

I.P. INSTITUTUL DE FITOTEHNIE „PORUMBENI”

Cu titlu de manuscris

CZU 633.15:631.52

RUSU GHENADIE

**MODIFICAREA HIBRIZILOR SIMPLI DE PORUMB
TIMPURIU**

Specialitatea 411.04 – Ameliorarea plantelor și producerea semințelor

Teză de doctor în științe agricole

Conducător științific:

**Musteața Simion
doctor habilitat în științe agricole,
profesor cercetător,
411.04 – Ameliorarea plantelor și
producerea semințelor**

Autorul:

Rusu Ghenadie

PAȘCANI, 2018

© Rusu Ghenadie, 2018

CUPRINS

ADNOTĂRI (română, rusă, engleză).....	5
LISTA ABREVIERILOR.....	8
INTRODUCERE.....	9
1. SINTEZA LITERATURII REFERITOARE LA CREAREA ȘI MODIFICAREA HIBRIZILOR DE PORUMB.....	14
1.1 Valorificarea heterozisului la porumb în baza hibrizilor interliniari și tipurile de hibrizi...	14
1.2 Însușirile și caracterele formelor parentale asociate cu performanțele hibrizilor.....	21
1.3 Particularitățile hibrizilor timpurii și modelele heterotice de creare a acestora.....	27
1.4 Variantele de modificare a hibrizilor de porumb.....	34
Concluzii la capitolul 1.....	40
2. CONDIȚIILE NATURALE, MATERIALUL BIOLOGIC ȘI METODELE DE CERCETARE.....	41
2.1 Cadrul pedoclimatic.....	41
2.2 Materialul biologic și metodele de cercetare.....	45
Concluzii la capitolul 2.....	49
3. APRECIEREA LINIILOR CONSANGVINIZATE ȘI A ÎNCRUCIȘĂRILOR ÎNRUDITE DUPĂ PRINCIPALII INDICI AMELIORATIVI.....	50
3.1 Caracterele agronomice valoroase și afinitatea genetică.....	50
3.2 Capacitatea de combinare după producție și umiditatea boabelor.....	60
3.3 Însușirile specifice formelor materne: androsterilitatea, toleranța la frig, fracționarea semințelor.....	68
Concluzii la capitolul 3.....	75
4. STUDIU COMPARATIV AL TIPURILOR DE FORME MATERNE ȘI AL HIBRIZILOR REALIZAȚI	78
Concluzii la capitolul 4.....	91
5. UTILIZAREA ÎNCRUCIȘĂRILOR ÎNRUDITE CA MATERIAL ÎNIȚIAL LA RECICLAREA LINIILOR COMERCIALE.....	93
Concluzii la capitolul 5.....	102
6. CREAREA HIBRIZILOR DE PORUMB PRIN ÎNLOCUIREA FORMELOR PARENTALE ȘI MODIFICAREA FORMELOR MATERNE CU ÎNCRUCIȘĂRI ÎNRUDITE.....	103
6.1 Testarea hibrizilor în culturi comparative de concurs și ecologice.....	103

6.2 Descrierea hibrizilor omologați și de perspectivă.....	111
Concluzii la capitolul 6.....	120
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	121
BIBLIOGRAFIE.....	123
ANEXA 1. ACT DE IMPLEMENTARE A REZULTATELELOR OBȚINUTE	138
ANEXA 2.1 – BREVET DE INVENȚIE	139
ANEXA 2.2 – BREVET DE INVENȚIE	140
ANEXA 2.3 – BREVET DE INVENȚIE	141
ANEXA 2.4 – BREVET DE INVENȚIE	142
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII.....	143
CURRICULUM VITAE.....	144

ADNOTARE

Rusu Ghenadie „Modificarea hibrizilor simpli de porumb timpuriu”. Teză de doctor în științe agricole, Pașcani, 2017. Teza este expusă pe 122 pagini și conține introducere, 6 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 195 de surse, 42 de tabele, 7 figuri și 5 anexe. Rezultatele cercetărilor au fost publicate în 26 de lucrări științifice. **Cuvinte-cheie:** Porumb timpuriu, hibrizi simpli și simpli modificați, încrucișări înrudite și backcrossate, caractere agronomice, linii consangvinizate, forme parentale. **Domeniul de studiu.** Ameliorarea plantelor și producerea semințelor. **Scopul cercetărilor** efectuate a constatat în eficientizarea procesului de dezvoltare a hibrizilor de porumb prin înlocuirea formelor parentale și modificarea formei materne în baza încrucișărilor înrudite și backcrossate. **Obiective:** Evaluarea comparativă a caracterelor și însușirilor cantitative la linii consangvinizate, încrucișări înrudite și backcrossate, utilizarea încrucișărilor înrudite ca material inițial la reciclarea liniilor comerciale; Evidențierea criteriilor de selectare a formelor parentale în procesul de sintetizare a hibrizilor simpli și simpli modificați, identificarea combinațiilor hibride performante în vederea propunerii pentru testări oficiale în diferite țări. **Noutatea și originalitatea științifică.** Pentru prima dată formele parentale au fost estimate după afinitatea genetică, capacitatea de combinare, toleranța semințelor la temperaturi suboptimale și fracționarea boabelor. Hibrizii simpli și simpli modificați cu forme materne înrudite și backcrossate în premieră au fost apreciați după variabilitatea principalelor caractere morfologice. **Problema științifică soluționată** constă în *fundamentarea și perfecționarea* metodologiei de selectare a formelor parentale ale hibrizilor simpli și simpli modificați de porumb timpuriu, *ceea ce a condus* la utilizarea mai eficientă a încrucișărilor între liniile consangvinizate cu 30–60% de rudenie genetică și la concretizarea sferei de utilizare a formelor materne backcrossate, *fapt ce a permis* o producere mai rentabilă a semințelor certificate. **Semnificația teoretică.** Evidențierea legăturilor corelative ale indicilor agronomici valoroși la liniile consangvinizate, la formele materne modificate și la testîncrucișări permite prognozarea cu un grad mai înalt de probabilitate a performanțelor realizate în hibrizi. **Valoarea aplicativă.** Pentru testări oficiale au fost propuși 8 hibrizi simpli și 3 hibrizi simpli modificați, doi dintre care au fost omologați în Republica Moldova (Porumbeni 310 fiind omologat și în România), iar Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220 și Porumbeni 243 – în Republica Belarus. **Implementarea rezultatelor științifice.** Producerea de semințe comerciale ale hibrizilor omologați Bemo 203, Bemo 235 și Porumbeni 310 s-a efectuat în anii 2016–2017 pe loturi de hibridare amplasate în diferite unități agricole, pe o suprafață de 770 ha de către SRL ”Forever”.

АННОТАЦИЯ

Русу Г.В. «Модификация простых гибридов раннеспелой кукурузы», диссертация доктора с/х наук, Пашкань, 2017 изложена на 122 страницах с 42 таблицами, 7 рисунками и содержит введение, 6 глав, общие выводы и рекомендации, библиографию из 195 источников и 5 приложений. Результаты исследований опубликованы в 26 работах.

Ключевые слова: раннеспелая кукуруза, простые и простые модифицированные гибриды, родственные и беккроссные скрещивания, агрономические признаки, инбредные линии и родительские формы. **Область исследования:** селекция растений и семеноводство. **Цель работы:** повышение эффективности создания гибридов кукурузы путем замены родительских форм и модификаций материнской на основе родственных и беккроссных скрещиваний. **Задачи:** Оценка признаков и свойств у линий, родственных и беккроссных скрещиваний, использование сибсов в качестве исходного материала для улучшения коммерческих линий. Установление критериев подбора родителей в процессе синтеза простых и простых модифицированных гибридов, идентификация гибридов для передачи в официальное сортоиспытание. **Научная новизна и оригинальность.** Впервые родительские формы оценивались по генетическому сходству, комбинационной способности, толерантности к низким температурам и фракциям семян. Простые и простые модифицированные гибриды с родственными и беккроссными скрещиваниями были оценены по вариации основных морфологических признаков. **Решенная научная проблема** заключается в обосновании и уточнении методологии выбора родительских форм гибридов кукурузы, которая привела к эффективному использованию скрещиваний между инбредными линиями с 30-60% генетического родства и уточнению сферы использования беккроссов, что позволило производить сертифицированные семена более рентабельно. **Теоретическое значение:** выявленные корреляционные связи между хозяйственно полезными признаками у линий, модифицированных материнских форм и тестскрещиваний позволяет с большей вероятностью прогнозировать агрономические качества гибридов. **Практическая ценность.** Для официальных испытаний были представлены 8 простых и 3 простых модифицированных гибрида, из которых два были районированы в Молдове, а Порумбень 310 и в Румынии, Бемо 203, Бемо 235, Порумбень 220 и Порумбень 243 в Беларуси. **Внедрение научных результатов.** Производство семян коммерческих гибридов Бемо 203, Бемо 235 и Порумбень 310 в 2016-2017 годах осуществлялось на участках гибридизации общей площадью 770 г, компанией «Форевер» .

SUMMARY

Rusu Ghenadie "Modification of Early Maize Single Cross Hybrids", thesis of doctor in agriculture, Pașcani, 2017. The thesis is exposed on 122 pages with 42 tables, 7 figures and contains introduction, six chapters, general conclusions and recommendations, bibliography of 195 sources and 2 annexes. The research results are published in 26 scientific papers.

Key words: Early maize, single cross and single modified hybrids, related crosses and backcrosses, agronomical traits, inbred lines, parental forms.

Research domain. Plant breeding and seed production.

Research goal. Increasing efficiency in the process of developing maize hybrids by replacing parental forms and modification of seed parents based on related crosses and backcrosses.

Objectives. Comparative evaluation of quantitative characters and attributes on inbred lines, related crosses and backcrosses, using of related crosses as initial material for improving of commercial lines. Highlighting the criteria for selecting seed parents in the synthesis process of single cross and single modified hybrids, identification of performance hybrid combinations for promotion in official state testing.

Scientific novelty and originality. For the first time, parental forms were estimated by genetic affinity, combining ability, seed tolerance at suboptimal temperatures, and grain size fractionation. Single crosses and single modified hybrids with related and backcrossed seed parents were appreciated by the variability of essential morphological traits.

The solved scientific problem *consists in* substantiating and improving the methodology for the selection of parental forms of single cross and modified single cross early maize hybrids, *which led to* the more efficient use of crosses between the inbred lines with 30-60% of genetic relationship and the concretization of the sphere of usage of backcrosses in parental forms, *which allow and ensures* to profitable production of certified seed.

Theoretical significance. The estimated correlation between valuable agronomic traits of inbred lines, modified seed parents and testcrosses allow prognostication with a higher level the probability of performance in hybrids.

Applicative value. For official testing were submitted 8 single crosses and 3 single modified hybrids, of which two have been registered in Moldova (Porumbeni 310 and in Romania) and Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220 and Porumbeni 243 in R. Belarus.

Implementation of scientific results. The commercial seed production of registered hybrids Bemo 203, Bemo 235 and Porumbeni 310 in the years 2016-2017 was carried out on a 770 hectare area in different agriculture units by "Forever" LTD.

