

Materials and methods. The study was carried out in the crop rotation fields of the Plant Production Institute of named after V.Ya. Yuriev of NAAS in 2017–2019. One hundred self-pollinated maize lines belonging to different ripeness groups were investigated.

The water content in grain was determined by two methods: a laboratory thermostat-weight method and a field method using an AVD 6100 needle hygrometer modified to measure the water content in maize grain. The water content in grain was evaluated every ten days in two replications (on days 30, 40, 50 and 60 days after pollination).

Results and discussion. The three-year study of the grain moisture dynamics showed that mid-late accessions had the highest moisture content in grain at all sampling timepoints. On day 60 of sampling, the lowest moisture content in grain was observed in mid-early lines: in 2017 – 13.9%; in 2018 - 15.0%; and in 2019 – 19.7%.

Analyzing the intensity of moisture loss by grain of maize lines of different ripeness groups, we found that on days 30–40 day of sampling from mid-early lines this parameter was almost the same in the 3 years, however, on days 40–50 in 2017 the moisture loss was minimal (0.6%), and in 2018, on the contrary, – maximum (1.7%). On days 50–60 in 2017, on the contrary, the moisture loss intensified, and in 2018 it slowly came down to 0.1%. In 2019, there were no sharp fluctuations in the moisture loss intensity, and the values were almost at the same.

Conclusions. In each ripeness group, we singled out lines with a low percentage of grain moisture, and this allows selecting maize lines with a good moisture-yielding ability. It was established that the intensity of moisture loss by grain of the maize lines differed, and in each of the three ripeness groups, lines with the maximum moisture loss per day were distinguished.

To compare the results on the moisture content in grain obtained by laboratory thermostat-weight method and field method using the AVD 6100 needle hygrometer, correlation analysis was performed. It was found that the results of the laboratory thermostat-weight method and the field method using the AVD 6100 needle hygrometer completely coincided for two test years. This allows using needle hygrometers to determine the moisture content in maize grain, which greatly facilitates and speeds up work and shortens the test period.

Key words: *method, maize, moisture-yielding ability, grain filling intensity, needle hygrometer.*

УДК 633.16:631.527

DOI: 10.30835/2413-7510.2020.206935

МІНЛИВІСТЬ НАТУРИ ТА МАСИ 1000 ЗЕРЕН ПИВОВАРНИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЕНОТИПУ ТА ПОГОДНИХ УМОВ

Важеніна О.Є., Васько Н.І., Солонечний П.М., Солонечна О.В.
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Україна

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН досліджено особливості мінливості маси 1000 зерен та природи в залежності від генотипу та умов вирощування. Вихідним матеріалом були 26 сортів різного еколого-географічного походження та напряму використання. Встановлено, що рівень прояву маси 1000 зерен і природи залежить від генотипу. Виділено сорти, перспективні як високотехнологічні для виробництва солоду.

Ключові слова: *природа зерна, пивоварний ячмінь, мінливість, варіація, кореляція, генотип, вплив погодних умов.*

Вступ. Найбільш вагомим резервом вирішення проблеми дефіциту сировини для пивоваріння є створення високоврожайних і високоякісних сортів, які б відповідали все

зростаючим вимогам виробництва. Селекцією ячменю, придатного для пивоваріння, займаються чисельні установи та дослідники в багатьох країнах світу [1–17].

За останні 10 років в Україні різко збільшуються обсяги виробництва пива і як результат цього – зростає використання зерна ярого ячменю як сировини для пивоваріння. Найпотужніша в світі пивоварна компанія In Bev (власник компанії САН Інтербрю Україна) віднесла український пивний ринок до числа найбільш перспективних у світі. Проблемою пивоварів був і залишається дефіцит якісної сировини. У зв'язку з цим перед селекціонерами постає завдання щодо створення сортів, які відповідали б сучасним вимогам виробників солоду і пива, конкурентоспроможних як на внутрішньому, так і на світовому ринку.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Основною передумовою виробництва якісного солоду є сорт з високим генетичним потенціалом солодових властивостей. Але реалізація цього потенціалу значною мірою залежить від чинників середовища. Якщо вони несприятливі, то навіть із найкращого пивоварного сорту ячменю неможливо буде одержати високоякісний солод. З точки зору селекції важливим є поєднання добору за ознаками якості з добором за всіма іншими цінними господарськими ознаками, а також важливо, які параметри якості оцінюються та які методи селекції і в якому гібридному поколінні застосовуються [1, 3, 4, 5, 8, 9, 12].

Для потреб селекції необхідно визначати параметри якості великої кількості ліній (біля тисячі) за сезон. Окрім ознак солодової якості оцінюють ще й інші, наприклад, масу 1000 зерен, крупність зерна, енергію проростання, життєздатність, тривалість післязбирального дозрівання, водопоглинання при замочуванні, структуру ендосперму, вміст крохмалю, частку плівок і т.п. [4, 14, 15].

