# HERITABILITATEA UNOR CARACTERE AGROMORFOLOGICE LA COMBINAȚIILE HIBRIDE DE ORZ DE TOAMNĂ ÎN DIFERITE CONDIȚII DE AN

## HERITABILITY OF SOME AGROMORPHOLOGICAL TRAITS IN WINTER BARLEY HYBRID COMBINATIONS IN DIFFERENT CONDITIONS OF THE YEAR

**CZU: 575.1:631.527.5:633.16** **https://doi.org/10.59295/spd2024n.12**

**Tatiana GRIGOROV,**
ORCID: 0000-0003-1906-4322
e-mail: tatiana.grigorov@igfpp.md
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor,
Universitatea de Stat din Moldova
**Larisa ANDRONIC,**
ORCID: 0000-0002-2761-9917
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor,
Universitatea de Stat din Moldova
**Svetlana SMEREA**
ORCID: 0000-0002-1978-0452
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor,
Universitatea de Stat din Moldova

***Summary.*** *The aim of our research was to estimate the heritability ($h^2$,%) and genetic advantage (GA, %) of agro-morphological traits of winter barley hybrids forms (Strălucitor x Igri and Ciuluc x Igri) under different years conditions. Evaluation of genotypic variance components reveals high value of $h^2$ (>60%) associated with high (>20%) and moderate GA, % (10-20%) for important traits (**plant height, spike length, apical internode length, number of spikelets and kernel per spike, productive tillers per plant, thousand kernel weight**) in the 8 productive two-rowed and four-rowed selected hybrids forms. This reflects additive effects in the inheritance of traits, a fact that allowed the efficient selection of interest forms with the potential for use in the further breeding work of winter barley.*

***Keywords:*** *genetic advantage, quantitative characters, hybrid forms, heritability, autumn barley.*

***Cuvinte-cheie:*** *avantaj genetic, caractere cantitative, forme hibride, heritabilitate, orz de toamnă.*

## INTRODUCERE

Selectarea eficientă a formelor de orz cu caractere agrobiologice valoroase distinctive de cele inițiale este indispensabilă, deoarece diversitatea genetică a plantelor de cultură reprezintă materia primă pentru dezvoltarea soiurilor adaptate la condițiile climaterice variabile [1].

În rezultatul cercetărilor orientate spre extinderea variabilității și diversității orzului de toamnă au fost obținute combinații hibride prin încrucișarea genotipurilor de orz de toamnă din diferite zone geografice, ceea ce prezintă un interes deosebit pentru această cultură recalcitrantă, cu un nivel limitat al diversității genetice. Pentru utilizarea eficientă a formelor și liniilor de orz în programele de diversificare și ameliorare este necesară aprecierea potențialului genetic, naturii variabilității, factorilor majori ce contribuie la manifestarea fenotipică a caracterelor de interes și modalității de moștenire a diferitor elemente ale productivității [2]. Prin urmare, estimarea variației genotipice și fenotipice, a coeficientului de variație genotipică și fenotipică, heritabilității, avantajului genetic va determina condițiile eficiente pentru ameliorarea și implementarea selecției caracterelor valoroase la orzul de toamnă. Totodată, prezintă interes evaluarea heritabilității caracterelor agronomic valoroase la aceeași linie hibridă de orz de toamnă timp de mai multe generații, în diferiți ani de cercetare.

Luând în considerare cele relatate scopul lucrării a fost aprecierea heritabilității și avantajului genetic ale caracterelor agro-morfologice la formele hibride de orz de toamnă în dependență de condițiile de an.

