



**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI
MEDICINĂ VETERINARĂ CLUJ-NAPOCA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE
AGRICOLE INGINEREȘTI**



Ec. ing. ONA ANDREEA-DANIELA

**STUDIUL FENOTIPIC ȘI GENOTIPIC AL UNOR LINII
CONSANGVINIZATE OBTINUTE DIN DOUĂ COMPOSITE
HETEROTICE DE PORUMB (*ZEA MAYS* L.)**

REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC
Prof. univ. dr. IOAN HAȘ**

CLUJ-NAPOCA

2014

CUPRINS

INTRODUCERE.....	1	5
CAPITOLUL I.....	3	6
SURSELE DE GERMOPLASMĂ.....	3	6
1. 1. Resursele de germoplasmă folosite în ameliorarea porumbului	3	6
1.1.1. Populațiile locale.....	3	
1.1.2. Soiurile ameliorate.....	5	
1.1.3. Hibrizii comerciali.....	6	
1.1.4. Populațiile sintetice și compositele.....	7	
1.1.5. Populațiile exotice.....	8	
1.2. Consangvinizarea și heterozisul la porumb.....	10	8
1.2.1. Consangvinizarea și heterozisul – două laturi contrarii ale aceluiași fenomen biologic.....	10	
1.2.2. Definierea heterozisului, sensul și intensitatea exprimării.....	11	
1.2.3. Forme ale heterozisului la porumb.....	14	
1.2.4. Ipoteze privind explicarea heterozisului.....	15	
1.2.5. Diversitatea genetică – resursă pentru heterozis la porumb.....	17	
1.2.5.1. Superioritatea hibrizilor între forme diversificate genetic.....	18	
1.2.5.2. Heterozisul la hibrizii simpli, triliniari și dubli.....	20	
1.2.5.3. Heterozisul și vulnerabilitatea genetică.....	22	
CAPITOLUL II.....	24	10
CREAREA ȘI SELECȚIA LINIILOR CONSANGVINIZATE.....	24	10
2.1. Metode de creare a liniilor consangvinizate.....	24	10
2.1.1. Metoda pedigreului.....	25	
2.1.2. Metoda încrucișărilor regresive.....	26	
2.1.3. Selecția gameților.....	26	
2.1.4. Monoploidia.....	27	
2.1.5. Îmbunătățirea liniilor consangvinizate stabile.....	28	
2.2. Selecția liniilor consangvinizate.....	29	12
2.2.1. Metoda de selecție.....	29	
2.2.2. Alegerea germoplasmei.....	30	
2.2.3. Însușiri selectate și intensitatea selecției.....	31	
2.2.4. Corelații între însușirile liniilor consangvinizate și performanțele hibrizilor.....	32	
2.2.5. Testarea capacității de combinare.....	33	
CAPITOLUL III.....	36	13
MOTIVAȚIA ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII.....	36	13

3.1. Motivația cercetării	36	13
3.2. Obiectivele tezei de doctorat.....	38	14
CAPITOLUL IV	40	14
MATERIALUL BIOLOGIC ȘI METODA DE LUCRU	40	14
4.1. Materialul biologic. Crearea populațiilor composite	40	14
4.2. Materialul biologic. Liniile consangvinizate studiate.....	43	14
4.3. Metoda de studiu.....	47	15
4.4. Cadrul natural și condițiile în care s-au realizat experiențele	52	17
4.4.1. Cadrul natural pedoclimatic.....	52	
4.4.1.1. Poziția geografică.....	52	
4.4.1.2. Relieful.....	53	
4.4.1.3. Clima.....	53	
4.4.1.4. Solul.....	54	
4.4.2. Condițiile climatice specifice perioadei de experimentare (2011-2012).....	55	
4.4.2.1. Condiții climatice pentru anul 2011.....	55	
4.4.2.2. Condiții climatice pentru anul 2012.....	57	
4.4.3. Tehnologiile aplicate în câmpul experimental.....	59	
4.4.3.1. Tehnologia aplicată în câmpul experimental în anul 2011.....	59	
4.4.3.2. Tehnologia aplicată în câmpul experimental în anul 2012.....	60	
4.4.3.3. Colectarea datelor.....	60	
CAPITOLUL V.....	62	17
REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII (I).....	62	17
TESTAREA ÎNCRUCIȘĂRILOR PERFORMANTE ÎN CADRUL SELECȚIEI RECURENT RECIPROCE TU COMP A(B)(2) x TU COMP B(A)(2).....	62	17
5.1. Studiul capacității de producție la testările din cadrul selecției recurent reciproce.....	63	
5.2. Studiul perioadei de vegetație cu ajutorul conținutului de substanță uscată în boabe la recoltare.....	67	
5.3. Studiul rezistenței la frângere și cădere a plantelor.....	73	
CAPITOLUL VI	81	21
REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII (II)	81	21
STUDIUL CAPACITĂȚII DE COMBINARE A LINIILOR CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN TURDA COMP A ȘI TURDA COMP B.....	81	21
6.1. Studiul capacității de producție în sisteme ciclice de încrucișări.....	83	21
6.2. Studiul eredității procentului de substanță uscată la recoltare în sisteme ciclice de încrucișări	96	22
6.3. Studiul eredității procentului de plante nefrânte la recoltare în sisteme ciclice de încrucișări	109	22
6.4. Relația dintre efectele genice aditive și neaditive calculate pentru capacitatea de producție și capacitatea de producție la hibridii simpli studiați în sisteme ciclice de încrucișări	125	23

6.5. Relația dintre efectele genice aditive și neaditive calculate pentru conținutul de substanță uscată și conținutul de substanță uscată în boabe la recoltare în sisteme ciclice de încrucișări.....	129	24
6.6. Relația dintre efectele genice aditive și neaditive calculate pentru procentul de plante nefrânte și procentul de plante nefrânte la recoltare în sisteme ciclice de încrucișări	132	25
6.7. Studiul posibilităților de ameliorare genetică simultană a capacității de producție, perioadei de vegetație și rezistenței la cădere a plantelor de porumb	136	27
CAPITOLUL VII.....	138	28
REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII (III).....	138	28
STUDIUL LINIILOR CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN TURDA COMP A ȘI TURDA COMP B CU AJUTORUL ÎNCRUCIȘĂRILOR DIALELE.....	138	28
7.1. Studiul capacității de producție la hibridii și liniile consangvinizate din cadrul sistemului dialel.....	139	28
7.2. Transmiterea perioadei de vegetație exprimate prin conținutul de substanță uscată la hibridii simpli din sistemul dialel.....	148	29
7.3. Transmiterea rezistenței la frângere și cădere exprimate prin procentul de plante nefrânte la recoltare la hibridii simpli din sistemul dialel.....	157	30
CAPITOLUL VIII.....	166	31
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	166	31
8.1. Concluzii privind testarea încrucișărilor performante în cadrul selecției recurent reciproc Tu Comp A(B)(2) x TU Comp B(A)(2).....	166	
8.2. Concluzii privind studiul capacității de combinare a liniilor consangvinizate obținute din Turda Comp A și Turda Comp B.....	168	
8.3. Concluzii privind studiul liniilor consangvinizate obținute din Turda Comp A și Turda Comp B cu ajutorul încrucișărilor dialele.....	170	
8.4. Recomandări	173	32
BIBLIOGRAFIE	175	33
ANEXE.....	186	

INTRODUCERE

„Planta de porumb constituie cel mai surprinzător sistem pe care natura îl are pentru acumularea energiei. Dintr-o sămânță care cântărește în jur de o treime de gram, răsare și se dezvoltă în aproximativ nouă săptămâni o plantă înaltă de doi-trei metri, iar în jurul a opt săptămâni care urmează, aceasta va produce 600–1000 de boabe. Cum realizează planta de porumb acest proces, se explică prin existența unui extraordinar „laborator” de transformare a energiei solare în materie organică și în al doilea rând, prin înmagazinarea unei mari cantități de energie într-un produs atât de concentrat care este bobul de porumb” (CRISTEA, 2004).

Porumbul este o specie vegetală foarte valoroasă, cu un potențial de producție ridicat, cu o diversitate largă de utilizare ca sursă de hrană pentru om și animale și materie primă pentru procesare industrială, cultivată pe suprafețe întinse în întreaga lume, dar și în România. Pe plan mondial porumbul ocupă locul trei ca suprafață și primul loc ca producție, iar în țara noastră, aproximativ 30% din suprafața arabilă a țării.

Datorită importanței porumbului, de-a lungul timpului, au fost întreprinse o serie de măsuri pentru creșterea producției, printre care și inițierea unor lucrări de ameliorare a unor noi surse de germoplasmă reprezentate de populații locale, hibridi comerciali, populații sintetice și composite, populații exotice etc.

Din aceste motive s-a considerat necesar a se studia în prezenta lucrare, o parte din germoplasma de porumb timpurie existentă în România, valoarea ei de ameliorare, progresele, înregistrarea în îmbunătățirea liniilor consangvinizate prin selecție recurent-reciprocă full-sib, precum și valoarea genetică a unor linii consangvinizate obținute din ciclul I de selecție reciproc recurentă. S-au studiat și legăturile existente între caracterele agronomice și cele care concură la realizarea capacității de producție, precum și efectele genice implicate în principalele caractere la porumbul timpuriu.

Pe parcursul întocmirii tezei de doctorat am primit un real și important sprijin în activitățile de documentare și executare a experiențelor în câmp din partea colectivului de cadre didactice de la Disciplina de Genetica și Ameliorarea Plantelor, Departamentul

Cultura Plantelor, Facultatea de Agricultură, USAMV Cluj, precum și din partea întregului colectiv al Laboratorului de Ameliorare a Porumbului din cadrul SCDA Turda.

Mulțumesc în mod deosebit domnului profesor universitar dr. Ioan Haș, coordonatorul științific al tezei de doctorat, care m-a îndrumat și a monitorizat desfășurarea activității mele de cercetare cu o deosebită competență și implicare.

Mulțumesc de asemenea și doamnei inginer dr. Voichița Haș, șeful Laboratorului de Ameliorare a Porumbului din cadrul SCDA Turda, pentru sprijinul acordat în vederea realizării experiențelor de câmp și a finalizării prezentei lucrări.

Adresez calde mulțumiri tuturor cadrelor didactice, colegilor, specialiștilor de la SCDA Turda și reprezentanților Școlii Doctorale, care m-au ajutat și îndrumat pe parcursul elaborării tezei de doctorat.

Sunt recunoscătoare familiei mele și tuturor persoanelor apropiate pentru înțelegerea de care au dat dovadă și pentru sprijinul acordat pe toată perioada de studii doctorale.

CAPITOLUL 1

SURSELE DE GERMOPLASMĂ

1.1. RESURSELE DE GERMOPLASMĂ FOLOSITE ÎN AMELIORAREA PORUMBULUI

Populațiile locale

Resursele genetice reprezentate de populațiile locale de porumb originare din diferite areale, constituie rezervoare importante de gene utile pentru ameliorarea speciei. BRIEGER (citată de SARCA, 2004) a definit populația ca ”o comunitate de indivizi care ocupă un anumit areal, se reproduce în același mod, au aceleași variații ereditare și au suferit aceleași acțiuni ale selecției”.