При селекції на якість солоду необхідно встановити, як сильно на окремі ознаки впливає середовище та у відповідності до цього вибирати відповідний варіант тестування, метод селекції та покоління. Максимально успадковується вміст екстракту, за ним у порядку спадання – діастатична сила, число Кольбаха, кінцева ступінь бродіння, відносний екстракт при 45 °С, маса 1000 зерен, вміст білка, різниця екстрактів та натура [4, 14]. Систематично в селекційному процесі визначають зовнішній вид зерна, масу 1000 зерен і частку фракції 2,5 мм. [4, 14, 15].

Натура зерна є непрямим показником технологічної якості пивоварного ячменю, наприклад, виходу солоду. Чим вищою є натура, тим вищим цей показник. Маса 1000 зерен теж обумовлює технологічну якість товарної сировини ячменю (вихід продукції) чи посівні якості (схожість, енергію проростання).

Різкі коливання температури, а також висока температура в поєднанні з низькою вологістю повітря в період наливу зерна негативно позначаються на виповненості зернівки, знижується маса 1000 зерен і погіршуються пивоварні властивості, зокрема вміст екстракту з тонкого розмелу та розчинність солоду [18, 19].

За літературними даними маса 1000 зерен у ячменю визначається, в основному, генотиповими особливостями [20, 21, 22]. Щодо впливу різних чинників на натуру зерна дані протилежні – встановлено як вплив генотипу та погодних умов (23–75 %) [20], так і лише генотипу [22]. Таким чином, установлення закономірностей мінливості маси 1000 зерен та натури сортів пивоварного ячменю є актуальним для різних зон та генотипів, адаптованих до певних умов вирощування.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є створення високоадаптивних сортів пивоварного ячменю. Для цього доцільним є визначення особливостей мінливості маси 1000 зерен та натури як показників якості пивоварної сировини в залежності від генотипу та умов вирощування.

Матеріали і методи. Дослідження проведено в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2014–2017 рр. У дослідах площа ділянки 10 м², повторення чотирьохкратне, розміщення ділянок рандомізоване. Вихідним матеріалом були 26 плівчастих сортів ярого дворядного ячменю селекції України (12 сортів), Білорусі (два сорти), Німеччини (дев'ять сортів), Чехії (один сорт), Нідерландів (один сорт) та Данії (один сорт). Натуру зерна визначали за допомогою літрової пурки. Істотність відмінностей установлювали за

допомогою ANOVA, апостеріорне порівняння – за Homogenous groups (Fisher LSD) за програмою STATISTICA 10.

Коефіцієнт варіації та парні коефіцієнти кореляції (r) між ознаками визначали за методикою Б.А. Доспехова [...] за програмою STATISTICA 10.

Обговорення результатів. У результаті аналізу гідротермічних умов за 2014–2017 рр., зокрема середньої добової температури, суми ефективних температур та кількості опадів у місці проведення досліджень було одержано наступні дані (табл. 1).

Таблиця 1

Рік	Сходи-кущіння			Кущіння-колосіння			Колосіння-налив			Налив-дозрівання			ГТК вегетаційний період
	Σ еф. t°	Σ опадів	ГТК	Σ еф. t°	Σ опадів	ГТК	Σ еф. t°	Σ опадів	ГТК	Σ еф. t°	Σ опадів	ГТК	
2014	218	37,0	1,70	330	32,0	0,97	167	54,0	3,23	583	99,0	1,70	1,71
2015	291	46,4	1,59	162	7,0	0,43	350	30,0	0,86	665	117,1	1,76	1,14
2016	243	69,0	2,84	222	119,0	5,36	263	38,0	1,44	559	102,0	1,82	2,55
2017	327	28,0	0,86	277	33,0	1,19	541	15,0	0,28	693	42,0	0,61	0,64

Найсприятливішим був 2014 рік, який характеризувався помірними температурами, у критичні фази розвитку рослин опадів випало вище норми (ГТК 0,97–3,23). Інший ефект спостерігали в 2016 р. Рік був надмірно зволеним (ГТК 1,44–5,36), з невисокими температурами (див. табл. 1), це сприяло підвищеній продуктивній кущистості та підвищенню врожайності. В той же час на посівах ячменю відмічено вилягання та ураженість грибковими хворобами. В 2015 р. достатню кількість опадів відмічено лише у фазі сходи-кущіння та дозрівання, а під час колосіння та наливу опадів було недостатньо (7–30 % від норми). На відміну від попередніх, рік 2017 був посушливим, опади, як правило, випадали нерівномірно впродовж вегетації, носили зливовий характер, тому не могли забезпечити потребу рослин ячменю щодо вологозабезпеченості, особливо на фоні високих температур. Опади випадали у фазу кущіння і колосіння, але під час наливу їх було дуже мало (28 % від норми), середня температура сягала 24,7 °С.

