерна мутантных форм ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.)

Денис Александрович Базюк, Нина Анатольевна Боме, Белозерова Анна Алексеевна

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

Аннотация: Проведено изучение геометрических характеристик зерновок 13 мутантных форм, полученных на основе двух образцов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) различного эколого-географического происхождения. Отмечено статистически достоверное увеличение линейных размеров, площади и объема зерновок у большинства опытных вариантов по сравнению с исходным материалом.

Ключевые слова: линейные параметры зерновок, объем, площадь внешней поверхности, показатель сферичности, отношение объема зерна к площади внешней поверхности, масса 1000 семян

Physical properties of grain of mutant forms of spring barley (*Hordeum vulgare* L.)

Denis Aleksandrovich Bazyuk, Nina Anatol'evna Bome, Belozerova Anna Alekseevna

University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract: The geometrical characteristics of grains of 13 mutant forms obtained from two samples of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) of different ecological and geographical origin were studied. A statistically significant increase in the linear size, area and volume of grains in the majority of experimental variants compared to the original material was observed.

Key words: linear parameters of grains, volume, external surface area, sphericity index, ratio of grain volume to external surface area, weight of 1000 seeds

Введение. Яровой ячмень является важной продовольственной, технической и кормовой культурой, входит в рецептуру большинства комбикормов, используется для производства крупы, в пивоварении и спиртовой промышленности. Актуальной остается проблема повышения урожайности, что является важнейшим условием увеличения объемов зерна. Особую важность при этом имеет сортовая принадлежность и ее генетические особенности, что определяет потенциальную способность производства растением зерна с определенными показателями качества [4]. Так, показатели длины, ширины и толщины зерна вносят

существенный вклад в выравненность зерновой массы по крупности, связанной с потенциальным выходом муки и крупы, а также в выбор технологических процессов обработки зерна и транспортировку [6].

Цель работы: изучение геометрических характеристик зерновок мутантных форм ячменя, полученных на основе исходного материала различного эколого-географического происхождения.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили 13 мутантных форм ярового ячменя, созданных с использованием химического мутагена фосфемиды на основе двух образцов - Зерноградский 813 (Россия) и Dz02-129 (Эфиопия), полученных из мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Исследование проведено в лаборатории биотехнологических и микробиологических исследований Института биологии на зерновках ячменя, выращенного на опытном полигоне по изучению генетического разнообразия культурных растений, расположенном на биостанции ТюмГУ «Озеро Кучак» (Тюменская область, Нижнетавдинский район). Почва участка окультуренная дерново-подзолистая, супесчаная по гранулометрическому составу (содержание гумуса – 3,67 %, pH – 6,6). Вегетационный сезон 2022 г. по влаго- и теплообеспеченности характеризовался как влажный (ГТК=1,44) с неравномерным распределением осадков по отдельным месяцам (с избытком влаги в мае, и недобором осадков в июле на фоне повышенных температур).

Измерение линейных размеров зерновок (длина, ширина, толщина) проводили с помощью штангенциркуля, затем рассчитывали объем, площадь внешней поверхности, показатель сферичности и отношение объема зерна к площади внешней поверхности по методике, изложенной Г.А. Егоровым [5]. Объем выборки – 100 зерновок каждого исследуемого образца ячменя. Статистическая обработка данных осуществлялась по стандартным методикам [1, 5].

Результаты. Крупность – важная характеристика зерна, которая зависит от линейных размеров (формы), сорта и условий произрастания. В технологическом отношении крупное зерно является ценным в связи с более высоким содержанием эндосперма и потенциальным выходом муки или крупы [7], большим количеством крахмала и экстрактивностью [3], что дает больший выход пива [8]. Объем зерна тесно связан с зерновой массой и имеет значение для определения режима очистки и переработки, напрямую влияет на величину выхода готовой продукции [9]. Дополнительным показателем служит сферичность зерна, связанная с содержанием пленок и оболочек, при которой форма близкая к шару, обычно, свидетельствует о низкой пленчатости и низком содержании оболочек [7].

В нашем исследовании мутантные образцы, полученные на основе сорта Зерноградский 813, характеризовались более крупными зерновками, превосходя исходную форму по длине и/или ширине, что привело к увеличению объема зерновок на 8,97-24,1 %, площади внешней поверхности зерновки на 8,7-17,4 % и отношения объема к площади внешней поверхности зерновки на 1,79-7,14 %. По показателю сферичности отмечено снижение на 1,25 % (табл. 1).

