

## **EVALUAREA VARIABILITĂȚII UNOR ÎNSUȘIRI CANTITATIVE LA UNELE GENOTIPURI DE SOIA DE PROVENIENȚĂ ASIATICĂ ȘI EUROPEANĂ**

### **VARIABILITY ASSESSMENT OF SOME QUANTITATIVE TRAITS IN SEVERAL ASIATIC AND EUROPEAN SOYBEANS GENOTYPES**

RALUCA REZI<sup>1</sup>, CAMELIA URDĂ<sup>1</sup>, ADRIAN NEGREA<sup>1</sup>,  
FLORIN RUSSU<sup>1</sup>, LUANA PĂCURAR<sup>1</sup>

#### **Abstract**

Periodic evaluation of the germplasm collection is an important premise for the soybean breeding program, thus assessing the variability of the interest traits in the current climate change. The study was conducted to investigate quantitative variability among 155 soybean genotypes from Asiatic and European origin. The variability assessment was made for 11 agronomic and qualitative features. The experience was developed over a period of 2 years (2019-2020) and was placed in the experimental field of the Soybean Breeding Laboratory of ARDS Turda.

Descriptive statistics showed large variation for the agronomic traits (plant height, first pod insertion, 1000 grain weight) and qualitative features (linolenic acid). The evaluation reveals differences between Asiatic and European soybean germplasm notable for grain size and protein content. PCA analysis for the first two principal components explained 94.2% of the cumulative variation and according to cluster analysis the biological material did not formed clusters due to a very diverse core germplasm.

The correlations established between traits can help future breeding directives such as developing varieties for specific purposes (food industry, animal feed, biofuels).

**Cuvinte cheie:** soia, germoplasmă, variabilitate, însușiri cantitative.

**Keywords:** soybean, germplasm, variability, quantitative traits.

#### **INTRODUCERE**

Soia, *Glycine max* (L.) Merr., este o importantă sursă nutritivă pentru oameni și animale, fiind și un ingredient de bază în mâncărurile tradiționale din țările asiatice (K a n g a și colab., 2012). Sporirea consumului de alimente pe cap de locuitor, resursele limitate de pământ și apă, împreună cu creșterea demografică și schimbarea obiceiurilor alimentare, vor amplifica presiunea aprovizionării cu alimente a populației, la

---

<sup>1</sup>S.C.D.A. Turda. E-mail: raluca.rezi@scdaturda.ro

nivel mondial (L a m și colab., 2013; N a w a z și colab., 2020). Fiind considerată una din cele mai importante surse de proteină vegetală (K u n t y a s t u t i și colab., 2019), pentru prevenirea și combaterea malnutriției, se urmărește creșterea producției la cultura de soia cu până la 2,4%, până în anul 2050 (R a y și colab., 2013; R o c h a și colab., 2015).

Importanța culturii soiei constă, în primul rând, în conținutul foarte ridicat al boabelor în proteină și grăsimi care, împreună, reprezintă aproximativ 60% din greutatea semințelor.

Boabele mai conțin, de asemenea, hidrați de carbon (35%), săruri minerale (5%), vitamine (A, B, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, K, E) și enzime (B â l t e a n u , 1998). Proteina de soia se remarcă prin calitate, în ea regăsindu-se întreaga gamă de aminoacizi esențiali. Uleiul de soia are un nivel redus de grăsimi saturate, dar este bogat în grăsimi mono și polinesaturate, nu conține colesterol și este una dintre puținele surse, cu excepția celor din pește, de acizi grași omega 3 (I f r i m , 2011).

Parametrii de calitate sunt caractere cantitative controlate genetic și există o variabilitate semnificativă a calității și compoziției semințelor. Mecanismele fiziologice și biochimice prin care se exprimă această variabilitate nu sunt încă complet înțelese, dar se știe că sunt influențate semnificativ de genotip, mediu, practici agricole și interacțiunile acestora (B e l l a l o u i și colab., 2011).