Soiurile ameliorate

Soiul este rezultatul final al unui proces de ameliorare, care conduce la obținerea unui grup de indivizi relativ asemănători, având o anumită constituție genetică, particularități morfologice distincte și unele însușiri fiziologice, biologice și economice

stabile (SARCA, 2004). Din punct de vedere genetic, soiul este o populație; la porumb – ca plantă alogamă – este o familie de biotipuri asemănătoare cu un fond de gene valoroase.

Hibrizii comerciali

Prin hibrid se înțelege produsul unei încrucișări între părinți diferiți din punct de vedere genetic (POTLOG și VELICAN, 1974). În procesul de ameliorare se produce o mare diversitate de hibridi, dar s-au folosit în producție, pe scară largă, numai hibrizii între soiuri și între linii consangvinizate. În prezent, hibrizii comerciali au la bază trei tipuri de combinații între linii consangvinizate: hibridi dubli (HD), hibridi triliniari (HT) și hibridi simpli (HS).

Populațiile sintetice și compositele

Prin soi sintetic se înțelege „o populație cu polenizare liberă rezultată din hibridări între plante autofecundate sau linii și apoi menținută prin metode de selecție în masă obișnuite, efectuate în parcele izolate” (HALLAUER și MIRANDA, 1981). Hibridările dintre liniile parentale se fac în sistem dialel, pentru ca participarea lor în populație să fie balansată. Când în loc de linii consangvinizate se interpolenizează soiuri cu polenizare liberă, se obțin composite sau soiuri (populații) composite. Compositele pot proveni și din linii consangvinizate, numărul liniilor interîncrucișate fiind sub opt (HAȘ, 2004).

Populațiile exotice

Sursele exotice de germoplasmă sunt folosite mai ales pentru rezistența la insecte și la unele boli criptogamice, dar cercetările din ultima perioadă au demonstrat că aceste surse pot fi folosite și pentru îmbunătățirea heterozisului producției (HAȘ, 2004). Cel mai folosit material exotic este soiul argentinian Maiz Amargo, care pe lângă capacitatea ridicată de combinare cu germoplasma SSS, transmite și rezistență la atacul unor dăunători. Alte rase de porumb utilizate ca sursă de germoplasmă tropicală sunt rasele provenite din zona de câmpie, Induratul Cubanez, Suwan, Tuson și Tuxpeno (surse de

rezistență la atacul de insecte și boli) și rasele din zona tropicală înaltă, Chalqueno, Cuzco, Sabanero sau San Geronimo.

1.2. CONSANGVINIZAREA ȘI HETEROZISUL LA PORUMB

Consangvinizarea și heterozisul – două laturi contrarii ale aceluiași fenomen biologic

După HALLAUER și MIRANDA (1981), ”consangvinizarea și heterozisul sunt expresiile contrarii ale aceluiași fenomen”. Fenomenul heterozis este opus depresiei consangvine, în sensul că vigoarea pierdută ca o consecință a consangvinizării este recâștigată prin încrucișare.

Definirea heterozisului, sensul și intensitatea exprimării

După DUVICK (1999): „Heterozisul sau vigoarea hibridă se referă de obicei la creșterea mărimii sau rata creșterii hibridului în comparație cu părinții; vigoarea hibridă la plante se manifestă prin creșterea producției de boabe, reducerea numărului de zile de la semănat la înflorit, prin creșterea spectaculară a rezistenței la boli și dăunători, prin rezistența sporită a hibrizilor la factorii climatici nefavorabili.” Factorii genetici care influențează capacitatea de manifestare a heterozisului sunt: modul de reproducere al plantelor: alogame sau autogame; heterozis mai puternic la încrucișările intraspecifice; hibridii între varietăți prezintă un heterozis mai pronunțat decât între biotipurile aceleiași varietăți; heterozisul geografic; heterozisul între părinți homoziгоți mai ridicat decât între heterozigoți; diferențiere genetică ridicată – heterozis ridicat; influența citoplasmatică în exprimarea heterozisului.

Forme ale heterozisului la porumb

La porumb, ca și manifestări fenotipice pot fi considerate următoarele forme de heterozis (după CĂBULEA, 1964): reproductiv, somatic (vegetativ), adaptiv și metabolic. După modul de manifestare, există două tipuri de heterozis (HAȘ, 2010): cis heterozis, când hibridul depășește nivelul productiv al formelor parentale, dar nu și

nivelul populației din care acestea au fost extrase, și trans heterozis, când hibridul depășește atât nivelul formelor parentale, cât și nivelul populației din care au fost extrase.

Ipoteze privind explicarea heterozisului

Se remarcă faptul că, în ansamblu, toate ipotezele care încearcă explicarea acestui fenomen prezintă o trăsătură comună, exprimată prin ideea că fenomenul heterozis se datorează interacțiunii factorilor ereditari diferiți, moșteniți de hibrid de la formele parentale cu ereditate deosebită. MUREȘAN (1967) a încercat să facă o sinteză a acestor teorii.

Diversitatea genetică – resursă pentru heterozis la porumb

Amelioratorii americani au sesizat, încă din primii ani ai ameliorării moderne a porumbului, importanța menținerii diversității genetice a liniilor consangvinizate parentale. În ultima perioadă, liniile consangvinizate au fost clasificate în grupe de germoplasmă după gradul de înrudire cu câteva linii consangvinizate elită, soiuri sau populații sintetice (HAȘ, 2004). În clasificarea modernă sunt două grupări principale: grupe heterotice SSS (Stiff Stalk Synthetic) și grupe non-SSS.

Superioritatea hibrizilor între forme diversificate genetic

Exprimarea heterozisului este cu atât mai puternică, cu cât formele parentale ale hibrizilor de porumb sunt mai diferențiate genetic. Formele parentale prea puternic diferențiate genetic s-ar putea să nu exprime un heterozis pronunțat, mai ales atunci când sunt încrucișate linii consangvinizate de porumb din zona tropicală cu linii consangvinizate din zona temperată. Diversitatea genetică ce se conturează între formele parentale provenite din zone geografice diferite sau puternic diferențiate morfofiziologic, este astăzi puternic exploatată de amelioratorii de porumb (HAȘ, 2004).

Heterozisul la hibrizii simpli, triliniari și dubli

Pentru crearea hibrizilor dubli, cea mai facilă cale este de a folosi linii consangvinizate din două populații divergente genetic, pentru crearea hibrizilor simpli parentali. S-a demonstrat, atât teoretic, cât și cu date experimentale, că cei mai valoroși

hibrizi pot fi obținuți din populații supuse selecției recurente, dar mai ales selecției recurent reciproce. Cu succes au fost și sunt utilizați hibrizii triliniari, ca hibrizi de porumb pentru scopuri comerciale, mai ales în zonele cu condiții climatice mai deosebite (CĂBULEA, 1987). Se consideră că hibrizii simpli sunt capabili să realizeze acea „combinație unică de gene”, care să pună cel mai bine în valoare potențialul hibrid al unei combinații (TROYER, 2001). Teoretic însă, este posibil ca, dacă într-un set de linii consangvinizate sunt realizate toate combinațiile posibile (hibrizi simpli, triliniari sau dubli), dintre hibrizii triliniari sau dubli, să poată fi identificată (în urma experimentării în condiții ecologice cât mai diverse) o combinație superioară chiar hibrizilor simpli din sistem, acea „combinație unică” la care suma efectelor epistatice să aibă valori semnificativ pozitive (HAȘ, 2004).

Heterozisul și vulnerabilitatea genetică

Extinderea pe suprafețe mari a unor formule de hibridare foarte valoroase, dar mult utilizate, ar putea duce la apariția vulnerabilității. O astfel de formulă a fost B73 x Mo17, care în perioada 1970-1985 a ocupat până la 50% din suprafața cu porumb din Corn Belt (TOYER, 1999; HAȘ, 2004). Evitarea vulnerabilității și lărgirea bazei germoplasmatică poate fi realizată prin introducerea în crearea hibrizilor a unor linii consangvinizate aparținând unor noi grupe de germoplasmă.

CAPITOLUL 2

CREAREA ȘI SELECȚIA LINIILOR CONSANGVINIZATE

2.1. METODE DE CREARE A LINIILOR CONSANGVINIZATE

Metoda pedigreului

În cazul acestei metode materialul inițial este reprezentat de hibrizi făcuți anume în acest scop, proveniți din încrucișări între linii consangvinizate valoroase. Cel mai frecvent se încrucișează linii cu însușiri complementare sau din populațiile locale și sintetice. Hibrizii se autopolenizează pentru a obține generația segregantă F_2 , cu care se începe selecția. Descendențele din selecția genealogică se pot identifica prin generația de consangvinizare, originea lor (pedigreul) și un număr dat spre identificare.

Consangvinizarea este însoțită de selecția între și în interiorul descendențelor, și de testarea capacității de combinare.

Metoda încrucișărilor regresive

Metoda încrucișărilor regresive este considerată a fi o formă modificată a selecției genealogice. În acest caz se pornește tot de la o hibridare simplă planificată, dar scopul este altul, și anume, acela de a transfera o genă sau anumite gene de la un genotip la altul. De aceea, gradul de recuperare a genotipului recurent este mai mare.

Selecția gameților

Metoda constă în încrucișarea unei linii elită cu polen de la plantele unei populații. Descendenții F_1 se autopolenizează și se încrucișează, ca și linia elită, cu un tester. Hibridii sunt evaluați în experiențe pe repetiții. Cei care depășesc performanța hibridului dintre linia elită și tester se consideră că au primit un gamet superior de la populația donatoare.

Monoploidia

Monoploidia sau haploidia este procesul prin care dintr-un organism normal diploid ($2n$) se formează un organism cu un singur set de cromozomi, cu un singur *genom* (n). Reducerea la jumătate a numărului de cromozomi este urmată de reducerea semnificativă a mărimii celulelor și a nucleului, a tuturor organelor și în final a întregului organism (ROTARENCO, 2000).

Îmbunătățirea liniilor consangvinizate stabile

Obiectivul acestei metodei îl reprezintă introducerea în liniile consangvinizate a unor însușiri noi, cu moștenire ereditară simplă, pe care acestea nu le posedă sau nu le au destul de bine exprimate. În acest scop, linia supusă ameliorării (părintele recurent) se încrucișează, ca formă mamă, cu o sursă care posedă însușirea sau însușirile dorite (părintele nerecurent). Hibridul simplu rezultat este supus unor scheme de selecție diferite, în funcție de scopul urmărit și de determinismul genetic al însușirii supusă selecției.

