

Corelația între caractere la linii extrase fără selecție dintr-o combinație hibridă între forme parentale de grâu contrastante.

I. Producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor

Correlation between characters in lines extracted without selection from a hybrid combination between contrasting wheat parents.

I. Grain yield, yield components and grain size

Vasile Manda¹, Gabriela Șerban¹, Cristina-Mihaela Marinciu¹,
Indira Galit¹, Costică Ciontu², Nicolae N. Săulescu¹

Abstract

Due to the need for continuously increasing wheat production, the yield components have been intensively studied over time. Wheat grain yield is the product of the number of grains per square meter and the grain size often expressed as one-thousand grain weight (TGW). The number of grains per m² is the product of the number of ears per m² and the number of grains per spike, while TGW has three basic components, the length of the grains, the width of the grains and the density shape factor, which sums up deviations from a parallelepiped shape of the grain and density differences.

In the present paper, we aim to establish how grain size characters are transmitted, as well as to find forms with positive deviations valuable for improvement.

From the crossing of two contrasting genotypes, one with long grains (G603) and another with smaller grains (Glosa), several sister lines were extracted without selection. We analyzed the production components and determined the correlations between them. We found that genetic progress through the accumulation of favorable characteristics is possible, but there are difficulties due to the negative correlations that appear between the production components.

Cuvinte cheie: producție, grâu, componentele producției, dimensiunile boabelor, corelații.

Keywords: wheat, yield, yield components, grain dimensions, correlations.

INTRODUCERE

În lume cele mai importante cereale sunt porumbul, orezul și grâul, care asigură cea mai mare parte din necesarul de proteine vegetale pentru hrana umană. Prognoza pentru

¹INCDA Fundulea. E-mail: mandea_2009@yahoo.com

²USAMV București

următorii 30 de ani este că cererea de grâu va crește cu 60%, dar producția ar putea scădea treptat datorită epuizării resurselor naturale și a schimbărilor climatice (Wu și colab., 2015). Încă de la luarea în cultură a grâului forma și mărimea boabelor au fost factori importanți de selecție, deoarece influențează producția și calitatea grâului (Kumar și colab., 2015).

O metodă posibilă de creștere a potențialului de producție al grâului, este prin creșterea greutateii individuale a boabelor. În principiu este de dorit evitarea formării boabelor în vârful spiculețelor deoarece în pozițiile aflate la distanță mai mare de rahisul spicului, nutriții ajung mai greu iar boabele rămân mai mici (Calderini și Ortiz-Monasterio, 2003).

În România ameliorarea mărimii boabelor a constituit o preocupare constantă, numeroase din soiurile lansate de-a lungul timpului fiind caracterizate prin boabe mari (Săulescu, 1984; Racz și colab., 2013). Concomitent, au fost efectuate cercetări privind ereditatea mărimii boabelor pentru a facilita ameliorarea acestei însușiri (Săulescu, 1970, 1972; Giura și Săulescu, 1996; Manda și colab., 2016; Manda 2017; Manda și Săulescu, 2018), evidențiindu-se și rolul important pe care îl joacă fenomenul de compensare a componentelor producției (Manda și colab., 2019).

Pentru a avea o imagine mai clară a posibilităților de ameliorare a formei și dimensiunii boabelor de grâu, este necesară o cunoaștere mai bună a factorilor genetici și fiziologici care determină aceste trăsături. Au fost necesare analize în dinamică a unor parametri ca absorbția de apă, acumulările de materie uscată, și dimensiunile bobului pe parcursul formării și creșterii boabelor de grâu. Volumul și greutatea finală a boabelor s-a corelat cu lungimea boabelor, dovedindu-se a fi un caracter foarte important. Foarte importantă s-a dovedit a fi prima treime a perioadei umplerii boabelor, deoarece în această perioadă pericarpul are o creștere considerabilă (Lizana și colab., 2010).

Marshall și colab. (1984, 1986) au arătat că efectul mărimii bobului asupra randamentului de făină este mai mare decât efectul formei bobului, mai ales că selecția pentru o formă sferică s-a corelat negativ cu mărimea boabelor, anulând orice creștere a randamentului de făină provenită din schimbarea formei.