У результаті дослідження було встановлено, що найвищий рівень маси 1000 зерен було відмічено у сортів Етикет (51,0 г) і Подив (50,7 г), найнижчий – у сортів Козван і Sebastian (43,6 г) (табл. 2). Ці показники мають істотну відмінність від середнього по досліді значення.

У більшості сортів маса 1000 зерен за роками варіює слабо (5,87–9,85 % у 15 сортів), в інших встановлено середню варіабельність (10,12–15,15 % у 11 сортів). Середній по досліді коефіцієнт варіації (8,96 %) також є підтвердженням слабкої мінливості ознаки. Виділено сорти, маса 1000 зерен у яких була найвищою кожного року дослідження – Етикет, Подив, Arikada або трьох років – Інклюзив, Sofiara та сорти з найнижчим проявом ознаки кожного року – Козван, Sebastian, Xanadu. Тобто, в основному, ранжування сортів за рівнем маси 1000 зерен не змінюється, що доводить сильний вплив генотипу на прояв ознаки. Залежність між рівнем маси 1000 зерен та її варіабельністю відсутня.

За роками також встановлено істотну відмінність за масою 1000 зерен. Так, за результатами апостеріорного порівняння роки 2015 та 2016 не відрізняються між собою за середньою масою 1000 зерен і відносяться до однієї групи. Роки 2017 і 2014 мають істотні відмінності як з 2015 та 2016 рр., так і між собою. Найвищого рівня (52,7 г) маса 1000 зерен досягала в сприятливому за умовами 2014 р. (табл. 3).

Найвищу натуру зерна відмічено у сортів Хадар, Sofiara (715 г/л), Авгур та Sebastian (713 г/л), найнижчу – у сортів Pasadena (686 г/л), Козван та Arikada (691 г/л), але істотної відмінності між рівнем показника в досліді не виявлено (табл. 4). Це пояснюється тим, що варіабельність натури дуже слабка, максимальне значення коефіцієнта варіації 4,81 %. Значення коефіцієнта варіації не має істотної залежності від рівня прояву ознаки.

Мінливість маси 1000 зерен у сортів пивоварного ячменю в залежності від генотипу та погодних умов

Сорт	Маса 1000 зерен за роками, г				Середнє за сортами, г	Коефіцієнт варіації, %
	2014	2015	2016	2017		
Етикет	55,5	49,0*	48,0*	51,5*	51,0*	6,60
Подив	56,8*	47,0	48,0*	51,0*	50,7*	8,73
Інклюзив	53,7	46,0	47,0*	51,0*	49,4	7,53
Sofiara	53,0	45,5	47,0*	51,0*	49,1	5,87
Arikada	55,0	47,0	44,5	50,0	49,1	9,20
Shakira	54,5	49,0*	43,5	49,5	49,1	9,16
Beatrix	54,0	44,5	44,0	52,0*	48,6	10,54
Margret	51,5	47,5*	42,0	52,5*	48,4	9,85
Kango	58,5*	44,5	42,5	47,0	48,1	15,15
Авгур	54,0	46,0	42,5	48,5	47,8	10,12
Хадар	53,5	44,0	46,0	46,0	47,4	8,84
Виклик	56,8*	41,0	43,5	46,0	46,8	14,62
Ладны	51,0	43,5	46,0	46,0	46,6	6,75
Tolar	52,0	41,0	43,5	49,0	46,4	10,83
Гетьман	51,8	44,5	44,5	44,0**	46,2	8,10
Командор	49,3	43,0	44,5	47,5	46,1	6,22
Святогор	52,8	43,0	42,5	46,0	46,1	10,29
Бальзам	50,0	42,0	43,5	47,5	45,8	8,03
J.V. Maltasia	53,0	42,0	40,5**	47,5	45,8	12,58
Philadelphia	49,5	43,5	43,0	46,0	45,5	6,77
Мальовничий	53,2	42,0	40,5**	46,0	45,4	12,51
Pasadena	52,0	42,0	42,0	44,5**	45,1	10,49
Бровар	52,0	41,0	43,5	43,0**	44,9	10,85
Xanadu	51,0	43,0	40,0**	45,0	44,8	10,37
Козван	47,0**	40,0**	42,5	45,0	43,6**	6,97
Sebastian	49,5	40,0**	41,0	44,0**	43,6**	9,79
Середнє за роками	52,7	43,9	43,7	47,6	47,0	8,96
НІР ₀₅	3,8	3,3	3,0	2,9	3,4	

Примітка. * – показник істотно перевищує середнє по досліді; ** – показник істотно нижчий за середнє по досліді.