LISTA ABREVIERILOR

- A – linie consangvinizată ca formă maternă
A x A₁ – încrucișare înrudită ca formă maternă
(A x A₁) x A – retroîncrucisare /încrucișare backcrossată
AN – codul liniilor noi create în laboratorul de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice
ASC – androsterilitate citoplasmatică
CCC – cultură comparativă de concurs
CCO – cultură comparativă de orientare
CCPC – cultură comparativă de preconcurs
CGC – capacitate generală de combinare
CSC – capacitate specifică de combinare
cms M – analog androsteril de tip M
cms C – analog androsteril de tip C
DL₀₅ – diferență limită la nivel de 95% probabilitate
DUS – dinstinctivitate, uniformitate, stabilitate
F1 – hibrid de prima generație
FAO – Organizația Internațională pentru Alimentare și Agricultură
MKP – cod al liniilor timpurii incluse în hibrizi în testări oficiale
r – coeficient de corelație
Rf – restaurare a fertilității polenului
S_{0-n} – generație de consangvinizare
V – coeficient de variație
VAT – valoare agronomică și tehnică
UPOV – Uniunea Internațională de Protecție a Varietăților Noi de Plante

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei. Ameliorarea porumbului prin crearea hibrizilor simpli, concept elaborat de către G. H. Shull și E. M. East în anii 1908–1909, este cea mai eficientă metodă folosită pe plan mondial [35, 40]. Primii hibrizi simpli nu s-au extins în producere din cauza ineficienței economice a sistemului de multiplicare a acestora. Procedura de creare a hibrizilor dubli, formulată de D. F Jones în 1918, a rezolvat problema producerii de semințe, iar cultura hibrizilor a cunoscut o extindere substanțială începând cu anul 1933 în SUA și ulterior în majoritatea țărilor cultivate de porumb [120]. În practica agricolă, heterozisul la porumb s-a valorificat, aproape în exclusivitate, în baza a 3 tipuri de combinații între liniile consangvinizate: hibrizi dubli – $(A \times B) \times (C \times D)$ –, triliniari – $(A \times B) \times C$ – și simpli – $A \times B$ [20, 62, 117, 120, 146, 183].

Evoluția de la hibrizii dubli, cu producerea mai eficientă de sămânță, spre triliniari și simpli se datorează, în primul rând, progreselor genetice obținute în crearea liniilor din cicluri avansate de selecție cu potențial mai ridicat de producție. Datele experimentale prezentate de mulți autori atestă o sporire continuă a producției liniilor consangvinizate în perioada modernă de ameliorare [20, 40, 138, 139, 158, 187, 188, 190]. Studiul efectuat de cercetătorii firmei Pioneer, SUA, cu liniile a 7 hibrizi experimentali a demonstrat, pentru fiecare deceniu din perioada 1930–1980, o creștere a mediei producției de boabe de la 2,322 t/ha până la 5,223 t/ha, cu un surplus de circa 50 kg/ha în fiecare an [137, 138, 139]. Un alt studiu, care a avut la bază un set de linii înregistrate în SUA ca proprietate intelectuală, a constatat o îmbunătățire semnificativă a caracterelor agronomice la versiunile noi comparativ cu progenitorii din ciclul anterior de selecție (perioada de referință 1976–2005). Liniile consangvinizate din fiecare ciclu de ameliorare au depășit cu 279 kg sau cu 6% părinții în baza cărora au fost dezvoltate, stabilindu-se o corelație pozitivă semnificativă ($r=0,36$) între producția de boabe a hibrizilor și a liniilor ca forme parentale [157, 158]. Sinteza datelor experimentale publicate la acest subiect a evidențiat tendința de majorare a sporului de producție datorat heterozisului, adică creșterii capacității de combinare a formelor parentale, și a câștigului nonheterotic, ca rezultat al ameliorării producției de boabe *per se* la liniile consangvinizate [20]. Productivitatea, omogenitatea și uniformitatea înaltă a plantelor, operativitatea procesului de sintetizare sunt avantajele, care au favorizat răspândirea preponderentă a hibrizilor simpli în țările cu o agricultură dezvoltată, în SUA ei ocupând încă de la începutul anilor 1960 majoritatea suprafețelor cultivate cu porumb [20, 40, 120, 137, 184, 185].

Nivelul de ameliorare a porumbului timpuriu pentru zonele nordice, cu o istorie mai scurtă comparativ cu grupa de maturitate FAO 350-550 și cu potențial biologic de producție mai scăzut, nu permite extinderea exclusivă a hibrizilor simpli de porumb cu indicele de precocitate FAO mai

jos de 250 de unități [7, 26, 80, 86]. În zonele cu regim termic deficitar se mai cultivă hibrizi triliniari, realizați la un preț comercial mai redus al semințelor, hibrizii dubli fiind pe cale de dispariție [97, 98, 107, 119]. Exportul de semințe în Republica Belarus în ultimii ani s-a stabilizat la nivelul 2,5-3,5 mii tone, cu o cotă de peste 80% a hibrizilor triliniari Bemo 172CRf și Porumbeni 176MRf, omologați anterior [7]. Axarea programului de ameliorare a porumbului timpuriu pentru export pe crearea hibrizilor simpli modificați a actualizat practica utilizării încrucișărilor înrudite și backcrossate în calitate de forme maternelle [7, 8, 9, 38, 83]. Stabilirea eficacității acestor procedee de modificare și elaborarea criteriilor de selectare a formelor parentale cu efecte pozitive asupra productivității și omogenității hibrizilor simpli modificați au devenit preocupări importante. Astfel, tematica abordată reprezintă o încercare de a soluționa aspectele teoretice și practice ale modalităților de modificare a formei maternelle a hibrizilor timpurii de porumb.

Scopul lucrării a constat în eficientizarea producerii semințelor la hibrizii simpli de porumb timpuriu prin înlocuirea liniei consangvinizate mai slab productivă cu versiuni performante, precum și prin utilizarea încrucișărilor înrudite și backcrossate ca forme maternelle.

Obiectivele cercetării: 1) Aprecierea comparativă a liniilor consangvinizate, încrucișărilor înrudite și backcrossate cu origine genealogică comună după principalii indici ameliorativi; 2) evaluarea combinațiilor hibride sintetizate cu 3 variante ale formelor maternelle după productivitate și uniformitate a caracterelor plantei; 3) evidențierea corelației dintre performanțele hibrizilor și caracterele valoroase ale formelor maternelle diferențiate în baza indicelui diversității genetice; 4) utilizarea încrucișărilor înrudite în calitate de material inițial pentru îmbunătățirea unor linii consangvinizate comerciale; 5) valorificarea în hibrizi a formelor maternelle evidențiate după caracterele și însușirile agronomice.

Metodologia cercetării științifice. Experiențele s-au realizat cu material biologic adecvat obiectivelor preconizate, creat cu păstrarea identității genetice a germoplasmei din diverse grupe heterotice. Pe lângă indicii ameliorativi tradiționali, formele maternelle au fost apreciate după cota de fracționare a semințelor. Cercetările au fost efectuate prin metode aprobate în ameliorarea porumbului. Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin calcularea diferențelor limită, a coeficientului de corelație (r) și variație (V), iar gradul de rudenie a încrucișărilor înrudite s-a evaluat în baza producției de boabe prin indicele diversității genetice (DG).

Noutatea și originalitatea științifică. Pentru prima dată a fost efectuat studiul comparativ al productivității și uniformității caracterelor morfologice la hibrizii simpli modificați prin încrucișări înrudite și backcrossate cu bază genetică comună. S-a constatat eficiența mai înaltă a încrucișărilor înrudite în calitate de forme maternelle cu diversitatea genetică în intervalul 30-60% și s-au stabilit legături corelative între linii consangvinizate, încrucișări înrudite și testîncrucișări.

Problema științifică soluționată constă în *fundamentarea și perfecționarea* metodologiei de selectare a formelor parentale ale hibrizilor simpli și simpli modificați de porumb timpuriu, *ceea ce a condus* la utilizarea mai eficientă a încrucișărilor între liniile consangvinizate cu 30–60% de rudenie genetică și la concretizarea sferei de utilizare a formelor materne backcrossate, *fapt ce a permis* o producere mai rentabilă a semințelor certificate.

Semnificația teoretică. Au fost stabilite legăturile (principiile) de manifestare a heterozisului după principalii indici ameliorativi la nivel de încrucișări înrudite și backcrossate, hibrizi simpli modificați. Au fost obținute suficiente date experimentale referitoare la prognozarea hibrizilor simpli modificați în baza performanțelor liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite.

Valoarea aplicativă. Din ultimul ciclu de selecție a germoplasmei Reid Iodent au fost dezvoltate liniile consangvinizate MKP 601 și MKP 602, incluse în pedigreeul hibrizilor simpli modificați Pandoro și Coral, transferați pentru testări oficiale în anul 2017. Cu participarea autorului (cota 5-10%) au fost creați 8 hibrizi simpli și 3 hibrizi simpli modificați, inclusiv Bemo 203 MRf, Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 243, omologați în R Belarus, Porumbeni 310 și Porumbeni 305, incluși în Catalogul soiurilor de plante al R Moldova. Liniile consangvinizate și încrucișările înrudite identificate după performanțele ameliorative constituie un material de selecție valoros pentru utilizare în programul de creare a hibrizilor de porumb timpuriu.

Rezultatele științifice principale propuse spre susținere. Încrucișările între linii cu 30–60% de diversitate genetică permit obținerea hibrizilor simpli modificați cu performanțe în ceea ce privește productivitatea, omogenitatea și alte caractere agronomice, asigurând o creștere a producției de semințe în procesul de multiplicare. Încrucișările backcrossate transmit hibrizilor un grad mai înalt de neuniformitate interpopulativă a caracterelor morfologice. Menținerea perfectă a androsterilității citoplasmatică, capacitatea generală de combinare, gradul de rudenie genetică, producția de boabe și fracționarea după dimensiuni a acestora, toleranța semințelor la temperaturi scăzute și alte caractere agronomice prezintă criteriile de selectare a formelor materne modificate.

Implementarea rezultatelor științifice. Elementele metodologiei de selectare a formelor materne modificate sunt folosite în programul de ameliorare a porumbului timpuriu realizat în cadrul Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”. Hibrizii Bemo 203 MRf, Bemo 235 și Porumbeni 310 din anul 2016 au fost incluși în procesul de multiplicare a formelor parentale și a semințelor hibride de către SRL „Forever”. Loturile de hibridare au ocupat suprafețe de 210 ha în 2016 și de 560 ha în anul 2017.

Aprobarea rezultatelor și publicațiile. Rezultatele cercetărilor au fost examinate și aprobate la ședințele anuale ale Consiliului Științific al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”.

Sub formă de comunicări și postere au fost prezentate la următoarele manifestări științifice: Conferința internațională, Chișinău, 21 iunie 2011; Conferința internațională „Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe”, Pașcani, 7–8 septembrie 2011; Conferința internațională „Селекция и генетика сельскохозяйственных растений: традиции и перспективы”, Odesa, 17–19 octombrie 2012; Conferință științifico-practică „Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы”, Piatigorsk, 2012; Simpozionul științific internațional, UASM, 2013; Conferința științifico-practică „Rezultatele și perspectivele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova”, Bălți, 20 iunie 2014; Conferința internațională „Институт де Фитотехние ”Porumbeni” – 40 ani de activitate științifică”, Pașcani, 17–18 septembrie 2014; Simpozionul științific internațional „100 ani de la nașterea distinsului savant și om de stat Mihail SIDOROV”, UASM, octombrie 2014; Conferința științifico-practică „Rezultatele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova”, Bălți, 19 iunie 2015; Congresul internațional al Geneticienilor și Amelioratorilor, Chișinău, 28 iunie–1 iulie 2015; Conferința internațională „Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы”, Minsk, 23–25 noiembrie 2016; Conferința internațională a tinerilor cercetători „Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях изменений климата”, Dnepr, 26–26 mai 2017. Rezultatele cercetărilor expuse în teză au fost reflectate în 26 de publicații, 5 dintre care au apărut în reviste recenzate, 14 – în culegeri științifice, iar 7 au fost susținute în cadrul conferințelor științifice naționale și internaționale.