2.2 SELECȚIA LINIILOR CONSANGVINIZATE

Metoda de selecție

Metoda standard de creare a liniilor consangvinizate (SARCA, 2004) constă în consangvinizarea mai multor sute de plante dintr-o populație heterozigotă, alese după vigoare, sănătate și alte însușiri. La recoltare se face o altă selecție, eliminându-se toate plantele care manifestă orice fel de deficiențe. În sezonul următor, sămânța obținută de la fiecare știulete reținut se seamănă pe câte un rând. Selecția se face atât între descendențe, cât și în cadrul descendențelor. După 3–4 generații de consangvinizare și selecție, liniile capătă un grad relativ ridicat de distinctibilitate și stabilitate. Atunci se testează capacitatea de combinare și acele linii care dau combinații performante se înmulțesc și se folosesc în hibridi comerciali.

Alegerea germoplasmei

Alegerea germoplasmei reprezintă o etapă foarte importantă în procesul de creare al hibridilor de porumb. Materialul inițial se creează numai prin încrucișarea celor mai bune linii consangvinizate, deoarece reciclarea liniilor, deși crește eficiența activității de ameliorare, conduce la îngustarea bazei genetice. O cale de a lărgi baza genetică a materialului inițial este crearea de populații sintetice din mai multe linii consangvinizate valoroase și ameliorarea lor prin selecție recurentă.

Însușiri selectate și intensitatea selecției

Însușirile care se supun selecției variază în funcție de obiectivele programului de ameliorare și de heritabilitatea însușirilor care determină eficiența selecției. Cu privire la metoda de consangvinizare, autofecundarea este cel mai frecvent folosită de către amelioratori. Cu această metodă se ajunge mai repede la un grad ridicat de homozigotie. Liniile consangvinizate obținute au o stabilitate bună și puritatea lor este mai ușor de păstrat.

Corelații între însușirile liniilor consangvinizate și performanțele hibridilor

Între însușirile liniilor și aceleași însușiri ale hibridilor, coeficienții de corelație sunt pozitivi și semnificativi, dar în majoritatea cazurilor prea mici pentru a se folosi în prognozarea producției hibridilor (HALLAUER și colab., 1988).

Testarea capacității de combinare

Liniile consangvinizate o dată obținute, se pot încrucișa pentru a găsi combinațiile care pot asigura cel mai ridicat heterozis în F_1 . Heterozisul este pe deplin exprimat când o alelă este fixată într-o linie și o alelă diferită într-o altă linie (SAVATTI și colab., 2004). Testarea capacității de combinare cu un tester comun reprezintă metoda de bază pentru determinarea valorii hibride a liniilor consangvinizate în curs de selecție.

CAPITOLUL 3

MOTIVAȚIA ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII

3.1. MOTIVAȚIA CERCETĂRII

Tendința modernă este de a obține linii consangvinizate cât mai productive, cu grad de adaptabilitate ridicat, prin acumularea genelor cu efecte aditive, dar și cu potențial de încrucișare ridicat. Din aceste motive s-a considerat necesar a se studia o parte din germoplasma de porumb timpurie existentă în România, valoarea ei de ameliorare, progresele, înregistrarea în îmbunătățirea liniilor consangvinizate prin selecție recurent-reciprocă full-sib, precum și valoarea genetică a unor linii consangvinizate obținute din ciclul 1 de selecție reciproc recurentă din Comp A(B)(1) x Comp B(A)(1) și valoarea liniilor consangvinizate obținute din Comp A(B)(1) și Comp B(A)(1) în situația în care au fost utilizate ca linii constante între seria de încrucișări ciclice. S-au studiat și legăturile existente între caracterele agronomice și cele care concură la realizarea capacității de producție, precum și efectele genice implicate în principalele caractere la porumbul timpuriu.

3.2. OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

În prezenta lucrare s-au urmărit aspectele enumerate mai jos:

- ◆ evidențierea încrucișărilor full-sib performante din testările reciproce;
- ◆ studiul unor legături între caracterele cu importanță agronomică în vederea eficientizării procesului de alegere a celor mai performante perechi de încrucișare full-sib;
- ◆ alegerea celor mai performanți indivizi, pentru continuarea procesului de selecție recurent-reciprocă (finalizarea ciclului 2) și începerea procesului de obținere de noi linii prin consangvinizare și dihaploidizare;
- ◆ testarea valorii agronomice a unor linii obținute din ciclul 1 de selecție recurent-reciprocă din populațiile composite Comp A(B)(1) și Comp B(A)(1);
- ◆ evidențierea efectelor genice implicate în transmiterea caracterelor importante la grupele de linii folosite în încrucișări în vederea stabilirii celor mai eficiente metode de ameliorare.

CAPITOLUL 4

MATERIALUL BIOLOGIC ȘI METODA DE LUCRU

4.1. MATERIALUL BIOLOGIC. CREAREA POPULAȚIILOR COMPOSITE

Lucrarea de doctorat cuprinde rezultate experimentale din ciclul II de selecție (figura 1) recurent-reciprocă full-sib dintre populațiile composite Comp A(B)(1) și Comp B(A)(1). Pentru Comp A s-au mai ales ca forme parentale A632, CM105, TB329 și T291, iar pentru Comp B pe lângă cele două linii consangvinizate din Lancaster Sure Crop s-au utilizat ca forme parentale T248, W633 și TC208.

4.2. MATERIALUL BIOLOGIC. LINIILE CONSANGVINIZATE STUDIATE

În cadrul prezentului studiu au fost folosite ca linii constante următoarele linii consangvinizate: TA428, TA425 și TA427 din Tu Comp A; TC385A, TC399 din Tu Comp B și TD268 înrudită cu ultimele două linii consangvinizate. Câte patru linii

consangvinizate din fiecare populație compoșită, au fost alese pe baza performanțelor de capacitate generală de combinare anterioare (HAȘ, comunicare personală) și utilizate pentru a realiza încrucișări într-un sistem dialel. Liniile consangvinizate utilizate au fost următoarele: TD337, TA422, TA426, TA428 (pentru Turda Comp A) și TC384A, TC385A, TC398, TC399 (pentru Turda Comp B).

4.3. METODA DE STUDIU

S-au ales pentru a fi studiate în culturile 801 și 802 acele perechi la care a fost cantitatea mai mare de sămânță în încrucișări și un număr de cel puțin 25 de semințe în fiecare autopolenizare. S-au organizat două grilaje, a câte 49 de variante, de tipul 7x7, în patru repetiții, câte două rânduri de 5,0 m pe parcelă, la desimea de 60.000 plante/ha.

Cele două grilaje au fost experimentate în anul 2011; s-au făcut observații privind vigoarea vegetativă, data înfloritului și apariției stigmatelor, s-a notat maturitatea fiziologică. La maturitatea tehnică, înainte de recoltare, s-au numărat plantele sterile, plantele atacate de tăciune, plantele frânte și căzute. La recoltare s-au cântărit boabele rezultate de pe fiecare parcelă și s-a determinat umiditatea boabelor la recoltare.

Datele experimentale au fost prelucrate statistic (cu ajutorul programului Microsoft Excel) după metoda adecvată grilajului pătratic balansat (SĂULESCU și SĂULESCU, 1967; CIULCĂ, 2006) pentru capacitatea de producție, procentul de substanță uscată în boabe la recoltare și procentul de plante nefrânte la recoltare. A fost calculat și indicele multiplicativ de selecție (HAȘ și colab., 1987), în care fiecare variantă a fost comparată cu media pe cultura comparativă din punctul de vedere al capacității de producție, al procentului de substanță uscată în boabe la recoltare și al procentului de plante nefrânte sub știulete.

În anul 2011, în cinci culturi comparative de orientare s-au studiat încrucișările de testare a unor linii consangvinizate noi, folosindu-se linii consangvinizate constante pe cele obținute din Turda CompA (TA428, TA425 și TA427) și din Turda CompB (TC385A, TC399 și TD268). S-au făcut aceleași observații și determinări ca și în cazul culturilor comparative cu testările din selecția recurent reciprocă. Tot în acest an s-au realizat încrucișări în sistem dialel între patru linii consangvinizate din Turda CompA

(TD337, TA422, TA426, TA428) și patru linii consangvinizate din Turda CompB (TC384A, TC385A, TC398, TC399). Hibrizii rezultați au fost studiați în anul 2012 în două culturi comparative (807/2012 – hibrizii direcți și 808/2012 – hibrizii reciproci). S-au făcut observații și determinări privind perioada de vegetație, rezistența la frângere și cădere, capacitatea de producție. Atât în culturile comparative în sistem ciclic, cât și în sistemele dialele, s-au determinat capacitatea generală și specifică de combinare.

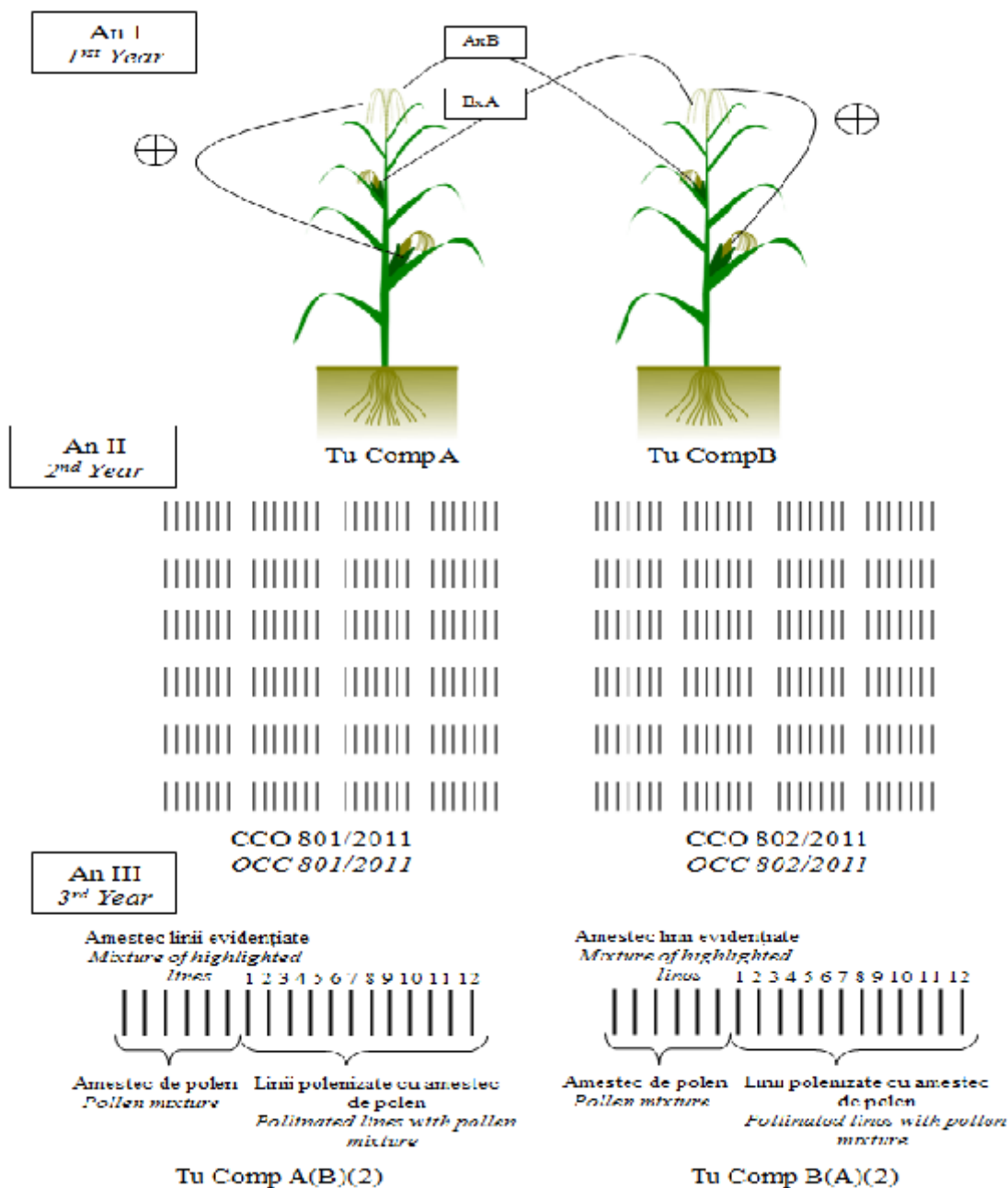


Figura. 1. Selecția recurentă reciprocă pentru ciclul II, a populațiilor composite Tu CompA(B)(2) x Tu CompB(A)(2)