## MATERIALE ȘI METODE

Pentru realizarea celor propuse au fost evaluate liniile hibride de orz de toamnă *Strălucitor* x *Igri*, *Ciuluc* x *Igri* (spice cu 2 și 4 rânduri) obținute prin încrucișarea formelor parentale s. Strălucitor, Ciuluc (spice cu 4 rânduri; or. Bălți, Moldova) și s. Igri (spice cu 2 rânduri; Marea Britanie, 2/0129). Astfel, au fost analizate 4 linii de orz de toamnă ($F_4$ - $F_6$) din varianta combinației hibride *Ciuluc* x *Igri (C* x *I)*: *C* x *I -9B* (spic cu 2 rânduri), cu valori mai ridicate ale indicilor: lungimea spicului principal (LSP), numărul de spiculețe (NSP), boabe per spic principal (NBSP), masei a 1000 boabe (MMB), care a prezentat stabilitate (3 generații) pentru expresia caracterelor morfologice ale frunzelor (frunze late, de culoarea verde-gălbuie, acoperite cu strat ceros subțire), toleranță la făinare în comparație cu forma paternă și celelalte linii hibride, maturitate timpurie; *C* x *I-1A-3* (spic cu 2 rânduri), *C* x *I-5A-9, C* x *I-10AB* (spic cu 4 rânduri) care se disting de formele parentale prin combianția valoroasă a caracterelor ce țin de arhitectura plantei (valori medii mai joase ale taliei plantei (TPL) și lungimii ultimului internod (LUI), pai gros) și caracterele ce determină direct productivitatea (valori mari ale MMB, boabe mari).

De asemenea, din variantele combinației -*Strălucitor* x *Igri (S* x *I)* au fost selectate 4 forme hibride: *S* x *I-3B, S* x *I-9B, S* x *I-6A* (spice cu 2 rânduri), cu valori mai înalte ale caracterelor NSP, NBSP, MMB și forma *S* x *I-26B* (spic cu 4 rânduri), cu valori mai joase ale TPL, LUI comparativ cu formele parentale. În plus, linia *S* x *I-3B* a prezentat stabilitate (3 generații) pentru expresia caracterelor morfologice ale spicului (spic compact, ariste de culoare galben-aprins)

Cu ajutorul programului STATGRAPHICS Plus (versiunea 5.1). a fost realizată analiza variației (ANOVA) a 7 caractere cantitative: TPL, LSP și LUI, NSP și NBSP,

MMB și numărul fraților fertili (NFF). În baza testului ANOVA, au fost calculate varianța genotipică și fenotipică, coeficientul variației genotipice (CVG) și fenotipice (CVF), avantajul genetic (AG,%), coeficientul de heritabilitate în sens larg ($h^2$,%) [3].

Valorile CVG și CVF au fost clasificate ca valori joase (<10%), medii (10-20 %) și înalte (>20%). Valoarea heritabilității a fost clasificată în indici mici (<30%), medii 30-60%) și mari (>60%). Valorile AG, % au fost clasificate în trei categorii: mic (<10%), moderat (10-20%) mare (>20%) [4].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Determinarea naturii și magnitudinii variabilității, precum și a factorilor esențiali ce contribuie la exprimarea fenotipică a caracterelor de interes la formele hibride de orz de toamnă este indispensabilă pentru realizarea unui proces de ameliorare eficient. Este cunoscut faptul că varianța genotipică indică despre contribuția factorilor genetici în manifestarea fenotipică a caracterului, iar varianța fenotipică aportul factorilor de mediu. Prin urmare, evaluarea indicilor variației caracterelor ce determină arhitectura și productivitatea la liniile hibride de orz de toamnă crescute în diferite condiții, timp de 2-3 ani, denotă că, valorile variației fenotipice (Vph) au fost mai mari decât cele ale variației genotipice (Vg), pentru toate caracterele, la toate combinațiile hibride de orz de toamnă. În același timp, diferența dintre valori este mică (1,01 - 1,20 ori) pentru majoritatea caracterelor la toate formele hibride analizate, ceea ce denotă aportul similar al condițiilor de mediu și genotipului în manifestarea caracterelor studiate (Tabelul 1 , 2).