Sumarul componentelor tezei. Teza este structurată după cum urmează: introducere, șase capitole, concluzii generale și recomandări, referințe bibliografice și 5 anexe. Sinteza literaturii referitoare la crearea și modificarea hibrizilor de porumb este expusă în primul capitol, pe 26 de pagini, iar caracteristica condițiilor naturale, a materialului și metodelor de cercetare – pe 9 pagini în capitolul al doilea.

În „Introducere” este argumentată actualitatea și importanța problemei abordate; sunt formulate scopul și obiectivele tezei; este descrisă noutatea științifică a rezultatelor obținute; sunt expuse importanța teoretică și valoarea aplicativă a lucrării, aprobarea rezultatelor și este inclus sumarul compartimentelor tezei.

Capitolul 1 prezintă o sinteză a rezultatelor descrise în literatura de specialitate privind despre tipurile de hibrizi la porumb și capacitatea lor de valorificare a heterozisului. Al doilea subcapitol se referă la însușirile și caracterele formelor parentale asociate cu performanțele hibrizilor. Următorul compartiment reflectă particularitățile hibrizilor timpurii și metodele heterotice de creare a acestora. La final sunt relatate variantele de modificare a hibrizilor de

porumb: reversia formelor parentale, modificarea prin substituirea liniei slabe în hibrizi simpli, crearea hibrizilor simpli modificați în baza încrucișărilor între linii consangvinizate înrudite ca forme maternelle și a încrucișărilor de regresie – *backcross*. Concluziile conțin evidențierea elementelor slab elucidate ale metodologiei de selectare a formelor maternelle modificate, caracterele și însușirile agronomice omise din cercetări.

În capitol 2 se descriu condițiile pedoclimatice în perioada de cercetare, materialul biologic utilizat, hibrizi F1 de porumb timpuriu obținuți anterior cu diferite tipuri de forme maternelle: linii consangvinizate, încrucișări înrudite și *backcross*. Evaluările în culturi comparative se referă la următorii indici de analiză: ritmul de creștere a plantulelor, durata fenofazelor „răsărit–înflorit–mătăsit–maturizare”, frângerea tulpinii și căderea radiculară, atacul plantelor cu tăciune comun și prăfos, maladiile știuleților, talia plantei și inserția știuletelui, producția și umiditatea boabelor, uniformitatea plantelor și a știuleților, alte caractere și însușiri specifice. Datele despre temperatura aerului și cantitatea depunerilor atmosferice în perioada anilor de cercetare (2010-2016) au fost obținute de la Stația Meteo Bălța, raionul Criuleni.

Rezultatele experimentale sunt analizate în 4 capitole. În capitolul 3 sunt prezentate: caracterele agronomice valoroase ale liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite cu compararea acestora; afinitatea genetică a formelor parentale incluse în încrucișări; determinarea capacității de combinare a liniilor și încrucișările înrudite repartizate în grupuri de germoplasmă; cât și aprecierea unor însușiri specifice ale formelor maternelle care se referă la adrosterilitatea citoplasmatică, toleranța acestora la temperaturi joase și fracționarea semințelor. Cercetările din capitolul 4 a avut ca obiectiv aprecierea comparativă *per se* și în hibrizi ale liniilor consangvinizate, încrucișărilor înrudite și încrucișărilor regresive ca forme maternelle. Caracteristica generală a celor 3 tipuri de hibrizi realizați cu cele 3 tipuri de forme maternelle s-a efectuat la uniformitatea și omogenitatea fenotipică după perioada până la mătăsit, producția de boabe, umiditatea boabelor, talia plantei, masa, lungimea, diametrul și înălțimea de inserție a știuletelui, nr. de rânduri și de boabe pe rând.

Capitolul 5 și 6 se referă la utilizarea a încrucișărilor înrudite în calitatea de material inițial pentru reciclarea liniilor comerciale de porumb prin analiza comparativă după principalii indici agronomici cu liniile martor și crearea hibrizilor de porumb prin înlocuirea și/ sau modificarea formelor maternelle cu încrucișări înrudite.

Cercetările efectuate sunt generalizate în partea dedicată concluziilor și recomandărilor practice. Bibliografia conține 195 de surse informaționale. Lucrarea este expusă pe 122 pagini de text de bază și conține 42 de tabele și 7 materiale ilustrative.

1. SINTEZA LITERATURII REFERITOARE LA CREAREA ȘI MODIFICAREA HIBRIZILOR DE PORUMB

1.1 Valorificarea heterozisului la porumb în baza hibrizilor interliniari și tipurile de hibrizi

Exploatarea în practică a heterozisului sau a fenomenului vigorii hibride are ca reper elaborarea conceptului teoretic „linie pură – hibrid” (Shull G.H., East E.M., 1908) și rezolvarea problemei producerii de sămânță în baza utilizării hibrizilor dubli (Jones D.F., 1918), preocupare de seamă a autorilor citați în majoritatea monografiilor de genetică și ameliorare [20, 34, 35, 40, 62, 117, 120]. Metoda de ameliorare bazată pe crearea liniilor consangvinizate și obținerea combinațiilor hibride performante a cunoscut o puternică dezvoltare începând cu deceniul al treilea al secolului trecut în SUA. Hibrizii dubli de porumb au început a fi cultivați în anul 1933, iar în 10 ani au ajuns să ocupe întreaga suprafață în statul Iowa, 90% în statele din cordonul porumbului și 60% în medie pe toată suprafața SUA [40, 120, 180]. Heterozisul la porumb a fost exploatat pentru mai multe caractere și însușiri, dar capacitatea de producție a fost principalul obiectiv al eforturilor amelioratorilor. Datorită acestor cercetări și odată cu îmbunătățirea tehnologiei de cultivare, producția de porumb din SUA., în mai puțin de 80 de ani, a fost practic triplată [20], atingând o medie de 7,7 t/ha în ultima decadă a secolului trecut.

Pe teritoriul Republicii Moldova, până în 1950 majoritatea suprafețelor de porumb erau însămânțate cu soiuri locale indurate – Cincantin, Hângănesc, Portocaliu, Moldovenesc oranj și galben – și indentate de origine străină – Braun Conti, Sterling. Omologarea, în 1953, a hibrizilor dubli interliniari VIR 25 și VIR 42, care la începutul anilor 1960 au fost transferați la androsterilitatea citoplasmatică și restaurarea a fertilității polenului, a constituit o etapă importantă în utilizarea efectului de heterozis în agricultură. În anii următori hibridul VIR 42 MV ocupa 260-280 mii hectare la boabe și 100 mii hectare la siloz, circa 20 mii tone de semințe hibride fiind exportate peste hotarele republicii. Conform datelor privind 5 sectoare din rețeaua Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante, hibridul VIR 42 MV a format, în medie pe anii 1967–1971, o recoltă de 5,40 t/ha boabe, comparativ cu 2,57 t/ha la soiul Orange Moldovenesc și 3,17 t/ha la soiul Galben Moldovenesc, ceea ce constituie un surplus de 70–110% al producției de boabe. O importanță semnificativă pentru cultura porumbului în anii 1970 ai secolului trecut au avut-o hibrizii dubli Chișinevskii 161 MV și Chișinevskii 167 MV, cu un potențial de producție mai înalt comparativ cu primii hibrizi omologați [70, 112].

Heterozisul, ca fenomen biologic general, la porumb se manifestă asupra caracterelor morfologice ale plantelor, anumitor însușiri fiziologice și metabolice care, în final, asigură

adaptabilitate sporită, rezistență la factori abiotici (secetă, arșiță, temperaturi scăzute) și biotici (boli, dăunători) stresanți. Sinteza literaturii efectuată de Ioan Haș [20] a generat formularea formelor de heterozis vegetativ, reproductiv și adaptiv la porumb. Autorul remarcă sporirea, la hibridi, a taliei plantelor cu 44%, a mărimii boabelor cu 11,1%, a embrionilor cu 20,2%, a endospermului cu 10,4% și a diametrului tulpinii cu 48,0% comparativ cu liniile consangvinizate. Evaluarea complexă a expresiei fenomenului vigorii hibride la hibridii interpopulativi a relevat majorarea înălțimii plantei, înălțimii de inserție a știuletelui, precum și îmbunătățirea caracterelor implicate la formarea producției de boabe. În opinia autorului, heterozisul reproductiv a fost mai detaliat studiat la hibridii între soiuri, la populații sintetice și compozite, precum și la hibridii interliniari. Manifestarea heterozisului la 21 de încrucișări a patru grupuri de câte 7 linii consangvinizate a fost analizată detaliat, după producția de boabe, lungimea știuletelui, diametrul știuletelui, numărul rândurilor și masa boabelor, în cercetările efectuate de J. M. Martin și A. R. Hallauer în 1976, citați după I. Haș [20]. Nivelul de heterozis calculat în formula clasică $H = ((F1 - Pmed) / Pmed) * 100$, care stabilește diferența dintre hibrid (F1) și media formelor parentale (Pmed), a constatat, pentru capacitatea de producție, valori cuprinse între 124,8% la grupa liniilor consangvinizate cu producția *per se* bună (67,0 g/plantă) și 314,4% la grupa liniilor cu producție medie (32,2 g/plantă). Pentru grupul de linii din primul ciclu de ameliorare, heterozisul a constituit 214,0%, comparativ cu 151,0% la formele parentale din ciclul doi de selecție, deși valoarea absolută a producției pe plantă la hibridii F1 cu formele parentale a fost mai înaltă – 159,6 g/plantă, comparativ cu 152,7 g/plantă pentru hibridi cu linii consangvinizate din primul ciclu de selecție. Depresia de consangvinizare a producției de boabe la o plantă în generația F₂ a constituit 26,2 – 27,1% la hibridii cu liniile consangvinizate bune și cele din ciclul doi de selecție, pe când la hibridii cu linii consangvinizate slabe și din primul ciclu de selecție reducerea producției a înregistrat valorile de 31,6% și, respectiv, 33,9%. După lungimea știuletelui, nivelul de heterozis a fost cuprins între 23,9% (la liniile din ciclul doi) și 51,2% (la liniile slabe), după diametrul știuletelui – între 14,4% (la liniile bune) și 24,0% (la liniile slabe), după numărul de rânduri de boabe – între 9,1% (la liniile din ciclul doi) și 17,9% (la liniile slabe), iar după masa boabelor – între 4,0% (la liniile slabe) și 19,6% (la liniile de primul ciclu). Autorii concluzionează că, deși valorile heterozisului urmărite la cele 4 elemente ce participă la realizarea recoltei de boabe au fost mult mai reduse comparativ cu heterozisul producției, cumularea acestora și a altor caractere asigură în final performanțe la nivel de plantă [20]. Cercetările efectuate la SCDA Turda, România, cu un set de linii contrastante după perioada de vegetație și consistența boabelor au arătat că nivelul de heterozis reproductiv la hibridii simpli a variat între 103,5% și 163,1%, cu valori maxime la

încrucișările dintre formele dent și flint, precum și dintre liniile timpurii și cele tardive [20]. Rezultatele mai multor amelioratori arată că liniile din ciclurile avansate de selecție, cu producție de boabe *per se* sporită, asigură și hibrizilor o capacitate superioară de producție, deși valorile nivelului de heterozis, exprimate procentual, sunt mai reduse [11, 137, 138, 146, 147, 186].