4.4. CADRUL NATURAL ȘI CONDIȚIILE ÎN CARE S-AU REALIZAT EXPERIENȚELE

Cadrul natural al Stațiunii de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, este marcat cu deosebire de resursele termice ale zonei specifice Podișului Transilvaniei, ceea ce a impus ca obiectiv prioritar crearea unor hibrizi de porumb din grupa timpurie și semitimpurie, capabili să valorifice la un nivel superior resursele oferite de mediu.

Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda este situată în partea de nord-vest a municipiului Turda, pe coordonatele 46⁰35' latitudine nordică și 23⁰47' longitudine estică la o altitudine de 345-493 m față de nivelul mării. Sub aspect fizico-geografic terenul pe care a fost amplasat câmpul experimental face parte din Podișul Transilvaniei, districtul Câmpia Transilvaniei și este situat la limita vestică a acestuia din urmă.

Climatul general al zonei este determinat prin valorile înregistrate la Stația Meteorologică Turda. Regimul termic este caracterizat prin media anuală a aerului de 8,6°C, temperatura medie a lunii celei mai reci, luna ianuarie, fiind de -4,4°C, iar temperatura medie a celei mai calde luni (iulie) fiind de 19,3°C. Regimul pluviometric se caracterizează prin suma de 503,2 mm precipitații medii anuale, luna cea mai bogată în precipitații fiind iunie cu 82,0 mm, iar cea mai scăzută luna februarie cu 18,7 mm. Precipitațiile din cursul verii cad adeseori sub formă de ploi rezezi, torențiale, însoțite de grindină și furtună.

CAPITOLUL 5

TESTAREA ÎNCRUCIȘĂRILOR PERFORMANTE ÎN CADRUL SELECȚIEI RECURENT RECIPROCE TU COMP A(B)(2) X TU COMP B(A)(2)

S-au luat în studiu trei caractere cu implicații în realizarea unor hibrizi de porumb valoroși din punct de vedere agronomic: capacitatea de producție, procentul de substanță uscată în boabe la recoltare (complementul umidității %) ca indicator al

precocității și procentul de plante erecte la recoltare (ca indicator al plantelor recoltabile mecanizat).

Din fiecare cultură comparativă de orientare (801 și 802/2011) au fost identificate câte șase încrucișări full-sib (tabelele 1 și 2), iar autopolenizările corespunzătoare au fost utilizate în anul 2012 la reconstituirea populațiilor sintetice, la finalizarea ciclului II de selecție recurent reciprocă. La alegerea perechilor full-sib s-a ținut seama de valoarea indicelui multiplicativ de selecție, dar și de valorile individuale pentru capacitatea de producție, procentul de plante nefrânte sub știulete și procentul de substanță umedă în boabe la recoltare.

Tabelul 1
Sinteza rezultatelor la testarea hibridilor Comp A(B)(2) x CompB(A)(2)
(SCDA Turda, CCO 801/2011)

Varianta	Nr. pereche	Producția de boabe (kg/ha) / Semnificație diferențe	Substanța uscată în boabe (%) / Semnificație diferențe	Procentul de plante nefrânte / Semnificație diferențe	Indicele multiplicativ de selecție
1	2	3	4	5	6
1	291 x 292 - 1	9582	75,4	71,7	105,0
2	291 x 292 - 4	8805	76,5	61,2	83,5
3	291 x 292 - 8	8822	76,7	79,4	108,9
4	291 x 292 - 17	9804	75,5	82,0*	123,0
5	291 x 292 - 18	9534	75,7	76,5	111,9
6	291 x 292 - 22	8477 ⁰	77,9**	60,1	80,4
7	291 x 292 - 40	10794**	75,2	75,8	124,7
8	291 x 292 - 45	9579	77,9**	70,7	106,9
9	291 x 292 - 48	9135	77,0	64,8	92,4
10	291 x 292 - 49	9727	77,9**	61,6	94,5
11	291 x 292 - 50	9922	77,4	66,8	104,0
12	291 x 292 - 51	9707	75,9	54,4	81,2
13	291 x 292 - 54	8988	75,7	69,0	95,1
14	291 x 292 - 56	9165	75,6	61,1	85,6
15	291 x 292 - 59	10614*	75,6	81,0	131,7
16	291 x 292 - 60	9910	75,5	72,7	110,2
17	291 x 292 - 65	8853	74,9 ⁰	64,1	86,1
18	291 x 292 - 68	9831	77,6*	77,5	119,8
19	291 x 292 - 69	9941	76,7	49,4 ⁰	76,3
20	291 x 292 - 70	11086***	76,6	76,3	131,3
21	291 x 292 - 76	11082***	76,1	60,5	103,4
22	291 x 292 - 78	8975	74,1 ⁰⁰⁰	74,5	100,4

1	2	3	4	5	6
23	291 x 292 - 80	9196	74,7 ⁰⁰	73,0	101,6
24	291 x 292 - 81	8991	76,2	65,6	91,1
25	291 x 292 - 86	9111	75,6	53,7 ⁰	74,9
26	291 x 292 - 89	9145	78,1**	54,8	79,3
27	291 x 292 - 92	9245	74,3 ⁰⁰⁰	64,6	89,9
28	291 x 292 - 93	9839	75,1 ⁰	72,1	108,0
29	291 x 292 - 95	9531	74,8 ⁰	65,3	94,3
30	291 x 292 - 96	9302	77,9**	66,1	97,1
31	291 x 292 - 98	9302	74,5 ⁰⁰	72,1	101,2
32	291 x 292 - 101	9421	78,3***	63,7	95,2
33	291 x 292 - 102	9297	76,9	70,2	101,7
34	291 x 292 - 103	9270	76,8	80,0	115,4
35	291 x 292 - 105	9381	76,7	70,3	102,5
36	291 x 292 - 110	9767	77,3	67,0	102,5
37	291 x 292 - 113	9413	76,4	55,7	80,9
38	291 x 292 - 114	9659	76,3	66,9	99,9
39	291 x 292 - 115	9430	75,9	59,1	85,7
40	291 x 292 - 118	9292	76,8	75,9	109,8
41	291 x 292 - 119	10164	77,8*	65,2	104,5
42	291 x 292 - 120	9315	78,3***	64,1	94,7
43	291 x 292 - 121	10084	76,0	70,4	109,3
44	291 x 292 - 123	10063	76,0	56,7	92,8
45	291 x 292 - 128	9698	75,7	66,8	99,4
46	291 x 292 - 129	8583 ⁰	76,7	78,8	105,1
47	291 x 292 - 131	9775	76,1	62,7	94,5
48	291 x 292 - 132	9581	76,5	73,3	108,9
49	291 x 292 - 134	9922	76,7	70,8	109,2
Media experienței		9553	76,3	67,7	100,0
DL 5%		835 kg/ha	1,16 %	13,95 %	
DL 1%		1109 kg/ha	1,54 %	18,53 %	
DL 0,1%		1430 kg/ha	1,98 %	23,89 %	

Din cultura comparativă de orientare 801/2011 s-au selectat pentru continuarea selecției recurent reciproce full-sib următoarele încrucișări: 291x292-59 (varianta 15) cu indicele de selecție 131,7%; 291x292-70 (varianta 20) cu indicele de selecție 131,3%; 291x292-40 (varianta 7) cu indicele de selecție 124,7%; 291x292-17 (varianta 4) cu indicele de selecție 123,0%; 291x292-68 (varianta 18) cu indicele de selecție 119,8%; 291x292-121 (varianta 43) cu indicele de selecție 109,3%.

Din cultura comparativă de orientare 802/2011 s-au ales următoarele încrucișări și autopolenizările aferente pentru reconstituirea ciclului II din două populații

sintetice: 291x292-175 (varianta 15) cu indicele de selecție 124,0%; 291x292-224 (varianta 32) cu indicele de selecție 117,0%; 291x292-253 (varianta 44) cu indicele de selecție 116,9%; 291x292-182 (varianta 18) cu indicele de selecție 113,4%; 291x292-262 (varianta 48) cu indicele de selecție 113,1%; 291x292-174 (varianta 49) cu indicele de selecție 112,0%.

Tabelul 2
Sinteza rezultatelor la testarea hibridilor Comp A(B)(2) x CompB(A)(2)
(SCDA Turda, CCO 802/2011)

Varianta	Nr. pereche	Producția de boabe (kg/ha) / Semnificație diferențe	Substanța uscată în boabe (%) / Semnificație diferențe	Procentul de plante nefrânte / Semnificație diferențe	Indicele multiplicativ de selecție
1	2	3	4	5	6
1	291 x 292 - 136	8693	76,1	67,6	93,1
2	291 x 292 - 139	9255	77,3*	69,5	103,4
3	291 x 292 - 140	8172 ⁰	73,0 ⁰⁰⁰	78,7	97,6
4	291 x 292 - 147	9768	75,6	70,3	108,0
5	291 x 292 - 154	8664	77,5*	55,7 ⁰	77,8
6	291 x 292 - 157	9415	75,8	72,2	107,2
7	291 x 292 - 159	8565	77,4*	71,9	99,2
8	291 x 292 - 162	9247	76,0	76,2	111,4
9	291 x 292 - 163	9407	75,9	67,7	100,6
10	291 x 292 - 164	9282	77,4*	74,1	110,7
11	291 x 292 - 166	7626 ⁰⁰	79,5***	53,3 ⁰	67,2
12	291 x 292 - 167	8341	76,9	78,0	104,1
13	291 x 292 - 169	8958	78,2***	60,2	87,8
14	291 x 292 - 174	10275*	75,0 ⁰	68,5	109,8
15	291 x 292 - 175	11072***	76,1	70,7	124,0
16	291 x 292 - 176	8489	76,6	74,1	100,3
17	291 x 292 - 179	9209	76,3	73,3	107,2
18	291 x 292 - 182	9853	75,9	72,9	113,4
19	291 x 292 - 184	7886 ⁰	78,8***	76,0	98,3
20	291 x 292 - 188	8865	76,4	52,6 ⁰	74,1
21	291 x 292 - 195	9860	76,6	60,7	95,4
22	291 x 292 - 198	9804	73,9 ⁰⁰⁰	68,4	103,1
23	291 x 292 - 199	9216	77,1	69,2	102,3
24	291 x 292 - 200	9125	75,9	77,7	112,0
25	291 x 292 - 204	8878	74,9 ⁰	70,0	96,8
26	291 x 292 - 205	9336	75,2	63,7	93,1
27	291 x 292 - 206	8344	76,5	59,4	76,9