Creșterea mărimii boabelor de grâu poate aduce sporuri de producție și prin îmbunătățirea vigoriei timpurii. Prin creșterea mărimii embrionilor a crescut atât suprafața foliară la 50 de zile de la desprimăvărat (vigoare timpurie) cât și biomasa înainte de anteză, ceea ce a determinat o creștere de producție cu 12% (Botwright și colab., 2002).

Cercetări anterioare au arătat că există o corelație puternică între înălțimea plantei și MMB. O ipoteză plauzibilă a acestei corelații ar fi faptul că o tulpină mai înaltă poate stoca în preanteză mai multe asimilate, care prin translocare vor fi folosite ulterior la umplerea boabelor. Având în vedere această corelație puternică între talie și MMB obținerea unor linii de grâu semipitice cu MMB ridicat ar putea fi un proces de durată (Giura, 2021; Zhang și colab., 2013).

Cercetările prezentate în această lucrare au avut ca obiectiv cunoașterea relației dintre producția de boabe și componentele sale, inclusiv dimensiunile boabelor, așa cum apare aceasta în segregarea rezultată în urma hibridării între forme de grâu contrastante. Analiza corelațiilor între caractere la linii extrase fără selecție din combinații hibride poate oferi informații utile asupra posibilităților de combinare a mai multor caractere utile în urma

recombinării. Interesul poate fi mai mare în cazul combinațiilor hibride între forme parentale contrastante.

MATERIAL ȘI METODE

În anul 2013 s-a efectuat hibridarea dintre două forme de grâu complementare, linia de grâu G603 cu boabe lungi și mari cunoscută ca având masa a o mie de boabe foarte ridicată și soiul de grâu Glosa cu boabe mai mici dar producții mai mari. Linia G603 a fost selectată din combinația hibridă între soiul Cologna și linia F6-75, unde Cologna este o selecție dintr-o populație locală italiană cunoscută pentru boabele foarte lungi. Linia G603 a prezentat o masă a 1000 boabe apropiată de 60 g în majoritatea anilor la Fundulea, în vreme ce majoritatea soiurilor au avut MMB între 35 și 45 g. Greutatea mare a boabelor a liniei G603 este asociată cu o lungime mai mare a boabelor (Giura și Săulescu, 1996).

În anul 2015 din populația F2 s-au extras la întâmplare elite, iar timp de cinci ani s-a repetat alegerea unei singure elite din fiecare descendență, fără a se practica vreo selecție conștientă.

Optzeci de genotipuri în generația F6 rezultate au fost studiate alături de părinții lor în anul 2020-2021 pe parcele de șase m² recoltabili. Pe parcursul perioadei de vegetație s-au făcut trei tratamente cu fungicid pentru a se preveni bolile foliare și ale spicului. S-a determinat la fiecare parcelă din cele două repetiții talia, densitatea și numărul mediu de boabe în spic.

După recoltare s-a determinat în laborator masa a o mie de boabe, folosindu-se aparatul de numărat boabe Contador și o balanță electronică cu 2 zecimale. Lungimea boabelor și lățimea boabelor au fost determinate cu analizorul de semințe Marvin.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Tabelul 1 prezintă coeficienții de corelație între producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor la liniile extrase fără selecție din combinația hibridă G603*Glosa, în care părintele G603 este o formă înaltă, cu boabe lungi și MMB ridicată, dar este mai puțin productiv, iar soiul Glosa este mai scund, are mai multe boabe în spic și productivitate mai ridicată.

Producția de boabe a fost semnificativ corelată cu numărul de boabe în spic ($r = 0,67$) și cu numărul de spice la unitatea de suprafață ($r = 0,24$).

Tabelul 1

Corelațiile între producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor
(Correlation between grain yield, yield components and grain size)

	Producția	Nr. spice/mp	Nr. boabe/spic	MMB	Lungime bob	Lățime bob	Factor F*D
Producția de boabe	1						
Nr. spice/mp	0,24	1					
Nr. boabe/spic	0,67	-0,35	1				
MMB	0,13	0,02	-0,40	1			
Lungime bob	-0,22	0,03	-0,50	0,60	1		
Lățime bob	0,11	-0,01	-0,35	0,88	0,26	1	
Factor Formă-Densitate	0,43	0,05	-0,02	0,72	-0,06	0,74	1

Bold = semnificativ pentru $P < 5\%$.