Heterozisul adaptiv la porumb se manifestă printr-o stabilitate accentuată a combinațiilor interliniare în diferite condiții ecologice ale localităților și perioadelor de testare. Dezvoltarea porumbului este strâns legată atât de constituția genetică a hibrizilor, cât și de factorii de mediu, care determină dezvoltarea normală sau anevoioasă a plantelor [14, 16]. Hibrizii care se caracterizează printr-o capacitate de modificare și adaptare la diverse condiții de mediu (caracterul plasticității ecologice) valorifică mai eficient heterozisul vegetativ și majorează expresia reproductivă [20]. Dintre factorii naturali, cea mai semnificativă influență asupra creșterii și dezvoltării porumbului (cultură de origine tropicală, inclusă în grupa plantelor termofile) o are temperatura. Multiple cercetări sistematizate de M. Cristea au constatat o rezistență sporită a hibrizilor la temperaturile scăzute în diferite faze de dezvoltare și creștere [16]. Absorbția apei de către boabe la 6°C are loc de 2-2,5 ori mai lent decât la 30°C, dar semințele hibrizilor rezistenți la frig încep să germineze la 6°C, la temperatura de 10°C boabele dezvoltă embrionul și coleoptilul înverzește ca urmare a activizării sistemului de pigmentare și formării unui conținut mai înalt de clorofilă. Adaptarea la temperaturile joase de primăvară, care sunt cele mai periculoase pentru porumb, este favorizată de proprietatea genotipului de a utiliza substanțele plastice din bob, de ritmul de creștere a părții aeriene, de acumulare a substanțelor de rezervă în frunzele tinere, precum și de ritmul de creștere a rădăcinilor. În opinia lui M. Cristea, formele de porumb cu rezistență la frig spre sfârșitul fazei de vegetație, când procesele de creștere s-au încheiat, constituie o nouă adaptare la condițiile mai reci, specifice toamnei. În zonele nordice se întâlnește frecvent situația de răcire a vremii după răsărirea plantulelor, însă formele rezistente își continuă creșterea normală a sistemului radicular și a părții aeriene cu un conținut înalt de clorofilă [16].

Momente importante pentru accelerarea răspândirii porumbului hibrid se consideră secetele din anii 1934 și 1936 în SUA, când fermierii au sesizat superioritatea hibrizilor dubli în ceea ce privește toleranța la condițiile stresante comparativ cu soiurile cultivate [99]. Efectele negative ale perioadelor de secetă și arșiță, mai mult sau mai puțin intense, în principalele areale de cultivare a porumbului au fost diminuate datorită hibrizilor, cu o reducere nesemnificativă a producției față de condițiile normale [28, 40, 62, 82, 114, 182, 192]. Stabilitatea hibrizilor în condiții de mediu diferite, atribuită fenomenului de homeostazie, a constituit o preocupare a amelioratorilor din majoritatea centrelor de cercetare din lume, în special în zonele de activitate

cu frecvență periodică a factorilor de stres. Interacțiunea redusă a genotipurilor cu variațiile condițiilor pedoclimatice la care heterozisul exprimat în hibrizi trebuie să facă față se referă atât la temperatură, umiditatea solului, durata perioadei de vegetație precum și la rezistența la boli virotice, bacteriene și dăunători. Faptul că hibrizii cu nivel de heterozis adaptiv ridicat provin din încrucișări dintre formele parentale cu capacitate de combinare înaltă a fost demonstrat în publicațiile lui A. F. Troyer, considerat unul dintre amelioratorii notorii din SUA [183, 185, 187].

Deși se cunosc doar fragmente din baza genetică și moleculară a fenomenului biologic de heterozis, valorificarea acestuia în practica agricolă a sporit esențial producția porumbului, asigurând nevoile de hrană ale populației din întreaga lume [14, 20]. În lucrarea de sinteză a lui Traian Sarca sunt analizate progresele genetice înregistrate în ameliorarea porumbului în diferite țări [40]. Progresul total (genetic și tehnologic) realizat la cultura porumbului în SUA pe parcursul anilor 1930–1980 a constituit, în medie pe 10 surse de informație, 92,7 kg/ha/an, inclusiv 61,6 kg/ha/an atribuite progresului în ameliorare, cu o cotă de 66,5% [20, 74]. În țările Europei de Vest (Bulgaria, fosta Cehoslovacie, Franța, fosta Iugoslavie, România și Ungaria) se atestă o creștere anuală a producției de porumb de 98,5 kg/ha pe parcursul unei perioade de circa 36 de ani. Hibrizii noi se deosebesc prin numeroase însușiri care asigură o reacție mai eficientă la tehnologiile de cultivare (densitate a plantelor și cantități de azot sporite, condiții de irigare), având o capacitate mai mare de adaptare în condiții nefavorabile. Rezultate directe ale eforturilor amelioratorilor sunt creșterea numărului de știuleți pe plantă (8%), intensificarea proprietății de menținere a plantei verzi la maturitate (29%), creșterea rezistenței la sfredelitorul porumbului (41%), incidența scăzută a frângerii tulpinilor (75%) și a căderii din rădăcină (57%), micșorarea decalajului la înflorit între organele reproductive (74%) [40]. Pentru perioada 1950–1985, în Franța s-a stabilit o creștere anuală a producției de boabe de 144 kg/ha, dintre acestea 78 kg/ha fiind atribuite progresului genetic. La porumbul pentru siloz, după datele relatate de J. H. Lauer și colaboratorii săi, producția de substanță uscată a avut, în anul 2001, o creștere medie de 1280 kg/ha la hibrizii timpurii și de 1640 kg/ha la hibrizii tardivi în perioada 1930–1996. Autorii citați de către T. Sarca menționează creșterea digestibilității *in vitro* și scăderea semnificativă a conținutului de celuloză în soluție neutră, conținutul de proteină brută rămânând neschimbat [40].

Efectul heterozisului la porumb este valorificat în agricultura mondială prin intermediul hibrizilor. În procesul de ameliorare, în funcție de numărul liniilor consangvinizate utilizate ca forme parentale și de combinarea acestora în procesul de multiplicare a semințelor, se dezvoltă o mare diversitate de hibrizi [120]. În tabelul 1.1 sunt redate tipurile de hibrizi cu o anumită pondere în producere. Hibrizii între soiuri au fost o primă etapă în ameliorare, au ocupat suprafețe

nesemnificative, dar au furnizat informații cu privire la vigoarea hibridă și au motivat cercetările finalizate cu elaborarea conceptului „linie pură-hibrid” [40, 180]. În Republica Moldova primul hibrid între soiuri – Chișinevskii 1 (Dnepropetrovskaia x Moldovanca Joltaia) – a fost creat în 1947 la stațiunea experimentală a Institutului Agricol din Chișinău [71]. Analiza rezultatelor testărilor de stat efectuate până în 1956 în peste 700 de experiențe în fosta URSS a constatat un surplus al producției de boabe de 6-9,4% la hibrizii între soiuri, de 17,2-19,3% la cei sortoliniari și de 27,6-32,6% la hibrizii dubli [71]. Conform lui B. P. Guriev, unii hibridi sortoliniari, inclusiv Bucovinskii 3TV și Dneprovskii 247MV, creați cu soiurile îndurate Gloria Ianețcogo și Șindelemaizer ca forme maternelle, s-au caracterizat printr-o adaptabilitate foarte înaltă în zonele cu regim termic deficitar [56, 57].

Tabelul 1.1. Tipurile de hibridi după numărul și schemele de încrucișări ale liniilor consangvinizate (adaptare după Jugenheimer R., 1976, p. 312)

Nr d/o	Tipul hibrizilor	Formulele de încrucișări
1	Hibridi sortoliniari	$A \times \text{soi sau } (A \times B) \times \text{soi}$
2	Hibridi simpli	$A \times B$
3	Hibridi simpli modificați	$A \times (B \times B_1), (A \times A_1) \times B, (A \times A_1) \times (B \times B_1)$
4	Hibridi triliniari	$(A \times B) \times C$
5	Hibridi triliniari modificați	$(A \times B) \times (C \times C_1), [(A \times A_1) \times B] \times C, [(A \times B) \times A] \times C$
6	Hibridi patriliniari	$[(A \times B) \times C] \times D,$
7	Hibridi dubli	$(A \times B) \times (C \times D)$
8	Hibridi dubli modificați	$(A \times B) \times [(C \times D) \times C], [(A \times B) \times A] \times (C \times D), [(A \times A_1) \times B] \times (C \times D)$
9	Hibridi multipli (compuși)	$[(A \times B) \times C] \times (D \times E), [(A \times B) \times (C \times D)] \times (E \times F), [(A \times B) \times (C \times D)] \times [(E \times F) \times (G \times H)]$
10	Populații sintetice	Încrucișări ale mai multor linii

Dintre hibrizii între linii consangvinizate un mare succes în agricultură au avut formele $(A \times B) \times (C \times D)$, cu cea mai largă răspândire până la extinderea hibrizilor triliniari și simpli. Hibrizii dubli au apărut la începutul ameliorării porumbului, fiind propuși de D. F. Jones în 1918 ca o premisă a producerii de semințe rentabile din punct de vedere economic [35, 40, 120]. Fiind sintetizat în baza a doi hibridi simpli, tipul respectiv de hibrid este foarte econom și sigur în ceea ce privește producerea de semințe, având capacitatea de producție superioară soiurilor, hibrizilor între soiuri și celor sortoliniari. Pentru agricultura țării noastre o importanță majoră a avut hibridul

VIR 42 – (VIR 44 x VIR 38) x (VIR 40 x VIR 43), omologat în 1960 și din 1966 în varianta androsterilă cu restaurarea completă a fertilității polenului [71, 112]. Până la finele anilor 1970, pe suprafețe anuale de 12-15 mii ha ale sectoarelor de hibridare erau produse 30-32 mii tone de semințe hibride. Suprafețele cultivate cu porumb atingeau 260-280 mii ha la boabe, circa 100 mii ha la siloz în Moldova și peste 1 mln ha în alte regiuni ale fostei URSS [71]. În producerea de semințe pentru export o cotă semnificativă a revenit hibrizilor dubli Moldavskii 330MRf, Moldavskii 215MRf și Bemo 182CRf, care au fost solicitați de consumatori timp de peste 20 de ani [7]. Hibrizii dubli modificați atât cu încrucișări înrudite $A \times A_1$, cât și cu încrucișări backcrossate (regresive) $(A \times B) \times A$ sau $(C \times D) \times C$ au avut o utilizare restrânsă din cauza unui sistem de producere a semințelor mai complicat și costisitor. Hibrizii patrulinari $[(A \times B) \times C] \times D$ după modalitatea încrucișărilor sunt mai aproape de formulele triple și se utilizează în cazurile când forma maternă posedă un potențial inferior de producție, mai frecvent pentru grupele de maturitate FAO 150-200. În Republica Moldova, pentru exportul semințelor timp îndelungat a fost multiplicat hibridul Moldavskii 257ACV cu pedigreeul $[(F7c \times F2) \times CM7] \times MK24CRf$, omologat în Republica Belarus, Rusia și în Kazahstan (S. Mustața, com. pers.).

Hibrizii multipli, obținuți cu participarea a mai mult de 5 linii consangvinizate, nu au atins performanțele hibrizilor dubli și s-au folosit foarte puțin în agricultura mondială. O răspândire mai largă în zonele nefavorabile ale URSS au avut hibrizii Jerebcovskii 86MV, de tip cincilinar, și Odeskii 80MV, cu 6 linii consangvinizate ca forme parentale [70]. Principalele argumente evocate de autorul hibrizilor respectivi, I. C. Cobelev, sunt eficiența acestora la producerea de semințe pe suprafețe reduse ale loturilor de hibridare și sinecostul profitabil al semințelor hibride. În ameliorarea porumbului, crearea populațiilor hibride cu participarea unui număr mai mare de linii consangvinizate se folosește mai puțin. În sursele de informație este remarcată populația Krasnodarskaia 1/49, creată în baza formelor parentale la hibridi dubli și un hibrid simplu cu destinație pentru cultivare la siloz și masă verde [111].