Результати апостеріорного порівняння років за рівнем прояву ознаки маса 1000 зерен

Рік	Маса 1000 зерен, середнє, г	a	b	c
2016	43,7	***		
2015	43,9	***		
2017	47,6		***	
2014	52,7			***

Примітка. Різні літери (групи) означають істотні відмінності при рівні значущості $p < 0,05$.

Серед вибірки сортів виділено такі, які мають високі показники маси 1000 зерен і натуре – Подив і Sofiara та невелику масу 1000 зерен, але високу натуре – Sebastian. Такі сорти є цінними в технологічному відношенні, так як забезпечують високий вихід продукції з одиниці товарної сировини при переробці. Сорти Етикет та Arikada, навпаки, при високому рівні маси 1000 зерен мають низьку натуре, що може негативно впливати на рентабельність переробки зерна.

**Мінливість природи зерна у сортів пивоварного ячменю в залежності від
генотипу та погодних умов**

Сорт	Природа зерна за роками, г/л				Середнє за сортами, г/л	Коефіцієнт варіації, %
	2014	2015	2016	2017		
Sofara	735	685	710	730	715	3,18
Хадар	735	710	700	715	715	2,06
Авгур	740	700	695	715	713	2,84
Sebastian	720	700	710	720	713	1,44
Подив	730	705	670	740	711	4,39
Shakira	725	675	710	730	710	3,50
Margret	730	685	700	715	708	2,74
Бальзам	725	680	690	730	706	3,54
Бровар	720	680	695	720	704	2,80
Tolar	710	685	695	725	704	2,35
Виклик	725	685	680	720	703	3,31
Інклюзив	720	685	665	740	703	4,81
J.V. Maltasia	725	685	695	705	703	2,43
Ладны	720	680	690	715	701	2,72
Мальовничий	720	690	680	710	700	2,61
Philadelphia	735	680	695	690	700	3,45
Kango	720	680	695	705	700	2,40
Beatrix	720	670	700	705	699	3,00
Святогор	710	675	685	720	698	3,01
Командор	720	670	665	730	696	4,81
Гетьман	715	670	685	715	696	3,23
Xanadu	710	670	690	715	696	3,11
Етикет	715	665	670	720	693	3,98
Козван	725	670	665	705	691	4,15
Atikada	720	660	680	705	691	3,85
Pasadena	710	660	680	695	686	3,11
Середнє за роками	722	681	688	717	702	2,49
НІР ₀₅	18,5	28,7	23,0	24,5	22,5	

Між масою 1000 зерен та природою існує тісна лінійна залежність. У наших дослідженнях встановлено істотну позитивну кореляцію між цими показниками, $r = 0,63$ (рис. 1).

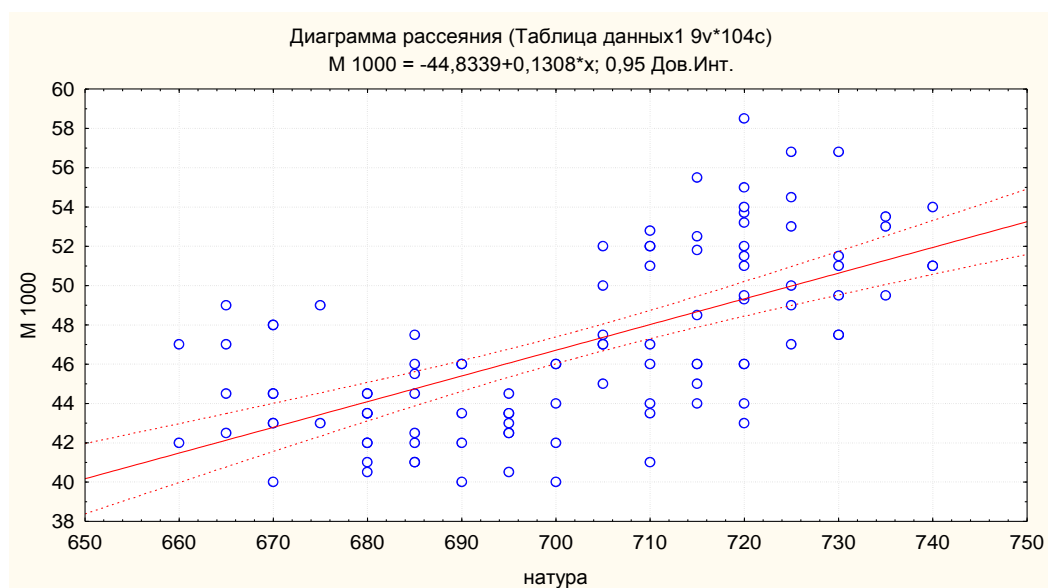


Рисунок 1. Залежність маси 1000 зерен та природи у сортів ячменю, 2014–2017 рр.