În schimb, deși mărimea boabelor este implicată direct în determinarea recoltei, variația MMB nu s-a corelat în urma segregării cu variația producției de boabe ($r = 0,13$).

Dintre caracterele care descriu dimensiunile boabelor, numai Factorul Formă-Densitate (Factorul F-D) a fost semnificativ corelat cu producția de boabe ($r = 0,43$), în timp ce lungimea și lățimea boabelor nu s-au asociat semnificativ cu producția în urma segregării.

Corelațiile evidențiază compensarea dintre componentele producției. Astfel, numărul de boabe în spic a fost corelat semnificativ negativ cu numărul de spice la unitatea de suprafață ($r = -0,35$) și cu MMB ($r = -0,40$), în timp ce variația desimii lanului nu a fost asociată semnificativ cu variația mărimii boabelor. Efectul negativ al unui număr mai mare de boabe în spic asupra MMB se explică prin reducerea lungimii și lățimii boabelor, cauzate probabil de competiția pentru asimilate. Numărul de boabe în spic nu a fost însă asociat semnificativ cu modificarea Factorului F-D.

Corelația pozitiv semnificativă dintre lungimea și lățimea boabelor, confirmă rezultatele obținute anterior (Manda, 2017) la analiza spicelor generației F2 ale aceleiași combinații hibride. Aceasta sugerează că selecția pentru boabe mai lungi poate avea efecte pozitive și asupra lățimii boabelor.

Analiza distribuțiilor corelate pentru fiecare pereche de caractere oferă informații suplimentare utile pentru ameliorare. După cum se poate observa din figura 1, în urma segregării s-au obținut doar două linii mai productive decât soiul Glosa, amândouă având o desime a lanului asemănătoare celor doi părinți. Producții asemănătoare soiului Glosa s-au obținut la două linii cu densități superioare.

17

**Corelația între caractere la linii extrase fără selecție
dintr-o combinație hibridă între forme parentale de grâu contrastante.
I. Producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor**

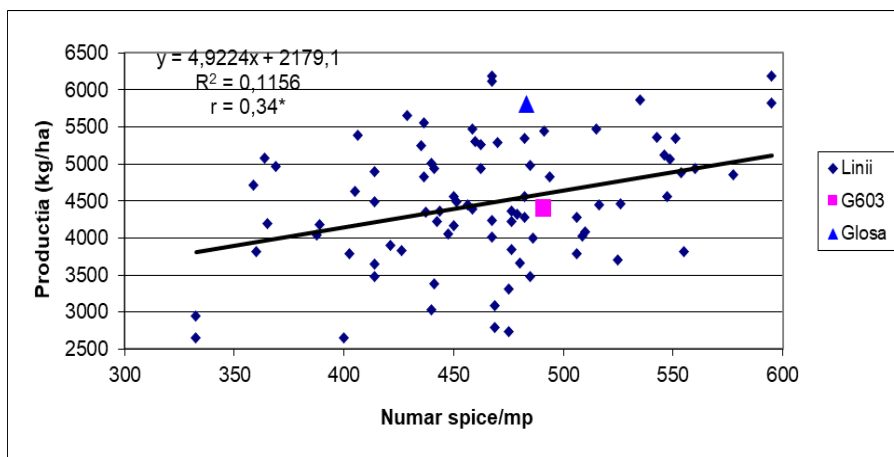


Figura 1 – Distribuția corelată a numărului de spice/m² și producției de boabe
(Correlated distribution of the number of ears/m² and grain yield)

Din figura 2 se poate observa că în urma recombinării s-au obținut numeroase linii transgresive pentru numărul de boabe în spic, una din ele având producție superioară soiului Glosa. Recombinarea a dus însă și la obținerea a numeroase linii cu mai puține boabe în spic decât părintele G603.