Ameliorarea modernă a porumbului se bazează pe formulele de hibridare de tip simplu și trilinear. Hibrizii simpli $A \times B$ constituie, după T. Sarca [40], cultivarul, care valorifică în cel mai înalt grad efectul de heterozis și se deosebește prin cele mai ridicate performanțe referitoare la potențialul de producție, uniformitatea plantelor, toleranță la densități sporite, preabilitatea la recoltarea mecanizată și alte însușiri valoroase. Rezultând din încrucișarea a două linii consangvinizate cu homozigoție perfectă, în combinațiile hibride se asigură o uniformitate fenotipică înaltă a caracterelor plantei și știuleților, care redă un aspect comercial atractiv. C. C. Cockerham a demonstrat teoretic eficiența hibrizilor simpli, comparați cu cei trilinari și dubli, ca urmare a exprimării maxime a varianței genetice de tip aditiv și a valorilor ridicate ale efectelor

neaditive, epistatice [132]. Hibrizii simpli, în general, interacționează mai puternic cu mediul, fiind considerați mai puțin stabili la fluctuațiile indicilor de mediu: precipitații, temperatură, fertilitatea solului [117, 120]. În cazul hibrizilor triliniari și dubli, interacțiunea genotip–mediu se datorează amestecului de genotipuri care asigură capacitatea de adaptare în condiții de mediu diferite, numită în literatură „tamponare” sau homeostazie populațională [146, 180]. Fiecare plantă a hibrizului simplu are o constituție genetică identică și manifestă reacții similare la condițiile climaterice sau tehnologiile de cultivare. Variabilitatea genotipurilor în cadrul tipului $A \times B$, testele efectuate în multiple localități ecologice au permis identificarea unor hibrizi simpli la fel de stabili în ceea ce privește producția ca și hibrizii triliniari și dubli. Homeostazia genetică sau tamponarea individuală, caracteristică combinațiilor $A \times B$, asigură o adaptabilitate înaltă la condițiile de mediu diferite [111, 140, 145]. Menționăm ca procesul de creare și multiplicare a hibrizilor simpli este cel mai operativ și dinamic. Progresele genetice incluse în liniile consangvinizate pot fi materializate direct în faza de testare a capacității de combinare [26]. Sistemul de producere a semințelor se simplifică ca urmare a multiplicării doar a două forme parentale în loturi izolate în spațiu [21, 22, 41, 42]. Totodată se reduce cu un an/generație perioada de producere a semințelor hibride comparativ cu hibrizii dubli și triliniari, care necesită suplimentar înmulțirea formelor maternelor $A \times B$ [42, 151].

Crearea și implementarea în producere, în anul 1971, a hibrizilor simpli și simpli modificați a constituit începutul unei noi etape de ameliorare în spațiul țării noastre [71, 99, 112]. Primii hibrizi simpli Vstrecea și Doina, cu un surplus de semințe de circa 0,8 t/ha față de VIR42, au fost substituiți ulterior cu Moldavskii 385AMRf, Moldavskii 420AMRf, Pioneer 3978, Moldavskii 291AMRf, Moldavskii 425MRf și Moldavskii 450MRf. După datele lui T. S. Cialâc, producția de boabe la porumb s-a majorat de la 33,8 q/ha, media anilor 1966–1970, până la 40,2 q/ha, media anilor 1986–1989, cu o creștere anuală din 1946 de 0,63 q/ha [112].

Hibrizii triliniari rezultă din formula de încrucișare a formelor parentale $(A \times B) \times C$ și prezintă avantaje față de hibrizii simpli în producerea de semințe [3]. Conform datelor din literatură, producția realizată se plasează între rezultatele hibrizilor simpli și ale celor dubli, manifestând de asemenea o variabilitate intermediară a caracterelor și însușirilor agronomice [40, 120]. T. Sarca relatează că în anumite cazuri hibrizii triliniari pot fi la fel de eficienți sau chiar mai buni decât hibrizii simpli datorită efectelor epistatice evidențiate de mulți cercetători [40]. De asemenea, în anumite areale de cultivare a porumbului cu condiții climaterice mai deosebite, tipul respectiv poate avea superioritate după producția de boabe față de formele simple de încrucișări. Hibrizii triliniari se folosesc și în zonele cu riscuri mari de pierderi și fluctuații ale producției de

semințe în loturile de hibridare sau în zonele cu o situație economică care impune prețuri scăzute la semințe [56, 57, 97, 119]. În prezent, în Republica Moldova tipul de încrucișări $(A \times B) \times C$ este folosit doar în producerea de semințe pentru export în Belarus (hibrizii Bemo 172CRf și Porumbeni 176MRf) [7]. De la formulele de hibridare simple sau triliniare au derivat unele variante modificate ale formelor parentale, folosindu-se încrucișări între linii surori/înrudite $A \times A_1$ sau încrucișări regresive $(A \times B) \times A$ [40, 72, 117, 120].

Astfel, progresele genetice realizate în ameliorarea porumbului pe plan mondial, în special majorarea potențialului de producție al liniilor consangvinizate din cicluri avansate de selecție, au favorizat evoluția treptată de la hibrizii dubli spre hibrizii simpli, considerați drept cei mai potriviți pentru valorificarea heterozisului și aplicarea noilor tehnologii de cultivare. Este necesar de remarcat faptul că pentru anumite zone din Rusia, cu resurse termice limitate și potențial economic redus, se preferă hibrizii triliniari, simpli modificați și chiar dubli [97].

1.2 Însușirile și caracterele formelor parentale asociate cu performanțele hibrizilor

Principiul formulat de G. H. Shull în anul 1909 precum că „scopul amelioratorului de porumb nu trebuie să fie evidențierea celei mai bune linii pure, dar crearea și menținerea celei mai bune combinații hibride” este actual și în prezent [citată după 146, p. 469]. De aceea obiectivul principal al programelor de ameliorare a porumbului este în continuare crearea liniilor consangvinizate și obținerea combinațiilor hibride noi cu indici agronomici superiori celor existenți.

O deosebită atenție se acordă indicilor agronomici care au cunoscut o evoluție permanentă în funcție de cerințele tehnologice, schimbarea modului de utilizare a producției, extinderea arealului de cultivare, presiunea condițiilor climaterice și a agenților patogeni, progresul informațional și formarea unor direcții noi de cercetare [40]. Numărul de caractere și de însușiri apreciate fenotipic pe parcursul consangvinizării materialului biologic inițial diferă și reflectă atât obiectivele programelor de ameliorare, cât și alte elemente particulare, dar în majoritatea cazurilor procesul de selecție se axează pe următoarele caractere: 1) ritmul de creștere a plantelor; 2) precocitatea (data înfloririi); 3) specificul apariției stigmatelor și emanării polenului; 4) talia plantei și înălțimea de inserție a știuletelui; 5) rezistența tulpinii la frângere și căderea radiculară; 6) starea fitosanitară a plantei și a știuleților; 7) productivitatea știuleților și calitatea boabelor; 8) culoarea și portul frunzelor; 9) aspectul general al plantei [40]. Alte însușiri apreciate de amelioratori sunt reacția plantelor la densități sporite și la erbicide, toleranța la temperaturi scăzute, arșiță și secetă, ritmul de pierdere a apei din boabe după maturizarea fiziologică etc. Corelația

dintre caracterele plantei și ale știuletelui la liniile consangvinizate și hibrizi a fost descrisă de către profesorul R. W. Jugenheimer [120]. În general, valorile coeficienților de corelație au fost confirmate ulterior cu devieri ne semnificative, cauzate de volumul mostrelor studiate și nivelul selecției cumulative [40, 146, 180]. Cercetările ulterioare au evidențiat corelații favorabile între performanțele combinațiilor hibride și caracterele formelor parentale. S-au stabilit legături pozitive semnificative între producția de boabe a hibrizilor cu următoarele caractere ale liniilor consangvinizate în calitate de forme parentale: numărul de știuleți la plantă, lungimea știuletelui, numărul de rânduri și randamentul de boabe, talia plantei [180]. Experiențele realizate la Universitatea Iowa, SUA, și relatate de A. R. Hallauer și coautori [146], referitoare la testarea materialului biologic pe fundal stresant cu densitate majorată a plantelor, au demonstrat că între producția hibrizilor și 13 caractere agronomice ale liniilor consangvinizate există legături reciproce mai înalte comparativ cu variantele de testări în densități joase și medii. Valorile coeficienților de corelație (r) între producția liniilor *per se* și a testîncrucișărilor pe trei variante au fost cu 27,2-42,8% mai mari la densitate înaltă. Rezultate similare s-au constatat și în cazul testării a 40 de linii parentale și a 20 de hibrizi simpli pe 5 fundaluri cu azot în doze de 0, 60, 120, 180 și 240 kg/ha. Coeficientul de corelație între producția hibrizilor și cele 13 însușiri ale liniilor consangvinizate a constituit 0,94 pe fundalul fără îngrășămintă de azot, fiind cu 6,8-34,3% mai mare comparativ cu variantele fertilizate. În cazul ambelor tipuri de fundaluri stresante, coeficientul de corelație între producția hibrizilor și productivitatea boabelor la linii a variat în intervalul 0,51-0,69. În baza rezultatelor, autorii au concluzionat că selectarea liniilor după producția de boabe este orientată spre recolte mai înalte comparativ cu media în combinații hibride [146]. Acest caracter, nefiind semnificativ la prognozarea nivelului de heterozis, devine foarte important în procesul de multiplicare a semințelor certificate [164, 194]. Valoarea coeficientului de corelație între liniile *per se* și performanțele testîncrucișărilor cu trei testeri – cu grad de rudenie mediu, mai înalt de mediu și neînrușiți – au constituit 0,34, 0,22 și, respectiv, 0,28, ceea ce confirmă că productivitatea liniilor *per se* nu este un indice care condiționează semnificativ performanțele hibrizilor [146].

Cercetările efectuate pe parcursul a 9 ani de testare pe un eșantion de 448 de hibrizi avansați de porumb în 704 experiențe, amplasate în 93 de localități ecologice din 17 țări, au evidențiat rolul fundalurilor stresante la eliminarea mostrelor cu performanțe slabe în condiții de secetă în perioada reproductivă și de umplere a boabelor [192]. Programul de ameliorare a porumbului pentru cultivarea în Africa, realizat în CIMMYT (Mexic), se bazează pe conceptul selecției pe fundaluri stresante (secetă și fertilitate scăzută a solului), care generează evidențierea genotipurilor adaptate și tolerante la boli și dăunători. Autorii recomandă selecția și diferențierea

genotipurilor supuse acțiunii controlate sau randomizate a secetei pe fundalul cu deficit de azot în sol [192, 193].

Fiecare caracter cu contribuții în producerea de semințe necesită atenție sporită, deoarece succesul comercial al hibrizilor depinde de prezența lor la liniile incluse în procesul de selectare în încrucișări ca forme parentale. Cercetătorii americani, cu 2-3 decenii în urmă, considerau evaluarea producției de boabe și a componentelor recoltei (masa a 1000 de boabe, lungimea știuletelui, morfologia boabelor fracționate) drept factori foarte importanți pentru asigurarea profitabilității producerii de semințe hibride [164, 194].