**Tabelul 1.** Indicii variației ale caracterelor la combinațiile hibride *Strălucitor x Igri*

| Caractere | $\overline{xx}$ ± Es | Vg | Vph | CVG, % | CVF, % |
|---|---|---|---|---|---|
| **SxI - 26B** | **$F_4$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 64,97±2,04 | 130,91 | 131,28 | 17,61 | 17,64 |
| LSP, cm | 8,39±0,16 | 0,46 | 0,47 | 8,09 | 8,21 |
| LUI, cm | 14,06±0,70 | 10,03 | 10,23 | 22,52 | 22,75 |
| NFF | 1,87±0,15 | 0,04 | 0,06 | 10,14 | 12,79 |
| NSP | 68,76±1,36 | 21,62 | 22,84 | 6,76 | 6,95 |
| NBSP | 54,33±1,75 | 48,91 | 50,55 | 12,87 | 13,09 |
| MMB, g | 39,49±1,06 | 15,46 | 16,14 | 9,96 | 10,17 |
| **SxI - 6A** | **$F_4$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 87,09±2,19 | 172,30 | 172,97 | 15,07 | 15,10 |
| LSP, cm | 10,91±0,19 | 0,98 | 0,99 | 9,07 | 9,13 |
| LUI, cm | 20,66±0,72 | 13,65 | 13,85 | 17,89 | 18,02 |
| NFF | 2,31±0,15 | 0,22 | 0,24 | 20,45 | 21,20 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| NSP | 31,84±0,46 | 3,94 | 4,05 | 6,23 | 6,32 |
| NBSP | 26,89±0,50 | 2,53 | 2,71 | 5,92 | 6,12 |
| MMB, g | 55,60±0,75 | 4,83 | 5,29 | 3,95 | 4,14 |
| **SxI - 3B** | **$F_4$-$F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 78,78±1,84 | 102,56 | 103,05 | 12,85 | 12,89 |
| LSP, cm | 9,24±0,15 | 0,33 | 0,35 | 6,26 | 6,37 |
| LUI, cm | 25,69±1,25 | 44,96 | 45,26 | 26,09 | 26,18 |
| NFF | 2,79±0,15 | 0,01 | 0,03 | 3,68 | 6,40 |
| NSP | 28,44±0,34 | 0,64 | 0,74 | 2,81 | 3,02 |
| NBSP | 24,41±0,41 | 1,29 | 1,43 | 4,66 | 4,89 |
| MMB, g | 61,69±0,85 | 13,97 | 14,31 | 6,06 | 6,13 |
| **SxI - 9B** | **$F_4$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 76,46±1,99 | 110,14 | 111,07 | 13,73 | 13,78 |
| LSP, cm | 10,33±0,15 | 0,02 | 0,04 | 1,30 | 1,96 |
| LUI, cm | 22,01±1,31 | 50,53 | 50,87 | 32,30 | 32,41 |
| NFF | 2,17±0,13 | 0,13 | 0,14 | 16,50 | 17,44 |
| NSP | 28,17±0,37 | 0,33 | 0,46 | 2,04 | 2,42 |
| NBSP | 24,19±0,59 | 1,57 | 1,89 | 5,18 | 5,68 |
| MMB, g | 61,60±0,94 | 8,29 | 8,97 | 4,67 | 4,86 |

De asemenea, pentru aprecierea mărimii variabilității caracterelor evaluate este necesar de stabilit valorile CVG și a CVF, care indică despre gradul de variație a caracterelor în dependență de variația genotipului sau a mediului. Prin urmare, evaluarea gradului de variabilitate a caracterelor agromorfologice a atestat cele mai mici valori pentru parametrul LSP, liniile *S* x *I-9B* (CVG – 1,30%; CVF – 1,96%, ) și *C* x *I-9B* (CVG – 0,75%; CVF – 1,12%), iar pentru caracterul LUI, formele *S* x *I-9B* și *C* x *I-5-9*, cele mai înalte grade de variație genotipică (CVG – 32,30%; 39,81%) și fenotipică (CVF – 32,41%; 39,94%) la ambele combinații hibride (Tabelul 1 și 2).