Таблица 1 - Геометрические параметры зерновок ячменя

Образец	Длина, l	Ширина, a	Толщина, b	V, мм ³	ψ	F, мм ²	V/F	Масса 1000 семян, г
Зерноградский 813	8,5 ± 0,39	3,3 ± 0,08	2,6 ± 0,08	39	0,80	69	0,56	32,7
P ₁₂ (39) 0,002 %	9,4 ± 0,05*	3,2 ± 0,03	2,7 ± 0,03	43	0,79	75	0,57	32,8
P ₁₉ (37) 0,002 %	9,7 ± 0,05*	3,5 ± 0,02*	2,7 ± 0,02	48	0,79	81	0,60	32,0

Dz02-129	8,5 ± 0,61	2,7 ± 0,04	2,0 ± 0,03	24	0,77	52	0,46	23,0
ЭШ6(54) 0,002 %	9,6 ± 0,07*	3,0 ± 0,03*	2,2 ± 0,02*	32	0,76	64	0,50	33,1
ЭШ5(55) 0,002 %	8,9 ± 0,08	3,0 ± 0,03*	2,3 ± 0,02*	31	0,78	62	0,51	29,2
ЭШ9(61) 0,002 %	9,4 ± 0,06	2,9 ± 0,02*	2,1 ± 0,02*	30	0,76	61	0,49	29,0
ЭШ11(62) 0,002 %	9,0 ± 0,05	3,0 ± 0,02*	2,1 ± 0,02*	30	0,77	61	0,50	30,1
ЭШ11(63) 0,002 %	8,4 ± 0,08	2,9 ± 0,02*	2,1 ± 0,02*	26	0,78	55	0,48	28,5
ЭШ11(64) 0,002 %	10,5 ± 0,07*	3,0 ± 0,02*	2,2 ± 0,02*	36	0,75	71	0,51	34,1
Э16(1) 0,01 %	8,0 ± 0,07	2,7 ± 0,02	2,0 ± 0,02	23	0,78	50	0,45	25,7
ЭП9(2) 0,01 %	8,9 ± 0,06	2,8 ± 0,02*	2,2 ± 0,01	28	0,77	58	0,49	22,1
ЭП9(3) 0,01 %	7,6 ± 0,06	2,7 ± 0,02	2,1 ± 0,02*	22	0,79	49	0,46	23,8
ЭIV4(105) 0,01 %	7,9 ± 0,06	2,7 ± 0,02	2,1 ± 0,02	24	0,79	51	0,47	21,9
Э17(107) 0,01 %	9,0 ± 0,06	2,8 ± 0,02*	2,1 ± 0,02*	27	0,76	57	0,47	22,8
Значение по обобщенным литературным данным [1,5]	7,0-14,6	2,0-5,0	1,4-4,5	20	0,76	35	0,45	20
				-	-	-	-	-
				40	0,83	60	0,65	55

Примечание: * – достоверные различия между мутантными формами и исходными образцами на уровне $P \geq 0,05$; V – объем зерна, Ψ – показатель сферичности зерна, F – площадь внешней поверхности зерна, V/F – отношение объема зерна к площади внешней поверхности зерна.

Масса 1000 семян показывает количество вещества, которое содержится в зерновке, положительно коррелирует с его крупностью. Отмечается, что в крупном зерне количество оболочек и масса зародыша по отношению эндосперму является наименьшим. Вместе с этим данный признак отражает качество семенного материала – крупные семена способны давать более мощные и более продуктивные растения [2, 4, 9]. Нами установлено, что по показателю массы 1000 семян мутантные формы, полученные на основе российского сорта, находились на уровне исходного материала (P_{П2}(39) 0,002 %) или незначительно ему уступали на 2,2 % (P_{П9}(37) 0,002 %).

Анализ параметров зерновок мутантных форм, полученных на основе Dz02-129, показал достоверно значимые различия с исходным образцом по ширине и толщине зерновки у шести мутантов, полученных при использовании фосфемиды с концентрацией 0,02 %, а также у одного варианта Э₁₇(107) с концентрацией 0,01 %. Увеличение данных параметров привело к возрастанию объема зерновки на 8,3-50 %, площади его внешней поверхности на 5,8-36,5 %, а также отношению данных параметров на 4,4-10,9 %. По массе 1000 семян большинство мутантов превосходили исходный образец на 3,5-48,3 %.

