GENETIC DIVERSITY OF WINTER DURUM WHEAT SPECIMENS OF THE TRAIT COLLECTION BY PASTA PROPERTIES AS A BASIS FOR CREATION OF NEW CULTIVARS

Aim. To identify new sources of winter durum wheat by valuable economic traits, to determine relationships between pasta properties and to form a trait collection on this basis.

Results and Discussion. Having comprehensively assessed valuable economic traits and pasta properties, we selected sources and reference accessions that significantly enriched the genetic diversity of the National Plant Gene Pool of Ukraine. They served as a basis for a trait collection by pasta properties. The trait collection of winter durum wheat by pasta properties (certificate No. 302 dated December 18, 2020) comprises 50 accessions from ten countries and reflects their diversity in terms of 20 traits and 73 levels of their expression, including flour and dry pasta color, weight increase, volume increase, cooking loss, the total pasta score, protein content in grain, vitreousness, as well as a number of valuable economic traits, in particular, disease resistance, performance, etc. Biologically, 48 accessions are cultivars and two are breeding lines. They represent one botanical species (T. durum Desf.) and four varieties (*megalopolitanum, hordeiforme, leucurum, niloticum*).

Conclusions. New comprehensively valuable sources with high resistance to biotic factors and high yields (127-164% related to the check cultivar) have been identified: Koral Odeskyi, Pributkova, Passat (UKR); Amazon, Teya, Odari (RUS); and XE 9710 (FRA). Lainer (UKR); Zolotko, Yakhont (RUS); Sani Bugda (AZE); Saturn 1 (BGR); XE 9710 (FRA), and others were noticeable for high values of the total pasta score. High vitreousness was recorded for Zolotko and Kurant (RUS). High protein content in grain was intrinsic to Zolote Runo (UKR), Kondurum (ROU) and others. The above-listed accessions are valuable starting material for creating new promising cultivars. It was found that there were significant correlations ($P<0.01$) between the total pasta score and dry pasta color ($r = 0.66$), between the total pasta score and cooked pasta volume ($r = -0.53$) and between the total pasta score and cooked pasta weight ($r = -0.52$).

Keywords: *collection, winter durum wheat, starting material, pasta properties, yield, source, reference accession.*

УДК 633.11:575:632.9 OI: 10.36814/pgr.2022.30.05

СОЛОНЕЧНА О. В., РЯБЧУН В. К., МУЗАФАРОВА В. А., ВЕЧЕРСЬКА Л. А, БОГУСЛАВСЬКИЙ Р. Л.
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН
Національний центр генетичних ресурсів рослин України
просп. Героїв Харкова, 142, Харків, 61060, Україна
E-mail: ncpgru@gmail.com

ОЗНАКОВА КОЛЕКЦІЯ ЯРОЇ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ ЗА МАКАРОННИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЦІННОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

У статті наведено результати вивчення у 2016 – 2019 роках зразків ярої твердої пшениці за макаронними властивостями, урожайністю, стійкістю до біотичних та абіотичних чинник. Сформовано та зареєстровано ознакову колекцію ярої твердої пшениці за макаронними властивостями. Колекція включає 64 зразки, які походять з 11 країн світу та диференційовані за 20 ознаками та 84 рівнями їхнього прояву. Зразки колекції подані сьома різновидами (*falcatimelanopus, hordeiforme, leucomelan, leucurum, melanopus, muticohordeiforme, rubriprovinciale*). Оцінка зразків за комплексом господарських ознак та макаронними властивостями дає можливість

© Солонечна О. В., Рябчун В. К., Музафарова В. А., Вечерська Л. А, Богуславський Р. Л.

виділити в якості вихідного матеріалу для селекції продуктивні зразки ярої твердої пшениці з високою якістю зерна, адаптовані до мінливих умов вирощування.

Ключові слова: *яра тверда пшениця, зразок, ознакова колекція, макаронні властивості, еталон, рівень прояву, урожайність, стійкість.*

ВСТУП

Виробництво зерна — основа вирішення продовольчої безпеки країни. Адже на його основі виготовляється значна частина продуктів харчування, зокрема макарони та хлібобулочні вироби. Макаронні вироби — якісний продукт харчування, адже у 100 грамах сухої речовини міститься до 60 – 70 г вуглеводів, вітаміни групи РР і В, мінеральні речовини К, Са, Р, Mq, Fe, харчові волокна, рослинний білок, майже не містяться жири. Енергетична цінність їх складає 300 – 350 ккал. Цей продукт швидко готується (5 – 20 хвилин). Готові до вживання вироби мають високі органолептичні властивості — добрий смак та приваблий зовнішній вигляд [1].

У залежності від якості й сорту борошна, яке використовують для виготовлення макаронних виробів, їх поділяють на три групи: А, Б, В і два класи: 1, 2. До групи А залічують макаронні вироби з борошна твердої пшениці. До групи Б належать макаронні вироби, виготовлені з борошна м’якої склоподібної пшениці. До групи В входять вироби з хлібопекарського борошна. До 1-го класу належать макаронні вироби, які виробляють з борошна вищого гатунку. Макаронні вироби 2-го класу виготовляють з борошна І гатунку. При цьому вироби кращої якості з янтарно-жовтим або солом`яно-жовтим кольором виготовляють зі спеціального макаронного борошна (semolina), яке отримують із зерна твердої пшениці [2].