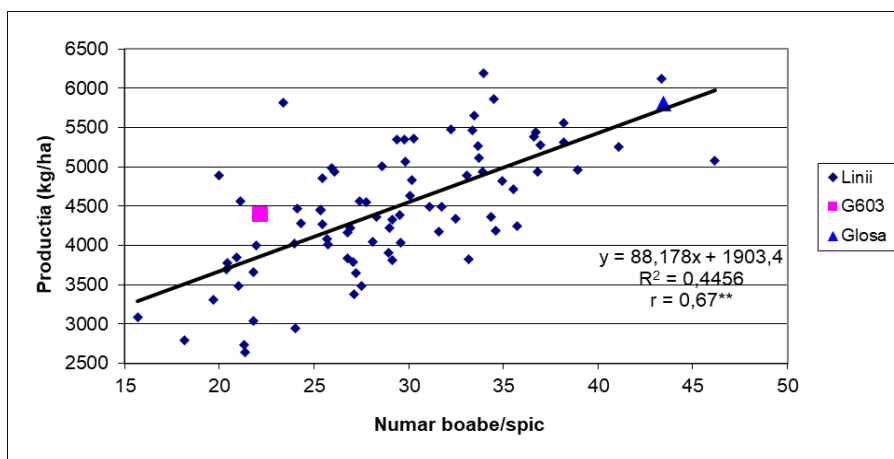


Figura 2 – Distribuția corelată a numărului de boabe/spic și producției de boabe
(Correlated distribution of the number of grains/ear and grain yield)

Figura 3 ilustrează faptul că mărimea boabelor nu a fost asociată cu producția la liniile segregante studiate. Se poate observa că 2 linii cu masa a 1000 boabe apropiată, sau chiar superioară părintelui G603 au dat producții superioare sau egale cu soiul Glosa, ceea ce sugerează că există posibilitatea de a combina producții ridicate și boabe mari.

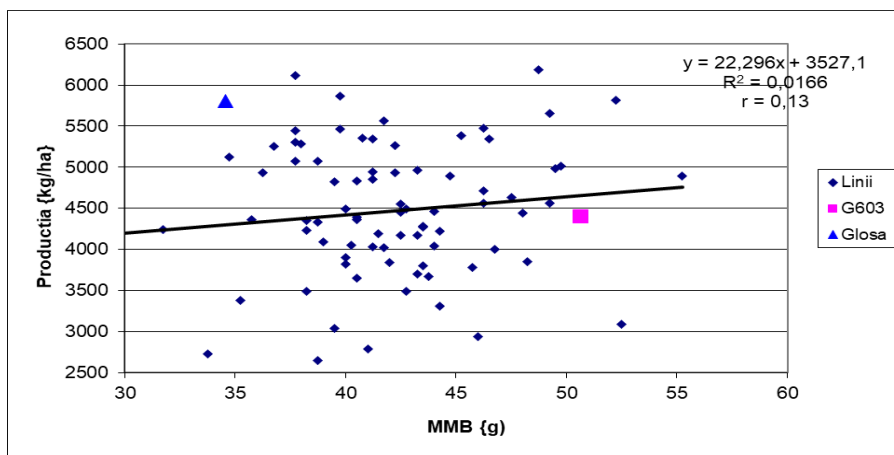


Figura 3 – Distribuția corelată a MMB și producției de boabe
(Correlated distribution of TGW and grain yield)

Din analiza figurii 4, care prezintă distribuția corelată a numărului de spice/mp și numărului de boabe în spic, se poate observa că liniile care au realizat o desime a lanului mai mare de 500/spice/mp au avut sub 35 boabe în spic.