1	2	3	4	5	6
28	291 x 292 - 208	8811	75,8	65,6	91,2
29	291 x 292 - 209	9918	75,0 ⁰	66,5	102,9
30	291 x 292 - 211	7791 ⁰⁰	74,9 ⁰	70,5	85,6
31	291 x 292 - 220	8995	77,0	46,2 ⁰⁰⁰	66,5
32	291 x 292 - 224	9519	76,6	77,1	117,0
33	291 x 292 - 225	9511	75,6	67,6	101,1
34	291 x 292 - 226	9238	77,1	69,1	102,4
35	291 x 292 - 228	8650	77,9*	67,5	94,6
36	291 x 292 - 233	9776	74,2 ⁰⁰⁰	72,9	110,0
37	291 x 292 - 234	9225	76,1	64,4	94,1
38	291 x 292 - 240	8584	76,3	76,9	104,8
39	291 x 292 - 241	9292	76,3	70,7	104,3
40	291 x 292 - 243	9157	77,3*	68,8	101,3
41	291 x 292 - 246	8869	74,8 ⁰⁰	67,7	93,5
42	291 x 292 - 248	9321	76,8	70,6	105,2
43	291 x 292 - 250	7941 ⁰	77,3*	70,8	90,4
44	291 x 292 - 253	9950	74,1 ⁰⁰⁰	76,2	116,9
45	291 x 292 - 257	8678	75,8	73,6	100,7
46	291 x 292 - 258	10403*	73,3 ⁰⁰⁰	66,6	105,7
47	291 x 292 - 260	9286	76,1	71,1	104,4
48	291 x 292 - 262	9960	75,6	72,2	113,1
49	291 x 292 - 263	9518	76,5	73,9	112,0
Media experienței		9153	76,2	68,9	100,0
DL 5%		961 kg/ha	1,03 %	13,15 %	
DL 1%		1276 kg/ha	1,37 %	17,47 %	
DL 0,1%		1645 kg/ha	1,77 %	22,52 %	

Cele câte 12 autopolenizări din populațiile sintetice Tu CompA(B) și Tu CompB(A) au fost folosite în anul 2012 la reconstituirea ciclului II al celor două populații sintetice din selecția recurent reciprocă full-sib.

CAPITOLUL 6

STUDIUL CAPACITĂȚII DE COMBINARE A LINIILOR CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN TURDA COMP A ȘI TURDA COMP B

6.1. STUDIUL CAPACITĂȚII DE PRODUCȚIE ÎN SISTEME CICLICE DE ÎNCRUCIȘĂRI

Analizând valorile efectelor genice aditive și neaditive pentru hibridii remarcați în cele cinci culturi comparative de orientare, putem concluziona că efectele genice aditive au fost preponderente în obținerea unor hibridi productivi, dar și faptul că și valorile efectelor genice neaditive și-au adus contribuția la realizarea producțiilor ridicate.

6.2. STUDIUL EREDITĂȚII PROCENTULUI DE SUBSTANȚĂ USCATĂ LA RECOLTARE ÎN SISTEME CICLICE DE ÎNCRUCIȘĂRI

Rezultatele obținute în privința valorilor efectelor genice aditive și neaditive confirmă afirmația de mai sus cu privire la rolul preponderent al genelor cu efecte aditive în comparație cu efectele genice datorate supradominanței, în transmiterea acumulării de substanță uscată în boabe la recoltare, respectiv a precocității genotipurilor hibride din aceste sisteme de încrucișări.

6.3. STUDIUL EREDITĂȚII PROCENTULUI DE PLANTE NEFRÂNTE LA RECOLTARE ÎN SISTEME CICLICE DE ÎNCRUCIȘĂRI

Compararea valorilor pentru efectele genice aditive și pentru cele neaditive, pentru procentul de plante nefrânte sub știulete la recoltare, ar părea să indice valori absolute apropiate și pentru efectele genice pozitive și pentru cele negative; rezultatele acestei analize confirmă repartitia relativ asemănătoare a valorilor procentuale pentru contribuția tipurilor de varianță genică pentru capacitatea generală și pentru capacitatea specifică de combinare la cele cinci culturi comparative.

În crearea liniilor consangvinizate pentru hibridii comerciali rezistenți la frângerea tulpinilor este necesar ca în timpul generațiilor de consangvinizare să se exercite presiune la selecție pentru a obține genotipuri cât mai rezistente la frângere, inclusiv prin testarea la desimi ridicate și prin infestarea bazei tulpinii cu suspensii de *Fusarium* spp.; este nevoie, de asemenea, ca în procesul de selecție a hibridilor, să se rețină doar acele combinații hibride cu rezistență la frângerea tulpinilor, întrucât efectele

genice aditive și neaditive, se pare că ar avea contribuții relativ asemănătoare în realizarea de genotipuri rezistente la frângerea tulpinilor.

6.4. RELAȚIA DINTRE EFECTELE GENICE ADITIVE ȘI NEADITIVE CALCULATE PENTRU CAPACITATEA DE PRODUCȚIE ȘI CAPACITATEA DE PRODUCȚIE LA HIBRIZII SIMPLI STUDIAȚI ÎN SISTEME CICLICE DE ÎNCRUCIȘĂRI

În figurile 2 și 3 sunt prezentate corelațiile și regresiile pentru toți hibrizii din sistemul experimental. Coeficientul de corelație ridicat ($r = 0,8679^{**}$) indică legătura puternică între valorile sumei efectelor genice aditive și capacitatea de producție, iar valoarea coeficientului de determinație R^2 semnifică creșterea cu 75 kg/ha a producției pentru creșterea efectelor genice aditive cu 100 kg/ha. Dispersarea punctelor reprezentând intersecția dintre suma efectelor și producție este destul de grupată în jurul drepte de regresie.

Se poate releva importanța deosebită pentru ameliorarea porumbului a corelațiilor între efectele genice aditive și producție, și rolul legăturii dintre efectele genice neaditive și același caracter; cu toate că această legătură este mult mai redusă în comparație cu legătura între efectele aditive și capacitatea de producție, aceste efecte genice neaditive sunt cele care pot să facă diferența între doi hibridi performanți.

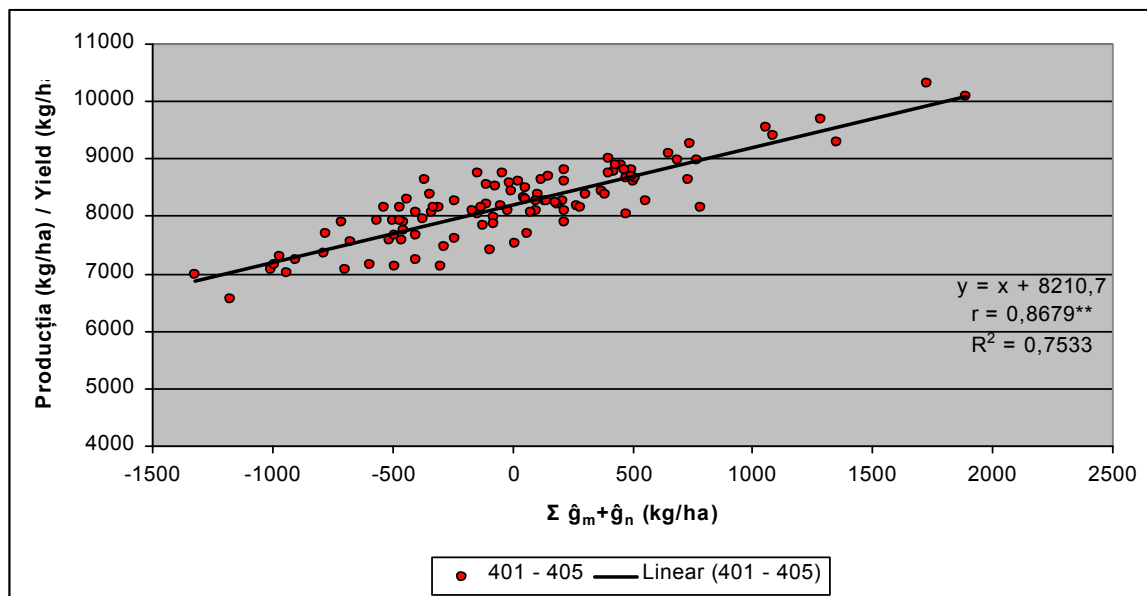


Figura 3. Dreapta și ecuația de regresie a producției de boabe în funcție de efectele capacității generale de combinare ($\sum \hat{g}_m + \hat{g}_n$)

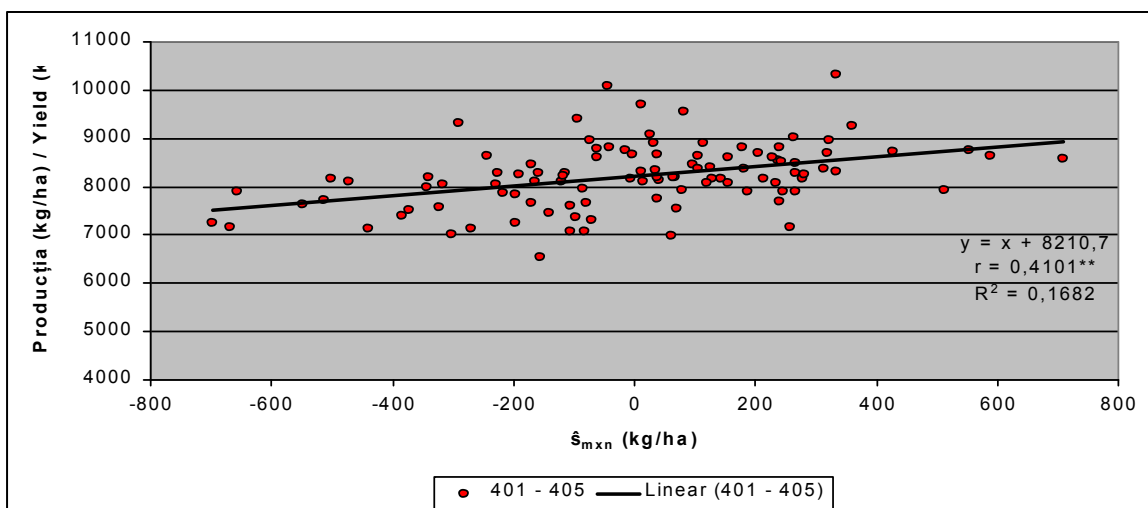


Figura 4. Dreapta și ecuația de regresie a producției de boabe în funcție de efectele capacității specifice de combinare ($\hat{s}_{m \times n}$)

6.5. RELAȚIA DINTRE EFECTELE GENICE ADITIVE ȘI NEADITIVE CALCULATE PENTRU CONȚINUTUL DE SUBSTANȚĂ USCATĂ ȘI CONȚINUTUL DE SUBSTANȚĂ USCATĂ ÎN BOABE LA RECOLTARE

În cazul calculelor corelațiilor și indicilor drepte de regresie pentru toate cazurile studiate se poate releva legătura importantă între suma efectelor genice aditive și substanța uscată în boabe la recoltare ($r = 0,8410^{**}$) (figura 4) și corelația mai redusă ($r = 0,2644^*$) între efectele genice neaditive și substanța uscată în boabe la recoltare (figura 5).