Precocitatea este un caracter ereditar, iar combinațiile hibride se manifestă prin scurtarea perioadei de vegetație cu 10-15%, comparativ cu acest indice la formele parentale [17, 185]. Precocitatea liniilor consangvinizate este o însușire cantitativă determinată de numeroase gene, preponderent cu efecte aditive, care se asociază cu durata diferitelor faze ale perioadei de vegetație a porumbului: 1) germinare-răsărit; 2) răsărit-apariția stigmatelor sau înflorirea organelor reproductive; 3) răsărit-umplerea bobului-maturizarea fiziologică. Durata acestor fenofaze se însumează, în final, în perioada de vegetație, care este principalul indicator al liniilor consangvinizate [17]. În primele faze de vegetație, selecția se efectuează după capacitatea de germinare, ritmul de răsărire și de creștere a plantelor. Acești indici ameliorativi au o importanță semnificativă pentru zonele cu resurse termice reduse și corelează cu toleranța la temperaturi scăzute [16, 40]. Perioada de la răsărire până la înflorirea organelor reproductive sau maturizarea fiziologică exprimată în zile și/sau unități termice este un criteriu comod și eficient pentru selecția după precocitate și caracterizarea formelor parentale [16, 62, 106, 117]. Selectarea genotipurilor după durata fenofazei „răsărit-apariția stigmatelor” se bazează pe legăturile strânse ($r=0,90 - 0,93$) dintre data mătăsutului și data maturizării, fiind un criteriu obiectiv al precocității [120]. Progrese constante în reducerea perioadei de vegetație, a umidității boabelor, a înălțimii plantelor, a decalajului la înfloritul organelor reproductive și tendințe de creștere a producției de boabe, în raport cu frecvența plantelor frânte, au fost realizate în diferite programe [57, 64, 75, 94, 95, 96, 103, 108, 113, 167]. Intensitatea și durata perioadei de umplere a boabelor contribuie semnificativ la creșterea producției [130], fiind controlate genetic de efectele aditive și evidențiate prin determinarea capacității generale de combinare [68, 69]. Astfel, selecția pentru viteza acumulării substanței uscate în boabe, abordată și la prognozele meteorologilor pe termen lung, devine importantă pentru majorarea producției cu menținerea plantei în stare verde (*stay green*) pentru o perioadă cât mai îndelungată după maturizarea fiziologică [182, 185].

În procesul de ameliorare, o atenție sporită se acordă caracterelor cu efecte pozitive la cultivarea porumbului cu densități înalte ale plantelor pentru recoltarea mecanizată și reducerea

consumului de energie la uscarea producției. Ameliorarea acestor caractere s-a dovedit a fi benefică liniilor consangvinizate și hibrizilor creați cu participarea acestora ca forme parentale. Crearea hibrizilor timpurii cu reacție pozitivă la densități sporite necesită ameliorarea formelor parentale după această însușire, care corelează pozitiv cu prolificitatea (capacitatea de a forma mai mult de un știulete pe plantă) și înfloritul simultan al organelor reproductive [78, 181]. G. I. Vedeneev a demonstrat faptul că selectarea liniilor și a hibrizilor cultivați la densități sporite ca fundal stresant majorează eficacitatea ameliorării în direcția respectivă [46]. M. Murariu argumentează acțiunea semnificativă a factorului „desimea plantelor” asupra capacității de producție și frecvenței plantelor sterile, menționând că potențialul de valorificare a toleranței la desimi sporite în hibrizi este condiționat de intensitatea acțiunilor genetice de tip aditiv la liniile consangvinizate [25]. Cercetările efectuate de W. A. Russell arată că selecția genealogică în cadrul descendențelor la desimi mari și între acestea majorează toleranța liniilor și a hibrizilor la factorii abiotici stresanți [146]. Principalele caractere și însușiri afectate de densitatea plantelor s-au constatat a fi: vigoarea plantei, coincidența la înfloritul organelor reproductive, prolificitatea, rezistența la frângere și căderea radiculară, producția de boabe, cota plantelor atacate de tăciune [78, 80, 86].

Complexitatea factorilor ce intervin în determinarea fenomenului de frângere a tulpinei este relevată de mai mulți autori, cele mai recente cercetări fiind analizate de către T. Sarca [40]. La recoltarea mecanizată a porumbului un rol aparte revine uniformității plantelor, înălțimii de inserție a știuleților, lungimii pedunculului, mărimii și formeii știuletelui, forței de rupere a știuleților, gradului de depănușare și umidității boabelor. Utilizarea în producere a unor hibrizi necorespunzători provoacă pierderi ce depășesc 30% și care reprezintă știuleții rămași de la plantele frânte și căzute [40]. Datele publicate de L. F. Bauman confirmă eficacitatea notării plantelor frânte la maturizare și aprecierea cantitativă a rezistenței țesuturilor la împungere cu penetrometrul sau la presarea unei secțiuni a tulpinei ca metodă de evaluare a materialului biologic în procesul de ameliorare. Majoritatea amelioratorilor utilizează în programele de ameliorare notările pe fundal natural (85%) și aplicarea unei forțe adiționale (73%) [123]. În calitate de criterii de apreciere a elasticității și a rezistenței mecanice a tulpinii servesc structura anatomică și gradul de necrozare a celulelor nervurii centrale ale frunzei, care corelează strâns cu proprietățile tulpinii [126]. Selectarea formelor care își mențin pentru o perioadă mai îndelungată activitatea fiziologică a aparatului foliar (caracterul *stay green*), rebutarea plantelor afectate de uscarea prematură a frunzelor și aprecierea plantelor după 30-50 zile de la maturizare au înregistrat progrese semnificative în respectiva direcție de ameliorare [86, 185].

Pe solurile ușoare după structură, în condiții cu vânturi puternice și ca urmare a dezechilibrului dintre partea aeriană și cea a sistemului radicular slab ancorat are loc căderea plantelor de la rădăcină, fenomen observat și în zonele cu surplus de umiditate [93, 124]. În unele localități ecologice căderea radiculară este cauzată de distrugerea rădăcinilor de către dăunători, dintre care pagube semnificative provoacă *Diabrotica virgifera* [93]. Capacitatea porumbului de a-și reveni destul de repede la poziția verticală, prin formarea unei curbe la primele noduri de la baza tulpinii, nu afectează semnificativ producția de boabe. Singura metodă folosită în programele de ameliorare a porumbului în țările vest-europene este eliminarea descendențelor cu o frecvență înaltă a plantelor aplecate cu un unghi de 30-40° față de verticală în condiții naturale [40]. Cercetările au demonstrat că dezvoltarea masei de rădăcini mai mult în plan orizontal decât vertical corelează strâns cu rezistența la cădere. Procesul de reproducere în dinamică a rădăcinilor adventive, care ancorează tulpina, determinat de efectele CGC cu interacțiune aditivă permite evidențierea mostrelor valoroase cu rezistență înaltă, [40].

Un alt criteriu solicitat de producătorii agricoli la hibridii de porumb este umiditatea joasă a boabelor la momentul recoltării, având în vedere prețul în continuă creștere a resurselor energetice pentru uscarea artificială [40]. Cultivarea formelor cu un conținut înalt de substanță uscată în boabe permite reducerea cheltuielilor energetice, care actualmente constituie 2-3 kw/oră sau 2-4 kg de motorină pentru uscarea cu un procent a unei tone de producție [62]. În zonele cu resurse termice limitate pierderea apei din boabe în perioada după maturizarea fiziologică este foarte importantă pentru o valorificare mai bună a sezonului de vegetație a porumbului [94]. Cercetările efectuate au evidențiat rolul selecției plantelor cu știuleți lungi și subțiri, cu un număr redus de pănuși, pănuși scurte și înfoiate, care permit uscarea rapidă a boabelor și înlesnesc recoltarea mecanizată [69, 77, 81, 94, 114, 134]. Cercetările însușirilor fizice și fiziologice asociate cu viteza de pierdere a apei au constatat corelații semnificativ pozitive cu permeabilitatea pericarpului ($r=0,93$) și negative cu grosimea pericarpului ($r=0,85$) [40]. S-a stabilit că pierderea rapidă a umidității boabelor după maturizarea fiziologică nu este strâns legată de structura bobului, dar este determinată de genotip [166] și condiționată în mare măsură de efecte genetice de tip aditiv [40]. Cercetările efectuate de Y. Zhang și colaboratori [195] cu 10 linii consangvinizate și 90 de hibridi sintetizați în sistem de încrucișări dialel complet au evidențiat rolul codominant al efectelor CGC și reciproce comparativ cu varianța CSC în determinarea capacității de pierdere a umidității din boabe la 30 și la 51 de zile după mătăsire.

Programele de cercetare pentru porumbul cultivat preponderent în zonele nordice au ca obiectiv prioritar crearea unui material biologic cu toleranță sporită la temperaturi mai joase față de cele optime în fazele de germinare și de plantulă [16, 40, 75, 79, 117, 144]. Studiile efectuate

În această direcție se referă la elaborarea și perfecționarea metodelor de discriminare a materialului de selecție, stabilirea corelațiilor cu alte caractere ereditare, variabilitatea genetică și eficiența selecției recurente pentru toleranța la frig [154]. S-a constatat că semănatul timpuriu în câmp, când temperatura solului este sub pragul optimal de germinare a semințelor, permite trierea materialului biologic după toleranță la factorii stresanți [57, 67, 79, 128, 133]. Au fost elaborate metode de apreciere a toleranței la frig în condiții de laborator în fazele de germinare și de creștere a plantulelor [36, 40, 58, 168]. Numeroase cercetări au stabilit natura poligenică, o bună transmitere ereditară de la linii la hibridi, heterozisul determinat de efecte genetice aditive, de dominanță și epistatice, rolul primordial al citoplasmei formei materne în determinismul genetic al însușirii respective [16, 144, 159, 165]. În ceea ce privește variabilitatea genetică a germoplasmei pentru toleranța porumbului la temperaturi scăzute, cercetările atestă că această însușire este mai mult legată de originea geografică a mostrelor decât de structura bobului [57, 159]. P. Revilla și coautorii săi au constatat prezența unor mecanisme genetice și fiziologice diferite, care determină cota plantelor răsărite și ritmul de creștere a plantelor la temperaturi suboptimale [165]. Ca surse promițătoare pentru ameliorarea toleranței la frig se recomandă germoplasma Euroflint, care transmite hibridilor germinație înaltă a semințelor și ritm intens de creștere a plantelor [129, 160].

Crearea formelor cu toleranță la secetă și arșiță constituie un obiectiv foarte important al programelor de ameliorare [2, 131], în special pentru zonele sudice, inclusiv din Republica Moldova, unde secetele atmosferice și de sol se caracterizează prin frecvență, durată și intensitate sporite, diminuând esențial producția [28, 71, 82, 112]. Porumbul este mai sensibil la temperaturi înalte și umiditate atmosferică scăzută în fazele critice de dezvoltare – apariția organelor reproductive, fecundarea, formarea și umplerea boabelor [16]. T. Sarca enumeră cele mai importante criterii de selecție în câmp asociate cu toleranța la secetă și arșiță: 1) capacitatea de producție ridicată și stabilă; 2) lipsa plantelor sterile sau cu știuleți parțial acoperiți cu boabe; 3) plante neafectate de uscarea prematură a frunzelor; 4) coincidență sau decalaj mic la înfloritul organelor reproductive; 5) perioada lungă de viabilitate a stigmatelor și a polenului, capacitate bună de polenizare și de fecundare; 6) știuleți bine dezvoltați și plante prolifici; 7) boabe profunde cu greutate hectolitrică înaltă.

În condițiile Republicii Moldova, la porumb sunt răspândite bolile foliare produse de helmintosporioză și rugină, tăciunele comun și prăfos, fuzarioza știuleților [43, 121]. În procesul de creare a liniilor consangvinizate este deosebit de eficientă selecția fenotipică pe fundaluri de monocultură îndelungată cu eliminarea descendențelor cu plante sau știuleți afectați de agenții patogeni [86]. Ameliorarea rezistenței la boli și dăunători este o parte componentă a programelor

de cercetare consacrate porumbului [40, 54, 120], iar ca direcție modernă de cercetare se consideră rezistența la erbicidele din grupele imidozolinone, sethoxidime, glyphosate și glufosinate [148].

