

# VARIABILITATEA ȘI HERITABILITATEA CARACTERELOR DE PRODUCTIVITATE LA GRÂUL COMUN

CZU: 633.11:581.15/.16

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.24.1-72.04>Membru corespondent al AȘM **Galina LUPAȘCU**E-mail: [galina.lupascu@sti.usm.md](mailto:galina.lupascu@sti.usm.md)ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3363-3595>Cercetător științific **Svetlana GAVZER**E-mail: [svetlana.gavzer@sti.usm.md](mailto:svetlana.gavzer@sti.usm.md)ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9435-1159>Cercetător științific **Nicolae CRISTEA**E-mail: [nicolae.cristea@sti.usm.md](mailto:nicolae.cristea@sti.usm.md)ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-7259-3884>

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM

## VARIABILITY AND HERITABILITY OF PRODUCTIVITY CHARACTERS IN COMMON WHEAT

**Summary.** During the 2020–2023 years, spike productivity and its associated characters were investigated in 45 genotypes of common winter wheat collection. It was found that the climatic conditions of the year had a decisive role for the level and correlational dependencies of the parameters under study. Genotypic variance, phenotypic variance, heritability coefficient in the broad sense, genetic and phenotypic coefficients of variation, genetic progress were calculated for the investigated characters. Through cluster analysis, 17 wheat genotypes with high spike productivity (2,68-3,44 g) were identified during four years of study that could serve as valuable parents for the creation of new genotypes.

**Keywords:** common wheat, productivity characters, correlations, source of variation, heritability, genetic progress.

**Rezumat.** Pe durata anilor 2020–2023 au fost cercetate productivitatea spicului și caracterele asociate acestuia la 45 de genotipuri de colecție de grâu comun de toamnă. După cum s-a constatat, condițiile climatice ale anului au avut un rol decisiv pentru nivelul și dependențele corelaționale ale parametrilor aflați în studiu. Au fost calculați varianța genotipică, varianța fenotipică, coeficientul de heritabilitate în sens larg, coeficienții genetici și fenotipici de variație, progresul genetic pentru caracterele cercetate. Prin analiză clusteriană au fost identificate 17 genotipuri de grâu cu productivitate înaltă a spicului (2,68-3,44 g) pe durata a patru ani de studiu care ar putea servi ca genitori valoroși la crearea noilor genotipuri.

**Cuvinte-cheie:** grâu comun, caractere de productivitate, corelații, sursă de variație, heritabilitate, progres genetic.

## INTRODUCERE

Grâul comun (*Triticum aestivum* L.) cu genomul AABBDD este o specie hexaploidă ( $2n = 6x = 42$ ) relativ tânără, apărută cu 8.500-9.000 de ani în urmă. Foarte curând cultura s-a răspândit la nivel global în noi habitate și condiții climatice, devenind destul de repede un aliment esențial al umanității [1]. Expansiunea globală fulminantă se datorează în mare parte aloploidiei sale, care a introdus o inovație genetică în diversitatea plantelor prin dobândirea de noi însușiri, interacțiuni intergenomice, plafonări ale mutațiilor. Aceste particularități genetice au contribuit la formarea unor calități gustative și nutritive prețioase ale produselor de panificație.

Grâul este cea mai importantă cultură cerealiară alimentară din țările cu climă temperată, reprezen-

tând aproximativ 20-50% din aportul total de calorii pentru om. Prin urmare, grâul joacă un rol primordial în securitatea alimentară și sporirea producției necesare pentru asigurarea populației globale în continuă creștere [2], fiind o sursă valoroasă de proteine, fibre alimentare, vitamina B și alți componenți fitochimici din dieta umană. În anii 2020 și 2021, producția mondială anuală de grâu a atins un record de 770 mt [3], China și India fiind doi producători de top. Considerat cândva hrana civilizațiilor occidentale, grâul a devenit unul dintre alimentele de bază ale umanității.

Grâul a suportat multe schimbări de mediu de-a lungul evoluției și, cu toate că s-ar putea adapta la schimbările climatice actuale, sunt necesare eforturi susținute pentru o mai bună valorificare și conservare a vastului bazin genetic al biodiversității sale de care depinde securitatea alimentară a țării. Evaluarea

fenotipică a germoplasmei este de mare importanță pentru îmbunătățirea agronomică și genetică a culturilor agricole. Lipsa variabilității genetice și indisponibilitatea soiurilor cu randament ridicat sunt principalele cauze ale producției agricole modeste în multe țări ale lumii [4]. Productivitatea boabelor de grâu constituie o trăsătură poligenică complexă influențată de o gamă largă de variabile. Așadar, identificarea structurii genetice a părților componente ale productivității este esențială pentru îmbunătățirea caracterului pe baza componentelor acestuia prin selecție indirectă, deoarece creșterea unei componente poate afecta pozitiv sau negativ celelalte. Numărul de frați, masa a 1.000 de boabe, lungimea spicului, numărul de spiculețe per spic etc., sunt asociate și pot fi utilizate pentru estimarea productivității la cereale [5; 6]. Întrucât s-au constatat relații pozitive puternice între productivitatea seminceră a genotipurilor de grâu și masa boabelor per spic ( $r=0,87$ ) se consideră că asemenea informații sunt necesare pentru eficientizarea programelor de ameliorare [4].

Potrivit autorilor [2], moștenirea calculată pentru un set de mostre este o proprietate a populațiilor și a mediului, genotipurile și condițiile de mediu nefiind, astfel, reprezentative pentru variabilitatea globală, iar estimarea eredității nu oferă concluzii exhaustive în privința unui caracter sau altul. Cu toate acestea, metodologia oferă o estimare mai realistă decât ereditabilitatea, determinată doar pe baza unei testări în care interacțiunile *genotip x mediu* nu sunt luate în considerare, iar variația aleatorie este mult mai mică și, prin urmare, ereditabilitatea mai mare.

Obiectivul principal al studiului a fost stabilirea particularităților de variație, ereditabilitate și progres genetic ale diferitor caractere asociate cu productivitatea spicului de grâu comun de toamnă.

## MATERIAL ȘI METODE

În calitate de material de studiu au servit genotipuri de colecție de grâu comun de toamnă: 1 – Avânt; 2 – S.i. Cubani 101; 3 – L Moldova 30; 4 – Selania; 5 – Aluniș; 6 – Căpriană; 7 – BȚ 16-04; 8 – Accent; 9 – Balada; 10 – Niconia; 11 – BȚ 43-42; 12 – Select; 13 – Trubion; 14 – Numitor; 15 – Urbanus; 16 – Python; 17 – Zvitlaga; 18 – Miranda; 19 – Centurion; 20 – Amor; 21 – Aneta; 22 – Neven; 23 – Vyara; 24 – Messino; 25 – Nasnaga; 26 – Moldova 11; 27 – Odeschi 267; 28 – L 641/19; 29 – L 642/19; 30 – L 643/19; 31 – Cuibo; 32 – ITC 12; 33 – ITC 30; 34 – GK Koros; 35 – Tika-Taka; 36 – Judița; 37 – Avenue; 38 – Rotax; 39 – Bucovina; SV; 40 – Speranța; 41 – Dacia; 42 – Transilvania; 43 – Turda 81; 44 – Appulum; 45 – Ardeal. Genotipurile au fost analizate

pe durata anilor 2020–2023 pe terenul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Universității de Stat din Moldova.

Condițiile agrometeorologice în anii de studiu s-au deosebit puternic. În anul 2020, fenomenele climatice au fost în general nefavorabile pentru formarea recoltei la multe culturi agricole, inclusiv la grâul de toamnă, din cauza regimului termic ridicat și a deficitului de precipitații, ceea ce a cauzat o secetă extremă, iar producția de boabe de grâu a scăzut cu 50,5% față de anul 2019. În 2021, condițiile meteo au fost mai favorabile creșterii și dezvoltării grâului de toamnă, iar în 2022 din nou s-a instalat seceta, volumul producției de grâu micșorându-se față de 2021 cu 45,6%. Cel mai favorabil an a fost 2023, în care recolta grâului în gospodăriile de toate categoriile s-a mărit cu 81,5% față de perioada similară a anului 2022 [12].

A fost analizat unul dintre caracterele de bază ale productivității grâului comun – masa boabelor per spic, g (MBS) și elementele asociate acesteia – lungimea spicului, cm (LS), numărul spiculețelor per spic (NSS), numărul boabelor per spic (NBS), masa unui bob, mg (MUB) pentru 20 de spice de la fiecare genotip.

Pentru analiza variabilităților genetice și fenotipice ale caracterelor de productivitate ale spicului au fost utilizate metodele propuse de [13]:  $\sigma_g^2 = (MSS - MSE)/r$ ;  $\sigma_e^2 = \sigma_g^2 + \sigma_{ph}^2$ ;  $h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_{ph}^2 \times 100\%$ ;  $PCV = 100 \times \sqrt{\sigma_{ph}^2} / X$ ;  $GCV = 100 \times \sqrt{\sigma_g^2} / X$ ;  $GA = K \times (\sigma_{ph}) \times h^2$ ;  $GAM, \% = 100 \times K \times h^2 \times \sigma_{ph}^2 / X$ , în care  $\sigma_g^2$  – varianța genotipică (*genetic variance*);  $\sigma_{ph}^2$  – varianța fenotipică (*phenotypic variance*);  $\sigma_e^2$  (*error variance*, sau VE) = MSE;  $h^2$  – coeficientul de ereditabilitate în sens larg (*heritability in broad sense*); PCV – coeficientul fenotipic de variație (*phenotypic coefficients of variation, %*); GCV – coeficientul genotipic de variație (*genotypic coefficients of variation, %*); GAM – (*genetic advance*); K – diferențialul de selecție = 2,06 la presiunea de selecție de 5%; X – media generală;  $\sigma_{ph}$  – deviația standard generală a caracterului.

Datele obținute au fost supuse analizei ANOVA și analizei clusteriene în pachetul de soft STATISTICA 7.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Datele obținute au demonstrat că asupra productivității spicului de grâu comun de toamnă și caracterelor asociate acesteia condițiile climatice ale anului au acționat diferit. Cei mai înalți indici pentru LS s-au înregistrat în anii 2022–2023: 10,12–10,36 cm; NSS – 2023: 21,9; NBS – 2021–2023: 66,8–70,6; MUB – 2023: 46,3 mg; MBS – 2023: 3,18 g. Anul 2020 a fost cel

mai nefavorabil pentru toate caracterele, iar de rând cu acesta, la fel de nefavorabil a fost anul 2021 pentru lungimea spicului, numărul spiculețelor per spic, masa bobului (figura 1).

Pentru succesul ameliorării este necesară cunoașterea relațiilor între numeroși componenți care împreună formează recolta și calitatea ei. Schimbările ce se produc în componenții recoltei afectează în mod direct producția de boabe, deoarece aceasta se formează prin contribuția separată a componenților săi [4]. În legătură cu cele menționate, s-a analizat gradul de dependență reciprocă a componenților de productivitate ai spicului (tabelul 1).

S-a determinat că coeficientul de corelație (r) între LS și NSS a variat în anii 2020–2023 în limitele 0,31\* ... 0,72\* (\*- p <0,05). Trebuie menționat că cea mai înaltă corelație (0,72\*) s-a înregistrat în anul cu secetă extremă (2020), iar cea mai mică (0,31\*) – în anul cu condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor de grâu (2023). Între NSS și NBS corelația a fost de 0,51\* ... 0,75\* (\*- p <0,05), ceea ce denotă capacitatea medie-înaltă de formare a boabelor în spiculețe. Corelațiile foarte slabe, fără suport statistic a dependenței NBS de MUB (-0,29 ... 0,02), denotă existența controlului genetic diferit al acestor două caractere.

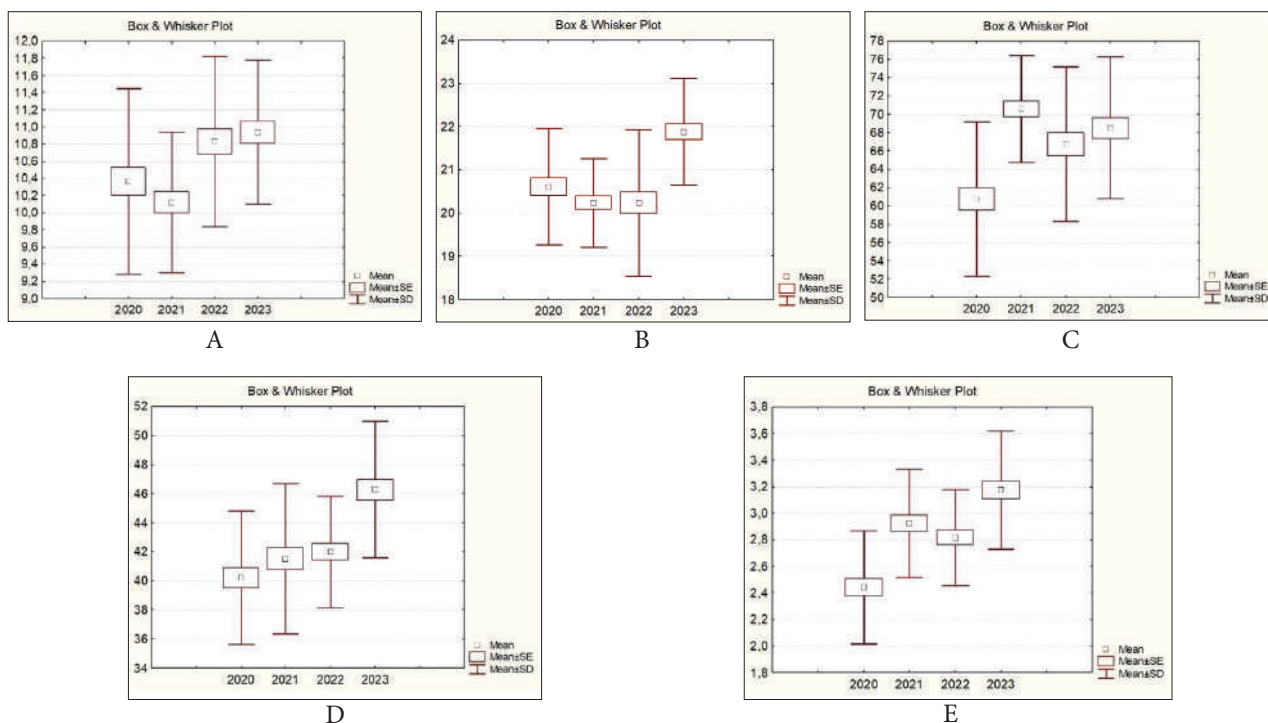
Masa boabelor per spic depinde în mod direct de două componente de bază – NBS și MUB. După cum s-a constatat, coeficientul de corelație (r) între MBS și

NBS a constituit 0,77; 0,50; 0,75; 0,72, iar între MBS și MUB – 0,64; 0,80; 0,40; 0,59 în anii 2020, 2021, 2022, 2023, respectiv. Media coeficientului de corelație pentru acești patru ani a constituit 0,69 în cazul dependenței MBS – NBS și 0,61 pentru MBS – MUB. Așadar, corelațiile înregistrate au depins de anii de studiu, fiind totuși mai pronunțate pentru MBS – NBS, corelație manifestată mai puternic (0,77) în condițiile de secetă extremă din anul 2020.

Analiza factorială a relațiilor *genotip – an – caracter al productivității spicului*, interacțiunilor și ponderii acestora în sursa de variație a caracterelor a demonstrat că factorul de an a avut un impact decisiv și a variat în limitele 71,91-91,42%, cea mai înaltă pondere în sursa de variație fiind înregistrată pentru MBS. Prin urmare, clasamentul soiurilor de grâu pe baza productivității spicului este puternic influențat de condițiile ambientale.

Ponderea genotipului în sursa de variație a LS, NSS, NBS, MUB, MBS a constituit 22,85; 12,15; 11,43; 10,37; 5,05%, respectiv. Rolul interacțiunilor *genotip x an* a fost mai puțin important, acestea prezentând 3,27-4,98% în sursa de variație a caracterelor aflate în studiu (tabelul 2).

Deși condițiile ambientale au fost foarte importante pentru nivelul și variabilitatea elementelor de productivitate ale spicului, variația genotipică și fenotipică a acestora a fost atât semnificativă, cât și



**Figura 1.** Nivelul mediu și variabilitatea elementelor de productivitate ale spicului în anii 2020–2023. A – lungimea spicului, cm; B – numărul de spiculețe per spic; C – numărul de boabe per spic; D – masa unui bob, mg; E – masa boabelor per spic, g.

Tabelul 1

## Legături corelaționale (r) între componentii de productivitate ai spicului de grâu comun de toamnă

Dependența	2020	2021	2022	2023
Lungimea spicului – numărul de spiculețe (LS – NSS)	0,72*	0,70*	0,60*	0,31*
Lungimea spicului – numărul de boabe (LS – NBS)	0,64*	0,66*	0,33*	0,33*
Numărul de spiculețe – numărul de boabe (NSS – NBS)	0,66*	0,58*	0,75*	0,51*
Numărul de boabe – masa unui bob (NBS – MUB)	0,02	-0,10	-0,29	-0,13
Masa boabelor per spic – numărul de boabe (MBS – NBS)	0,77*	0,50*	0,75*	0,72*
Masa boabelor per spic – masa unui bob (MBS – MUB)	0,64*	0,80*	0,40*	0,59*

\*p &lt; 0,05.

specifică fiecărui caracter particular. Astfel, cele mai înalte variante – genotipică și fenotipică – s-au înregistrat pentru NBS – 800,96 și 872,95, iar cele mai mici – pentru MBS: 4,14 și 4,38, respectiv (tabelul 3).

Coeficientul de heritabilitate – un parametru util pentru predicția succesului de ameliorare [14], a fost înalt pentru toate caracterele studiate și a variat în limitele 91,8-94,5 %.

Coeficientul genotipic de variație (GCV, %) este cel mai relevant indice pentru aprecierea varianței genetice. Valorile GCV și ale coeficientului fenotipic

de variație (PCV, %) pot fi joase (< 10 %), moderate (< 10-20 %) și înalte (≥ 20 %), iar valorile relativ înalte ale GCV pentru caracterele analizate demonstrează rolul important al genotipului în formarea fenotipului acestora, ceea ce are o importanță mare în crearea noilor forme [13].

Progresul genetic a înregistrat cele mai joase valori pentru NSS (18,48) și cele mai ridicate pentru MBS (46,86%). Pornind de la concepția larg acceptată, potrivit căreia asocierea nivelului înalt al coeficientului de heritabilitate cu progresul genetic este o dovadă a con-

Tabelul 2

## Analiza factorială a influenței genotipului și condițiilor anului asupra elementelor de productivitate ale spicului

Sursă de variație	Grad de libertate	Suma medie a pătratelor efectelor	Ponderea în sursa de variație, %
<b>Lungimea spicului</b>			
An	3	134,4*	71,91
Genotip	44	42,7*	22,85
Genotip x an	132	9,3*	4,98
Efecte aleatorii	3418	0,5	0,27
<b>Numărul de spiculețe per spic</b>			
An	3	547*	84,15
Genotip	44	79*	12,15
Genotip x an	132	22*	3,39
Efecte aleatorii	3419	2	0,31
<b>Numărul boabelor per spic</b>			
An	3	16091*	83,8
Genotip	44	2195*	11,43
Genotip x an	132	843*	4,39
Efecte aleatorii	3419	72	0,38
<b>Masa unui bob</b>			
An	3	6260*	85,11
Genotip	44	763*	10,37
Genotip x an	132	309*	4,20
Efecte aleatorii	3420	23	0,31

Masa boabelor per spic			
An	3	82,96*	91,42
Genotip	44	4,58*	5,05
Genotip x an	132	2,97*	3,27
Efecte aleatorii	3420	0,24	0,27

\*p < 0,05.

trolului aditiv al caracterului [13], oferind astfel oportunități deosebite pentru ameliorare, putem concludiona că cele mai mari șanse de reușită pot fi preconizate pentru MBS, NBS, MUB, LS.

Pentru clasificarea genotipurilor de grâu aflate în studiu pe baza MBS pe durata anilor 2020–2023, s-a procedat la analiza clusteriană utilizată pe larg în genetică și ameliorarea plantelor [15]. Prin analiză clusteriană centroidă (metoda *k*-means) s-a constatat că varianța interclusteriană a fost semnificativ ( $p < 0,05$ ) mai înaltă decât cea intraclusteriană în cei patru ani de studiu, iar raportul varianței interclusteriene la cea intraclusteriană a constituit 1,47; 1,31; 1,42; 1,21, respectiv, în anii 2020, 2021, 2022, 2023. Există o deosebire semnificativă între clusterelor de genotipuri în ceea ce privește media caracterului și tendința acestora (figura 2, tabelul 4).

De exemplu, în clusterul 2 (9 genotipuri) MBS a variat în limitele 2,64 ... 2,99 g, iar în clusterul 3 (7 genotipuri) – 2,27 ... 2,81 g. MBS în clusterelor 1 și 4 a înregistrat un diapazon mai larg: 1,75 ... 3,29 g și 2,24 ... 3,43 g. Clusterul 5 – cel mai numeros (17 genotipuri), s-a remarcat prin mărirea constantă a indicelui: 2,68; 2,95; 3,18; 3,44 g respectiv în anii 2020, 2021, 2022, 2023. Fenomenul s-ar putea explica prin efectul condițiilor de secetă severă din anul 2020, ca fundal de selecție a celor mai reziliente genotipuri capabile să asigure o productivitate bună a spicului în anii ulteriori.

### CONCLUZII

1. Studiul a 45 de genotipuri de colecție de grâu comun de toamnă pe durata anilor 2020–2023 a demonstrat că productivitatea spicului și componenții acesteia sunt variabile labile la condițiile ambientale, depinzând totodată diferențiat de factorul genotipic.

2. Condițiile climatice ale anului s-au reflectat asupra legăturilor corelaționale între componenții productivității spicului de grâu. În anii de studiu, coeficientul de corelație (*r*) a variat în limitele 0,31\* ... 0,72\* pentru relația *lungimea spicului – numărul de spiculețe per spic*; 0,33 ... 0,66\* – *lungimea spicului – numărul de boabe per spic*; 0,51\* ... 0,75\* – *numărul de spiculețe per spic – numărul de boabe per spic*; 0,50\* ... 0,77\* – *masa boabelor per spic – numărul de boabe per spic*; 0,40\* ... 0,80\* ( $p < 0,05$ ) – *masa boabelor per spic – masa unui bob*. Între numărul de boabe și masa unui bob corelația a fost nesemnificativă, ceea ce denotă controlul genetic independent al acestora, spre deosebire de celelalte caractere aflate în studiu.

3. După cum a demonstrat analiza factorială, condițiile anului au avut cea mai mare contribuție la formarea fenotipului caracterelor de productivitate ale spicului de grâu comun, ponderea acestora constituind 71,9 ... 91,4%. Factorul genotipic a contribuit cu 5,1 ... 22,9%, iar interacțiunile *genotip x an* –

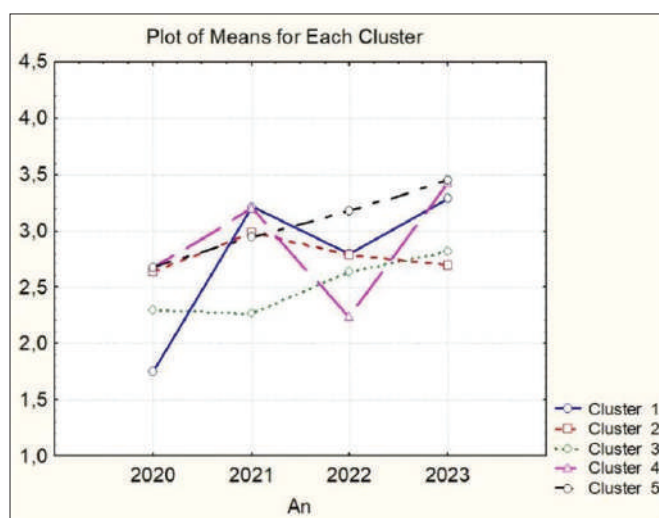


Figura 2. Analiza clusteriană a genotipurilor de grâu pe baza masei boabelor per spic (g).

Tabelul 4

## Analiza descriptivă a clusterelor de genotipuri de grâu comun

Cluster	An	x, g	$\sigma$	Genotip
1, n = 7	2020	1,75	0,38	2 – S.i. Cubani 101, 7 – BȚ 16-14, 13 – Trubion, 14 – Numitor, 41 – Dacia, 43 – Turda 81, 45 – Ardeal
	2021	3,21	0,34	
	2022	2,79	0,26	
	2023	3,29	0,44	
2, n = 9	2020	2,64	0,26	15 – Urbanus, 21 – Aneta; 25 – Nasnaga, 28 – L 641/19, 30 – L 643/19, 33 – ITC 30, 35 – Tika-Taka, 37 – Avenue, 42 – Transilvania
	2021	2,99	0,20	
	2022	2,79	0,26	
	2023	2,69	0,26	
3, n = 7	2020	2,30	0,26	12 – Select, 22 – Neven, 34 – GK Koros, 36 – Judița, 39 – Bucovina SV, 40 – Speranța, 44 – Appulum
	2021	2,27	0,30	
	2022	2,64	0,23	
	2023	2,81	0,47	
4, n = 5	2020	2,67	0,36	1 – Avânt, 3 – L Moldova 30, 6 – Căpriana, 16 – Python, 31 – Cuibo
	2021	3,20	0,19	
	2022	2,24	0,32	
	2023	3,43	0,17	
5, n = 17	2020	2,68	0,27	4 – Selania, 5 – Aluniș, 8 – Accent, 9 – Balada, 10 – Niconia, 11 – BȚ 43-42, 17 – Zvitlaga, 18 – Miranda, 19 – Centurion, 20 – Amor, 23 – Vyara, 24 – Messino, 26 – Moldova 11, 27 – Odeschi 267, 29 – L 642/19, 32 – ITC 12, 38 – Rotax
	2021	2,95	0,29	
	2022	3,18	0,27	
	2023	3,44	0,20	

3,3 ... 5,0% în sursa de variație a caracterelor asociate cu productivitatea spicului.

4. Variația genotipică ( $V_G^2$ ) și cea fenotipică ( $V_P^2$ ) a caracterelor spicului de grâu au înregistrat magnitudini diferite, variind în limitele 4,14 ... 800,95 și 4,38 ... 872,95, respectiv ale parametrilor  $V_G^2$  și  $V_P^2$ , ceea ce relevă implicarea diferențiată a factorilor genetici în expresia fenotipică a acestor caractere.

5. Asocierea valorilor înalte ale coeficientului de heritabilitate în sens larg (91,8-94,5%) și ale progresului genetic (22,2 ... 46,9%) pentru *lungimea spicului, numărul de boabe per spic, masa unui bob, masa boabelor per spic* relevă manifestarea controlului aditiv al caracterelor și oportunitățile înalte de creare a noilor genotipuri în termene restrânse prin selectarea plantelor pe baza acestor caractere.

6. Analiză clusteriană centroidă (metoda *k*-means) a identificat 17 genotipuri de grâu comun de toamnă – Selania, Aluniș, Accent, Balada, Niconia, BȚ 43-42, Zvitlaga, Miranda, Centurion, Amor, Vyara, Messino, Moldova 11, Odeschi 267, L 642/19, ITC 12, Rotax cu masa boabelor per spic înaltă: 2,68 ... 3,44 g pe durata anilor 2020–2024, care ar putea servi drept surse ale productivității la crearea noilor genotipuri.

## BIBLIOGRAFIE

- Levy, A.A., Feldman, M. Evolution and origin of bread wheat. In: Plant Cell, 2022, 34(7), 2549-2567.
- Mosleth, E.F., Lillehammer, M., Pellnyb T., et al. Genetic variation and heritability of grain protein deviation in European wheat genotypes. In: Field Crops Research, 255, 2020, 107896, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107896>
- FAO cereal supply and demand biref, 2021, [online] <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/> (consultat: 04.02.2022).
- Sucur, R., Mladenov, V., Banjac, B., et al. Phenotypic marker study of worldwide wheat germplasm. In: Italian Journal of Agronomy, doi: 10.4081/ija.2023.2194
- Li, J., Wen, S., Fan, C., et al. Characterization of a major quantitative trait locus on the short arm of chromosome 4B for spike number per unit area in common wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Theoretical and Applied Genetics, 2020, 133, 2259-2269, doi: 10.1007/s00122-020-03595-z
- Rana, P., Bishnoi, O.P., Chaurasia, H., et al. Genetic Variability and Correlation Coefficient Analysis in Wheat Genotypes for Grain Yield and Its Contributing Traits under Drought and Irrigated Condition. In: Ekin J., 2023, 9(2), 150-159.

7. Govindaraj, M., Vetriventhan, M., Srinivasan, M. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. In: Genet Res. Int., 2015, Vol. 2015, Article ID 431487, 14 p., doi: 10.1155/2015/431487
8. Tester, M., Langridge, P. Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World. In: Science, 2010, 327, 818-822.
9. Žilić, S., Barać, M., Pešić, M., et al. Characterization of Proteins from Grain of Different Bread and Durum Wheat Genotypes. In: Int. J. Mol. Sci., 2011, 12, 5878-5894.
10. Yadav, S.K., Singh, A.K., Pandey, P., et al. Genetic Variability and Direct Selection Criterion for Seed Yield in Segregating Generations of Barley (*Hordeum vulgare* L.). In: Am. J. Plant Sci., 2015, 6, 1543-1549.
11. Neyhart, J.L., Lorenz, A.J., Smith, K.P. Multi-Trait Improvement by Predicting Genetic Correlations in Breeding Crosses. In: G3 Genes Genomes Genet., 2019, 9, 3153-3165.
12. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2020, [online] [https://www.meteo.md/images/uploads/clima/2020\\_ro.pdf](https://www.meteo.md/images/uploads/clima/2020_ro.pdf) (consultat: 10.01.2024).
13. Balkan, A. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and quality traits in M2-4 generations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. In: Turkish Journal of Field Crops, 2018, 23, 173-179.
14. Rosmaina, Syafrudin, Hasrol, et al. Estimation of variability, heritability and genetic advance among local chili pepper genotypes cultivated in peat lands. In: Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2016, 22, nr. 3, 431-436.
15. Singh, M., Kumar, V., Shukla, R.S., Prasad, S. Cluster analysis of bread wheat genotypes for quality traits and yield under late sown conditions at Kymore hills of Narmada Valley. In: Journal of Cereal Research, 2022, 14(1), 82-88, <http://doi.org/10.25174/2582-2675/2022/119841>

**NOTĂ.** Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului 20.80009.7007.04 *Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității (2020–2023) și subprogramului 011102. Extinderea și conservarea diversității genetice, ameliorarea genofondurilor de culturi agricole în contextul schimbărilor climatice (2024–2027).*



Dumitru Peicev. *Glebus Sainciuc*, 1989, u. p., 75 × 60 cm.