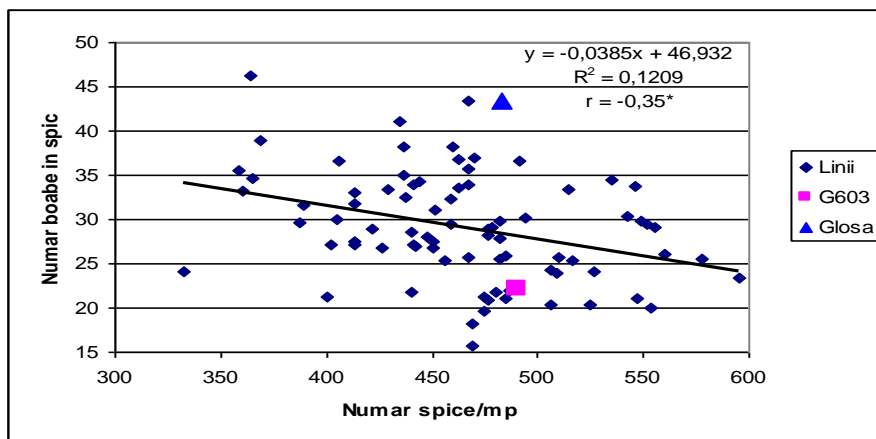


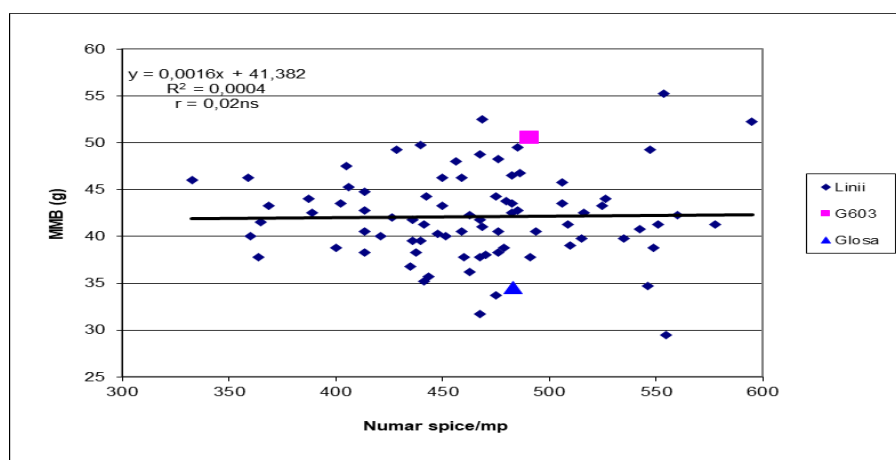
Figura 4 – Distribuția corelată a numărului de spice/mp și numărului de boabe în spic
(Correlated distribution of the number of ears/m² and the number of grains/ear)

**Corelația între caractere la linii extrase fără selecție
dintr-o combinație hibridă între forme parentale de grâu contrastante.
I. Producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor**

19

Acest fenomen de compensare, ilustrat de o corelație negativă, nu se observă în cazul relației dintre numărul de spice/mp și MMB (figura 5).

Valorile cele mai ridicate ale MMB, ca și valorile foarte scăzute s-au observat la linii care au realizat desimi ridicate ale lanului, de peste 500 spice/mp. Aceasta sugerează că selecția pentru o dimensiune mare a boabelor, nu atrage după sine automat desimi mai reduse ale lanului, cel puțin în cazul unor combinații asemănătoare cu cea analizată aici, ceea ce reprezintă o concluzie deosebit de importantă pentru ameliorare.



*Figura 5 – Distribuția corelată a numărului de spice/mp și MMB
(Correlated distribution of the number of ears/m² and TGW)*

În schimb, fenomenul de compensare este evident în cazul relației dintre numărul de boabe în spic și MMB, evidențiindu-se o corelație negativă puternică (figura 6). Valori foarte ridicate ale MMB, de peste 50 grame, au fost înregistrate numai la liniile care au avut un număr mic de boabe în spic, sub 25. Aceasta sugerează că, probabil din cauza competiției pentru asimilate, combinarea unui număr mare de boabe în spic de dimensiuni mari, poate fi foarte dificilă, cel puțin atunci când se folosește ca sursă de gene pentru mărimea bobului linia G603.

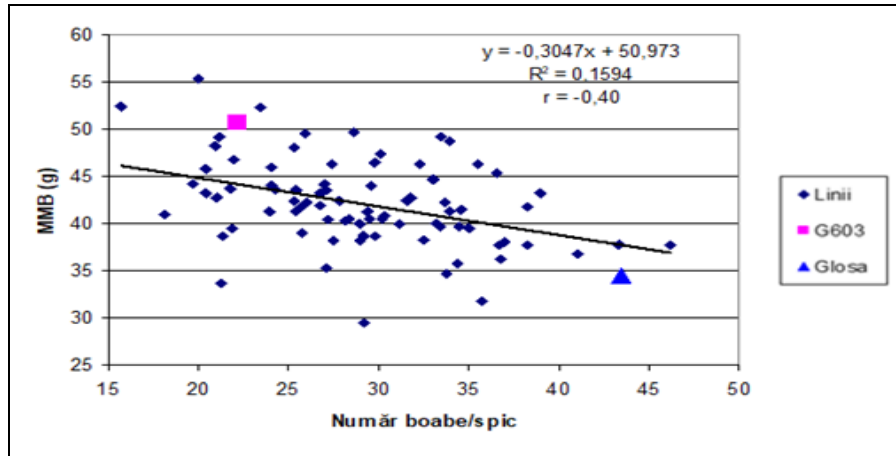


Figura 6 – Distribuția corelată a numărului de boabe în spic și MMB
(Correlated distribution of the number of grains/ear and of TGW)