**Tabelul 2.** Indicii varianței ale caracterelor la combinațiile hibride *Ciuluc x Igri*

| Caractere | $\overline{xx}$ ± Es | Vg | Vph | CVG, % | CVF, % |
|---|---|---|---|---|---|
| **CxI - 10AB** | **$F_4$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 80,02±2,11 | 179,49 | 179,98 | 16,74 | 16,76 |
| LSP, cm | 9,17±0,12 | 0,09 | 0,11 | 3,31 | 3,54 |
| LUI, cm | 20,14±0,85 | 24,75 | 24,93 | 24,70 | 24,79 |
| NFF | 2,17±0,14 | 0,22 | 0,23 | 21,44 | 22,22 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| NSP | 76,65±1,16 | 14,68 | 15,72 | 5,00 | 5,17 |
| NBSP | 54,99±1,46 | 36,66 | 37,98 | 11,01 | 11,21 |
| MMB, g | 43,11±0,70 | 9,50 | 9,79 | 7,15 | 7,26 |
| **CxI - 1A-3** | **$F_4$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 96,76±2,79 | 191,02 | 191,61 | 14,28 | 14,31 |
| LSP, cm | 10,89±0,23 | 1,10 | 1,11 | 9,61 | 9,67 |
| LUI, cm | 32,2±1,59 | 50,42 | 51,04 | 22,05 | 22,19 |
| NFF | 1,67±1,67 | 0,33 | 0,34 | 34,48 | 35,21 |
| NSP | 28,15±0,35 | 0,22 | 0,33 | 1,66 | 2,04 |
| NBSP | 22,14±0,50 | 0,21 | 0,46 | 2,07 | 3,08 |
| MMB, g | 66,69±1,05 | 1,64 | 2,69 | 1,92 | 2,46 |
| **CxI 5A - 9 - 4** | **$F_5$ - $F_6$ (2021-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 92,12±3,67 | 444,33 | 445,78 | 22,88 | 22,92 |
| LSP, cm | 11,26±0,21 | 0,28 | 0,31 | 4,67 | 4,98 |
| LUI, cm | 25,20±1,84 | 100,69 | 101,35 | 39,81 | 39,94 |
| NFF | 2,47±0,15 | 0,02 | 0,04 | 5,72 | 8,37 |
| NSP | 76,26±3,96 | 442,08 | 445,82 | 27,57 | 27,69 |
| NBSP | 58,42±3,41 | 301,10 | 304,58 | 29,70 | 29,87 |
| MMB, g | 51,33±2,03 | 127,89 | 128,58 | 22,03 | 22,09 |
| **CxI - 9B** | **$F_5$ - $F_6$ (2020-2022)** | | | | |
| TPL, cm | 120,86±2,15 | 158,55 | 158,98 | 10,42 | 10,43 |
| LSP, cm | 13,36±0,11 | 0,01 | 0,02 | 0,75 | 1,12 |
| LUI, cm | 31,33±1,11 | 36,23 | 36,49 | 19,21 | 19,28 |
| NFF | 3,79±0,19 | 0,55 | 0,57 | 19,53 | 19,93 |
| NSP | 37,16±0,29 | 0,87 | 0,93 | 2,51 | 2,60 |
| NBSP | 32,43±0,35 | 0,21 | 0,33 | 1,41 | 1,76 |
| MMB, g | 62,07±0,57 | 0,25 | 0,59 | 0,81 | 1,23 |

În plus, conform clasificării valorilor CVG și CVF menționate în compartimentul Material și Metodă, caracterele LUI, (la ambele combinații hibride, cu excepția liniilor *S* x *I-6A* și *C* x *I-9B)* și NFF (formele hibride: *S* x *I-6A, C* x *I-10AB, C* x *I-1A-3*), au fost atribuite grupei cu valori înalte (>20%) a indicilor respectivi. Similar, în această categorie, au fost incluse și caracterele TPL, NSP, NBSP, MMB la linia hibridă *C* x *I-5A-9.* Iar caracterele TPL (pentru ambele variante hibride, cu excepția liniei *C* x *I-5A-9*), LUI ( *S* x *I-6A, C* x *I-9AB*), NFF (*S* x *I-9B, C* x *I-9B*), NBSP ( *S* x *I-26AB;* și *C* x *I-10AB* ) și MMB (*S* x *I-26AB*), au fost incluse în clasa cu valori medii (10 - 20%) ale coeficientului de variație.