Зерно твердої пшениці є незамінним джерелом сировини для виготовлення макаронних виробів високої якості. Вони добре засвоюються, мають нижчий глікемічний індекс, багаті на клітковину та рослинний білок [3, 4]. Завдяки органічним сполукам, що містяться у їх складі, вітамінам B_1, B_3, РР, таким мінеральних елементам як Ферум, Кобальт, харчовим волокнам ці вироби використовують у якості продукту для здорового та дієтичного харчування [5]. В Алматинському технологічному університеті за результатом вивчення хімічного складу макаронних виробів із сортів м`якої та твердої пшениці встановлено, що у виробах із м`якої пшениці кількість білка варіювала від 11,1 до 12,8 г/100 г, вуглеводів — від 64,9 до 75,6 г/100 г; вироби із твердої пшениці відрізнялись вмістом білка в межах 12,7–19,2 г/100 г, вуглеводів від 75,8 до 84,2 г/100 г та високим вмістом мінеральних речовин, з умістом таких елементів як, Калій і Фосфор, а також вітамінів групи Е, С і РР [6].

З розвитком макаронної промисловості та нових технологій виробництва до сировини висуваються більш високі вимоги, а саме: зерно має бути з високою натурою, з еластичною клейковиною, підвищеним вмістом каротиноїдів і білка, низьким вмістом золи [7]. Борошно з такого зерна при замісі повинно поглинати невелику кількість води, тісто повинно замішуватися за короткий час, бути твердим, легко формуватися, не розбухати, не липнути. Макарони мають бути гладкими та твердими, помірно збільшуватися в об`ємі [8]. Високий вміст каротиноїдів надає макаронним виробам приємного янтарно-жовтого кольору [9, 10]. В останні роки відзначається ріст споживання макаронних виробів при деякому зниженні кількості хлібобулочної продукції в раціоні населення, що обумовлено їх високими споживчими властивостями [11].

Тверда пшениця у порівнянні з м’якою майже не осипається, менше вражується хворобами та шкідниками. На родючих ґрунтах з дотриманням агротехнології дає вищі й стабільніші врожаї. Проте на землях із середньою родючістю поступається м’якій пшениці врожайністю. Це призводить до зменшення посівних площ під даною культурою в Україні та виробництва макаронної продукції переважно з борошна м’якої пшениці та імпортованої твердої пшениці [12]. Для сучасного сільськогосподарського виробництва потрібні нові сорти зі стабільною продуктивністю, високою якістю продукції та стійкістю до несприятливих умов вирощування [13]. Упровадження у виробництво нових сучасних сортів

ярої твердої пшениці вітчизняної селекції сприяє підвищенню врожайності зерна на 30 – 40 % [14].

Мета нашої роботи полягала у формуванні ознакової колекції ярої твердої пшениці, оцінці генетичного різноманіття зразків, їх систематизації та виділенні еталонів макаронних властивостей та цінних господарських ознак.

МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом для досліджень у 2016 – 2019 роках були 314 зразків ярої твердої пшениці колекції НЦГРРУ походженням з 14 країн світу (України, Росії, Білорусі, Казахстану, Італії, Франції, Азербайджану, Канади, США, Сирії, Ізраїлю, Ефіопії, Албанії, Мексики). Вивчення зразків проводили за загальноприйнятими методиками за класифікатором [15–17]. Аналіз макаронних властивостей проводили згідно методичних рекомендацій [18–19]. Уміст білка в зерні визначали методом інфрачервоної спектрометрії [20]. Посів проводили на полях спеціальної сівозміни дослідного поля інституту (сел. Елітне, Харківський район, Харківська область — місце знаходження 49°59′02N, 36°27′51E, 195 м над рівнем моря). Ґрунти представлені чорноземом потужним слабовилугованим, попередник — горох. Агротехніка — загальноприйнята для зони лісостепу України. Посів проводили в оптимальні для культури строки на ділянках площею 2 м^2 стандартним методом. Стандарт сорт Спадщина розташовували через 20 колекційних зразків.

Умови 2016 року були сприятливими для росту та розвитку культури. Весна була надмірно вологою та теплою, що сприяло нормальному розвитку рослин. Проте регулярні опади в травні та підвищення вологості ґрунту і повітря створили сприятливий мікроклімат для розвитку грибкових хвороб. На ярій твердій пшениці переважали піренофороз та бура листкова іржа. У червні та липні середньодобова температура перевищувала середньобагаторічне значення на 1,1–2,3ºС. Стан рослин оцінено переважно як добрий та задовільний. У липні в результаті сильних злив та шквального вітру спостерігали вилягання рослин, що дало можливість диференціювати колекційний матеріал за даною ознакою та виділити стійкі генотипи.

Весна 2017 року виявилась ранньою та затяжною. Найбільша кількість опадів у вигляді злив випала в других декадах квітня та травня. У літні місяці вологозабезпеченість ґрунту на посівах значно знизилася, але це не сильно вплинуло на ріст та розвиток твердої пшениці. Опади випадали в критичні періоди, а їх запаси при помірних температурах виявилися достатніми для формування врожаю Такі погодні умови дали можливість сформувати рослинам високу виповненість зерна та достатній рівень урожайності.