China și Uniunea Europeană ocupă locul dominant în privința importurilor mondiale de soia (T e r z i c și colab., 2018). În Europa, în contextul în care se dorește securizarea resursei de proteină vegetală prin extinderea suprafețelor cultivate, interesul pentru cultura de soia nemodificată genetic este în creștere, România fiind țara cu cel mai ridicat potențial de extindere în cultură a acestei plante agricole. La noi în țară, în ultimii ani, tot mai mulți fermieri au optat pentru cultura de soia datorită rolului important pe care îl are această leguminoasă în rotația culturilor aducând un plus, atât din punct de vedere al producției în sine, cât și pentru beneficiile pe care le aduce solului (G h e o r g h i e ș și U r d ă , 2019). Alegerea genotipului potrivit pentru un anumit areal de cultură, care să fie capabil să valorifice condițiile de mediu prin obținerea unor recolte bogate și de calitate este esențială.

Este necesară existența unei variabilități genetice în cadrul germoplasmei pentru obținerea unor progrese semnificative în cadrul programele de ameliorare (T h o m p s o n și N e l s o n , 1998; M a l i k și colab., 2006). Identificarea unor genotipuri care reușesc să valorifice condițiile de mediu de la nivelul țării noastre prin obținerea unor producții ridicate, stabile și de calitate reprezintă un obiectiv prioritar al cercetării agricole. Se impune astfel studiul continuu al adaptabilității, pentru identificarea în cadrul germoplasmei existente, a unor genotipuri noi, cu o capacitate de adaptare mai bună decât a soiurilor existente în cultură la ora actuală, pentru atenuarea efectelor schimbărilor climatice, care să conducă la creșterea producției, calității și stabilității. Identificarea unui nou tip de germoplasmă va permite continuarea progresului genetic și în condițiile schimbărilor climatice.

## MATERIAL ȘI METODE

Materialul biologic luat în studiu a fost format din 93 de soiuri de soia europene și 62 de proveniență asiatică (China), din șapte grupe de maturitate diferite (tabelul 1).

Experiența s-a derulat pe parcursul a doi ani (2019-2020) și a fost amplasată în cadrul câmpului experimental al Laboratorului de Ameliorare Soia de la S.C.D.A. Turda.

Amplasarea s-a realizat conform metodei blocurilor randomizate cu 2 repetiții, iar semănatul materialului biologic s-a efectuat manual, pe rânduri cu lungimea de 3 m și la 50 cm distanță între ele.

Soiurile evaluate sunt incluse în grupe de maturitate diverse, de la extra timpurii, până la extra tardive. Soiurile de origine europeană provin de la centre de ameliorare renumite din țări precum Serbia, Franța, Germania, Elveția, Austria, Italia și România. Soiurile de proveniență asiatică, sunt cultivare moderne de la centre de elită, majoritatea au forma foliolelor lanceolată. Diferite studii (B i a n c h i și colab., 2020) arată că acest tip de frunză contribuie la creșterea nivelului de saturație luminoasă, însușire asociată cu un număr de patru boabe în păstaie.

Dintre cele 93 de genotipuri europene, 19 aparțin Stațiunii de Cercetare Dezvoltare Agricolă Turda și sunt incluse în 3 grupe de maturitate (000, 00, 0).

Observațiile din timpul perioadei de vegetație s-au făcut respectând codificarea americană a stadiilor de creștere și dezvoltare ale soiei după Fehr și Caviness, și anume: VE (răsărire-cotiledoanele sunt deasupra solului), R1 (început înflorit), R8 (sfârșit maturitate).

Pentru caracterizarea sortimentului au fost efectuate următoarele determinări și notări la sfârșitul maturității: înălțimea plantelor (cm), înălțimea de inserție a primei păstăi bazale (cm), perioada de vegetație (zile), masa a 1000 boabe (g), conținutul în proteine (%), conținutul în grăsimi (%), substanță uscată (%), acizi grași saturați (acidul stearic %) și nesaturați (acidul oleic %, acidul linoneic %, acidul linolenic %).

Analizele privind compoziția chimică au fost efectuate prin metoda spectrofotometrică, folosind un spectrofotometru cu citire în infraroșu apropiat (NIR) (Tango, Bruker Optik GmbH, Ettingen, Germania).

Tabelul 1

**Proveniența și grupa de maturitate pentru soiurile de soia luate în studiu**  
(Origin and maturity group for the soybean varieties studied)

Grupa de maturitate	Proveniența germoplasmei analizate	
	China	Europa
0000	0	1
000	2	16
00	5	30
0	18	20
I	28	11
II	8	15
III	1	0
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>93</b>
	<b>155</b>	

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Parametrii variabilității pentru perioada de vegetație indică o asemănare pronunțată a celor două grupe de germoplasmă. Totuși, diferențele dintre valorile minime și maxime indică posibilitatea alegerii unor genitori care să se plieze regimului termic destul de limitat din Podișul Transilvaniei (tabelul 2).

Arhitectura cultivarelor moderne de soia, impune o creștere determinată și, prin urmare, sunt preferate plantele cu o înălțime mică spre mijlocie, număr mare de internodii cu lungime mică asociate cu un număr mare de păstăi/nod. Dacă analizăm datele prezentate în tabelul 2 prin prisma coeficienților de variație pentru talia plantelor, putem afirma că, în cadrul germoplasmei studiate, există o variabilitate însemnată pentru înălțimea plantelor.

Aceste rezultate vor permite alegerea acelor genitori care corespund sub aspectul înălțimii plantelor cu obiectivele programului de ameliorare.

O importantă însușire tehnologică care poate contribui semnificativ la reducerea pierderilor din timpul procesului de recoltare este înălțimea de inserție a păstăilor bazale.

După cum se poate observa, valoarea coeficientului de variabilitate este destul de ridicată (peste 20%), ceea ce denotă o dispersie accentuată a valorilor acestui parametru în jurul mediei (tabelul 2). De interes pentru programul de ameliorare a soiei de la Turda ar fi cultivarele cu o perioadă de vegetație și talie apropiată de medie, iar din punct de vedere al înălțimii de inserție, cele care depășesc media și tind spre valoarea maximă.

Masa a 1000 boabe este o importantă componentă a capacității de producție în care se reflectă direct greutatea boabelor și indirect mărimea acestora. De această importantă însușire este legată mărimea embrionului, precum și cantitatea de substanțe de rezervă acumulate în bob, substanțe care contribuie în mod direct la variația unei bune germinații.

Valorile coeficienților de variație indică o variabilitate moderată a MMB-ului în cele două grupe de germoplasmă și existența unor posibilități reale în identificarea unor genitori valoroși sub acest aspect (tabelul 2). Valorile maxime ale MMB-ului din cadrul grupei asiatice de germoplasmă sugerează progresele care s-au înregistrat în ameliorarea acestei însușiri și existența unor genitori valoroși care pot fi utilizați în viitoarele programe de ameliorare a greutateii și mărimii boabelor noilor cultivare.

Dacă pentru conținutul de găsimi nu s-au observat diferențe notabile între cele două grupe de material biologic, pentru conținutul în proteine balanța înclină clar spre cele asiatice (în medie 43,12%) (tabelul 2). De asemenea, mai trebuie menționat faptul că în cazul germoplasmei asiatice, valorile minime ale conținutului de proteine nu coboară sub valoarea de 40%, în timp ce în situația celor europene pragul minim se situează în jurul valorii de 38% (tabelul 2). Prin urmare, am putea afirma că în cadrul genotipurilor asiatice există posibilitatea identificării unor cultivare care ar putea contribui la îmbunătățirea acestei însușiri și, implicit, la creșterea variabilității.

Soia este o sursă majoră de acizi grași esențiali pentru oameni, iar profilul acestora este important, fiind un indicator al calității și stabilității uleiului de soia. Uleiul de soia calitativ potrivit pentru procesare are un conținut scăzut în acizi grași polinesaturați (acid linolenic [C18: 3]) și conținut ridicat în acizi grași mononesaturați (acid oleic [C18: 1]), iar cel nutritiv un conținut cât mai mare în acizi grași nesaturați (H a m u r c u și colab.,

2019). Nu s-au remarcat diferențe importante privind compoziția acizilor grași determinați pentru grupele de genotipuri analizate.

Coeficienții de variabilitate calculați pentru acizii grași analizați indică o variație mare pentru conținutul de acid linolenic (CV=23,34%, respectiv, CV=21,43%) în timp ce conținutul de substanță uscată al genotipurilor analizate a fluctuat foarte puțin (CV=1,83%, CV=0,87%) (tabelul 2).

*Tabelul 2*

**Analiza variabilității pentru principalele însușiri cantitative luate în studiu (Turda, 2014-2015)**  
[Variability parameters for main quantitative traits studied (Turda, 2014-2015)]

Parametrul	Proveniența	Nr. de cazuri analizate	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Media aritmetică	Abaterea standard	Amplitudinea de variație	Coeficientul de variabilitate/ CV(%)
Perioada de vegetație (nr. zile)	Europa	93	105	144	128	9,76	39	7,65
	China	62	107	148	127	7,95	41	6,27
Talía plantelor (cm)	Europa	93	57	124	86	13,75	67	15,99
	China	62	56	118	81	11,16	62	13,75
Insertia primei păstăi bazale (cm)	Europa	93	6,0	23,0	15	3,03	17	20,19
	China	62	9,0	25,0	15	3,23	16	21,79
MMB (g)	Europa	93	124	212	162	18,69	88	11,54
	China	62	79,50	279,50	185	28,09	200	15,22
SU (%)	Europa	93	83,86	89,37	86	1,57	5,51	1,83
	China	62	83,33	86,72	85	0,73	3,39	0,87
Conținut în grăsimi (%)	Europa	93	20,75	25,97	23,60	1,06	5,22	4,48
	China	62	21,37	26,24	23,70	1,00	4,87	4,21
Conținut în proteine (%)	Europa	93	38,03	46,21	41,82	1,62	8,18	3,87
	China	62	40,76	46,36	43,12	1,10	5,60	2,54
Acid stearic (%)	Europa	93	4,12	5,40	4,72	0,20	1,28	4,34
	China	62	4,26	5,12	4,75	0,19	0,86	4,05
Acid oleic (%)	Europa	93	23,08	27,50	24,64	0,85	4,42	3,43
	China	62	23,11	27,18	25,44	0,75	4,07	2,97
Acid linoleic (%)	Europa	93	51,46	65,33	54,52	1,67	13,87	3,06
	China	62	51,05	72,33	54,64	2,65	21,28	4,85
Acid linolenic (%)	Europa	93	2,43	7,31	5,06	1,18	4,88	23,34
	China	62	3,08	7,85	5,09	1,09	4,77	21,43

Figura 1 redă gruparea genotipurilor europene și chineze după mărimea boabelor și conținut în proteine, principalele caracteristici pe care trebuie să le îndeplinească soiurile de soia pentru a fi considerate cu destinație în industria alimentară. Se remarcă soiul de soia NS Kaća cu conținutul cel mai ridicat în proteină (46,21%), soiul Obelix pentru mărimea boabelor (212 g), dar și soiurile autohtone Miruna TD și Felix cu un conținut de proteine peste 41,8% și MMB de peste 170 g.

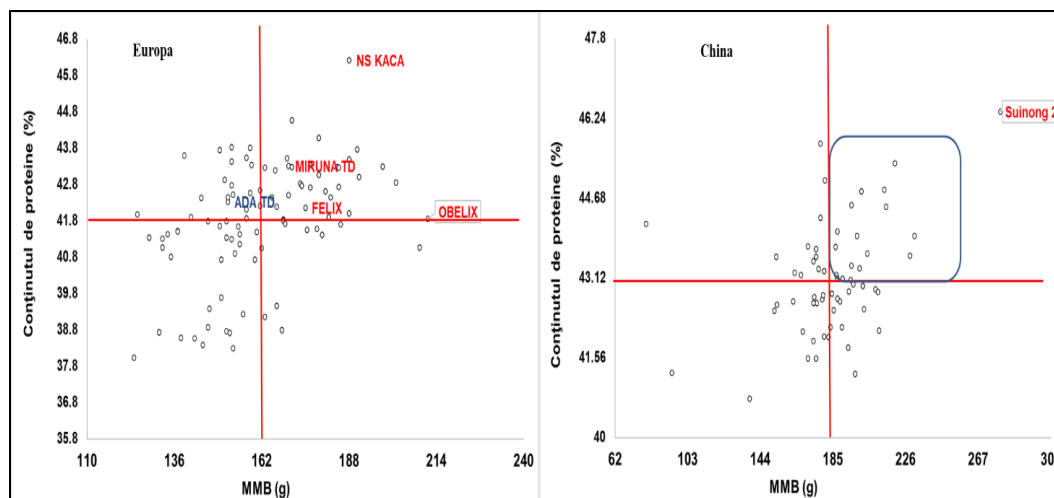


Figura 1 – Gruparea genotipurilor de soia în funcție de mărimea bobului (MMB) și conținutul în proteine (%) (Turda, 2019-2020)

[Soybean genotypes grouping regarding grain size (TGW) and protein content (%) (Turda, 2019-2020)]

Legătura negativă dintre conținutul de proteine și grăsimi, în cazul soiurilor Miruna TD și Felix se pare că nu este foarte strânsă, ele regăsindu-se peste media genotipurilor (23,6%) în cazul conținutului de grăsimi. Se disting soiurile CH 22429 (Europa) și Hefeng 57 (China) cu un conținut în grăsimi apropiat de 26%. 12 soiuri cu cel mai mare bob și conținut în grăsimi sunt indicate în chenar (figura 2).

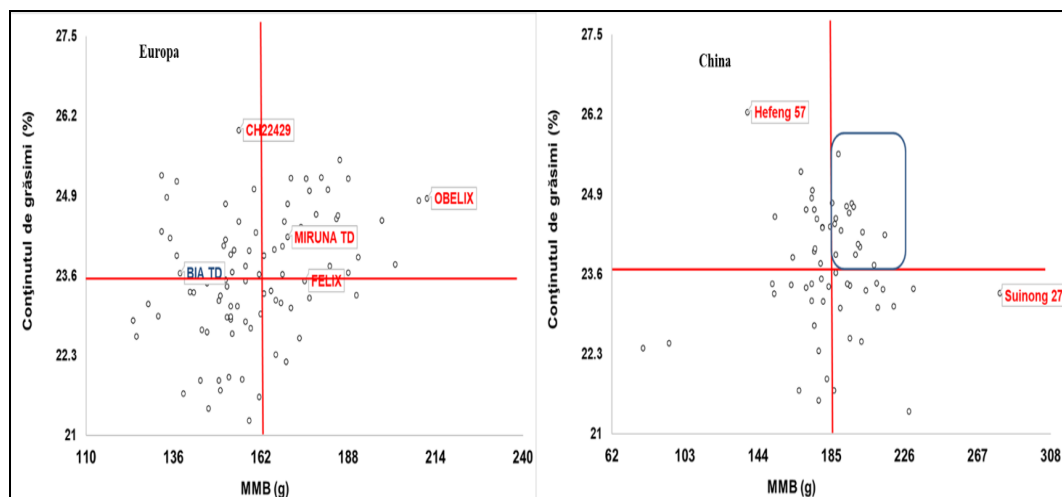


Figura 2 – Gruparea genotipurilor de soia în funcție de mărimea bobului (MMB) și conținutul în grăsimi (%) (Turda, 2019-2020)

[Soybean genotypes grouping regarding grain size (TGW) and oil content (%) (Turda, 2019-2020)]

Din punct de vedere al analizei componentului principal (PCA) observăm componentul 1 cu o varianță de 71,8% și componentul 2 cu următoarea cea mai mare varianță, și anume 22,4%. Astfel, cele două componente explică peste 90% din cazurile analizate (figura 3).

Analiza clusterilor, pe de altă parte, permite clasificarea genotipurilor în grupuri cu scopul de a vedea omogenitatea lor în cadrul grupului și a arăta diversitatea între grupuri. Metoda ierarhică interconectează genotipurile similare din punct de vedere al caracterelor studiate și se emite o dendrogramă. Soiurile de soia analizate nu formează clusteri urmărind dendrograma PCA pentru caracterele cantitative analizate, ceea ce ne arată o variabilitatea ridicată în cadrul materialului studiat (figura 3).

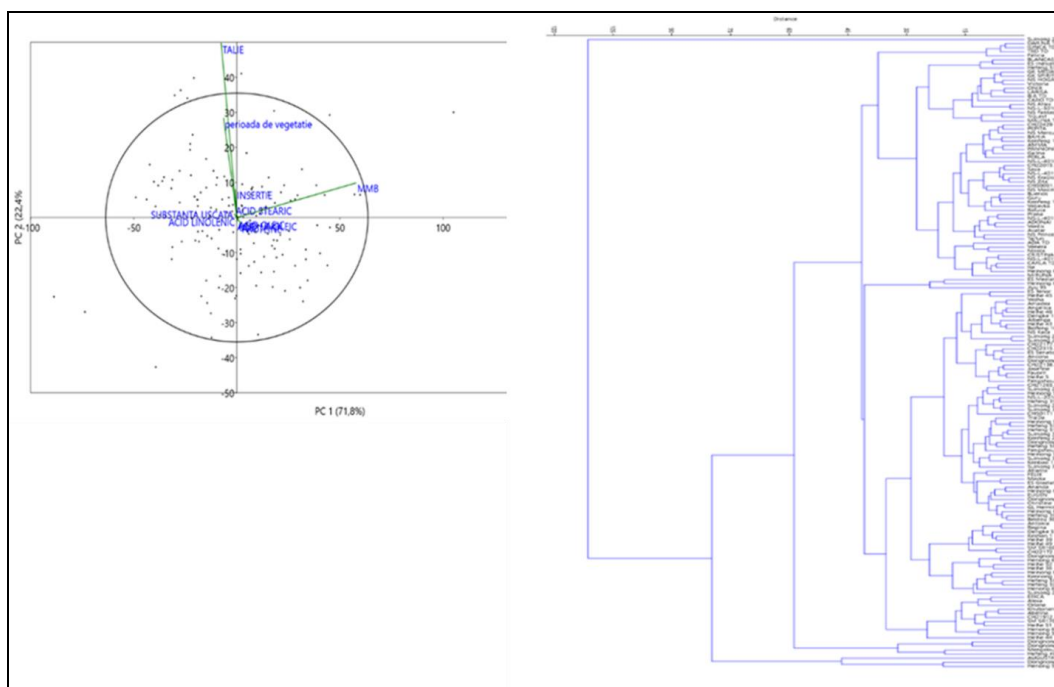
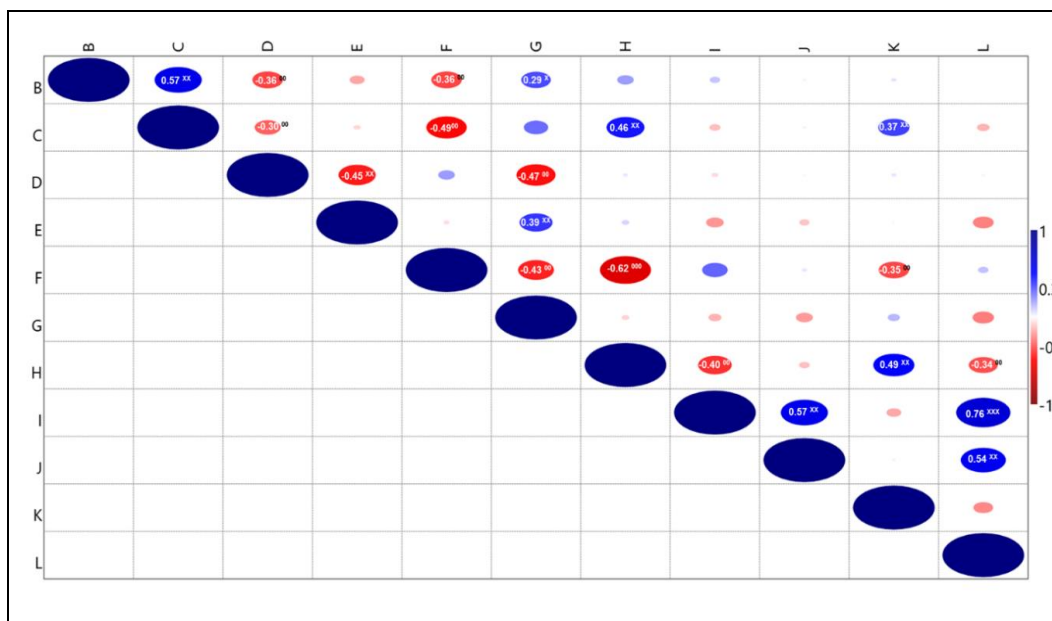


Figura 3 – Analiza componentului principal (PCA): PC1 x PC2 și dendrograma PCA (Principal component analysis PC1 x PC2 and dendogram PCA)

Diagrama PCA este confirmată de matricea corelațiilor (figura 4). De semnalat corelația foarte semnificativ pozitivă între perioada de vegetație și talia plantelor ( $r = 0,76$ ), precum și corelația directă distinct semnificativă între conținutul de proteine și masa a 1000 de boabe ( $r = 0,49$ ) (figura 4). Referitor la relația dintre acizii grași, este interesant de observat că între acidul stearic și acidul oleic există o corelație distinct semnificativ pozitivă și o corelație negativă distinct semnificativă între acidul linolenic și acidul linoleic (figura 4).

Deși frecvent în literatura de specialitate întâlnim corelația negativă între conținutul de proteine și conținutul de grăsimi, rezultatele obținute în prezentul studiu evidențiază faptul că în cazul genotipurilor moderne aceste legături pot fi slabe, inversate sau chiar pot fi rupte.



\*B - acid stearic, C - acid oleic, D - acid linoleic, E - acid linolenic, F - substanța uscată, G - conținut în grăsimi, H - conținut în proteine, I - talia plantelor, J - inserția primei păstăi, K - MMB, L - perioada de vegetație.

Figura 4 – Matricea corelațiilor privind principalele însușiri cantitative analizate  
(The correlation matrix regarding the main quantitative traits analyzed)

## CONCLUZII

S-a stabilit variabilitatea genetică pentru anumite însușiri cantitative și calitative ale germoplasmului de soia din cadrul programului de ameliorare de la S.C.D.A. Turda, ceea ce va contribui la alegerea celor mai buni genitori care să întrunească un număr cât mai mare de însușiri favorabile pentru a crea material genetic adaptat condițiilor locale.

Soiurile de soia asiatice se remarcă prin mărimea boabelor și conținutul în proteină și ar putea constitui o germoplasmă valoroasă pentru programul de ameliorare a soiei de la S.C.D.A. Turda. În continuare, aceste genotipuri trebuie monitorizate sub aspectul capacității de producție și al elementelor de productivitate care contribuie la formarea acestora.

Au fost stabilite relațiile dintre anumite însușiri cantitative, care sunt benefice pentru lucrările de selecție din cadrul programului de ameliorare, și au fost identificați genitori valoroși care pot fi utilizați cu succes în programele viitoare de hibridare pentru a crea noi soiuri de soia convenționale cu destinație specială (consum uman, consum direct în furajarea animalelor și derivate ale uleiului).



## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BÂLTEANU, Gh., 1998 – *Fitotehnie*. Editura Ceres, București.
- BELLALLOUI, N., REDDY, K.N., BRUNS, H.A., GILLEN, A.M., MENGISTU, A., ZOBIOLE, L.H.S., FISHER, D.K., ABBAS, H.K., ZABLOTOWICZ, R.M., KREMER, R.J., 2011 – *Soybean seed composition and quality: interactions of environment, genotype, and management practices*. Soybeans: cultivation, uses and nutrition, Nova Science Publishers: 1-42. ISBN:978-1-61761-762-1.
- BIANCHI, J.S., QUIJANO, A., GOSPARINI, C.O., MORANDI, E.N., 2020 – *Changes in leaflet shape and seeds per pod modify crop growth parameters, canopy light environment, and yield components in soybean*. The Crop Journal, 8(2): 351-364.
- GHEORGHIȘ, V., URDĂ, C., 2019 – *Ce recomandăm: soia, fertilizată sau nefertilizată?* Agricultura Transilvană, 30: 89-91.
- HAMURCU, M., ARSLAN, D., HAKKI, E.E., ÖZCAN, M.M., PANDEY, A., KHAN, M.K., GEZGIN, S., 2019 – *Boron application affecting the yield and fatty acid composition of soybean genotypes*. Agriculture Journals Plant Soil Environ., 65: 238-243.
- IFRIM, S., 2011 – *Studiul variabilității unui sortiment de soiuri de soia (Glycine max L. Merrill) în privința calității boabelor*. Teză de doctorat, USAMV Cluj-Napoca.
- KAGA, A., SHIMIZU, T., WATANABE, S., TSUBOKURA, Y., KATAYOSE, Y., HARADA, K., VAUGHAN, D.A., TOMOOKA, N., 2012 – *Evaluation of soybean germplasm conserved in NIAS gene bank and development of mini core collections*. Breed Sci., 61(5): 566-592.
- KUNTYASTUTI, H., PURWANINGRAHAYU, R.D., LESTARI, S.A.D., 2019 – *Soybean growth and yield responses at third planting season to residual potassium fertilizer on a vertisol*. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 6: 1645-1651.
- LAM, H.M., REMAIS, J., FUNG, M.-C., XU, L., SUN, S.S.M., 2013 – *Food supply and food safety issues in China*. The Lancet, 381: 2044-2053.
- MALIK, M.F.A., AFSARI, S., QURESHI MUHAMMAD, A., GHAFUO, A., 2006 – *Genetic variability of the main yield related characters in soybean*. International Journal of Agriculture and Biology, 1560-8530/2006/08-6-815-819.
- NAWAZ, M.A., LIN, X., CHAN, T.F., HAM, J., SHIN, T.S., ERCISLI, S., GOLOKHVAST, K.S., LAM, H.M., CHUNG, G., 2020 – *Korean wild soybeans (Glycine soja Sieb & Zucc.): Geographic distribution and germplasm conservation*. Agronomy, 10: 214. doi:10.3390/agronomy10020214
- RAY, D.K., MUELLER, N.D., WEST, P.C., FOLEY, J.A., 2013 – *Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050*. PLoS ONE 8(6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428
- ROCHA, D.A.F., VIEIRA, C.C., FERREIRA, M.C., OLIVEIRA, DE K.C., MOREIRA, F.F., PINHEIRO, J.B., 2015 – *Selection of soybean lines exhibiting resistance to stink bug complex in distinct environments*. Food and Energy Security, 574(2): 133-143.
- TERZIĆ, D., POPOVIĆ, V., TATIĆ, M., VASILEVA, V., ĐEKIĆ, V., UGRENOVIĆ, V., POPOVIĆ, S., AVDIĆ, P., 2018 – *Soybean area, yield and production in world*. Conference: 22<sup>th</sup> International ECO-Conference, 10<sup>th</sup> ECO-Conference on safe food, 26<sup>th</sup>-28<sup>th</sup> September 2018, Novi Sad, Serbia. ISBN 978-86-83177-53-0
- THOMPSON, J.A., NELSON, R.L., 1998 – *Utilization of diverse germplasm for soybean yield improvement*. Crop Sci., 38: 1362-1368.