Interesantă este și analiza relației dintre MMB și dimensiunile boabelor (figurile 7, 8 și 9), deoarece este evident că atât lungimea și lățimea boabelor, cât și Factorul F-D, contribuie direct la masa a 1000 boabe și că ameliorarea oricăruia din aceste componente conduce la creșterea greutateii individuale a boabelor. Părintele G603 s-a dovedit un genitor valoros pentru fiecare din aceste componente ale mărimii boabelor.

Atât în cazul lungimii boabelor, cât și al lățimii boabelor, dar mai ales în cazul Factorului F-D, au fost identificate linii transgresive, superioare părintelui G603, ceea ce sugerează noi posibilități de progres în ameliorarea mărimii boabelor.

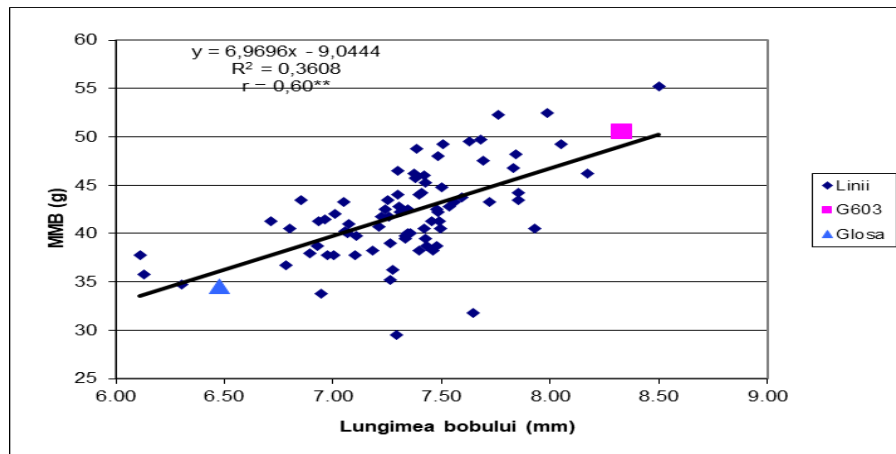
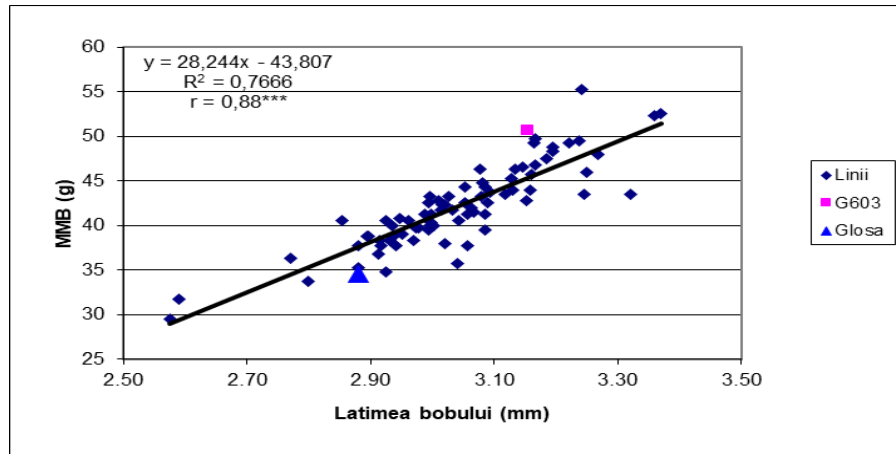
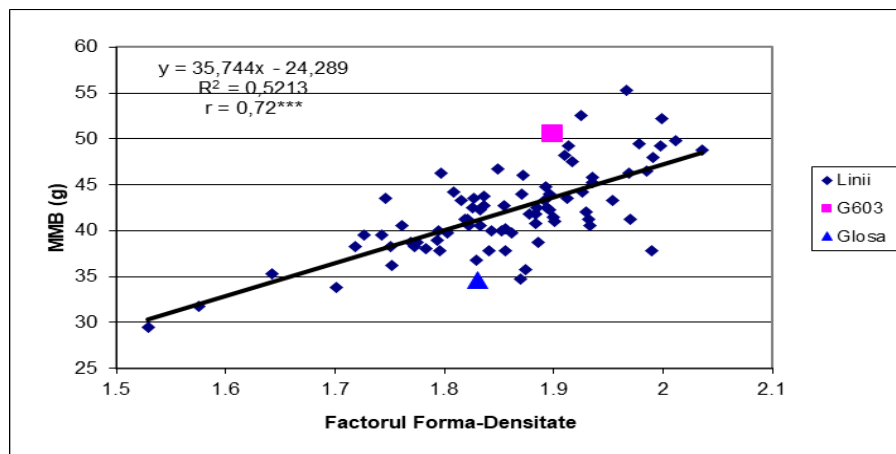