Полученные нами результаты в целом согласуются с литературными данными [1,5], приведенными для зерновок ячменя, по большинству изученных показателей за исключением площади внешней поверхности зерновки, по которому исходный сорт Зерноградский 813 и его мутантные формы (P_{П2}(39) 0,002 %, P_{П9}(37) 0,002 %), а также мутанты ЭШ6(54) 0,002 %, ЭШ5(55) 0,002 %, ЭШ9(61) 0,002%, ЭШ11(62) 0,002 % и ЭШ11(64) 0,002 %, созданные на основе образца Dz02-129, превышали указанный диапазон на 1,67-35 %. Две мутантные формы P_{П2}(39) 0,002 % и P_{П9}(37) 0,002 % также имели более высокие значения по объему зерновок на 10,3-23,1 % по сравнению с данными, приведенными другими исследователями.

Выводы. В ходе исследования отмечено изменение физических свойств зерновок мутантных форм по сравнению с исходным материалом в сторону увеличения изученных параметров. Зерновки мутантов преимущественно имели более вытянутую форму, больший объем и площадь внешней поверхности, показатель сферичности и отношение объема к площади, что отражает наличие в исследованном семенном материале большего количества вещества, содержащегося в зерне. Образцы, полученные из российского исходного материала (Зерноградский 813), по массе 1000 семян превосходили большинство мутантных форм, созданных на основе Dz02-129 (Эфиопии).

Список литературы.

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – Перепечатка с 5-го изд., доп. и перераб., 1985. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров – М.: Агропромиздат, 1985. 334 с.
3. Ермолаев, С.В. Определение крупности пивоваренного ячменя ситовым анализом / С.В. Ермолаев, А.Ю. Сидоренко, А.Г. Кривовоз // Пиво и напитки. 2004. №3. С. 14.
4. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е. Д. Казаков – Издание 2-е, переработанное и дополненное. Изд. «Колос», М., 1973. 288 с.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия // Г.Ф. Лакин – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6. Osokina, N. M. Physical and mechanical properties and quality indicator of barley / N. M. Osokina, K. V. Kostetska // Вестник Уманского НУС. 2016. №2. С. 48-51.
7. Пилипюк, В.Л. Технология хранения зерна и семян / В. Л. Пилипюк – Москва : Вузовский учеб., 2009. - 455 с.
8. Сахибгареев, А.А. Ячмень яровой. Современные технологии возделывания в Республике Башкортостан (методические рекомендации) / А.А. Сахибгареев, Р.Л. Акчурин и др. – Уфа, Мир печати, 2016. – 64 с.
9. Фёдорова, Р.А. Биохимические особенности свойств зерна: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 41 с.

УДК 631.527:575:633

Основные результаты селекционно генетических исследований зренофуражных культур в Казахском НИИ земледелия и растениеводства

Аскар Жалгасбаевич Баймуратов, Бурубай Сариевич Сариев, Аюп Рашитович Искаков

Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Казахстан, Алматинская область,
Карасайский район, п. Алмалыбак, e-mail: kazniizr@mail.ru

Ключевые слова: Зернофуражные, селекция, сорт, гибрид, коллекции.

Введение. Ячмень как культура разностороннего использования в Казахстане занимает второе место после пшеницы и площадь возделывания составляет более 2,1 млн.га. при ежегодном валовом сборе 3,0 - 3,3 млн.т. Посевная площадь под овсом составляет 200–250 тыс. га, валовой сбор – 150 - 182 тыс.т. ежегодно. В Казахстане зарегистрировано более 65 сортов ячменя, в том числе 45 сортов местной селекции, 24 сорта овса, из них 16 сортов казахстанской селекции.

Исследования по селекции ячменя в стране проводятся в 6 НИУ, среди которых ведущим является Казахский НИИ земледелия и растениеводства, который ведет селекцию по ячменю и овсу. Селекционные работы по ячменю ведутся по трем направлениям: кормовое, пищевое и пивоваренное, по овсу: кормовое и пищевое. Исследовательские работы ведутся в тесном сотрудничестве с учеными Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.Вавилова (Россия), Центрального исследовательского института полевых культур (Турция), Института биологии и биотехнологии растений (Казахстан). На производстве возделываются более 25 сортов ячменя селекции этого института и занимают более 700 тысяч гектаров пашни в стране.

Целью селекционных исследований КазНИИЗиР является создание высокопродуктивных сортов ячменя с высокой устойчивостью и качеством зерна, обладающих конкурентоспособностью и экспортным потенциалом. Исследования проводятся с использованием мировой коллекции зернофуражных культур с целью выделения источников