Grad mic de variație (< 10%) au prezentat parametrii: LSP, NSP, NBSP, MMB la trei linii hibride din combinația *Strălucitor* x *Igri* (*S* x *I-6A, S* x *I-3B, S* x *I-9B*) și două din varianta *Ciuluc* x *Igri* (*C* x *I-1A-3, C* x *I-9B*). Rezultate asemănătoare au fost comunicate de mai mulți cercetători atât la diferite soiuri, forme locale și linii mutante de orz [6]. Astfel, caracterele ce țin de arhitectura plantei (TPL și LUI) au prezentat un grad înalt și mediu de variație genotipică și fenotipică, iar indicii ce determină arhitectura spicului principal și productivitatea spicului (LSP, NSP, NBSP), precum și MMB au variat slab, cu unele excepții (Tabelul 1, 2).

De asemenea, este important de relevat că deși valorile CVF sunt mai înalte decât cele ale CVG, diferențele sunt mici (1,01 - 1,26 ori) pentru majoritatea caracterelor, la ambele combinații hibride de orz, pe parcursul a trei ani de cercetare. Acest fapt indică despre contribuția similară a factorilor de mediu și de genotip asupra variației caracterelor. La fel, diferențele mici între CVF și CVG pentru caracterele cantitative au fost obținute la diferite genotipuri de orz [6].

În scopul aprecierii naturii variabilității (ereditară sau neereditară) caracterelor agromorfologice evaluate a fost stabilită heritabilitatea în sens larg, parametru ce reprezintă cota variației fenotipice ereditare, ce se datorează variației genotipului pentru caracterul respectiv. Heritabilitatea ($h^2$) caracterelor analizate la combinațiile hibride *Strălucitor* x *Igri* a variat de la 99,72% (TPL) până la 33,08% (NFF), iar la variantele hibride *Ciuluc* x *Igri* de la 99,73% (TPL) până la 13,00% (MMB). Conform clasificării indicelui heritabilității, majoritatea caracterele au prezentat la ambele combinații hibride valori înalte (>60%) ale coeficientului de heritabilitate (Figura 1, 2).

Valorile înalte ale heritabilității la caracterele analizate la ambele combinații hibride de orz indică despre contribuția majoră a variației genotipului asupra variației fenotipice, stabilitatea expresiei fenotipice în diferite condiții ale mediului și răspunsul așteptat la selecție a caracterelor respective.

De asemenea, este un indicator despre fiabilitatea înaltă a valorii fenotipice a caracterelor și posibilitatea selectării eficiente a plantelor în baza acestei valori [1]. Cu toate acestea, heritabilitatea ridicată a caracterelor evaluate nu oferă o imagine completă asupra progresului așteptat ca răspuns la selecția întreprinsă [6].

În scopul precizării efectului final al selecției este necesar de determinat relația directă dintre indicele heritabilității și răspunsul la selecție, care se referă la avantajul genetic al caracterelor respective. Prin urmare, avantajul genetic reprezintă un indicator important al progresului genetic așteptat ca rezultat al selecției aplicate asupra caracterelor analizate și contribuie la sporirea utilității valorii heritabilității. În plus, aprecierea valorii heritabilității în asociere cu indicii avantajului genetic menționează despre efectele aditive sau neaditive a genelor în controlul caracterelor poligene.