Умови 2018 року були несприятливими для ярої твердої пшениці. Критичний період — вихід рослин у трубку (кінець травня — перша декада червня) супроводжувався посухою. У літні місяці вологозабезпеченість ґрунту на всіх посівах дещо підвищилась, що дало можливість рослинам сформувати врожайність на середньому рівні.

Весняні місяці 2019 року були теплими й вологими. У червні в період колосіння та наливу зерна переважала нестійка погода з дефіцитом опадів. У липні вологозабезпеченість ґрунту на всіх посівах дещо підвищилась. Середня температура повітря в липні становила 21,4 °С, проте денна температура піднімалась до 30 – 33 °С, що негативно вплинуло на налив зерна.

Погодні умови років досліджень відрізнялись за температурним режимом та рівнем вологозабезпечення, що дало можливість оцінити та диференціювати зразки за врожайністю, якістю зерна, виповненістю і крупністю, стійкістю до хвороб та проти вилягання, виділити кращі генотипи.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

До ознакової колекції ярої твердої пшениці (*Triticum durum* Desf.) за макаронними властивостями за результатами багаторічної оцінки включено 64 зразки, які походять з 11 країн світу (серед них вітчизняні — 17 зразків та іноземні: з Казахстану — 22 зразки, Росії — дев`ять, Італії — три, Франції — три, Азербайджану — три, Канади — два, Білорусі, США, Сирії та Албанії — по одному зразку) та диференційовані за рівнем прояву 20 ознак. Зразки

колекції подані сьома різновидами (*falcatimelanopus, hordeiforme, leucomelan, leucurum, melanopus, muticohordeiforme, rubriprovinciale*).

Колекцію сформовано за 20 ознаками, серед яких окрім основних показників макаронних властивостей зерна (склоподібність зерна, колір борошна та макаронів, коефіцієнт розварюваності макаронів за масою та об`ємом, втрати сухих речовин, загальна оцінка макаронів) вивчено також цінні господарські ознаки: вегетаційний період, висота рослин, стійкість до хвороб та проти вилягання, маса 1000 зернин, урожайність, вміст білка в зерні. Виділено 123 нових еталонів різних рівнів прояву ознак (табл. 1).

Таблиця 1. **Зразки-еталони ознакової колекції ярої твердої пшениці за макаронними властивостями**

Ознака	Рівень прояву ознаки,	градація (бал)	Зразок-еталон
1	2	3	4
Колір борошна	темний чи білий з сіруватим відтінком	1	—
	жовтий з коричневим відтінком	2	—
	світло-кремовий (білуватий) чи жовтий з буруватим відтінком	3	Ертол, Бошак, KAZ
	кремовий	4	Терра, Харківська 46,UKR
	лимонно-жовтий та жовтий	5	Спадщина, UKR Капеіті 8 (Capeiti 8), ITA
Колір сирих макаронів	темний чи білий з сіруватим відтінком	1	—
	жовтий з коричневим відтінком	2	—
	світло-кремовий (білуватий) чи жовтий з буруватим відтінком	3	Бошак, KAZ Лавина, KAZ
	кремовий	4	Харківська 39, UKR Харківська 46,UKR
	лимонно-жовтий та жовтий	5	Меіса, UKR Деміра, UKR
Колір сухих макаронів	темний чи білий з сіруватим відтінком	1	Ксантія, UKR
	жовтий з коричневим відтінком	2	Целіноградська 85 (Целиноградская 85), KAZ
	світло-кремовий (білуватий) чи жовтий з буруватим відтінком	3	МІП Ксенія, UKR Харківська 39,UKR
	кремовий	4	Терас, UKR Новація, UKR
	лимонно-жовтий та жовтий	5	Капеіті 8, ITA Омський ізумруд (Омский изумруд), RUS
Коефіцієнт розварювання за об`ємом	4,5 і більше	1	Діана, UKR; Салаут, KAZ
	4,2 – 4,4	3	МІП Магдалена, UKR
	3,9 – 4,1	5	Асангали 20, KAZ
	3,6 –3,8	7	МІП Ксенія, UKR
	3,1 – 3,5	9	Надюша, UKR
Розварювання за об`ємом	дуже низьке	1	Діана, UKR; Салаут KAZ
	низьке	3	Омська степова, RUS
	середнє	5	Деміра, UKR Дар Чернозем'я 2 (Дар Черноземья 2), RUS
	високе	7	МІП Ксенія, UKR; ошак, KAZ
	дуже високе	9	Меіса, UKR; Надюша, UKR