При більш детальному дослідженні впливу умов вирощування було встановлено істотну позитивну кореляцію між гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) у фазу колосіння-налив та рівнем маси 1000 зерен і натури, але істотну негативну – між ГТК в інші фази розвитку та рівнем натури. На масу 1000 зерен негативно впливало високе значення співвідношення кількості опадів та температури у фазі сходи-кущіння і кущіння-колосіння. Вплив ГТК на масу 1000 зерен під час дозрівання був неістотним (табл. 5).

Таблиця 5

Коефіцієнти кореляції між масою 1000 зерен, натурою та гідротермічними умовами в критичні фази розвитку ячменю

Ознака	Коефіцієнт кореляції між ознакою та ГТК у фазу розвитку				Коефіцієнт кореляції між ознакою та ГТК за всю вегетацію
	сходи-кущіння	кущіння-колосіння	колосіння-налив	налив-дозрівання	
Маса 1000 зерен	-0,30*	-0,36*	0,58*	-0,14	-0,13
Натура	-0,41*	-0,27*	0,33*	-0,44*	-0,25*

Примітка. * – значення істотні при рівні значущості $p < 0,05$.

У 2014 р. негативний вплив високих ГТК у фазі сходи-кущіння та кущіння-колосіння нейтралізуються позитивним впливом ГТК колосіння-налив. Тобто, ячмінь добре розкущився, утворилося багато бокових стебел, при цьому умови року сприяли максимальній реалізації маси 1000 зерен і натури. Навпаки, у 2017 р. недостатня вологозабезпеченість у фазу сходи-кущіння не сприяла утворенню великої кількості бокових стебел, тому врожай формувався переважно за рахунок основного колоса з крупним зерном. Тобто, спостерігався компенсаторний ефект.

У 2015 р. у фазу сходи-кущіння опадів було достатньо, ячмінь добре розкущився. Але впродовж кущіння-наливу була посуха, яка викликала запал та щуплість зерна, що призвело до зниження показників маси 1000 зерен та натури. Навпаки, надмірна зволоженість у 2016 р. під час проходження фаз розвитку від сходів до колосіння викликала посилений ріст вегетативної маси, що призвело до вилягання рослин, ураженості грибковими хворобами. Ці чинники в свою чергу понизили показники маси 1000 зерен та натури.

Висновки. Найсприятливішим для реалізації потенціалу генотипу ячменю за рівнем маси 1000 зерен та натури був вегетаційний період 2014 р. з оптимальним співвідношенням температури повітря та кількості опадів. При цьому для досліджених сортів за масою 1000 зерен та натурою ранжування сортів в основному не змінювалося за роками, що доводить сильний вплив генотипу в контролі цих ознак.

Підвищення показників маси 1000 зерен і натури є можливим за оптимальної вологозабезпеченості у фазі розвитку від сходів до наливу. Як посуха, так і надмірна вологозабезпеченість призводять за різних причин до зниження згаданих показників.

У сортів ячменю між масою 1000 зерен і натурою існує тісна лінійна залежність, $r = 0,63$. Варіабельність маси 1000 зерен у дослідженій вибірці сортів була слабкою або середньою, натури – дуже слабкою. При цьому розмах мінливості не залежав від рівня прояву ознаки.

Виділено сорти, цінні в технологічному відношенні – Подив, Sofiara та Sebastian, які можуть забезпечити високий вихід продукції з одиниці товарної сировини при переробці.

Список використаних джерел

1. Лінчевський А.А. 92 роки селекції ячменю в Селекційно-генетичному інституті. Зб. наук. праць Селекційно-генетичного інституту. 2008. Вип. 12 (52). С. 24–49.
2. Грязнов А.А. Качество зерна – побудительный мотив в селекции ячменя. Вестник Челябинского агроинжен. ун-та. 2007. № 49. С. 58–64.