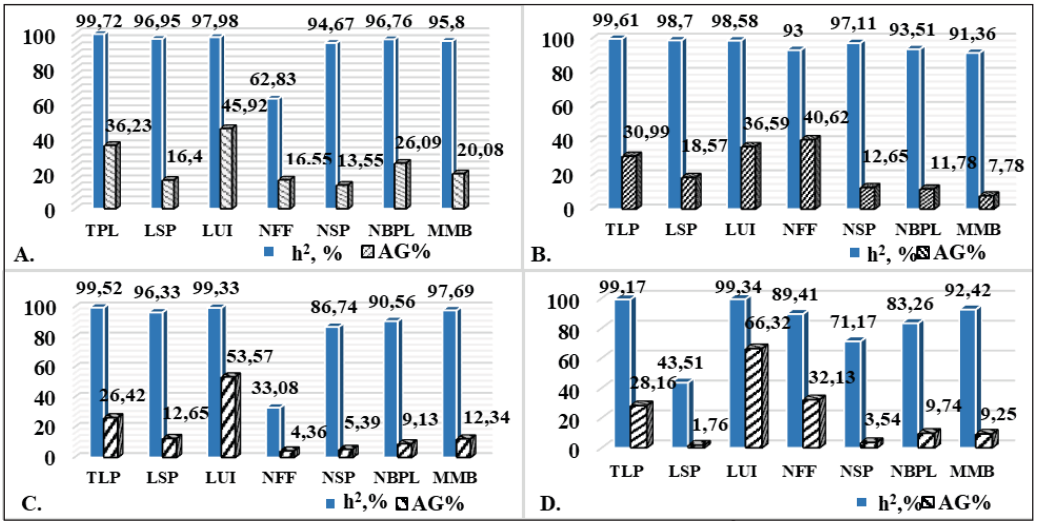



**Fig.1.** Reprezentarea grafică a indicilor heritabilității în sens larg ($h^2$, %) și avantajului genetic (AG, %) la combinația hibridă *Strălucitor* x *Igri:* **A.** *S* x *I-26AB,* **B.** *S* x *I-6A,* **C.** *S* x *I-3B,* **D.** *S* x *I-9B*

Heritabilitatea înaltă cuplată cu avantajul genetic ridicat (AG > 20%) a fost atestată pentru caracterele: TPL, LUI ( la ambele combinații, toate liniile hibride), NFF (la ambele variante hibride, liniile – *S* x *I-6A, S* x *I-9B și C* x *I-1A-3, C* x *I-9B,* spice cu 2 rânduri), NBSP, MMB (liniile hibride *S* x *I-26 AB, C* x *I-5A-9, C* x *I-10AB,* spice cu 4 rânduri) (Figurile 1, 2).

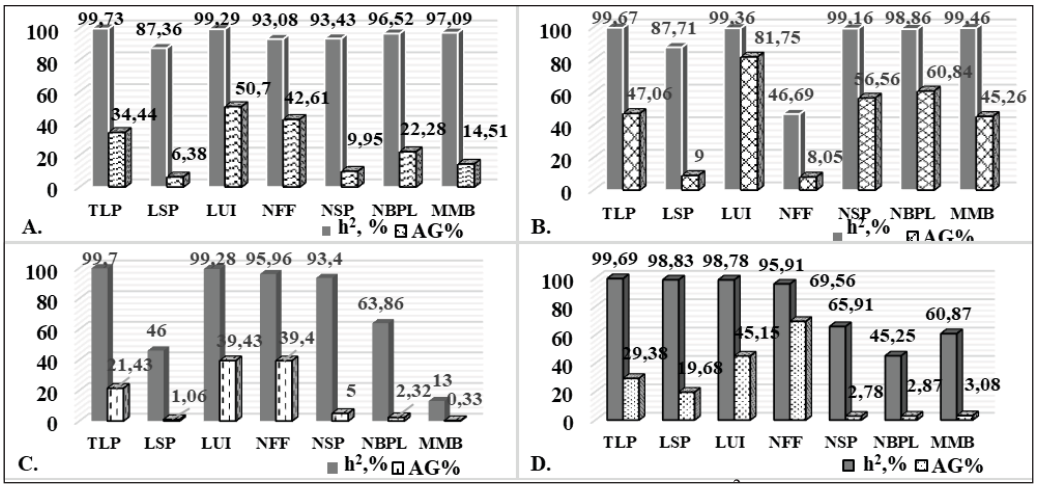



**Fig.2.** Reprezentarea grafică a indicilor heritabilității în sens larg ($h^2$, %) și avantajului genetic (AG, %) la combinația hibridă Ciuluc x *Igri:* **A.** *C* x *I-10AB,* **B.** *C* x *I-5A-9,* **C.** *C* x *I-1A-3,* **D.** *C* x *I-9B*