Dintre multiplele însușiri urmărite în procesul de creare a liniilor consangvinizate, capacitatea de a realiza producții superioare în încrucișări este o preocupare constantă a amelioratorilor. Cercetătorii H. K. Hayes și R. F. Immer au definit încă în 1942 noțiunea de capacitatea de combinare, aceasta fiind percepută drept o capacitate relativă a biotipurilor de transmitere a performanțelor dorite la formulele hibride [14, 186]. Cea mai complexă apreciere a acestei însușiri poate fi realizată în cadrul sistemului dialel de încrucișări ale liniilor consangvinizate, propus pentru prima dată de cercetătorii G. F. Sprague și L. A. Tatum. Conform acestora, capacitatea generală de combinare reprezintă valoarea medie a unei linii și/sau a unui tester în mai multe combinații hibride care evidențiază cel mai bun genitor, iar capacitatea specifică de combinare se manifestă prin individualitatea valorii unei linii și/sau a unui tester într-o anumită combinație [14, 186]. În literatura de specialitate se stipulează că capacitatea generală de combinare se datorează efectelor aditive, iar capacitatea specifică de combinare este controlată de interacțiunea genelor neaditive de tip dominant și epistatic. A. F. Troyer constată că evidențierea genotipurilor performante se poate realiza prin aprecierea capacității generale de combinare, pe când capacitatea specifică de combinare devine importantă la identificarea surplusului de 5% între liniile înrudite cu CGC înaltă [186]. Stabilitatea efectelor CGC și variabilitatea varianțelor CSC după producție și umiditatea boabelor au fost vizate și demonstrate în multiple cercetări efectuate în sisteme de încrucișări dialele și de tip topcross [55, 60, 61, 64, 65, 74, 101, 102, 103, 109, 127, 152, 162]. Autorii respectivi au demonstrat o importanță vădită a evaluării efectelor CGC în comparație cu efectele CSC, care au variat în funcție de genotipul testerilor utilizați în încrucișări sistemice. În scopul diminuării influenței interacțiunilor dintre genotip și mediu, determinate de varianța genetică neaditivă, amelioratorii preferă selectarea liniilor după valorile CGC în încrucișări de tip topcross, care reduce semnificativ volumul de experimentări a testîncrucișărilor comparativ cu selectarea după CSC [186]. Un element important în procesul de determinare a capacității de combinare este repartizarea în grupe heterotice a familiilor cu origine în genitori înrudiți în baza pedigreeului acestora [11, 18, 19, 86, 185]. Amelioratorii preferă așadar sistemul de încrucișări de tip topcross, care permite evaluarea obiectivă a efectelor CGC și a varianței CSC, fiind și din punct de vedere tehnic mai eficient comparativ cu tipul de încrucișări dialel complet sau incomplet [123, 180].

1.3 Particularitățile hibrizilor timpurii și metodele heterotice de creare a acestora

Valorificarea eficientă a resurselor naturale la cultivarea porumbului impune crearea de hibridi cu o perioadă de vegetație corespunzătoare condițiilor de mediu. Factorii climatici din

Republica Moldova permit obținerea unor recolte înalte de boabe cu hibrizi încadrați în grupele de maturitate semitimpurie, mijlocie și tardivă cu indicele FAO 300-450. Hibrizii ultratimpurii, timpurii și tardivi corespund mai puțin cadrului natural de la noi întrucât primele două grupe posedă potențial de producție inferior, iar grupa tardivă FAO 500-600 atinge maturitatea tehnică pentru recoltare cu conținut înalt al umidității boabelor [99, 112]. Hibrizii semitimpurii, în calitate de premergători pentru cerealierele de toamnă, asigură semănatul acestora în epoci optime, iar datele din literatură constată că recoltele grâului de toamnă corelează cu grupa de maturitate a porumbului cultivat la boabe. Producția de grâu cultivat după porumbul precoce a fost cu 18% mai înaltă decât în cazul cultivării după porumbul semitardiv. Porumbul precoce are și un rol important de cultură de asigurare, fiind folosită pentru reînsămânțarea terenurilor agricole compromise de înghețuri sau grindină. Poate fi folosit și în calitate de cultură dublă (succesivă) după recoltarea timpurie a mazării, orzului sau a unor culturi furajere [80]. Prin urmare, porumbul precoce (FAO 250-300) prezintă interes pentru agricultura Republicii Moldova, în special pentru zona de nord [10]. Programul de ameliorare a porumbului pentru export în zonele nordice de cultivare, desfășurat în cadrul Institutului de Fitotehnie „Porumbeni” pe parcursul a 40 ani, este orientat spre crearea hibrizilor cu indicele de maturitate FAO 150-300 [7]. În zonele nordice cu resurse termice reduse, precocitatea genotipurilor de porumb este o însușire indispensabilă pentru ajungerea la maturitate a boabelor sau obținerea unei mase vegetale pentru însilozare cu conținut înalt de substanță uscată [93]. Producția de boabe, talia plantei, capacitatea de polenizare și alte caractere, însușiri ale formelor parentale corelează strâns cu perioada de vegetație, iar producția de semințe a hibrizilor precoce este semnificativ inferioară comparativ cu formele tardive [117, 141]. Formulele de încrucișări trilineare prezintă o soluție eficientă pentru porumbul din grupa de maturitate ultratimpurie cu indicele FAO 150-190, care asigură o stabilitate mai înaltă a unei producții de semințe rezonabile [80]. Talia plantei și inserția știuletelui joase reduc posibilitatea înlăturării manuale sau mecanice a paniculelor la formele materne, făcând astfel mai dificilă recoltarea mecanizată a loturilor de hibridare [22, 125]. Iată de ce utilizarea sistemului de androsterilitate citoplasmatică – restaurare a fertilității polenului – este cu mult mai importantă pentru respectiva grupa de maturitate.

O altă preocupare în ameliorarea porumbului timpuriu se referă la îmbunătățirea potențialului de rezistență la frig. Cercetările realizate în direcția dată au constatat importanța includerii în componența hibrizilor a formelor parentale din convarietàea îndurată, care asigură toleranță la temperaturi joase [56, 57]. În experiențele efectuate de I. P. Ciucimii, producția de boabe a 246 de hibrizi realizați în formula de încrucișări îndurată x dentiformis a fost cu 18,5% superioară combinațiilor îndurată x îndurată și cu 7,4% mai înaltă comparativ cu hibrizii

dentiformis. Pentru crearea hibrizilor timpurii adaptați la condițiile zonelor nordice de cultivare a porumbului, autorul a recomandat folosirea liniilor consangvinizate dentiforme ca surse genetice de productivitate și a celor îndurată, rezistente la frig [116, 117]. În baza studiului consacrat poziției formelor parentale în formulele de încrucișări s-a constatat că, alături de schemele îndurată x dentiformis și dentiformis x îndurată, în procesul de creare a hibrizilor timpurii poate fi utilizată și formula (dentiformis x îndurată) x dentiformis. Variantele sintetizate în formula respectivă au înregistrat un surplus de 11,1% al producției de boabe comparativ cu martorii. Analiza hibrizilor precoce omologați în 1987 în Ucraina a arătat ca 70% din ei prezentau încrucișări ale formelor parentale de tip îndurată x dentiformis sau dentiformis x îndurată. Combinațiile realizate în baza liniilor consangvinizate cu bob dentat au avut o cotă mai ridicată în grupa de maturitate semitimpurie [117]. Mai mulți cercetători remarcă faptul că sporirea gradului de toleranță la frig în cadrul convarietății dentiformis va majora ponderea hibrizilor timpurii cu bob dentat, care posedă un șir de performanțe, inclusiv capacitatea de producție mai înaltă a formelor parentale și pierderea rapidă a umidității din boabe la maturizare [56, 57, 114, 116, 117].

Porumbul, ca specie botanică extinsă în trecut pe suprafețe enorme de cultivare în condiții naturale diferite, a cunoscut, de-a lungul procesului de adaptare prin selecția naturală și artificială, o largă diversitate genetică, reprezentată de soiuri și populații locale, păstrate în prezent în băncile de gene ca surse de germoplasmă [40, 185]. Această variabilitate genotipică s-a dovedit a fi deosebit de necesară la crearea liniilor consangvinizate din primul ciclu de selecție. Amelioratorii americani au sesizat încă de la începutul ameliorării moderne a porumbului importanța menținerii diversității genetice a liniilor consangvinizate de elită. În anul 1939, Comitetul nord-central de cercetare a recomandat clasificarea liniilor noi în două grupe de germoplasmă și evitarea amestecului acestora în materialul inițial. În prima grupă au fost incluse liniile cu ascendență în soiurile Reid Yellow Dent, Osterland Reid, iar în a doua cele create din Lancaster Sure Crop, Midland și Pride of Saline. Liniile noi urmau să fie incluse în una dintre cele două grupe după verificarea în încrucișări cu linii indicatoare de grupă [180, 185]. Analiza performanțelor hibrizilor a constatat că la liniile consangvinizate cu proveniență comună, create din anumite surse de germoplasmă, în combinații cu cele distincte după originea genealogică, pedigreeul asigură nivel de heterozis mai înalt. Generalizarea informației experimentale a condus la apariția în literatura de specialitate a termenului „grupe de germoplasmă” sau „grupe heterotice”. A. R. Hallauer și J. B. Miranda au definit grupele ca seturi de linii consangvinizate cu proveniență înrudită, cu caractere și însușiri agronomice similare, care manifestă capacitate de combinare înaltă în încrucișări cu linii de origine neînrudită [145]. Clasificarea primară s-a efectuat în baza datelor referitoare la

pedigreu, iar grupele au fost desemnate cu denumirile soiurilor, ale populațiilor sintetice cu contribuții genetice în genealogie.

În literatura de specialitate cea mai detaliată analiză a grupelor de germoplasmă și a frecvenței acestora în structura hibrizilor comerciali din SUA este redată în publicațiile lui A. F. Troyer și ale cercetătorilor în tehnologii moleculare ai firmei Pioneer [172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 184, 187, 188, 189]. Autorii respectivi evidențiază importanța istorică a germoplasmei grupei Reid Yellow Dent, cu derivatele subgrupelor Osterland Reid, Troyer Reid, Reid Willson, Funk Yellow Dent și Reid BSSS. Ca grupe heterotice alternative sunt menționate Lancaster Sure Crop, Liming, Minnesota 13, Northwestern Dent, Lindstrow Long Ear, Maize Amargo, Midland și Female Composite. Mai puțin cunoscută pe plan mondial se consideră grupa Mindszenpusta, din Ungaria, care s-a folosit în programele de ameliorare a porumbului semitardiv în Europa, inclusiv în Republica Moldova [92, 104, 110]. Pentru ameliorarea porumbului timpuriu, deosebit de importante s-au dovedit a fi grupele de germoplasmă cu bob dentat Vigor, Dent Canadian, Early Batler și cele îndurate – Lacaune, Lizargarate, Gelber Landmais, Morano, Nostrano dell Isola, Dobrudjanca [27, 86]. Ulterior, clasificarea germoplasmei porumbului în baza soiurilor originatoare a fost completată cu subgrupe ale liniilor consangvinizate din primele cicluri de selecție sau ale celor de o valoare distinctă [145, 185]. Această clasificare mai îngustă este frecvent folosită în diferite publicații, inclusiv în edițiile periodice ale firmei Mike Brayton Seeds (MBS Genetics Handbook). În ediția din 1994, care conține descrierea provenienței a 532 de linii, sunt divizate subgrupele C103, Oh43, W153R, WF9, Co109, BSSS-B14, BSSS-B37 și BSSS-B73 [153]. Analiza a 908 linii consangvinizate, create de către 33 de firme din SUA și brevetate în anii 1980–2004, a stabilit importanța germoplasmei liniilor B73(BSSS), LH82(Pioneer3558), LH123(Pioneer3535), PH207(Reid Iodent), PH595(Midland), PHG(Maiz Amargo) și Mo17(Lancaster) [157, 158]. Autorii consideră că principalele surse pentru crearea liniilor noi din ciclurile avansate de selecție au fost grupele Reid Iodent, Midland–Oh07, Lancaster–Mo17, Lancaster–Oh43, Maize Amargo și BSSS (B14, B37, B73). În baza datelor pedigreeului a 470 de linii brevetate în anii 1996–2005, M. A. Mikel arată că 36% din ele prezintă descendențe ale donatorului de gene favorabile B73 [158]. M. E. Cartea și coautorii săi au constatat că majoritatea liniilor timpurii îndurate din ciclul doi de selecție au originea în materialul inițial cu liniile F2, F7, EP1 și germoplasmă nord americană [129]. Linia EP1, realizată în anul 1940 din populația locală Lizargarate din nordul Spaniei, alături de F2 și F7, dezvoltate în anii 1950 din soiul francez Lacaune, au stat la baza creării primilor hibrizi timpurii pentru condițiile regiunilor nordice ale Europei [27]. Programul de creare a liniilor consangvinizate pentru ameliorarea porumbului timpuriu, realizat la noi din anul 1977, a inclus material inițial alcătuit din 76 de componente