3. Yadav V.K., Kumar R., Ram L. Genetic analysis of malt yield and some of its components in barley. *Plant Arch.* 2002. № 2. P. 269–273.
4. Langer I. Basic principles of malting barley breeding. 2003. DOI: 10.18832/kp2003015.
5. Karsai I., Mészáros K., Láng L., Bedo Z. Multivariate analysis of traits determining adaptation in cultivated barley. *Plant Breeding.* 2008. Vol. 120. No 3. P. 217–222. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2001.00599.x.
6. Nonaka S. Malting barley breeding in Japan. *JARQ.* 1973. Vol. 7. No 4. P. 223–227.
7. BMBRJ Strategic goals and targets for malting barley breeding and research 2018–2028. URL: www.barleycanada.com.
8. Barley. In: Shewry P.R., Ullrich S.E., editors. Elsevier, 2014.
9. Asres T., Tadesse D., Wossen T., Sintayehu A. Performance evaluation of malt barley: from malting quality and breeding perspective. *J. of Crop Science and Biotechnology.* 2018. No 21. P. 451–457.
10. Verma R.P.S., Sarkar B., Gupta R., Varma A. Breeding barley for malting quality improvement in India. *Cereal Research Communications.* 2008. Vol. 36. No 1. P. 135–145. DOI: 10.1556/CRC.36.2008.1.14.
11. Huerta-Zurita R., Barr J., Horsley R.D., Schwarz P.B. Predicting malt fermentability in malting barley breeding lines. *J. of the American Society of Brewing Chemists.* 2020. Vol. 78. Issue 1. P. 50–62. DOI: 10.1080/03610470.2019.1670037.
12. Fang Y., Zhang X., Xue D. Genetic analysis and molecular breeding applications of malting quality QTLs in barley. *Frontiers in Genetics.* 2019. No 10. P. 352. DOI: 10.3389/fgene.2019.00352.
13. Barley breeding and genetics. Univ. of Minnesota. USDA. URL: portal.nifa.usda.gov.
14. Psota V. Komise pro hodnoceni kvality odrudsladovnickeho jecmene. *Kvasny Prum,* 2003. № 49. S. 73.
15. Minarik F. Slechteni na sladovnickou a nutricni hodno zrna. In: *Jecmen.* SZN. Praha, 1985. S. 110.
16. MacLeod L.C. Breeding barley for malt and beer. *Barley Genetics VIII, Proc. of the 8th International Barley Genetic Symposium, Adelaide University, South Australia, 2000.* Vol. I. P. 8.
17. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Важеніна О.Є., Наумов О.Г., Весна С.В. Особливості пивоварних сортів ярого ячменю харківської селекції. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області.* 2009. Вип. 5. С. 36–44.
18. Беляков И.И. Технология возделывания ячменя. Москва: Агропромиздат, 1985. 120 с.
19. Пржувль Н., Молочилович В. Возделывание озимого и ярового пивоваренного ячменя в условиях Воеводины. *Современные принципы и методы селекции ячменя. Сб. тр. междунаrod. науч.-практ. конф. Краснодар, 2007.* С. 218–223.
20. Опанасюк И.В., Белкина Р.И. Качество зерна сортов ячменя и факторы, определяющие его в условиях северного Зауралья. *Вестник КрасГАУ.* 2012. № 3. С. 63–66.
21. Kassie Meharie, Tesfaye Kindie. Malting barley grain quality and yield response to nitrogen fertilization in the Arsi Highlands of Ethiopia. *J. of Crop Science and Biotechnology.* 2019. No 22. P. 225–234.
22. Rajivic V., Popovic V., Brankovic S., Terzic D. Grain yield and yield components of winter barley. *Agriculture and Forestry.* 2017. Vol. 63. Issue 1. P. 179–185. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.1.21.

References

1. Linchevskiy AA. 92 years of barley breeding of Plant Breeding & Genetical Institute. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiyno-genetychnogo instytutu.* 2008; 12(52): 24–49.
2. Griaznov AA. Grain quality is an operant motive in barley breeding. *Vestnik Cheliabinskogo agrozhenernogo universiteta.* 2007; 49: 58–64.
3. Yadav VK, Kumar R, Ram L. Genetic analysis of malt yield and some of its components in barley. *Plant Arch.* 2002; 2: 269–273.
4. Langer I. Basic principles of malting barley breeding. 2003. DOI: 10.18832/kp2003015.
5. Karsai I, Mészáros K, Láng L, Bedo Z. Multivariate analysis of traits determining adaptation in cultivated barley. *Plant Breeding.* 2008; 120(3): 217–222. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2001.00599.x.