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Коефіцієнт розварювання за масою	4,3 і більше	1	Діана, UKR
	3,9 – 4,2	3	Деміра, UKR; Безенчукська 205 (Безенчукская 205), RUS
	3,6 – 3,8	5	Лавина, KAZ
	3,3 – 3,5	7	Деміра, Ксантія, UKR
	3,0 – 3,2	9	Надюша, UKR; Меіса, UKR
Розварювання за масою	низьке	3	Діана, UKR
	середнє	5	Харківська 46, UKR
	високе	7	Деміра, UKR Ксантія, UKR
	дуже високе	9	Меіса, UKR Надюша, UKR
Втрати сухої речовини, %	7,7 і більше	1	Науриз 6, KAZ
	7,1 – 7,6	3	Кустанайська 28 (Кустанайская 28), KAZ
	6,6 – 7,0	5	Гордея, RUS; Євростар, CAN
	6,0 – 6,5	7	МІП Ксенія, Меіса, UKR
	5,9 чи менше	9	Надюша, Лавина, KAZ
Вміст каратиноїдів в зерні, мг/кг	дуже низький (< 2,00)	1	Джафані (Jafany), AZE
	низький (2,01 – 4,00)	3	Ксантія, UKR
	середній (4,01 – 6,00)	5	Омська бірюза (Омская бирюза), RUS
	високий (6,01 – 8,00)	7	—
Макаронні властивості (загальна оцінка)	погані	1	—
	нижче середніх	3	Діана, UKR
	середні	5	Деміра, UKR
	добрі	7	МІП Ксенія, UKR
	відмінні	9	Меіса, UKR; Надюша, UKR
Склоподіб-ність зерна, %	середня (61 – 70)	6	Омська бірюза, RUS
	вище середньої (71 – 80)	7	Харківська 39, UKR
	висока (81 – 95)	8	Ксантія, UKR
	дуже висока (> 95)	9	—
Вміст білка в зерні, %	дуже низький (< 10,2)	1	—
	низький (10,2 – 12,6)	3	МІП Райдужна, UKR
	середній (12,7 – 13,8)	5	Омська бірюза, RUS
	вище середнього (13,9 – 15,0)	6	Харківська 46, Харківська 39, UKR
	високий (15,1 – 16,2)	7	Спадщина, UKR
	дуже високий (>16,2)	9	Династія, Новація, UKR
Вміст білка в борошні, %	низький (< 12)	3	Кустанайська 28, KAZ
	середній (12 – 15)	5	Лілек (Лилек), RUS
	високий (> 15)	7	—
Урожайність, г/м^2	дуже низька — (< 100)	1	Ом Рабі 5 (Om Rabi 5), SYR
	низька (101 – 200	3	Арнаутка (Arnautka), ALB
	середня (201 – 300)	5	МІП Ксенія, UKR
	висока (301 – 400)	7	Харківська 39, UKR
	дуже висока (> 400)	9	Спадщина, Новація, UKR

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Маса 1000 зернин, г	низька (31 – 34)	3	Золотко, UKR
	нище середньої (35 – 38)	4	Омськая бірюза, RUS
	середня (39 – 42)	5	Терра, UKR
	вище середньої (43 – 46)	6	Харківська 27,UKR
	висока (47 – 50)	7	Деміра, UKR
	дуже висока (>50)	8	Вальнова (Valnova), ITA Сенаторе Капеллі (Senatore Cappelli), ITA
Тривалість вегетаційного періоду, діб	ультраскоростиглі (<80)	1	Лілек, RUS Милана, KAZ
	ранньостиглі (80 – 84)	3	МІП Ксенія, UKR
	середньостиглі (85 – 88)	5	Харківська 27, UKR
	пізньостиглі (89 – 92)	7	Вальнова, ITA
	дуже пізньостиглі (>92)	9	МІП Магдалена, UKR
Висота рослин, см	карлики < 50 см		Кандура (Candura), CAN
	напівкарлики 51 – 80 см		МІП Райдужна, UKR Капдюр (Capdur), FRA
	середньорослі 81 – 110 см		Харківська 39, UKR Прикраса, UKR
	високорослі 111 –140 см		Надюша, UKR; Карабаликська чорноколоса 20 (Карабалыкская черноколосая 20), KAZ
	дуже високорослі > 140 см		—
Стійкість проти вилягання	низька	3	Зогал-бугда (Zogal-bugda), AZE
	середня	5	Дамсинська 40 (Дамсинская 40), KAZ
	висока	7	Спадщина, UKR Харківська 27, UKR
	дуже висока	9	ІП Ксенія, Діана, UKR
Стійкість до борошнистої роси, бал	дуже низька	1	—
	низька	3	Золотко, UKR
	середня	5	Харківська 41, UKR Сеймур, KAZ
	висока	7	Спадщина, UKR Харківська 46, UKR
	дуже висока	9	Деміра, UKR МІП Райдужна, UKR
Стійкість до бурої іржі, бал	дуже низька	1	—
	низька	3	МІП Магдалена, UKR
	середня	5	Омський циркон (Омский циркон), RUS Омський ізумруд, RUS
	висока	7	Спадщина, UKR Харківська 46, UKR
	дуже висока	9	Терра, UKR Династія, UKR

Важливим показником якості є колір макаронів. Кращим вважається лимонно-жовтий та жовтий колір макаронних виробів. Середній вміст жовтих або каратиноїдних пігментів у зерні твердої пшениці складає 6,2 ± 0,13 мг/кг у сухій речовині та змінюється в залежності від сорту та умов вирощування від 2,8 до 12,3 мг/кг [21]. Під час розмолу зерна, замішування тіста та виготовлення макаронів відбувається окиснення каротиноїдів, фенолів та поліненасичених жирних кислот. Каталізаторами окиснення виступають ферменти липоксигеназа, поліфенолоксидаза, пероксидаза та альдегідоксидаза [22]. У кінцевому продукті накопичується бурий (коричневий) пігмент. Для

отримання макаронів золотисто-жовтого кольору достатньо мати зерно з концентрацією каротиноїдів 4,5 мг/кг за умови низької активності окиснювальних ферментів [23]. У досліджених нами зразків колір сухих макаронів змінювався від 1 до 9 балів. Найкращими за даною ознакою були зразки Омський ізумруд (RUS), Капеіті 8 (ITA), Шарк (AZE).