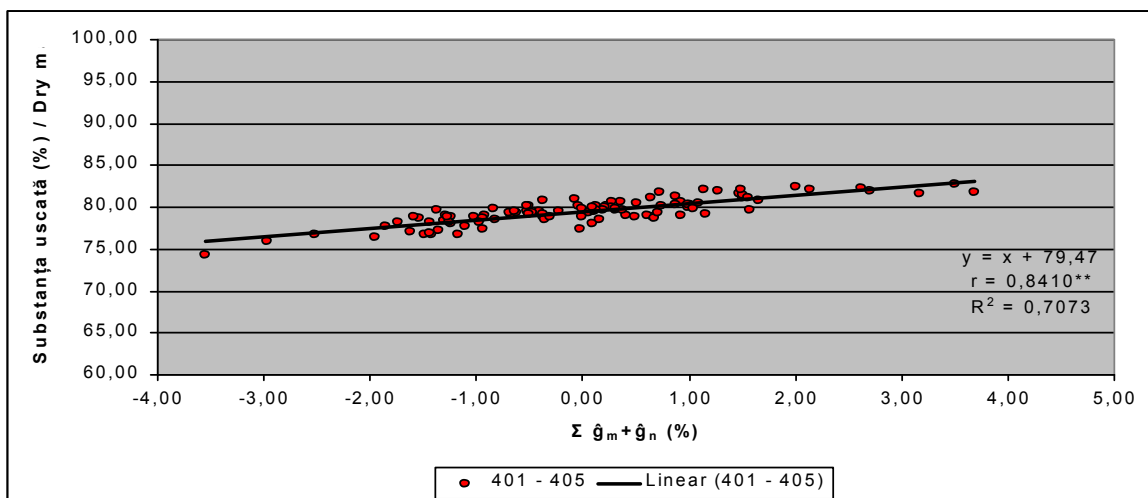


Figura 4. Dreapta și ecuația de regresie a conținutului de substanță uscată în funcție de efectele capacității generale de combinare ($\sum \hat{g}_m + \hat{g}_n$)

În concluzie, se poate sublinia importanța deosebită a acumulării de gene cu efect aditiv pentru perioada de vegetație și posibilitatea de a obține hibrizi comerciali timpurii din linii consangvinizate care transmit la nivel aditiv și la nivel de dominanță și dominanță parțială, perioada de vegetație.

În cazul specific al încrucișărilor utilizate de noi în sistemele de experimentare, probabil datorită perioadei de vegetație apropiate a partenerilor de încrucișare, fenomenele de supradominanță (efectele genice neaditive) au fost mai puțin frecvente.

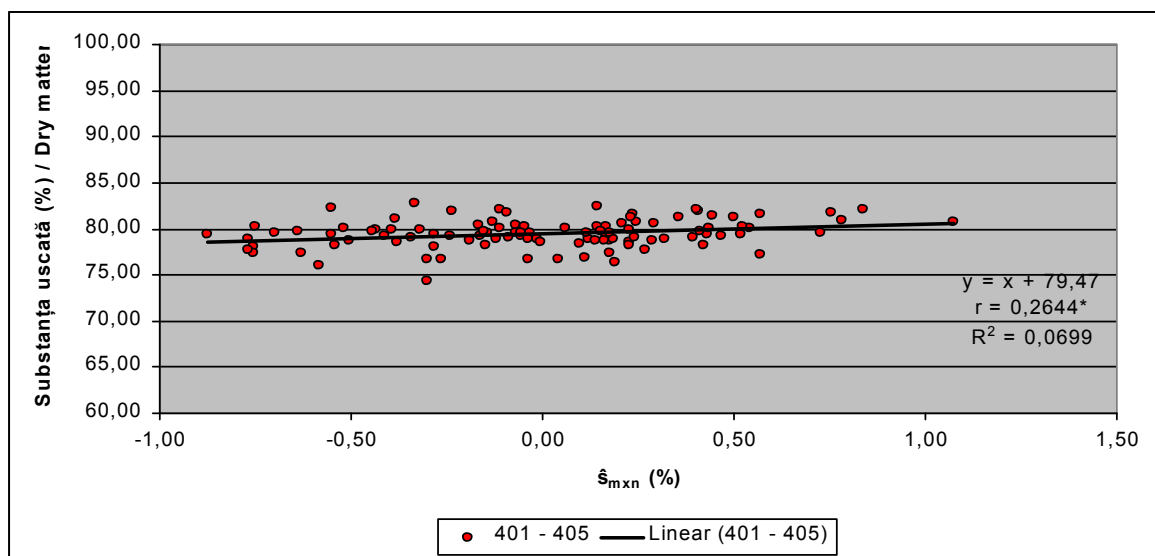


Figura 5. Dreapta și ecuația de regresie a conținutului de substanță uscată în funcție de efectele capacității specifice de combinare ($\hat{s}_{m \times n}$)

6.6. RELAȚIA DINTRE EFECTELE GENICE ADITIVE ȘI NEADITIVE CALCULATE PENTRU PROCENTUL DE PLANTE NEFRÂNTE ȘI PROCENTUL DE PLANTE NEFRÂNTE LA RECOLTARE

Pe ansamblul sistemului experimental, dreptele de regresie, coeficienții de corelație și determinație între suma efectelor genice aditive și efectele genice neaditive calculate pentru procentul de plante nefrânte și valorile procentuale pentru plantele nefrânte la recoltare sunt prezentate în figurile 6 și 7.

Pentru efectele genice aditive coeficientul de corelație a avut valoarea de $r = 0,7989^{**}$, iar cel de determinație $R^2 = 0,6382$, ilustrând legătura puternică dintre suma efectelor genice aditive și procentul de plante nefrânte. Și pentru efectele genice neaditive

valoarea coeficientului de corelație a avut valoare distinct semnificativă ($r = 0,5703^{**}$), dar valoarea coeficientului de determinație este la jumătate față de valoarea acestui coeficient pentru efectele genice aditive.

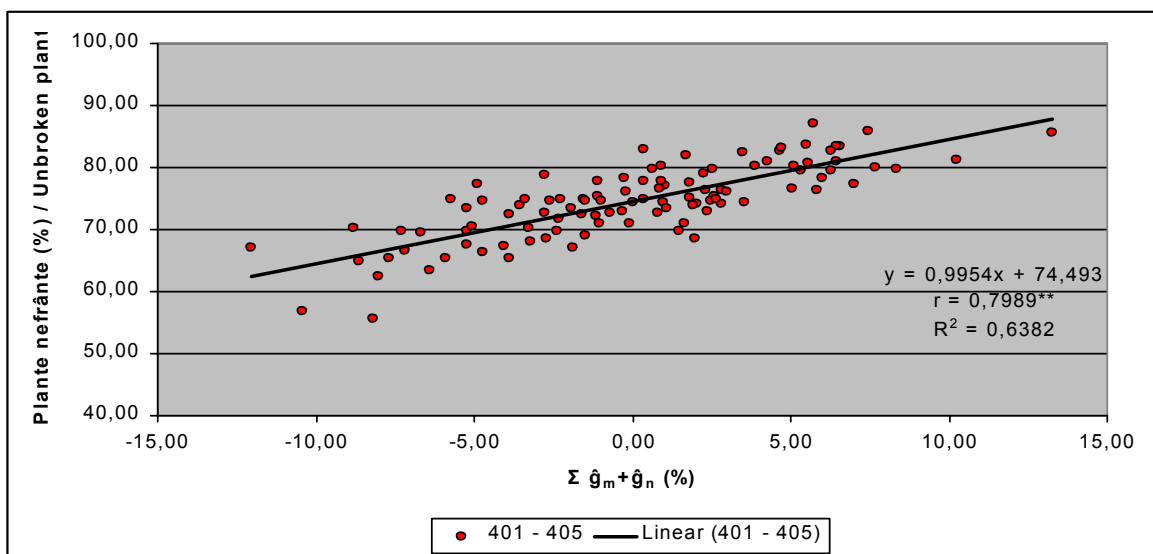


Figura 6. Dreapta și ecuația de regresie a procentului de plante nefrante în funcție de efectele capacității generale de combinare ($\Sigma \hat{g}_m + \hat{g}_n$)

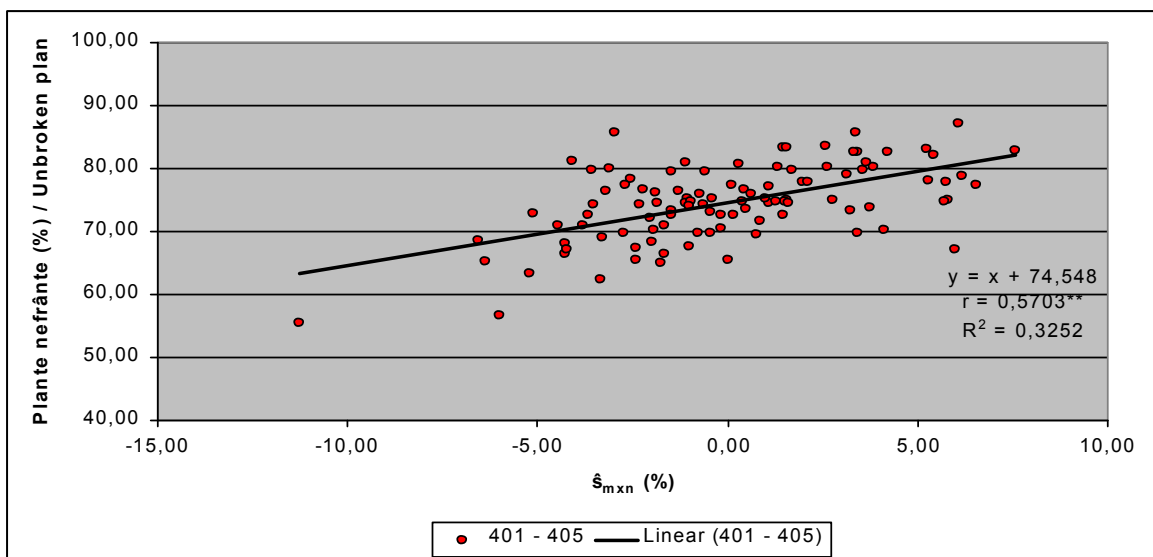


Figura 7. Dreapta și ecuația de regresie a procentului de plante nefrante în funcție de efectele capacității specifice de combinare ($\hat{s}_{m \times n}$)

Rezultatele obținute de noi pe un număr suficient de mare de cazuri ($n = 105$) indică importanța genelor cu efecte aditive în transmiterea rezistenței la frângerea tulpinilor; nici efectele genice neaditive nu sunt de neglijat, având în vedere legătura dintre acestea și procentul de plante nefrante la recoltare.