6. Nonaka S. Malting barley breeding in Japan. JARQ. 1973; 7(4): 223–227.
7. BMBRJ Strategic goals and targets for malting barley breeding and research 2018–2028. URL: www.barleycanada.com.
8. Barley. In: Shewry PR, Ullrich SE, editors. Elsevier, 2014.
9. Asres T, Tadesse D, Wossen T, Sintayehu A. Performance evaluation of malt barley: from malting quality and breeding perspective. J. of Crop Science and Biotechnology. 2018; 21: 451–457.
10. Verma RPS, Sarkar B, Gupta R, Varma A. Breeding barley for malting quality improvement in India. Cereal Research Communications. 2008; 36(1): 135–145. DOI: 10.1556/CRC.36.2008.1.14.
11. Huerta-Zurita R, Barr J, Horsley RD, Schwarz PB. Predicting malt fermentability in malting barley breeding lines. J. of the American Society of Brewing Chemists. 2020; 78(1): 50–62. DOI: 10.1080/03610470.2019.1670037.
12. Fang Y, Zhang X, Xue D. Genetic analysis and molecular breeding applications of malting quality QTLs in barley. Frontiers in Genetics. 2019; 10: 352. DOI: 10.3389/fgene.2019.00352.
13. Barley breeding and genetics. Univ. of Minnesota. USDA. URL: portal.nifa.usda.gov.
14. Psota V. Komise pro hodnoceni kvality odrudsladovnickeho jecmene. Kvasny Prum, 2003; 49: 73.
15. Minarik F. Slechteni na sladovnickou a nutricni hodno zrna. In: Jecmen. SZN. Praha, 1985. S. 110.
16. MacLeod LC. Breeding barley for malt and beer. Barley Genetics VIII, Proc. of the 8th International Barley Genetic Symposium, Adelaide University, South Australia, 2000. Vol. I. P. 8.
17. Kozachenko MR, Vasko NI, Vazhenina OE, Naumov OG, Vesna SV. Peculiarities of spring brewing barley varieties originated in Kharkiv. Visnyk Tsentru naukovogo zabezpechennia APV Kharkivskoyi oblasti. 2009; 5: 36–44.
18. Beliakov II. Barley cultivation technology. Moscow: Agropromizdat, 1985. 120 p.
19. Przulj N., Momcilovic V. Winter and spring malting barley in the Vojvodina province conditions of growing. Current principles and methods of barley breeding. Proceed. of Internat. scien.-pract. conf. Krasnodar, 2007. P. 218–223.
20. Opanasiuk IV, Belkina RI. Grain quality of barley varieties and factors determining it in the northern Trans-Urals. Vestnik Krasnojarskogo GAU. 2012; 3: 63–66.
21. Meharie K, Kindie T. Malting barley grain quality and yield response to nitrogen fertilization in the Arsi Highlands of Ethiopia. J. of Crop Science and Biotechnology. 2019; 22: 225–234.
22. Rajivic V, Popovic V, Brankovic S, Terzic D. Grain yield and yield components of winter barley. Agriculture and Forestry. 2017; 63(1): 179–185. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.1.21.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ НАТУРЫ И МАССЫ 1000 ЗЕРЕН ПИВОВАРЕННЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Важенина О.Е., Васько Н.И., Солонечный П.Н., Солонечная О.В.
Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина

Цель исследования – создание высокоадаптивных сортов пивоваренного ячменя, для чего целесообразно определение особенностей изменчивости массы 1000 зерен и природы как показателей качества пивоваренного сырья в зависимости от генотипа и условий выращивания.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2014–2017 гг. В опытах площадь деланки 10 м², повторение четырехкратное, размещение деланок рандомизированное. Исходным материалом были 26 пленчатых двурядных ярового ячменя сортов разного происхождения.

Натуру зерна определяли с помощью литровой пурки. Существенность различий устанавливали по ANOVA, апостериорное сравнение – по Homogenous groups (Fisher LSD), коэффициенты вариации и корреляции – по программе STATISTICA 10.

Обсуждение результатов. В результате исследования выделены сорта с наибольшими (Етикет – 51,0 г и Подив – 50,7 г) и наименьшими показателями массы 1000 зерен (Козван и Sebastian – 43,6 г). Аналогичные сравнения проведены по натуре зерна, где выделены сорта с высокими (Хадар, Sofiara – 715 г/л, Авгур и Sebastian – 713 г/л) и низкими показателями (Pasadena – 686 г/л, Козван и Arikada – 691 г/л). Между массой 1000 зерен и натурой установлена тесная линейная зависимость, $r = 0,63$.

Самым благоприятным для реализации потенциала генотипа ячменя по уровню массы 1000 зерен и натуре был вегетационный период 2014 г. с оптимальным соотношением температуры воздуха и количества осадков.

Выделены сорта, ценные в технологическом отношении – Подив, Sofiara и Sebastian, которые могут обеспечить высокий выход продукции с единицы товарного сырья при переработке.

Выводы. У исследованной выборки сортов ячменя ранжирование по массе 1000 зерен и натуре не изменялось по годам, что говорит о сильном влиянии генотипа в контроле этих признаков. Повышение показателей массы 1000 зерен и натуре возможно при оптимальной влагообеспеченности в фазы развития от всходов до налива.

Вариабельность массы 1000 зерен была слабой или средней, натуре – очень слабой, что тоже свидетельствует о сильном генетическом контроле признаков.