Також важливим показником є стан макаронів після варки. Об`єм відварених макаронів повинен збільшитися, а самі макарони повинні зберегти форму та еластичність, вони не повинні злипатися та утворювати грудки. Допустимий коефіцієнт розварювання за об`ємом та масою макаронів складає 3,0 – 4,3. За результатами наших досліджень колекційні зразки мали коефіцієнт розварювання за масою в межах 2,92 – 4,37 (2 – 9 балів). Високу оцінку 7 – 9 балів отримали зразки Меіса, Надюша, МІП Ксенія (UKR); Бошак (KAZ), Вальдур (FRA), Капеіті 8 (ITA) та ін. Коефіцієнт розварюваності за об`ємом у досліджуваних зразків складав 3,50 – 5,38 (1 – 9 балів). Більшість зразків мали низький та середній коефіцієнт розварюваності за об`ємом (1 – 5 балів). Високу оцінку (7 – 9 балів) отримали зразки Меіса, Деміра, Ксантія, Надюша, МІП Ксенія (UKR); Омский циркон (RUS); Розалія (BLR); Лавина, Бошак (KAZ); Вальдур (FRA); Капеіті 8 (ITA).

Високий рівень цих ознак (розварювання за об`ємом і масою) мали 8 зразків: Меіса, Надюша, МІП Ксенія (UKR); Бошак (KAZ); Вальдюр, Рандюр (FRA); Капеіті 8, Вальнова (ITA). Вода після варіння макаронів не повинна бути каламутною, адже це свідчить про втрату виробами поживних речовин. Втрати сухої речовини при варінні не повинні перевищувати 7,7 %. Коливання даної ознаки в колекційних зразків ярої твердої пшениці було в межах від 5,1 % (Надюша, Лавина) до 10,2 % (Науриз 6). За цією ознакою високу оцінку (9 балів) отримали також Дар Чернозем'я 2 (RUS) та Розалія (BLR).

Загальна оцінка макаронних властивостей зразків розраховувалась, як середнє таких ознак: колір макаронів, коефіцієнти розварювання за масою й об`ємом, втрати сухої речовини і складала від 3 до 9 балів. Стандарт Спадщина характеризувався середньою оцінкою (4,5 бали). Виділено 11 зразків ярої твердої пшениці з високими макаронними властивостями (загальна оцінка 7,0 – 9,0 балів). Характеристика даних зразків за врожайністю та цінними господарськими ознаками наведена в таблиці 2. Кращими за комплексом макаронних властивостей були зразки Меіса та Надюша (UKR) (загальна оцінка — 8 та 9 балів відповідно).

Таблиця 2. **Оцінка зразків ярої твердої пшениці з високими макаронними властивостями за врожайністю та цінними господарськими ознаками, 2016–2019 рр.**

Номер Національ-ного каталога	Назва зразка	Країна походження	Урожайність, г/ м2	Маса 1000 зернин, г	Вегетаційний період, діб	Стійкість до борошнистої роси, бал	Стійкість до бурої іржі, бал	Висота рослини, см	Стійкість проти вилягання, бал	Загальна оцінка макаронних властивостей, бал
UA0201075	Спадщина, ст.	UKR	415	48	84	9	8	100	7	4,5
UA0201632	Меіса	UKR	354	43	83	8	7	123	8	8,0
UA0201584	МІП Ксенія	UKR	274	42	80	8	7	81	9	7,0
UA0201631	Надюша	UKR	330	44	83	8	8	137	8	9,0
UA0201578	Омська бірюза	RUS	334	38	81	9	7	97	9	7,0
UA0201577	Дар Чернозем'я 2	RUS	397	48	81	8	8	99	8	7,0
UA0201433	Кустанайська 1	KAZ	307	39	87	7	9	93	7	7,0
UA0201430	Бошак	KAZ	351	38	85	6	8	95	7	7,0
UA0201585	Асангали 20	KAZ	347	44	81	8	8	117	8	7,0
UA0201573	Розалія	BLR	362	48	84	8	7	126	6	7,0
UA0201561	Вальдур	FRA	297	44	87	8	8	94	6	7,0
UA0201544	Капеіті 8	ITA	394	40	90	9	6	111	5	7,0

Окремі зразки поєднували в своєму генотипі і інші цінні ознаки: Меіса та Надюша (UKR) характеризувались високою стійкістю до хвороб та проти вилягання; Омська бірюза (RUS) та Капеіті 8 (ITA) — підвищеним рівнем урожайності та високою стійкістю до борошнистої роси; Дар Чернозем'я 2 (RUS) — урожайністю, крупністю зерна, стійкістю до хвороб та проти вилягання; Асангали 20 (KAZ) — стійкістю до хвороб та проти вилягання; Розалія (BLR) — крупністю зерна, стійкістю до хвороб.

До складу колекції включено 12 цінних зразків зареєстрованих у НЦГРРУ: Харківська 27, Харківська 39, Тера, Діана, МІП Райдужна, Дамсинська 40, Сенаторе Капеллі, Вальнова, Лілек, Безенчукська 205, Омський циркон, Капеіті 8.