Valori similare ale parametrilor genetici pentru majoritatea din caracterele respective au fost relatate și de alți cercetători la diferite genotipuri de orz [7]. De asemenea, în cercetările realizate de noi, pentru caracterele LSP, NSP (liniile hibride *S* x *I-26 AB, S* x *I-6A* , *S* x *I-3B; C* x *I-1A-3* ) și MMB

(*S* x *I-3B*) s-au atestat valori moderate ale avantajului genetic (AG = 10 - 20%), combinate cu heritabilitatea înaltă. Prin urmare, la liniile hibride remarcate anterior, caracterele respective sunt guvernate de efectele aditive ale genelor și selecția pentru acești indici poate fi eficientă și avantajoasă. Totodată, este necesar de menționat că caracterele: LSP (liniile hibride *S* x *I-9B; C* x *I-10AB, C* x *I-5-9, C* x *I-9B*), NSP, NBSP (*S* x *I-3B, S* x *I-9B; C* x *I-1A-3, C* x *I-9B*) au prezentat heritabilitate înaltă cuplată cu un avantaj genetic scăzut (Figurile 1, 2). Astfel, putem presupune că în manifestarea acestor caractere sunt implicate efectele genice neaditive (dominante și epistatice) și selecția poate fi dificilă. Cu toate acestea, indicii respectivi pot fi luați în considerare în ameliorarea orzului.

## CONCLUZII

Totalizând, cele expuse putem relata că evaluarea componentelor variației genotipice a scos în evidență valori ale heritabilității înalte asociate cu avantaj genetic moderat sau ridicat pentru caractere agronomice valoroase la majoritatea liniilor hibride evaluate, ceea ce reflectă efectele aditive în moștenirea caracterelor respective, fapt ce permite selecția eficientă a formelor de interes cu potențial de utilizare în ameliorare.

## REFERINȚE

1. SCHMITZ, S., et al. Crop diversity, its conservation and use for better food systems. The crop trust perspective. In: *United Nations Food Systems Summit.* 2021, pp.1-4.
2. DRAGOV, R., et al. Genetic variability, heritability and genetic advance for important quantitative traits related to the productivity and quality in F2 generation of durum wheat: part II. In: *bulg. J. Agric. Sci.*, 2022, vol. 28 (4), pp.699–708. ISSN: 13100351
3. FALCONER, D., Introduction to quantitative genetics. 3th Ed. In: *Logman Scientific and Technical, Logman House, Burnt Mill, Harlow, Essex, England*. 1989, 438p. ISBN:0470211628
4. FALCONER, D., MACKAY, T. Introduction to quantitative genetics. In: *4th Ed.* 1996, *Benjamin Cummings, England*. 464 p. ISBN-10: 0582243025.
5. GHIMIRE, N. H., MAHAT, P. M., Variability, heritability and genetic advance of advanced breeding lines of barley *(Hordeum vulgare* L.) under mountain environment of Nepal. In: *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci*. 2019, vol. 6 (11), pp. 34-42. ISSN: 2348-8069.

6. DYULGEROVA, B. et al. Yield and Yield-related Traits of Advanced Lines of Winter Barley. In: *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 2021, vol. 5(4), pp. 344-351. ISSN: 2602-4772.
7. MATIN, M. et al. Genetic Variability and Path Analysis Studies in Barley (*Hordeum vulgare L.*). In: *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.*, 2019, vol 7(2), pp.243-247. ISSN: 2091-2609.

*NOTĂ.* Cercetările au fost realizate în cadrul subprogramului 011101 „*Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice*”, finanțat de către Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova.