AN. I.N.C.D.A. FUNDULEA, VOL. LXXXIV, 2016
Electronic ISSN 2067–7758
GENETICĂ ŞI AMELIORAREA PLANTELOR
www.incda-fundulea.ro

SELECŢIA GENOTIPURILOR CU RITM RAPID DE PIERDERE A APEI DIN BOABE, OBIECTIV PRIORITAR AL LUCRĂRILOR DE AMELIORARE A PORUMBULUI DESFĂŞURATE LA I.N.C.D.A. FUNDULEA

SELECTION OF GENOTYPES WITH RAPID GRAIN DRYDOWN, PRIORITY OBJECTIVE OF CORN BREEDING PROGRAM DEVELOPED AT NATIONAL AGRICULTURAL AND DEVELOPMENT INSTITUTE FUNDULEA

HORIA LUCIAN IORDAN[1], ANA RALUCA BIȚICĂ[1], CATERINA BĂDUȚ[1]

Abstract

VOLCRAFT FM 200, a portable wood moisture meter, was used for four successive non-destructive assessments of maize grain moisture. Measurements were made starting 50 days after plot silking date, on four individual plants of a large number of hybrids from two groups of advanced yield micro trials in 2-3 replications, under normal and high plant population, 2 readings/plant, at NARDI Fundulea, in 2015 conditions. Calibration was made in a special experiment containing 80 advanced testing maize hybrids in 1 replication. Successive grain moisture measurements were made, starting 50 days after plot silking, by collecting a grain sample from 6 random plants in each plot. Before harvesting, 2 readings/ear of the moisture using VOLCRAFT FM 200 were performed and the average of the 12 readings was computed. Ears were threshed and the grain samples were submitted to grain moisture measurement in 3 reps/sample (hybrid) using a moisture meter Dickey-John GAC 2000 (standard destructive methods currently used by maize breeding department from NARDI Fundulea to assess grain moisture in yield trials). Correlation coefficient between standard grain moisture and grain VOLCRAFT moisture produced a determination coefficient of 77.26%, suggesting that more than 77% from grain Volcraft moisture variability could be found in standard moisture variation and that regression equation could be used to fairly compute standard grain moisture from Volcraft values.

A selection drydown index, DDIND, represented by the slope of the linear regression line between grain moisture and date of the four successive measurements was computed for each hybrid (% lost water from grains/day). Frequency distribution for DDIND values, for both groups of experiments taken in this study, resulted in curves relatively close to normal distribution, but with a higher concentration in the average classes. A large proportion (37% and 32%, respectively) of the hybrids showed a rapid drydown (>1-2%/day). High values were computed for heritability coefficients of 71.76% and 57.58%.

DDIND proved to be efficient in detecting hybrids with rapid drydown, since Volcraft moisture meter being rapid and non-destructive on individual plants could be successfully used in early generation of hybrid and inbred line testing and even in selecting individual plants in segregating populations.

[1]Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea. E-mail: iordanhoria@gmail.com

Tehnoredactare: Silvia CARAGANCEV, Angelina POŞCAŞ

Cuvinte cheie: viteza de uscare a boabelor, program de ameliorare, umidometrul pentru lemn Voltcraft FM 200, porumb.
Key words: grain drydown, breeding program, wood Voltcraft FM 200 Moisture Meter, maize.

INTRODUCERE

Viteza rapidă de pierdere a apei din boabele de porumb este un obiectiv esenţial al programelor moderne de ameliorare din întreaga lume datorită unor aspecte economice importante (reducerea sau chiar eliminarea uscării artificiale a boabelor, operaţie costisitoare, cosumatoare de combustibili fosili şi poluantă; evitarea deteriorării calităţii bobelor prin reducerea sau inhibarea dezvoltării post recoltare a patogenilor de depozit, producători de micotoxine) (Baute et al., 2002; Cross, 1985; Eckert, 1978; Hellevang and Reef, 1987; Hellevang, 2004; Lackey, 2008; Ragai and Loomis,1954; Stere et al., 1995). Pierderea apei din boabe este o însuşire complexă, influenţată de condiţiile meteorologice, dar şi de factori genetici (Aldrich et al., 1975; Baron and Daynard, 1984; Cavalieri and Smith, 1985; Crane et al., 1959; Hick et al., 1976; Kang et al., 1975, 1983, 1986; Nass and Crane, 1970; Purdy and Crane, 1967; Schmidt and Hallauer, 1966; Stere et al., 1995; Sweeney et al., 1994; Tollenar and Daynard, 1978; Troyer and Ambrose, 1971).

Studiile privitoare la determinismul genetic al vitezei de pierdere a apei din boabe la porumb sunt relativ limitate. Rezultatele unui studiu cu măsurători efectuate în laborator au sugerat că viteza de pierdere a apei din boabe este o însuşire ereditară. În acest studiu au fost identificate diferenţe semnificative între genotipuri, dar au existat incertitudini privind corelarea determinărilor din laborator cu cele găsite în câmp (Crane et al., 1959; Hillson şi Penny, 1965; Purdy şi Crane, 1967a; Nass şi Crane, 1970; Cross, 1985).

Studiile bazate pe încrucişări dialele, publicate de Purdy şi Crane (1967a), Cross şi Kabir (1989), Stere (2002) au scos în evidenţă ereditatea complexă a acestei însuşiri, în care atât efectele capacităţii generale de combinare (CGC), cât şi cele ale capacităţii specifice de combinare (CSC) au fost semnificative; efectele de aditivitate au fost predominante. Efectele neaditive, mai reduse, au fost totuşi semnificative, în timp ce efectele citoplasmatice şi nuclear-citoplasmatice au fost în general nesemnificative sau au influenţat semnificativ viteza de uscare a boabelor numai în medii specifice (Stere, 2002). Un coeficient de heritabilitate în sens restrâns a fost comunicat de Kondapi et al. (1993), care recomandă selecţia recurentă ca eficientă în îmbunătăţirea acestei însuşiri în două populaţii, pentru creşterea frecvenţei genelor favorabile.

Determinarea vitezei de pierdere a apei din boabe se bazează în general pe determinări succesive ale umidităţii boabelor după maturitatea fiziologică. Măsurarea umidităţii boabelor precum şi stabilirea cât mai exactă a maturităţii fiziologice sunt însuşiri care se determină cu dificultate în mod direct (metode distructive şi laborioase). Cercetătorii au recomandat pentru selecţia genotipurilor cu viteza rapidă de pierderea apei folosirea unor corelaţiile fenotipice şi genotipice dintre această însuşire şi însuşiri corelate legate de structura pănuşilor, plantelor şi a boabelor etc. (Cavalieri şi Smith, 1985; Hick et al., 1976; Kang et al., 1975; Purdy şi Crane, 1967; Troyer şi

A m b r o s e , 1971).

Identificarea şi implementarea unor metode alternative, nedistructive şi rapide de determinare directă în câmp a umidităţii boabelor la porumb, pe plante individuale, sunt esenţiale în procesul de ameliorare al însuşirii de pierdere rapidă a apei din boabe.

Obiectivele cercetărilor au constat în prezentarea metodologiei pentru determinarea nedistructivă a umidității boabelor la porumb cu ajutorul umidometrului portabil de lemn VOLTCRAFT FM 200 și calcularea unui indice de selecție (DDIND - Drydown Selection Index) pentru viteza de pierdere a apei din boabe și folosirea acestui indice pentru selecția genotipurilor cu viteză mare de pierdere a apei.

MATERIALUL ŞI METODA DE CERCETARE

Pentru determinarea umidității nedistructive a materialului de analizat s-a folosit umidometrul VOLCRAFT FM200**,** aparat de măsură de dimensiuni reduse, portabil, robust și precis pentru determinarea umidității din lemn și materiale de construcție cu o precizie ridicată (±1%). În cazul folosirii pentru determinarea umidității direct în câmp, pe plante individuale de porumb, oferă posibilitatea efectuării unui număr foarte ridicat de determinări nedistructive ale umidității boabelor după apariţia punctului negru şi poate efectua citiri cuprinse între 6 şi 55%.

În figura 1 se prezintă o imagine din câmpul de ameliorare care redă modul de folosire al umidometrului VOLCRAFT FM 200 pentru determinarea umidității în câmp pe o plantă individuală.

Figura 1 – Folosirea umidometrului VOLCRAFT FM 200 pentru determinarea nedistructivă a umidității boabelor în câmp pe plante individuale
(Utilization of VOLCRAFT FM200 moisture meter to measure grain moisture in the field on individual plants in a non-destructive way)

Calibrarea umidometrului VOLCRAFT FM 200 pentru porumb s-a făcut pe baza datelor dintr-un experiment special, alcătuit din 80 de hibrizi în anul 3 de testare, grupați în 4 culturi comparative de concurs (CC). S-au făcut determinări successive (la interval de 5-7 zile) ale umidităţii boabelor, începând cu 50 de zile de la mătăsit, prin prelevarea aleatorie de probe formate din 6 ştiuleţi de pe plante competitive. Înainte de recoltare, s-a determinat umiditatea boabelor direct, nedistructiv, în două zone centrale ale fiecărui ştiulete cu Voltraft FM 200 şi s-a calculat umiditatea medie a celor 6 ştiuleţi. Ştiuleţii s-au batozat şi din proba de boabe reţinută s-a determinat umiditatea boabelor în laborator cu umidometrul Dickey-John GAC 2000 (metoda distructivă standard folosită de Colectivul Ameliorarea porumbului de la Fundulea pentru determinarea umidității boabelor în culturile comparative).

Calibrarea s-a estimat pe baza ecuaţiei regresiei liniare dintre umiditatea determinată după metoda standard şi umiditatea obţinută nedistructiv pe acelaşi eşantion de plante cu VOLCRAFT FM 200.

Determinarea vitezei de pierdere a apei din boabele de porumb după maturitatea tehnică s-a făcut în 2015 la Fundulea, la hibrizii din culturile comparative, prin utilizarea VOLCRAFT FM 200 pentru efectuarea a 4 măsurători succesive ale umidităţii boabelor (4 plante competitive, marcate în fiecare parcelă), la un interval de 5-7 zile, nedistructiv, începând cu 50 de zile după mătăsit, în ambele condiții de cultură - densitate normală și densitate sporită - după cum urmează:

- 4 culturi comparative de concurs cu hibrizi în anul 3 de testare (CC) conținând 80 hibrizi în 3 repetiții;
- 14 culturi comparative de orientare cu hibrizi în anul 2 de testare (CR), conținând 280 hibrizi în 2 repetiții.

Viteza de pierdere a apei din boabele de porumb a fost estimată pe baza unui indice de selecţie reprezentat de panta (b) a dreptei regresiei liniare, calculată la fiecare genotip în parte, între umiditatea boabelor determinată la cele patru date succesive şi numărul de zile de la mătăsit la datele determinării (propus de Stere, 2002 şi denumit în lucrarea de față DDIND - Drydown Selection Index, exprimat în % apă pierdută/zi.

Implicaţii în ameliorare

Indicele de selecţie DDIND a fost folosit pentru fundamentarea unor decizii în programul de ameliorare privind: (i) selecţia hibrizilor cu viteză sporită de pierdere a apei din boabe, (ii) estimarea coeficientului de heritabilitate în sens larg pentru DDIND folosind componentele varianței obţinute din ANOVA consolidată peste experimente (4 CC şi 14 CR), după cum urmează:

$$H^2 = s^2_G / s^2_P$$

unde:

H^2 – coeficientul de heritabilitate;

s^2_G – varianța genotipică;

s^2_P – varianța fenotipică;

şi:

$$s^2_P = s^2_G + s^2_E + s^2_{GxE}$$

unde:

s^2_E - varianța mediului; s^2_{GxE} – varianța interacţiunii genotipurilor cu mediu.

Tabelul 1

Calcularea SP şi GL la analiza varianței consolidată pe experiemente

(Computation of SS and DF of analysis of variance consolidated over experiments)

SP	GL
SP_C(Densităţi)	z(l-1)
SP_Eroare$_L$	zxl-(r-1)
SP_G (Genotipuri)	z(g-1)
SP_CxG	z(l-1)(g-1)
SP_Eroare$_G$	z[(lxgxr-1)-(l-1]-(g-1)-(l-1)(g-1)-l(r-1)
Total	z(lgr-1)

l = nr. de condiţii de cultură/experiment; g = nr. de genotipuri/experiment;
r = nr. de repetiţii/experiment; z = nr. de experimente.

REZULTATE ŞI DISCUŢII

Cercetările s-au efectuat în câmpul de ameliorare a porumbului de la I.N.C.D.A. Fundulea, iar rezultatele obţinute sunt prezentate mai jos.

În figura 2 se prezintă dreapta şi ecuaţia regresiei liniare dintre umiditatea determinată cu VOLCRAFT FM 200 şi umiditatea standard (laborator) pe aceleaşi eşantioane de boabe. Coeficientul de corelaţie a fost foarte seminificativ (0,879***), iar coeficientul de determinare de 0,7726 sugereaza că peste 77% din variaţia umidităţii determinate cu VOLCRAFT FM 200 se regăseşte în variaţia umidităţii standard determinată cu umidometrul Dickey-John GAC 2000. Aceasta reprezintă o situaţie favorabilă pentru transformarea umidităţii determinate cu aparatul VOLCRAFT FM 200 în umiditate reală, care astfel se poate folosi în calcularea DDIND.

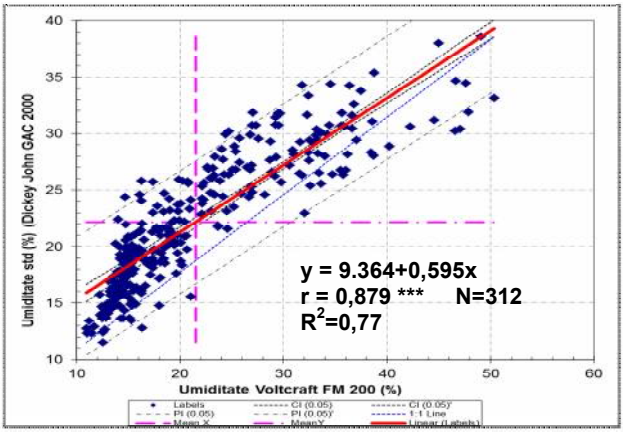
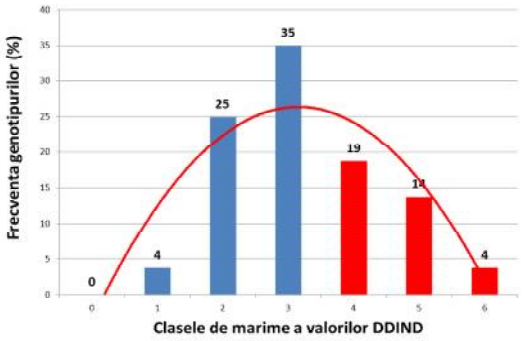


Figura 2 – Dreapta şi ecuaţia regresiei liniare dintre umiditatea boabelor determinată prin metoda standard şi umiditatea boabelor VOLCRAFT

(Linear regression line and equation between standard and VOLCRAFT grain moisture)



CLASA	Valoarea claselor
1	-0.8/-1.2
2	-1.21/-1.6
3	-1.61/-2.0
4	-2.01/-2.4
5	-2.41/-2.8
6	-2.81/-3.2

Figura 3 – Distribuţia frecvenţelor pentru viteza de uscare a boabelor, estimată prin indicele de selecţie DDIND, pentru cei 80 de hibrizi experimentaţi în culturi comparative de concurs
(Frequency distribution of selection index for grain drydown DDIND for 80 hybrids tested in yield trials)

Examinând distribuţia frecvenţelor pentru viteza de uscare a boabelor (DDIND), pentru cei 80 de hibrizi din culturi comparative de concurs, redată în figura 3, se observă o distribuţie apropiată de cea normală, dar cu o concentrare a valorilor în clasele de mărime medie. 37% dintre hibrizii testaţi (în clasele 4, 5, 6) au avut o viteză a pierderii apei din boabe favorabilă, de peste 2% apă/zi. Anul 2015 a fost deosebit de cald iar în perioada în care s-au efectuat determinările (august-septembrie) temperaturile au fost ridicate, procesul de pierdere a apei din boabe a fost accelerat, cu o variaţie între 0,8 şi 3,2% apă/zi.

Tabelul 2

Analiza varianţei consolidată şi coeficientul de heritabilitate pentru viteza de pierdere a apei din boabe, estimată prin indicele de selecţie DDIND, pentru culturi comparative de concurs, 80 de hibrizi grupati în 4 culturi comparative, 3 repetiţii, 2 condiţii de cultură

(Consolidated analysis of variance and heritability coefficient for grain drydown, estimated by selection index DDIND for yield trials, 80 hybrids grouped in 4 yield trials, 3 replications, and 2 growing conditions)

Componentele varianţei	GL	SP	s^2	Valoarea F	Probabilitate
Condiţiile de cultură (C)	4	1,59	0.40	2,36	ns
Eroare C	16	2,70	0,17		
Genotipuri (G)	76	101,73	1,34	7,43	***
C x G	76	11,86	0,16	0,87	ns
Eroare G	304	54,77	0,18		
Total	476	172,64	0,36		

H^2=71,76%

Componentele varianţei şi coeficientul de heritabilitate rezultate din analiza varianţei consolidată pentru cele 4 culturi de concurs, unde s-au făcut determinările, sunt prezentate în tabelul 2. Genotipul a avut cel mai mare efect asupra indicelui de pierdere a

apei din boabe. Condițiile de cultură reprezentate de două densități diferite - normală şi densitate sporită - ca şi interacţiunea condiţii de cultură x genotipuri nu au influenţat în mod semnificativ indicele de selecţie a vitezei de pierdere a apei din boabe. Trebuie menţionat, în general, că din cauza reţelei de testare limitate de care dispune colectivul Ameliorare porumbului, sunt folosite două condiţii de cultură la Fundulea, departajate prin creşterea densităţii. Creşterea de densitate nu a fost suficientă în anul 2015 (favorabil din punct de vedere climatic), pentru a crea deosebiri semnificative faţă de densitatea normală (valori reduse pentru varianțele pentru condiţii de cultură şi interacţiunea CxG). Ca urmare, valoarea mare a coeficientului de heritabilitate (H^2) trebuie considerată cu circumspecţie.

Ca şi în cazul culturilor de concurs, pe baza datelor obţinute în determinări succesive de umiditate prin folosirea umidometrului portabil, s-au calculat coeficienţii de selecţie DDIND pentru viteza de pierdere a apei din boabe pentru hibrizii experimentaţi în culturile comparative de orientare (CR) (figura 4). Abaterile de la distribuţia normală, ca şi în cazul hibrizilor testaţi în culturi comparative de concurs (CC) sunt cauzate de concentrarea majorităţii datelor în clasele medii. Cu toate acestea, se observă că peste 32% dintre hibrizii testaţi în CR au avut o viteză a pierderii apei din boabe favorabilă, de peste 1,2% apă/zi. DDIND a avut la hibrizii din CR o variaţie între 0,4 şi >2% apă/zi.

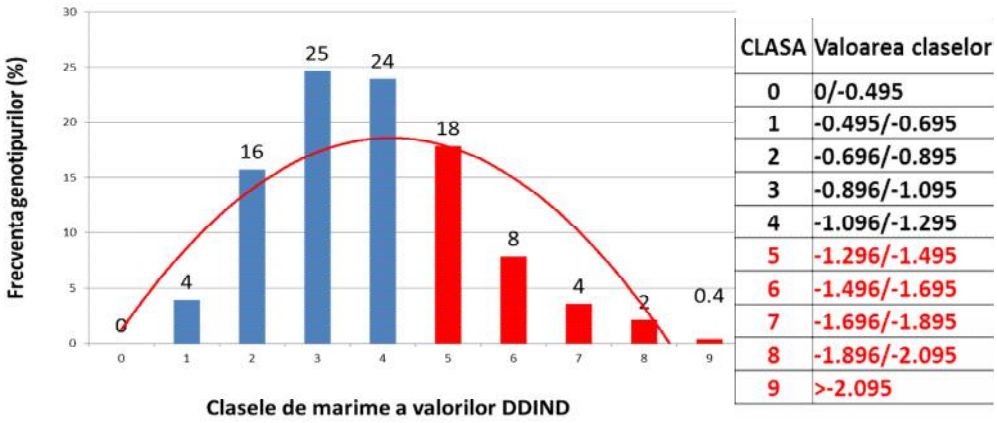


Figura 4 – Distribuţia frecvenţelor pentru viteza de uscare a boabelor, estimată prin indicele de selecţie DDIND, pentru cei 280 de hibrizi experimentaţi în culturi comparative de orientare (Frequency distribution of selection index for grain drydown DDIND for 280 hybrids tested in yield trials)

În cazul hibrizilor din cele 14 culturi de orientare situaţia este destul de asemănătoare cu cea a culturilor de concurs, în sensul că cea mai mare varianţă a fost produsă de genotipuri. Condiţiile de cultură au avut efect nesemnificativ, producând o varianţă mică, în timp ce interacţiunea CxG a avut o varianţă mai mare, semnificativă. Aceasta este o situaţie oarecum anormală, întrucât condiţiile de cultură au fost foarte asemănătoare, ceea

ce face dificil de admis o comportare specifică a hibrizilor în aceste condiţii. Coeficientul de heritabilitate (H^2) a avut o valoare ridicată, de peste 57%, şi în acest caz. Datele confirmă pe deplin existenţa unor diferenţe semnificative între hibrizi privind capacitatea lor de a pierde apa din boabe (DDIND) (tabelul 3).

Tabelul 3

Analiza varianței consolidată şi coeficientul de heritabilitate pentru viteza de pierdere a apei din boabe, estimata prin indicele de selecţie DDIND, pentru culturi de orientare, 280 de hibrizi grupati în 14 culturi comparative, 2 repetiţii, 2 condiţii de cultură

(Consolidated analysis of variance and heritability coefficient for grain drydown, estimated by selection index DDIND for CR, 280 hybrids grouped in 14 yield trials, 2 replications, and 2 growing conditions)

Componentele varianței	GL	SP	s^2	Valoarea F	Probabilitate
Condiţii de cultura (C)	14	0,97	0,07	1,49	ns
Eroare C	28	1,30	0,05		
Genotipuri (G)	266	97,21	0,37	6,21	***
C x G	266	53,19	0,20	3,40	**
Eroare G	532	31,30	0,06		
Total	1106	227,32	0,21		

H^2=57,58%

Valoarea de ameliorare, conform protocolului utilizat de programul de ameliorare de la Fundulea, reprezintă comportamentul mediu al unei linii formă parentală în toate combinaţiile hibride în care participă. Ca urmare, se impun unele criterii de care trebuie să se ţină seama în estimarea unei valorii de ameliorare valide. În general, pentru a valida valoarea de ameliorare a unei linii pentru o însuşire, aceasta trebuie să rezulte din cel puţin 4 combinaţii hibride diferite şi să fi fost determinată în cel puţin 8 condiţii de testare multilocațională sau/şi multianuală. În cazul de faţă, nu am respectat aceste criterii din cauza lipsei de date multianuale şi multilocaționale (2 condiţii de cultură la Fundulea destul de asemănătoare), calculând valoarea de ameliorare pentru DDIND din datele disponibile. Seria de linii consangvinizate prezentate în tabelul 4 au avut o valoare de ameliorare excepţională (% faţă de medie între 101 şi 171), fiind recomandate pentru a crea predicţii de hibrizi cu viteză de pierdere sporită a apei din boabe sau ca donori pentru această însuşire. Implementarea în mod curent a calculării valorii de ameliorare a liniilor pentru DDIND, aceasta va fi unul din criteriile luate în considerare pentru acordarea rangurilor liniilor consangvinizate şi, în consecinţă, hibrizii predictaţi pe baza acestor ranguri vor avea exprimată bine însuşirea de pierdere a apei din boabe.

Tabelul 4

Linii consagvinizate componente ale hibrizilor experiementaţi cu valoare de ameliorare superioară pentru indicele de selecţie DDIND

(Component inbreds of tested hybrids with superior breeding value for DDIND)

Linia	Grup heterotic	GRUP	Nr combinații	Valoarea de ameliorare pentru DDIND	% faţă de medie
F134-91	N_I	N	2	-1,6110	120
F2044-12	A	A_X	2	-1,4490	108
F2073-12	A	A_X	2	-1,5030	112
F2092-12	A	A_X	2	-1,4825	111
F2118-11	A	A_X	3	-1,5570	116
F2122-10	N	N	2	-1,8780	140
F2169-12	N_Ind	N	2	-1,5020	112
F2299-11	A_R	A_X	2	-2,2380	167
F2355-10	A	A_X	4	-1,4900	111
F2400-10	A	A_X	3	-2,2993	171
F2455-11	A_I	A_X	3	-1,9990	149
F2566-12	A	A_X	2	-1,3570	101
F2585-10	R_S	R_S	2	-1,5625	117
F2606-12	A_S	A_X	2	-1,5830	118
F2812-12	A	A_X	2	-1,3960	104
F2883-11	A	A_X	2	-1,5235	114
F2926-12	A	A_X	2	-1,6665	124
F2949-12	A	A_X	2	-1,3665	102
F564-11	R_NInd	R_N	2	-1,3945	104
F642-11	A	A_X	2	-1,4355	107
F644-11	A	A_X	2	-1,4425	108
F645-11	A	A_X	2	-1,7415	130
Lc402	R_S	R_S	13	-1,8265	136
Lc403	R_S	R_S	20	-1,8163	135
Lc406	R	R	31	-1,4238	106
Lc577	R_N	R_N	2	-1,5700	117
Lc607	S	SS	18	-1,5577	116
Lc700	R_Ind	R	2	-2,0690	154
Lc779	R_X	A_X	66	-1,3525	101

În figura 5 este prezentată structura grupelor heterotice din care aparţin cele 192 de linii la care s-au îndeplinit condiţiile minime pentru calculul valorii de ameliorare, evaluate pentru DDIND (participarea în cel puţin 2 combinaţii diferite). Se observă un dezechilibru între grupele heterotice privind numărul de linii care aparţin diferitelor grupe heterotice. Mai mult de jumătate (130 de linii) aparţin unui grup heterotic inconsistent ca valoare, rezultat din amestecul de germoplasmă care formează modele heterotice valorose (de exemplu, SS x NSS).

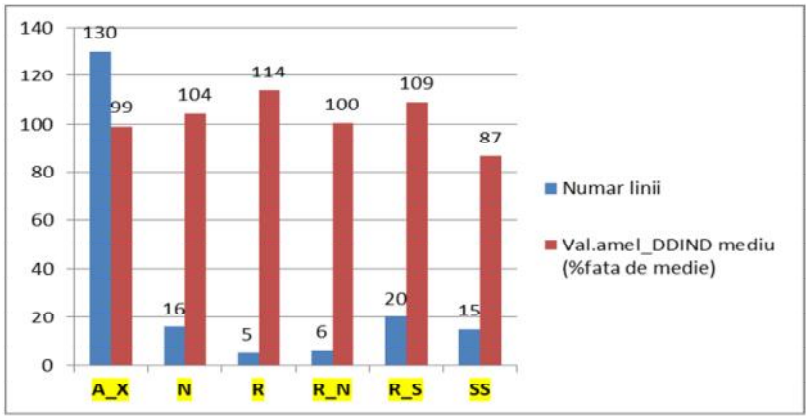


Figura 5 – Valoarea de ameliorare medie pe grupuri heterotice (% faţă de media generală) pentru indicele de selecţie DDIND
[Average breeding value over heterotic groups (% from general mean) for DDIND]

CONCLUZII

Umidometrul VOLCRAFT FM 200 poate fi fololsit pentru determinarea rapidă şi eficientă a umidităţii boabelor de porumb, în mod nedistructiv, pe plante individuale, în câmp deoarece cca 77% din variaţia umidităţii determinate prin metoda standard se regăseşte în variaţia determinată cu aparatul VOLCRAFT FM 200.

Aceste prime rezultate au arătat că viteza de uscare a boabelor de porumb este o însuşire ereditară. Indicele de selecţie pentru pierderea apei din boabe (DDIND) a fost eficient în identificarea genotipurilor superioare de porumb, cu viteza sporită de pierdere a apei din boabe.

Introducerea unei metode rapide şi cât mai exactă de determinarea a momentului maturităţii fiziologice şi, ca urmare, a momentului începerii determinărilor succesive de umiditate este esenţială pentru dezvoltarea unei metode eficiente de identificare a genotipurilor cu uscare rapidă (se propune 75% din plantele dintr-o parcelă cu pănuşi complet îngălbenite).

Extiderea "*metodei VOLCRAFT*" în viitor la testarea timpurie (volum mare de determinări), R1 (culturi comparative de orientare avansate) şi TC (culturi comparative de testare) ar permite implementarea acestei însuşiri economice importate, pe măsura acumulării datelor, în procesul de clasificare a liniilor consangvinizate (acordarea unor ranguri de valoare) şi în continuarea procesului de predicţie a hibrizilor cu uscare rapidă, precum şi pentru îmbunătăţirea procesului de creare de linii noi, superioare şi care transmit însuşirea de uscare rapidă a boabelor în combinaţiile lor hibride.

REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

ALDRICH, S.R., SCOTT, W.O., and LENG, E.R., 1975 – *Modern corn production*. 2nd ed. A and L. Publications, Champaingn, IL.

BARON, V.S. and DAYNARD, T.B., 1984 – *Factors affecting grain dry down in early maturing European and Canadian corn hybrids*. Can. J. Plant Sci., 64: 465-474.

BAUTE, T., HAYES, A., MCDONALD, I., REID, K., 2002 – *Agronomy guide for field crops*. Publication 811. The Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

CAVALIERI, A.J. and SMITH, O.S., 1985 – *Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982*. Crop Sci., 25: 856-860.

CRANE, P.L., MILES, S.R. and NEWMAN, J.E., 1959 – *Factors associated with varietal differences in rate of field drying in corn.* Agron. J., 51: 318-320.

CROSS, H.Z.,1985 – *A selection procedure for ear drying rates in early maize*. Euphytica, 34: 409-418

CROSS, H.Z., and KABIR, K.M., 1989 – *Evaluation of field dry – down rates in early maize*. Crop Sci., 29: 54-58

ECKERT, D.J., 1978 – *Growing drier corn for the conservation of energy*. Ohio Coop. Ext.Serv.Bull., 645

HELLEVANG, K.J., T. REFF, 1987– *Calculating grain drying cost*. AE-923. NDSU Extension Service, North Dakota State University. http://www.ag.ndsu.nodak.edu/abeng/pdffiles/ae923.pdf.

HELLEVANG, K.J., 2004 – *Post-harvest tips for late maturing corn*. NDSU Extension Service, North Dakota State University http://www.ext.nodak.edu/county/griggs/agriculture/2004agalerts/08-18-04.htm.

HICK, D.R., GEADELMANN, J.L. and PETERSON, R.H., 1976 – *Drying rates of frosted maturing maize*. Agron. J., 68: 452-455.

HILLSON, M.T. and. PENNY, L.H., 1965 – *Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain*. Agron. J., 57: 150-153.

KANG, M.S., COLBERT, T.R., ZUBER, M.S. and HORROCKS, R.D., 1975 – *Grain moisture loss as related to dry down rates in corn*. Am. Soc. Agron. Abstr., P.57.

KANG, M.S., ZUBER, M.S. and KRAUSE, G.F., 1983 – *Path coefficient analyses of grain yield and harvest moisture in maize.* Trop. Agric. (Trinidad), 60: 253-256.

KANG, M.S., ZUBER, M.S., COLBERT, T.R. and HORROCKS, R.D., 1986 – *Effects of certain agronomic traits and relationship between rates of grain-moisture reduction and grain fill during the filling period in maize*. Field Crops Res., 14: 339-347.

KONDAPI, KANG, M.S., ZHANG, Y. and DENG, X., 1993 – *Genetics of grain dry down rate in corn*. Agronomy Abstracts. ASA. Madison, WI. Pg: 91-92.

LACKEY, R., 2008 – *Corn energy value – A comparison of harvesting corn as shelled dried corn, high moisture corn, high moisture cob corn (cob meal) and corn silage*. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/news/vbn1108a2.htm.

NASS, H.G. and CRANE, P.L., 1970 – *Effects of endosperm genes on dry matter accumulation and moisture loss in corn (Zea mays*. L.*).* Crop Sci., 10: 276-280.

NASS, H.G. and CRANE, P.L., 1970 – *Effects of endosperm mutants on drying rates in corn*. Crop Sci., 10: 141-144.

PURDY, J.L. and CRANE, P.L., 1967a – *Inheritance of draying rate in "mature" corn (Zea mays.L.).* Crop Sci., 7: 294-297.

PURDY, J.L. and CRANE, P.L., 1967b – *Influence of pericarp on diferenţial drying rate in "mature" corn (Zea mays*.L.*).* Crop Sci., 7: 379-381.

RAGAI, H., LOOMIS, W.E., 1954 – *Respiration of maize grain*. Plant Physiol., 29: 49-55.

SCHMIDT, J. L., and HALLAUER, A.R., 1966 – *Estimating harvest date of corn in the field*. Crop Sci., 6:227-231.

STERE, I., STERE, IOANA, CIOCĂZANU, I., SARCA, TR. şi ŞTEFU, EMILIA, 1995 – *Combaining ability for grain dry-down rate in maize*. R.A.R. 4: 25-30.

STERE, IOANA, 2002 – *Valoarea de ameliorare a unor populaţii de porumb în vderea îmbunătăţirii unor hibrizi simpli de elită.*Teză de doctorat. U.S.A.M.V. Bucureşti.

SWEENEY, P.M., MARTIN, S.K. St. and CLUCAS, C.P., 1994 – *Indirect inbred selection to reduce grain moisture in maize hybrids.* Crop Sci., 34: 391-396.

TOLLENAAR, M., DAYNARD, T.B., 1978 – *Effect of defoliation on kernel development in maize.* Can. J. Plant Sci., 58:207-212.

TROYER, A.F. and AMBROSE, W.B., 1971 – *Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn.* Crop Sci., 11: 529-531.

Prezentată Comitetului de redacţie la 15 iulie 2016