ВИСНОВКИ

Зменшення посівних площ ярої твердої пшениці в Україні, а також більш висока закупівельна ціна на зерно, недостатня кількість якісних сортів призвела до виробництва макаронної продукції переважно з борошна м`якої пшениці або імпортованої сировини. Наші дослідження направлені на вирішення цієї проблеми. За результатом багаторічного вивчення в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр`єва НААН сформовано і зареєстровано (Свідоцтво № 301 від 14.12.2020 р.) ознакову колекцію ярої твердої пшениці за макаронними властивостями, що включає 64 зразки різного еколого-географічного походження, диференційовані за 20 ознаками і 84 рівнями їхнього прояву. Виділено джерела з високим рівнем прояву макаронних властивостей та господарських ознак: Меіса, Надюша, МІП Ксенія (UKR); Омська бірюза, Дар Чернозем'я 2 (RUS), Розалія (BLR), Бошак, Кустанайська 1, Асангали 20 (KAZ); Вальдюр (FRA); Капеіті 8 (ITA). Дана колекція сприятиме створенню нових сучасних сортів з високою якістю зерна, а також комплексом цінних господарських ознак.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Giacco R., Vitale M., Riccardi G. Pasta: Role in diet. In: Caballero B., Finglas P., Toldrá F., editors. The Encyclopedia of Food and Health. Elsevier Ltd.; Amsterdam, The Netherlands: 2016. P. 242–245.
2. Padalino L., Mastromatteo M., Lecce L., Spinelli S., Contò F., Del Nobile M.A. Effect of durum wheat cultivars on physico-chemical and sensory properties of spaghetti. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014. 94: 2196–2204. doi: 10.1002/jsfa.6537.
3. Dello Russo M., Spagnuolo C., Moccia S., Angelino D., Pellegrini N., Martini D. Nutritional Quality of Pasta Sold on the Italian Market: The Food Labelling of Italian Products (FLIP) Study. Nutrients. 2021. 13. 171. doi: 10.3390/nu13010171.
4. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. Москва: Де Липринт, 2007. 7 с.
5. Angelino D., Martina A., Rosi A., Veronesi L., Antonini M., Mennella I., Vitaglione P., Grioni S., Brighenti F., Zavaroni I. Glucose- and lipid-related biomarkers are affected in healthy obese or hyperglycemic adults consuming a whole-grain pasta enriched in prebiotics and probiotics: A 12-week randomized controlled trial. Journal of Nutrition. 2019. 149:1714–1723. doi: 10.1093/jn/nxz071.
6. Жилкайдаров А. Н. Совершенствование технологии макаронных изделий из перспективных отечественных сортов пшеницы *Triticum durum* и *Triticum aestivum*. Дис. на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072800 «Технология перерабатывающих производств». Алмааты, 2017. С. 110–112.
7. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов, 2001. 119 с.
8. Курс лекций «Генетика признаков качества сельскохозяйственных растений». Для аспирантов по направлению: 35.06.01 — сельское хозяйство. Краснодар, 2015. С. 10–11.
9. Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В. Оценка цвета макаронных изделий на колориметре Konika Minolta. Хранение и переработка сельхоз сырья, 2012. №5. С. 54–57.
10. Martins N., Isabel C.F.R. Ferreira. Wastes and by-products: Upcoming sources of carotenoids for biotechnological purposes and health-related applications. Trends in Food Science and Technology, 2017. Vol. 62. P. 33–48.
11. Князев Б. М., Нагудова Ф. Х. Зерновое хозяйство, 2003. № 5. С. 11–12.
12. Франченко Л. О. Вирощування твердої пшениці в Україні — крок до поліпшення її конкурентоспроможності на світовому ринку. Ефективна економіка. 2013. № 7. 85 с.
13. Тимошенкова Т. А., Решетова И. В. Продуктивность и качество зерна сортов *Triticum durum* в контрастных условиях влагообеспеченности степи Оренбургского Предуралья. Зерновое хозяйство России, 2016. №2. С. 20–23.

14. Лебідь Є. М., Рибка В. С., Шевченко М. С. Зернове виробництво Дніпропетровщини: стан і перспективи розвитку. Бюллетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ. 2006. № 28–29. С. 143–150.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351с.
16. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum L.* Ленинград, 1989. 42 с.
17. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. Прага,1988. 321 с.
18. Лукьянов В. В. Макаронное производство: Учеб. пособие. Ленинград: Пищепромиздат, 1935. 332 с.
19. Методичні рекомендації з оцінки якості зерна селекційного матеріалу. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків: Магда LTD, 2011. 69 с.
20. Chen Ye., Delaney L., Johnson S., Wendland P., Prata R. Using near infrared spectroscopy to determine moisture and starch content of corn processing products. Journal of Near Infrared Spectroscopy. 2017. Vol. 25. № 5. P. 348–359. doi:10.1177/0967033517728146
21. Colasuonno P., Marcotuli I., Lozito M.L., Simeone R., Blanco A., Gadaleta A. Characterizetion of aldegid oxidase (AO) genes involved in the accumuletione of carotenoid pigments in wheat grein. Frontiers in Plant Science. 2017. №8. 863. doi: 10.3389/fpls. 2017. 00863.
22. N`Diaye A., Haile J.M., Cory A.T., Clarke F.R., Clarke J.M., Knox R.E., Pozniak C.J. Singl marker and haplotype-based association analysis of semolina and pasta colour in elite durum wheat breeding lines using a high-density consensus map. Public Library of Science One. 2017. 12 (1): e0170941. doi: 10.1371/journal.pone.0170941
23. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М., Шутарева Г. М., Куликова В. А. Селекция твердой яровой пшеницы на высокое содержание каротиноидов в зерне. Сборник научных трудов ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Саратов: ООО Ракурс, 2009. С. 89–90.