În obținerea unor hibrizi comerciali rezistenți la cădere este nevoie de linii consangvinizate care să transmită la nivel aditiv acest caracter; este însă necesar ca hibridii realizați între aceste linii să fie studiați în condiții de mediu diferite având în vedere legătura între efectele de supradominanță (efectele genice neaditive) și rezistența la frângerea tulpinilor.

6.7. STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE AMELIORARE GENETICĂ SIMULTANĂ A CAPACITĂȚII DE PRODUCȚIE, PERIOADEI DE VEGETAȚIE ȘI REZISTENȚEI LA CĂDERE A PLANTELOR DE PORUMB

Corelațiile genetice aditive (r_A) și cele neaditive (r_{NA}), calculate în urma experimentării a 105 hibrizi simpli realizați între 41 de linii consangvinizate parentale (cinci sisteme ciclice de tipul 3 x 7) pentru producția de boabe (kg/ha), substanța uscată în boabe la recoltare (%) și procentul de plante nefrânte la recoltare (%) sunt sintetizate în figura 8.

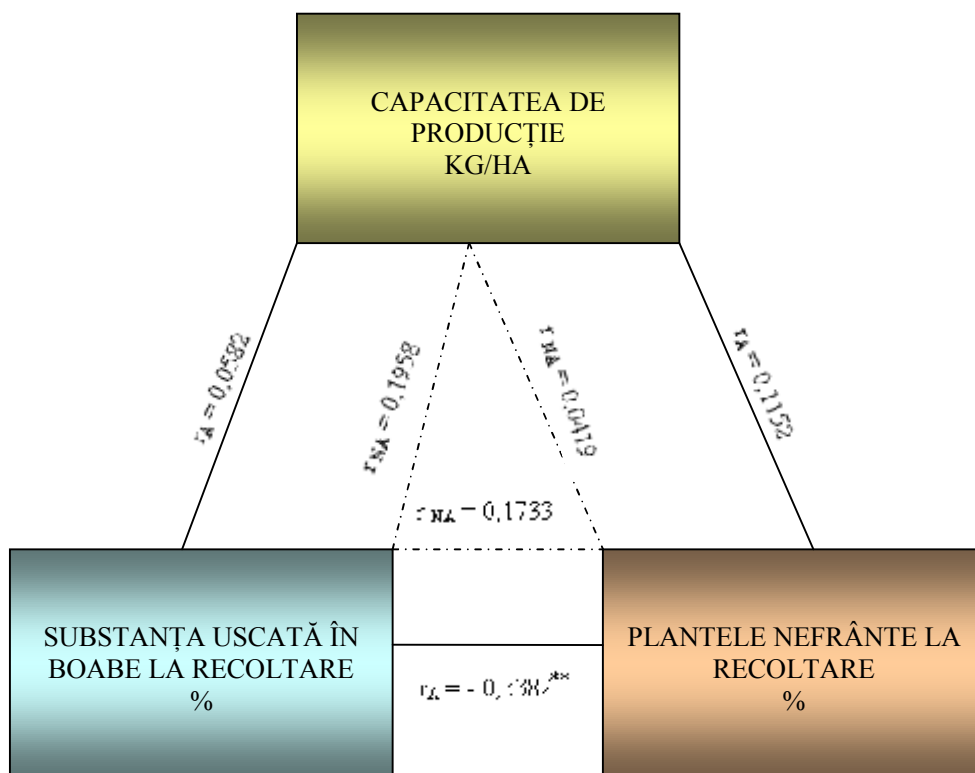


Figura 8. Corelațiile genetice aditive (r_A) și neaditive (r_{NA}) dintre producția de boabe, substanța uscată (%) și procentul de plante nefrânte la recoltare (după modelul elaborat de CĂBULEA și colab., 1981; CĂBULEA, 2004)

Din analiza datelor rezultă că la nivel aditiv și neaditiv legătura între caracterele studiate este redusă și doar legătura dintre ereditatea la nivel aditiv între perioada de vegetație (timpurie) și rezistența la frângerea tulpinilor la maturitate, este de tip antagonic.

CAPITOLUL 7

STUDIUL LINIILOR CONSANGVINIZATE OBȚINUTE DIN TURDA COMP A ȘI TURDA COMP B CU AJUTORUL ÎNCRUCIȘĂRILOR DIALELE

7.1. STUDIUL CAPACITĂȚII DE PRODUCȚIE LA HIBRIZII ȘI LINIILE CONSANGVINIZATE DIN CADRUL SISTEMULUI DIALEL

Între hibrizii simpli, din sistemul dialel în care sunt studiați hibrizii direcți, sunt diferențe semnificative statistic. Comparațiile între grupele de hibridi realizați cu cele opt linii consangvinizate sunt semnificative statistic. Capacitatea specifică de combinare s-a studiat în cazul fiecăreia din cele opt linii consangvinizate studiate. Cea mai redusă variabilitate s-a determinat în cazul hibrizilor direcți, la hibrizii realizați cu linia consangvinizată TC 399 obținută din Turda Comp B.

În cazul liniilor consangvinizate obținute din Turda Comp A, cea mai redusă variabilitate s-a întâlnit la linia TD 337. La toate celelalte linii consangvinizate obținute din Turda Comp A, variabilitatea dintre hibrizii obținuți este destul de ridicată, cea mai mare fiind întâlnită la linia TA 426.

La încrucișările dintre liniile consangvinizate obținute din Turda Comp B, varianța între hibridi este mult mai redusă, comparativ cu cele trei linii din Turda Comp A. Cea mai redusă variabilitate pentru producție s-a determinat între hibrizii obținuți cu linia consangvinizată TC 399, iar cea mai ridicată între hibrizii obținuți cu linia consangvinizată TC 385A.

Rezultatele obținute în ambele culturi comparative indică sensibilitatea liniilor (respectiv combinațiilor hibride cu liniile consangvinizate) obținute din Turda CompA, care având o capacitate de translocare ridicată a asimilatelor, în condiții de secetă, sunt mai sensibile.

Și în cazul hibrizilor reciproci studiați în cultura comparativă 808/2012, efectele pentru capacitatea specifică de combinare au avut valori mai ridicate decât efectele genice aditive pentru capacitatea generală de combinare.

Încrucișările dintre liniile provenite din Turda Comp B au realizat producții egale statistic cu cele provenite din încrucișări între liniile din grupe de germoplasmă diferite. S-ar părea că liniile provenite din Turda Comp B manifestă în încrucișările din interiorul grupei, atât efecte aditive, cât și neaditive mai ridicate; această manifestare ar putea fi pusă și pe comportarea specifică la condiții de mediu neprielnice a liniilor consangvinizate obținute din Turda Comp A.

7.2. TRANSMITEREA PERIOADEI DE VEGETAȚIE EXPRIMATE PRIN CONȚINUTUL DE SUBSTANȚĂ USCATĂ LA HIBRIZII SIMPLI DIN SISTEMUL DIALEL

Între hibrizii simpli direcți din sistemul dialel, diferențele de substanță uscată în boabe la recoltare au fost distinct semnificative statistic. Variabilitate ridicată s-a înregistrat la nivelul capacității generale de combinare (comparații între grupe de hibrizi), dar și la nivelul capacității specifice de combinare, mai ales în cazul liniilor consangvinizate obținute din Turda Comp B. Cele mai reduse valori ale variabilității perioadei de vegetație s-a înregistrat la hibrizii comuni ai liniilor consangvinizate TA 422 și TA 428.

În cazul încrucișărilor directe din sistemul dialel se pare că efectele genice aditive sunt mai importante decât efectele neaditive în transmiterea acumulării substanței uscate în boabe la recoltare.

Variabilitatea pentru transmiterea la nivel aditiv este mai ridicată la liniile consangvinizate provenite din compositul Turda Comp A.

Rezultatele obținute pentru acest caracter, în cazul hibrizilor reciproci, confirmă faptul că efectele aditive au un rol mai important decât efectele genice cu transmitere neaditivă; s-ar putea ca aceste rezultate să fie influențate de faptul că liniile consangvinizate implicate în încrucișări au fost destul de apropiate ca perioadă de vegetație.

Surprinde într-o oarecare măsură și faptul că umiditatea la recoltare mai redusă este transmisă de liniile consangvinizate obținute din Turda Comp A, care din punct de vedere fenotipic sunt mai tardive decât cele obținute din Turda Comp B. Explicația ar putea fi legată de faptul că liniile consangvinizate din Turda Comp B fac parte din tipul de bob „soft dent”, pe când cele din Turda Comp A sunt din convarietatea dentiformis, având tipicitatea dentului din Corn Belt, cunoscut pentru capacitatea de a pierde rapid apa din bob după atingerea maturității fiziologice (TROYER, 1999; 2001).

7.3. TRANSMITEREA REZISTENȚEI LA FRÂNGERE ȘI CĂDERE EXPRIMATE PRIN PROCENTUL DE PLANTE NEFRÂNTE LA RECOLTARE LA HIBRIZII SIMPLI DIN SISTEMUL DIALEL

Între hibrizii direcți și reciproci studiați au fost diferențe semnificative statistic, comparațiile între grupele de hibridi având în ambele situații varianță destul de ridicată. Varianță foarte ridicată au avut atât în încrucișările directe, cât și reciproce, hibrizii comuni ai liniei consangvinizate TC 385A; aceasta indică implicarea puternică a genelor la nivel neaditiv.

Rezultatele noastre privind transmiterea ereditară a rezistenței la frângerea și căderea tulpinilor la recoltare indică preponderența efectelor genice neaditive, în comparație cu rolul efectelor genice aditive. Diferențele reduse între mediile celor două sisteme experimentale ne indică implicarea genelor cu localizare citoplasmatică în transmiterea acestui caracter.

Varianța cea mai redusă între hibridi s-a înregistrat pentru încrucișările între liniile consangvinizate obținute din Turda Comp A; din păcate la aceste încrucișări s-au înregistrat cele mai scăzute medii la plantele nefrânte sub știulete. Aceste linii consangvinizate, se pare că au transmis și în hibrizii interheterotici această sensibilitate la frângere și cădere.

Concluzia care se desprinde din aceste rezultate este necesitatea de a se îmbunătăți prin selecție recurentă rezistența la frângere mai ales în Turda Comp A, iar prin selecție recurentă reciprocă, rezistența la frângere în ambele populații composite și în hibrizii rezultați din încrucișarea lor.