Figura 7 – Distribuția corelată a lungimii bobului și MMB
(Correlated distribution of the grain length and TGW)

**Corelația între caractere la linii extrase fără selecție
dintr-o combinație hibridă între forme parentale de grâu contrastante.
I. Producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor**



*Figura 8 – Distribuția corelată a lățimii bobului și MMB
(Correlated distribution of the grain width and TGW)*



*Figura 9 – Distribuția corelată a Factorului F-D și MMB
(Correlated distribution of the Factor Form-Density and TGW)*

CONCLUZII

- Ca urmare a segregării în urma hibridării între forme parentale contrastante s-a obținut o mare variabilitate pentru toate caracterele analizate, însă doar două linii au dat producții mai mari decât părintele cel mai productiv iar alte două au fost aproximativ la același nivel de producție. Transgresiile pentru producție s-au obținut datorită unor combinații diferite ale unora din componentele producției.

- Transgresiile au fost foarte rare pentru lungimea bobului, MMB și numărul de boabe în spic, dar mai frecvente pentru numărul de spice/m², lățimea bobului și factorul formă-densitate.
- Rezultatele obținute sugerează un control genetic cantitativ, datorat implicării unui număr ridicat de gene, inclusiv pentru dimensiunile boabelor.
- Corelația negativă foarte semnificativă între numărul de boabe în spic și MMB sugerează o competiție pentru asimilate, iar combinarea unui număr mare de boabe în spic cu boabe foarte mari, poate fi foarte dificilă. O asemenea corelație negativă, nu s-a observat în cazul relației dintre numărul de spice/m² și MMB.
- Părintele G603 s-a dovedit un genitor valoros pentru toate componentele mărimii boabelor.
- Au fost identificate linii transgresive, superioare părintelui G603, mai ales pentru lățimea bobului și factorul formă-densitate, ceea ce sugerează că există posibilități de progres în continuare în ameliorarea mărimii boabelor.
- Între lungimea și lățimea bobului s-a constatat o corelație pozitivă, ceea ce sugerează că ambele componente ale mărimii bobului pot fi ameliorate simultan.
- Analiza liniilor segregante extrase fără selecție din combinația hibridă G603/Glosa a permis evidențierea oportunităților de cumulare a unor caracteristici favorabile, dar și dificultățile care apar în utilizarea părintelui G603 în ameliorarea pentru creșterea mărimii boabelor. Rezultatele obținute sunt utile în orientarea viitoare a lucrărilor de ameliorare a grâului.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BOTWRIGHT, T.L., CONDON, A.G., REBETZKE, G.J., RICHARDS, R.A., 2002 – *Field evaluation of early vigour for genetic improvement of grain yield in wheat*. Australian Journal of Agricultural Research, 53(10), DOI: 10.1071/AR02007.
- CALDERINI, D.F., ORTIZ-MONASTERIO, I., 2003 – *Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat*. Crop Science, 43: 141-151.
- GIURA, A., SĂULESCU, N.N., 1996 – *Chromosomal location of genes controlling grain size in a large grained selection of wheat (Triticum aestivum L.)*. Euphytica, 89(1): 77-80.
- GIURA, A., 2021 – *Grain size and plant height correlation in doubled-haploid (DH) progenies of a cross between contrasting winter wheat (Triticum aestivum L.) parents*. Romanian Agricultural Research, 38: 3-7.
- KUMAR, A., MANTOVANI, E., SEETAN, R., SOLTANI, A., ECHEVERRY-SOLARTE, M., JAIN, S., SIMSEK, S., DOEHLERT, D., ALAMRI, M., ELIAS, E., KIANIAN, S., MERGOUM, M., 2015 – *Dissection of Genetic Factors underlying Wheat Kernel Shape and Size in an Elite × Nonadapted Cross using a High Density SNP Linkage Map*. The Plant Genome, 9(1), doi: 10.3835/plantgenome2015.09.0081.
- LIZANA, X.C., RIEGEL, R., GOMEZ, L.D., HERRERA, J., ISLA, A., MCQUEEN-MASON, S.J., CALDERINI, D.F. 2010 – *Expansins expression is associated with grain size dynamics in wheat (Triticum aestivum L.)*. Journal of Experimental Botany, 61(4): 1147-1157.
- MARSHALL, D.R., ELLISON, F.W., MARES, D.J., 1984 – *Effects of grain shape and size on milling yields in wheat. I. Theoretical analysis based on simple geometric models*. Australian Journal of Agricultural Research, 35(5): 619-630.
- MANDEA, V., MUSTĂȚEA, P., SĂULESCU, N.N., 2016 – *Cultivar and environment effects on grain weight and size variation in winter wheat, grown in a semi-continental climate*. Romanian Agricultural Research, 33: 23-28.