REFERENCES

1. Giacco R, Vitale M, Riccardi G. 2016. Pasta: Role in diet. In: Caballero B., Finglas P., Toldrá F., editors. The encyclopedia of food and health. Amsterdam: Elsevier Ltd. p. 242-245.
2. Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Spinelli S, Contò F, Del Nobile MA. 2014. Effect of durum wheat cultivars on physico-chemical and sensory properties of spaghetti. Journal of the Science of Food and Agriculture. 94: 2196–2204. doi: 10.1002/jsfa.6537
3. Dello Russo M, Spagnuolo C, Moccia S, Angelino D, Pellegrini N, Martini D. 2021. Nutritional quality of pasta sold on the italian market: The food labelling of italian products (FLIP) study. Nutrients.13:171. doi: 10.3390/nu13010171
4. Skurikhin IM, Tutelyan VA. 2007. Tables of the chemical composition and caloric value of Russian food products: reference book. De Liprint. 7 p.
5. Angelino D, Martina A, Rosi A, Veronesi L, Antonini M, Mennella I, Vitaglione P, Grioni S, Brighenti F, Zavaroni I. 2019. Glucose- and lipid-related biomarkers are affected in healthy obese or hyperglycemic adults consuming a whole-grain pasta enriched in prebiotics and probiotics: A 12-week randomized controlled trial. Journal of Nutrition. 149:1714-1723. doi: 10.1093/jn/nxz071
6. Zhilkaydarov AN. 2017. Improvement of the technology of pasta from promising domestic wheat *Triticum durum* and *Triticum aestivum* varieties. [dissertation]. Almaaty: 110-112.
7. Vasilchuk NS. 2001. Spring durum wheat breeding. Saratov, 119 p.
8. Lecture course. 2015. Genetics of quality traits in agricultural plants. For post-graduate students in specialty 35.06.01 – agriculture. Krasnodar. 10-11.
9. Kazennova NK, Shneyder DV. 2012. Evaluation of pasta color on a colorimeter Konika Minolta. Khraneniye i pererabotka selkhoz *syrya*. 5: 54-57.

10. Martins N, Isabel C.F.R. 2017. Ferreira. Wastes and by-products: Upcoming sources of carotenoids for biotechnological purposes and health-related applications. Trends in Food Science and Te chnology. 62: 33-48.
11. Knyazev BM, Nagudova FKh. 2003. Zernovoye Khozyaystvo. 5: 11-12.
12. Franchenko LO. 2013. Durum wheat cultivation in Ukraine is a step towards improvement of its competitiveness at the global market. Efektyvna Ekonomika. 7. 85 p.
13. Timoshenkova TA, Reshetova IV. 2016. Performance and grain quality of *Triticum durum* varieties under contrast wetting in the steppe of the Orenburg Cis-Urals. Zernovoye Khozyaystvo Rossii. 2: 20-23.
14. Lebid YeM, Rybka VS, Shevchenko MS. 2006. Grain production in the Dnipropetrovsk region: state and development prospects. Biulleten Institutu Zernovoho Khoziaistva. Dnipropetrovsk, 28-29: 143-150.
15. Dospekhov BA. 1985. Methods of field experimentation. Moscow: Agropromizdat. 351 p.
16. CMEA international classifier of the genus *Triticum L.* 1989. 42 p.
17. Methods of breeding and evaluation of wheat and barley resistance to diseases in the CMEA countries. Prague. 1988. 321 p.
18. Lukyanov VV. 1935. Pasta production. Manual. Leningrad: Pishchepromizdat, 332 p.
19. Metodological guidelines for assessments of the grain quality of breeding material. Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev. 2011. Kharkiv: Mahda LTD. 69 p.
20. Chen Ye, Delaney L, Johnson S, Wendland P, Prata R. 2017. Using near infrared spectroscopy to determine moisture and starch content of corn processing products. Journal of Near Infrared Spectroscopy. 25(5): 348-359. doi: 10.1177/0967033517728146)
21. Colasuonno P, Marcotuli I, Lozito ML, Simeone R, Blanco A, Gadaleta A. 2017. Characterizetion of aldegid oxidase (AO) genes involved in the accumuletione of carotenoid pigments in wheat grein. Frontiers in Plant Science. 8:863. doi 10.3389/fpls. 2017. 00863.
22. N`Diaye A, Haile JM, Cory AT, Clarke FR, Clarke JM, Knox RE, Pozniak CJ. 2017. Singl marker and haplotype-based association analysis of semolina and pasta colour in elite durum wheat breeding lines using a high-density consensus map. Public Library of Science One. 12 (1): e0170941. doi: 10.1371/journal.pone.0170941.
23. Vasilchuk NS, Gaponov SN, Yeremenko LV, Parshikova TM, Popova VM, Shutareva GM, Kulikova VA. 2009. Spring durum wheat breeding for high-carotenoid grain. Sbornik Nauchnykh Trudov GNU NIISKh Yugo-Vostoka Rosselkhozakademii. Saratov: OOO Rakurs, P. 89-90

Солонечная О. В., Рябчун В. К., Музафарова В. А., Вечерская Л. А., Богуславский Р. Л.
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН
Национальный центр генетических ресурсов растений Украины
просп. Героев Харькова, 142, Харьков, 61060, Украина
E-mail: ncpgru@gmail.com

ПРИЗНАКОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПО МАКАРОННЫМ КАЧЕСТВАМ КАК ИСТОЧНИК ЦЕННОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Цель. Оценка генетического разнообразия образцов яровой твердой пшеницы, их систематизация, выделение эталонов макаронных качеств и ценных хозяйственных признаков, формирование признаковой коллекции.

Результаты и обсуждение результатов. В результате изучения в 2016–2019 годовг на основе генетического разнообразия образцов яровой твердой пшеницы коллекции НЦГРРУ было сформировано признаковую коллекцию по макаронным качествам. Коллекция включает 64 образца происхождением из 11 стран мира (среди них из Украины 17 образцов, а также зарубежные: из Казахстана — 22, России — девять, Италии — три,

Франции — три, Азербайжана — три, Канады — два, Беларуси, США, Сириии Албании — по одному образцу). Образцы в коллекции представлены одним ботаническим видом *Triticum durum* Desf. и семью разновидностями (*var. falcatimelanopus, var. hordeiforme, var. leucomelan, var. leucurum, var. melanopus, var. muticohordeiforme, var. rubriprovinciale*). Коллекция сформирована по 20 признакам, среди которых кроме основных показателей макаронных качеств зерна (стекловидность, цвет муки и макаронных изделий, коэффициент разваримости макарон по массе и объему, потери сухого вещества, общая оценка макаронных изделий изучались также и ценные хозяйственные признаки: длина вегетационного периода, урожайность, высота растений, устойчивость к болезням и полеганию, масса 1000 зерен, содержание белка в зерне и муке. Выделено 11 образцов яровой твердой пшеницы, имеющие высокие макаронные качества (общая оценка 7,0-9,0 баллов): Меиса, Надюша, МІП Ксения (UKR); Омская бирюза, Дар Черноземья 2 (RUS), Розалия (BLR), Бошак, Кустанайская 1, Асангалы 20 (KAZ); Вальдюр (FRA); Капеити 8 (ITA). В состав коллекции включено 12 ценных образцов, зарегестрированных в НЦГРРУ: Харьковская 27, Харьковская 39, Терра, МІП Райдужная, Дамсинская 40, Вальнова, Капеити 8, Сенатор Капелли и др.

Выводы. Уменьшение посевных площадей под яровой твердой пшеницей в Украине приводит к производству макаронных изделий в основном из муки мягкой пшеницы либо из импортированного сырья. Наши исследования направлены на решение этой проблемы. Признаковая коллекции по макаронным качествам представляет собой значнительную ценность для научного и производственного процесса. Она является исходным материалом для создания новых продуктивных сортов с высоким качеством зерна, а также комплексом важных хозяйственных признаков.

Ключевые слова: *яровая твердая пшеница, образец, признаковая коллекция, макаронные качества, эталон, уровень проявления, урожайность, устойчивость.*

Solonechna O. V., Riabchun V. K., Muzafarova B.A., Vecherska L.A., Bohuslavskyi R. L.
Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev of NAAS
National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine
142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine,
E-mail: ncpgru@gmail.com

TRAIT COLLECTION OF SPRING DURUM WHEAT BY PASTA PROPERTIES AS A SOURCE OF VALUABLE STARTING MATERIAL FOR BREEDING

Aim. To evaluate the genetic diversity of spring durum wheat accessions, to systematize them, to select reference accessions for pasta qualities and valuable economic traits, and to form a trait collection.

Results and Discussion. 2016-2019 studies resulted in the trait collection by pasta qualities based on the genetic diversity of spring durum wheat accessions from the NCPGRU collection. The trait collection comprises 64 accessions from 11 countries (including 17 Ukrainian accessions; the foreign ones were received from the following countries: 22 accessions from Kazakhstan; nine – from Russia; three – from Italy; three – from France; three – from Azerbaijan; two – from Canada; Belarus, USA, Syria, and Albania provided one accessions each). The collection accessions represent one botanical species (*Triticum durum* Desf.) and seven varieties (*var. falcatimelanopus, var. hordeiforme, var. leucomelan, var. leucurum, var. melanopus, var. muticohordeiforme, var. rubriprovinciale*). The collection was formed by 20 traits, including; in addition to the main indicators of pasta qualities of grain (vitreousness, flour and pasta color, weight increase, volume increase, cooking loss, total pasta score), valuable economic traits were also studied: growing period, performance, plant height, resistance to diseases and lodging, thousand kernel weight, protein content in grain and flour. Eleven spring durum wheat accessions with high pasta qualities (the total score of 7.0-9.0 points) were identified: Meisa, Nadiusha, МІП Kseniia (UKR), Omskaia Biriuza, Dar Chernozemia 2 (RUS), Rozaliia (BLR), Boshak, Kustanayskaia 1, Asangaly 20 (KAZ),