CAPITOLUL 8

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

CONCLUZII

1. În ceea ce privește variabilitatea capacității de producție se constată existența acesteia, în ambele sisteme experimentale; aceasta indică faptul că selecția pentru acumularea de gene specifice pentru capacitatea de producție, cu efect cumulativ, poate să continue și în următoarele cicluri de selecție.
2. Apreciem că există suficientă variabilitate genetică în ceea ce privește perioada de vegetație pentru ca în ciclurile ulterioare de selecție recurent reciprocă să se înregistreze progrese în îmbunătățirea acestui caracter.
3. Rezultatele privind procentul de plante nefrânte sub știulete la recoltare indică un grad destul de redus al posibilității de selecție pentru acest caracter, dar și existența unei variabilități accentuate; datorită acesteia în cicluri repetate de selecție, se pot obține perechi full-sib mai performante în privința îmbunătățirii rezistenței la frângerea tulpinilor.
4. Efectele genice aditive au fost preponderente în obținerea unor hibrizi productivi, dar și valorile efectelor genice neaditive și-au adus contribuția la realizarea producțiilor ridicate.
5. Se remarcă rolul preponderent al genelor cu efecte aditive în comparație cu efectele genice datorate supradominanței, în transmiterea acumulării de substanță uscată în boabe la recoltare, respectiv a precocității genotipurilor hibride din aceste sisteme de încrucișări.
6. În ceea ce privește procentul de plante nefrânte, rezultatele obținute indică importanța mai mare a varianței efectelor genice neaditive în comparație cu capacitatea de producție și conținutul de substanță uscată.
7. Subliniem importanța deosebită a acumulării de gene cu efect aditiv pentru perioada de vegetație și posibilitatea de a obține hibrizi comerciali timpurii din linii consangvinizate care transmit la nivel aditiv și la nivel de dominanță și dominanță parțială, perioada de vegetație.

8. Analiza datelor sintetice atestă lipsa de legătură la nivel aditiv dintre capacitatea de producție și procentul de substanță uscată în boabe la recoltare, dintre capacitatea de producție și rezistența la frângere a tulpinilor la maturitate și antagonismul la nivel aditiv între perioada de vegetație și plantele nefrânte la recoltare. Același lucru se constată și în ce privește studiul legăturilor la nivel genetic neaditiv.
9. În cazul încrucișărilor care includ atât încrucișări între grupe de germoplasmă cu valori heterotice ridicate, cât și hibridi în interiorul grupelor de germoplasmă, efectele neaditive sunt mai puternic implicate în ereditatea capacității de producție decât efectele genelor aditive.
10. Liniile provenite din Turda Comp B manifestă în încrucișările din interiorul grupei, atât efecte aditive, cât și neaditive mai ridicate, decât liniile provenite din Turda Comp A; în același timp, producțiile la hibridii din interiorul Comp B sunt semnificativ mai ridicate decât cele ale hibridilor din grupul liniilor provenite din Turda Comp A.
11. Rezultatele noastre privind transmiterea ereditară a rezistenței la frângerea și căderea tulpinilor la recoltare indică preponderența efectelor genice neaditive, în comparație cu rolul efectelor genice aditive. Diferențele reduse între mediile celor două sisteme experimentale (hibridi direcți și reciproci) ne indică implicarea genelor cu localizare citoplasmatică în transmiterea acestui caracter.
12. Variația cea mai redusă între hibridi s-a înregistrat pentru încrucișările între liniile consangvinizate obținute din Turda Comp A; din păcate la aceste încrucișări s-au înregistrat cele mai scăzute medii la plantele nefrânte sub știulete. Aceste linii consangvinizate au transmis și în hibridii interheterotici sensibilitatea la frângere și cădere.

RECOMANDĂRI

1. În crearea liniilor consangvinizate pentru hibridii comerciali rezistenți la frângerea tulpinilor este necesar ca în timpul generațiilor de consangvinizare să se exercite presiune la selecție pentru a obține genotipuri cât mai rezistente la frângere,

- inclusiv prin testarea la desimi ridicate și prin infestarea bazei tulpinii cu suspensii de *Fusarium* spp.
2. Este nevoie ca în procesul de selecție a hibridilor, să se rețină doar acele combinații hibride cu rezistență la frângerea tulpinilor, întrucât efectele genice aditive și neaditive, se pare că au contribuții relativ asemănătoare în realizarea de genotipuri rezistente la frângerea tulpinilor.
 3. Dacă se reușește combinarea în același genotip hibrid a două linii consangvinizate cu capacitate generală ridicată pentru producție, iar la încrucișarea între ele, efectele genice neaditive au valoare ridicată și pozitivă, se poate afirma că am obținut un hibrid performant.
 4. În obținerea unor hibridi comerciali rezistenți la cădere este nevoie de linii consangvinizate care să transmită la nivel aditiv acest caracter; este însă necesar ca hibridii realizați între aceste linii să fie studiați în condiții de mediu diferite având în vedere legătura între efectele de supradominanță (efectele genice neaditive) și rezistența la frângerea tulpinilor.
 5. Selecția simultană a unor genotipuri productive timpurii și cu rezistență la frângerea tulpinilor este destul de dificil de realizat, dar cu ajutorul selecției recurent-reciproce, selectând perechi de plante care să transmită favorabil cele trei caractere importante se pot realiza în timp, după mai multe cicluri de selecție full-sib, progrese, rupându-se corelațiile negative sau învingându-se lipsa de corelație genetică între caractere.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. CĂBULEA, I., 1964, Cercetări privind relațiile dintre hibridi și formele parentale la porumb, Institutul Agronomic "Nicolae Bălcescu", București.
2. CĂBULEA, I., 1987, Unele aspecte ale orientării lucrărilor de ameliorare a porumbului. Contribuții ale cercetării științifice la dezvoltarea agriculturii, Redacția revistelor de propagandă agricolă, București.
3. CĂBULEA, I., 2004, Genetica porumbului, În: BUTNARU GALLIA, I. CĂBULEA, M. CRISTEA, I. HAȘ, VOICHIȚA HAȘ, DANA MALSCHI, FELICIA MUREȘAN, ELENA NAGHY, T. PERJU, T. SARCA, VASILICHIA SARCA, D. SCURTU, *Porumbul - studiu monografic*, Ed. Academiei Române, București.

4. CĂBULEA I., CONSTANȚA OCHEȘANU, ELENA NAGY, VOCHIȚA HAȘ, VIOLETA MAROȘAN, 1981, Cercetări privind posibilitățile genetice de creare a hibridilor de porumb productivi, timpurii și rezistenți la cădere, *Analele I.C.C.P.T. Fundulea*, XLVI: 15–24.
5. CIULCĂ, S., 2006, Metodologii de experimentare în agricultură și biologie, Ed. Agroprint, Timișoara.
6. CRISTEA, M., 2004, *Unele tendințe în dezvoltarea culturii porumbului*, În: BUTNARU GALLIA, I. CĂBULEA, M. CRISTEA, I. HAȘ, VOICHIȚA HAȘ, DANA MALSCHI, FELICIA MUREȘAN, ELENA NAGHY, T. PERJU, T. SARCA, VASILICHIA SARCA, D. SCURTU, *Porumbul - studiu monografic*, Ed. Academiei Române, București.
7. DUVICK, D.N., 1999, Heterosis: feeding people and protecting natural resources, 19–29. In J.G. Coors and S. Pandey (ed). *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*, Madison, Wisconsin.
8. HALLAUER, A.R. and MIRANDA Fo. J.B., 1981, *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press, Ames, IA.
9. HALLAUER, A.R., W.A. RUSSELL, K.R. LAMKEY, 1988, Corn breeding, In: Sprague GF, Dudley JW (eds.) *Corn and Corn Improvement*. 3rd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 463 – 564 .
10. HAȘ, I., 2004, Heterozisul la porumb, În: BUTNARU GALLIA, I. CĂBULEA, M. CRISTEA, I. HAȘ, VOICHIȚA HAȘ, DANA MALSCHI, FELICIA MUREȘAN, ELENA NAGHY, T. PERJU, T. SARCA, VASILICHIA SARCA, D. SCURTU, *Porumbul - studiu monografic*, Ed. Academiei Române, București.
11. HAȘ, I., 2010, *Ameliorarea plantelor – notițe de curs*, Cluj-Napoca.
12. HAȘ, I., I. CĂBULEA, LUCIA ROMAN, 1987, Efectul selecției recurente fenotipice asupra unor populații sintetice de porumb, *Contrib. cercet. științ. desv. agric. (volum omagial)*, București: 189–201.
13. MUREȘAN, T., 1967, *Bazele genetice ale ameliorării plantelor*, Editura Agro-Silvică, București.
14. ONA ANDREEA, I. HAȘ, VOICHIȚA HAȘ, RODICA POP, 2013, Study of yield potential of maize single-cross hybrids in cyclic cross system, *accepted for publishing in Research Journal of Agricultural Science (ISSN 2066-1843)*, vol.45 (No 4), Timișoara.
15. ONA ANDREEA, I. HAȘ, RODICA POP, VOICHIȚA HAȘ, 2013, Study of dry matter accumulation on single-cross hybrids in cyclic cross system, *accepted for publishing in Research Journal of Agricultural Science (ISSN 2066-1843)*, vol.45 (No 4), Timișoara.
16. ONA ANDREEA, I. HAȘ, I. ILARIE, VOICHIȚA HAȘ, N. TRITEAN, ANA COPÂNDEAN, 2013, Identification of heterotic pairs by full-sib reciprocal recurrent selection in maize synthetic populations on Turda CompositeA(B)(2) x Turda CompositeB(A)(2), *Bulletin UASMV, serie Agriculture*, 70(1)/2013, 208-2013, Cluj-Napoca.
17. POTLOG, AL. și V. VELICAN, 1974, *Dicționar practic de biologie agricolă*, Edit. Enciclopedică Română, București.

18. ROTARENCO, V.A., 2000, The comparative characteristics of the correlation between the traits of maize diploids and haploids, *Maize Genet. Coop. News Lett.*, 74:14–15.
19. SARCA, T., 2004, Ameliorarea porumbului, În: *BUTNARU GALLIA, I. CĂBULEA, M. CRISTEA, I. HAȘ, VOICHIȚA HAȘ, DANA MALSCHI, FELICIA MUREȘAN, ELENA NAGHY, T. PERJU, T. SARCA, VASILICHIA SARCA, D. SCURTU, Porumbul - studiu monografic*, Ed. Academiei Române, București.
20. SAVATTI, M., G. NEDELEA, M. ARDELEAN, 2004, *Tratat de ameliorarea plantelor*, Ed. Marineasa, Timișoara.
21. SĂULESCU, N.A. și SĂULESCU, N.N., 1967, *Câmpul de experiență*, ed. a II-a, Ed. Agro-Silvică, București.
22. TROYER, A.F., 1999, Background of U.S. hybrid corn, *Crop Science*, 39: 601–626.
23. TROYER, A.F., 2001, *Temperate corn background, behavior and breeding*. C.R.C. Press Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.