**Corelația între caractere la linii extrase fără selecție
dintr-o combinație hibridă între forme parentale de grâu contrastante.
I. Producția de boabe, componentele producției și dimensiunile boabelor**

23

- MANDEA, V., 2017 – *Preliminary research on genetic control of wheat grain size in a contrasting parents crossing*. Anale INCDA Fundulea, 85: 91-97.
- MANDEA, V., SĂULESCU, N.N., 2018 – *Wheat grain size and dimensions in contrasting environments of Eastern and Western Europe*. Romanian Agricultural Research, 35: 45-48.
- MANDEA, V., MUSTĂȚEA, P., MARINCIU, C.M., ȘERBAN, G., MELUCA, C., PĂUNESCU, G., SĂULESCU, N.N., 2019 – *Yield components compensation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is cultivar dependent*. Romanian Agricultural Research, 36: 1-7.
- MARSHALL, D.R., MARES, D.J., MOSS, H.J., ELLISON, F.W., 1986 – *Effects of grain shape and size on milling yields in wheat. II. Experimental studies*. Australian Journal of Agricultural Research, 37(4): 331-342.
- RACZ, I., DUDA, M.M., BRĂILEANU, S.I., KADAR, R., MOLDOVAN, V., 2013 – *Yield and some agronomic characters of winter wheat varieties in the yield trials at ARDS Turda*. Research Journal of Agricultural Science, 45(3): 169-175.
- SĂULESCU, N.N., 1970 – *Investigations on heredity of grain size in winter wheat in the first hybrid generations*. Anale ICCPT Fundulea, An. Ser. C.
- SĂULESCU, N.N., 1972 – *Contribuții la precizarea metodicii de ameliorare pentru creșterea capacității de producție la grâul de toamnă*. Teză de doctorat, Institutul agronomic "N. Bălcescu", București.
- SAULESCU, N.N., 1984 – *Ameliorarea grâului*. În „Grâul” sub redacția N. Ceapoiu, Editura Academiei, București.
- WU, Q.-H., CHEN, Y.-X., ZHOU, S., FU, L., CHEN, J.-J., XIAO, Y., ZHANG, D., OUYANG, S.-H., ZHAO, X.-J., CUI, Y., ZHANG, D.-Y., LIANG, Y., WANG, Z.-Z., XIE, J., QIN, J.-X., WANG, G.-X., LI, D., HUANG, Y.-L., YU, M.-H., LIU, Z., 2015 – *High-Density Genetic Linkage Map Construction and QTL Mapping of Grain Shape and Size in the Wheat Population Yanda1817 × Beinong6*. PloS one, 10, e0118144. 10.1371/journal.pone.0118144
- ZHANG, J., DELL, B., BIDDULPH, B., DRAKE-BROCKMAN, F., WALKER, E., KHAN, N., WONG, D., HAYDEN, M., APPELS, R., 2013 – *Wild-type alleles of Rht-B1 and Rht-D1 as independent determinants of thousand-grain weight and kernel number per spike in wheat*. Molecular Breeding, 32: 771-783.

Prezentată Comitetului de redacție 13 aprilie 2023