Ключевые слова: натура зерна, пивоваренный ячмень, изменчивость, вариация, корреляция, генотип, влияние погодных условий

VARIABILITY OF THE TEST WEIGHT AND 1000-KERNEL WEIGHT OF BREWING BARLEY CULTIVARS DEPENDING ON THE GENOTYPE AND WEATHER CONDITIONS

Vazhenina O.E., Vasko N.I., Solonechnyi P.M., Solonechna O.V.
Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

The study purpose is to create highly adaptive brewing barley cultivars, for which it is advisable to evaluate the variability of the 1000-kernel weight and test weight as indicators of the brewing raw material quality, depending on the genotype and growing conditions.

Materials and methods. The study was conducted in 2014–2017. The experimental plot area was 10 m², in four replications. The plot arrangement was randomized. Twenty six two-row chaffy spring barley cultivars of different origin were taken as starting material.

The test weight was measured with a liter grain-unit scale. The significance of differences was determined by ANOVA. *Post hoc* comparison was performed by the Homogenous groups method (Fisher LSD). The coefficients of variation and correlation were calculated in the STATISTICA 10 application.

Results and discussion. In the study, cultivars with the highest (Etyket - 51.0 g and Podyv - 50.7 g) and the lowest 1000-kernel weight (Kozvan and Sebastian - 43.6 g) were identified. Similar comparisons were carried out for the test weight, and cultivars with high (Khadar, Sofiara - 715 g/L, Avhur and Sebastian - 713 g/L) and low (Pasadena - 686 g/L, Kozvan and Arikada - 691 g/L) values were identified. There was a close linear relationship between the 1000-kernel weight and test weight ($r = 0.63$).

The vegetation period of 2014 with the optimal balance of air temperature and rainfall was the most favorable for fulfillment of the barley genotype potential in terms of the 1000-kernel weight and test weight.

Technologically valuable cultivars have been distinguished: Podyv, Sofiara and Sebastian, which can provide a high yield of product per unit of marketable raw materials during processing.

Conclusions. In the studied sample of barley cultivars, the ranking by 1000-kernel weight and test weight did not change from year to year, indicating a strong role of the genotype in the control of these parameters. An increase in the 1000-kernel weight and test weight is possible with optimal watering during the development phases from emerging to filling. The variability of the 1000-kernel weight was weak or medium; the variability of the test weight was very weak, also indicating a strong genetic control of these parameters.

Key words: *test weight, brewing barley, variability, variation, correlation, genotype, influence of weather conditions*

UDC 635.658:575:581.16

DOI: 10.30835/2413-7510.2020.206962

A FEATURE COLLECTION OF LENTIL (LENS CULINARIS MEDIK.) BY NUTRITIOUS VALUE OF SEEDS

Vus N.A., Bezuglaya O.N., Kobyzeva L.N., Bozhko T.N., Vasilenko A.A., Shelyakina T.A.
Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

The results of studying the nutritional qualities of a basic collection of lentil (*Lens culinaris* Medik.) of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine (NCPGRU) are presented. A feature collection was compiled by nutritional value of seeds. The collection consists of 160 accessions (*macrosperma* – 57, *microsperma* – 103). The nutritional qualities of lentil seeds were evaluated by the following parameters: protein content, cooking rate, palatability, cotyledon color, seed coat color, resistance to infuscation, and seed size.

Key words: *lentil, collection, nutritional value, cooking properties, cotyledon color, seed coat color, protein, seed size*

Introduction. Grain legume cultivation is a reliable way to solve the protein problem. In Ukraine, as in many other countries, there is an acute shortage of protein. However, in addition to quantity, the quality of the protein consumed is no less important. Development of new food varieties of major grain legumes, including lentil, is the most important aspect of modern breeding. High-quality effective breeding requires careful selection of starting material. Evaluation of the existing gene pool and structuring it in collections for different purposes is a priority for genebanks around the world.

Literature review. According to FAO data, around 75 million tons of dietary protein are produced annually in the world, if necessary more than 125 million tons. The daily protein intake is 80–90 g, and the global production of animal protein is 4 times lower than the consumption level. Implementation of grain legumes into production is a way to overcome this situation [1]. More than half (57%) of the total protein intake by the population are plant products. However, in addition to the amount of protein, its quality is no less important [2, 3]. In countries that do not suffer from a lack of protein, there are high risks of diseases caused by an unbalanced diet, such as obesity, diabetes mellitus, atherosclerosis, and other non-infectious systemic diseases [4]. The modern food industry is focused on the processing of animal protein, as a source of energy, nutrition and stability of life. However, in recent decades, under the influence of environmental, economic, cultural and health risks, trends have been observed to reduce the consumption of meat per capita and replace it with vegetable protein as a strategy for ensuring the mankind's food and environmental safety [5].