principale cu originea în 21 de grupe și subgrupe de germoplasmă [27]. Analiza pedigreeului a 30 de linii utilizate ca forme parentale în hibridi omologați și de perspectivă constată o frecvență ridicată a germoplasmei liniilor F2, F564(Lacaune), CG12, Co72-75(Dent Canadian), P101, MK01, D29(Reid Iodent), D27(BSSS-B37) și Oh43(Lancaster) [86]. În clasificarea modernă se disting două grupe ale germoplasmei globale – BSSS(Iowa Stiff Stalk Sintetic), cu subgrupele B14, B37, B73, B84, și non-BSSS, cu principalele subgrupe C103, Oh43, WF9, Co109 [20, 158]. Menționăm că diferențierea germoplasmei în grupe se efectuează prin metoda pedigreeului, cea fenotipică, a analizei genetice în testîncrușișări cu linii indicatoare, prin tehnologii de identificare a markerilor proteici, izoenzimi și moleculari [11, 18, 19, 33, 45, 52, 53, 85, 118, 135, 136, 142, 149, 150, 155, 156, 161, 163, 171].

Crearea hibridilor cu forme parentale din diferite surse genetice și testarea acestora au stabilit legături strânse între nivelul de heterozis și anumite grupe de germoplasmă. Generalizările referitoare la proveniența formelor parentale cu performanțe în combinații hibride au condus, după cum s-a menționat anterior, la apariția în literatura de specialitate a termenului „model heterotic” (*heterotic patern*), atribuit de mai mulți cercetători lui A. R. Hallauer și J. B. Miranda [20, 40, 185]. Printre primele modele heterotice, identificate în etapele inițiale de creare a hibridilor interliniari, se consideră Reid Yellow Dent x Lancaster Sure Crop, care până în prezent este exploatat de amelioratori [20, 146]. Practica ameliorării porumbului a evidențiat un șir de modele heterotice utilizate pe larg, care pot fi intens valorificate în diverse grupe de maturitate a hibridilor. O listă a formulelor de hibridare cu performanțe în procesul de creare a hibridilor cu maturitatea relativă de 80-120 de zile este prezentată de către A. F. Troyer [184, 185, 187, 188, 189].

La ameliorarea porumbului timpuriu pentru zonele cu regim termic mai redus, inițiată după anii 1950 în Franța, timp îndelungat s-a folosit formula de încrușișări a formei materne îndurată F7 x F2 cu diverse linii din convarietatea dentiformis, preponderent create în America de Nord, inclusiv Canada (tabelul 1.2). Liniile F7 și F2 constituiau, în anii 1970–1980, baza genetică a 60% din hibridii cultivați în Franța, cu o pondere de 91%, linia F2 constituind 81% în volumul total de semințe al formelor parentale [27]. Cele mai extinse suprafețe de porumb timpuriu în Europa de Vest erau cultivate cu hibridii triliniari Cargil Primeur170, Forla, Limagren II, iar în fosta URSS – Colectivnâi 101, Moldavskii 257 (versiunea hibridilor Forla, INRA 182) și Colectivnâi 210. După anii 1980, în Europa de Vest se conturează direcția de utilizare a hibridilor simpli Anjou 256, NK 222, Rantzo și Dea, realizați cu forme materne dentiformis și linii îndurată din grupele de germoplasmă Lizargarate (MA21, Co255) și Lacaune (F2). În mod special remarcăm importanța modelului heterotic Reid Iodent x Lacaune, realizat la hibridii firmei Pioneer (SUA) Mona și Dea.

Tabelul 1.2. Modelele heterotice răspândite în ameliorarea porumbului timpuriu (adaptat după S. Musteața , 2008, p.85, și A.F. Troyer , 2000, p. 439)

Nr d/o	Grupele de germoplasmă		Liniile de bază		Hibridii reprezentativi
	materne	paterne	materne	paterne	
1	Lacaune	Ottava flint/Dent mixt	F7, F2	CM7	Cargil Primeur170
2	Lacaune	Dent Canadian	F7, F2	Co125	Forla, INRA182
3	Lacaune	Dent Canadian	F7, F2	CG12	Bastion
4	Lacaune	Early Batler	F7, F2	Co129	Blizard
5	Lacaune	Minnesota 13	F7, F2	W153R	Colectivnâi101
6	Lacaune	Dent American	F7, F2	W182E	INRA260
7	Lacaune	Minnesota 13	F7, F2	W117	Royal
8	Lacaune	Reid Wilson	F7, F2	A654	Mustang
9	Lacaune	Min.13/Golden Glow	F7, F2	W401	Limagren II
10	Min.13/Golden Glow	Lizargarate	W401	MA21	Anjou 256
11	Reid Wilson	Lacaune	A654	F2	Nortrup King222
12	Reid BSSS	Lizargarate	CM105	Co125	Ranzo
13	Reid Iodent	Lacaune	343,101	F2	Mona, Dea
14	BSSS-B14	Lacaune	A632	F2	
15	Reid BSSS	Lacaune	CM105	F2	

Hibridul simplu Dea, cu indicele de maturitate FAO 300, a înregistrat suprafețe considerabile de cultivare la boabe și siloz în zonele de nord ale Europei de Vest și Canada. Acest model a fost preluat de mai multe firme de ameliorare, iar în Franța, conform datelor publicate de J. S. Smith., majoritatea hibrizilor FAO 280-300, cultivați în 1986 (Adonis, DK250, LG22, LG 2250, Livia, Mona, Sanora, Zedea), au avut spectre electroforetice ale fracției de zeină și izoenzime similare cu Dea [177]. Modelul heterotic respectiv se bucură de o atenție sporită până în prezent datorită progreselor genetice realizate în ambele grupe de germoplasmă alternative, datorită precocizării germoplasmei Reid Iodent [9]. Un alt model heterotic utilizat intens în grupele de maturitate FAO 250–550 cu bob dentat constituie formula de încrucișări BSSS-B37 x Reid Iodent, realizată în hibridul simplu P3732 cu 105 unități maturitate relativă. Lansat în producere în 1976 de către firma Pioneer, SUA, acest hibrid s-a menținut în producere mai mult de 20 de ani, înregistrând un volum record în comercializare – peste 25 mln unități de semănat. În opinia lui A. F. Troyer, crearea hibridului respectiv a constituit un element inovațional datorită formulei heterotice distincte, performanțelor producției de boabe la densități înalte ale plantelor, toleranței la condiții climaterice stresante și umidității scăzute în boabe la recoltare [183]. O altă creație a firmei Pioneer cu impact asupra ameliorării porumbului se consideră hibridul simplu Helga (P3902) cu precocitate semitimpurie (FAO 290), care s-a extins în anii 1990 pe suprafețe considerabile în Canada și Europa de Vest. S-a cultivat în zonele colinare și subcolinare ale României, fiind înlocuit din 2005 cu succes de hibridul PR38D81. Pe teritoriul Republicii Moldova, modelul heterotic Reid

Iodent x BSSS-B37 s-a răspândit datorită hibridului Moldavskii 450MRf, inclus în Catalogul Soiurilor de Plante al Comisie de Stat din anul 1991. În perioada 1994–2007 au fost produse 20,4 mii tone de semințe hibride, suficiente pentru însămânțarea a peste 900 mii ha, hibridul respectiv rămânând a fi solicitat de unii fermieri până în prezent [31].

Experiențele efectuate în zona centrală a Moldovei de către S. Musteața și colaboratorii săi cu un set de hibrizi simpli, obținuți în încrucișări sintetice de tip dialel incomplet, au avut ca obiectiv aprecierea performanțelor combinațiilor hibride realizate în 5 modele heterotice [83, 86]. Menționăm că în anul 2009 condițiile climaterice s-au dovedit a fi nefavorabile, cu 140 mm precipitații atmosferice în perioada lunilor mai–august, comparativ cu 501 mm în anul următor. Hibrizii din modelele heterotice Iodent x Euroflint (FAO 200–230) și Lancaster x Iodent (FAO 260–290), folosite ca martor, au format în condiții stresante o recoltă de 3,97 t/ha și, respectiv, de 4,10 t/ha boabe, valoarea producției medii fiind de 4,17 t/ha boabe. Modelul heterotic BSSS-B37 x Euroflint a depășit martorul, în medie, cu 0,24 t/ha, ceea ce constituie 6,1% producție, caracterizându-se prin umiditate mai înaltă (16,9%) a boabelor la recoltare. Combinațiile hibride sintetizate în formulele heterotice BSSS-B37 x Iodent (FAO 230–260) și Iodent x BSSS-B37 (FAO 270–300) au asigurat un surplus de 0,12 și, respectiv, 0,25 t/ha boabe comparativ cu martorul Lancaster x Iodent, având practic același nivel de umiditate a boabelor. Recolta din anul 2010 a constituit, în medie, 9,06 t/ha boabe, cu valori de peste 10 t/ha la unii hibrizi performanți. Formula Iodent x BSSS-B37 a înregistrat 9,75 t/ha boabe, cu o diferență de 0,79 t/ha boabe față de martor sau 8,8% producție. În condiții climaterice contrastante, combinațiile hibride sintetizate în încrucișări ale formelor materne din grupa de germoplasmă Iodent cu forme paterne BSSS-B37 au manifestat cel mai înalt nivel al producției de boabe – 7,05 t/ha, cu 15,5% umiditate a boabelor la recoltare. Analiza rezultatelor testării hibrizilor sintetizați în scheme de încrucișări sistemice de tip topcross în două localități din Republica Belarus (Crânicinâi, zona de sud, și Jodino, zona centrală) a constatat diferențe semnificative între 6 seturi de modele heterotice și grupe de maturitate. În medie pe anii 2008–2009, cea mai înaltă producție de boabe (10,56 t/ha) au realizat modelele heterotice Reid Iodent x Euroflint și Reid Iodent x BSSS-B37, cu circa 16 t/ha substanță uscată, dar cu diferențe de 1,2-2,7% a conținutului de substanță uscată în masa verde și știuleți. Rezultatele experimentale disponibile la moment arată că potențialul genetic al liniilor consangvinizate poate fi realizat mai eficient în modelele heterotice Reid Iodent x Euroflint, pentru zonele mai reci ale R. Belarus, și BSSS-B37 x Reid Iodent sau Reid Iodent x BSSS-B37, pentru cultivarea la boabe în zonele de sud ale R. Belarus și zona de nord a Moldovei [9, 83, 86].

Este necesar de remarcat faptul că utilizarea în practica ameliorării a modelelor heterotice concrete reprezintă un proces dinamic care, în mare măsură, depinde de nivelul îmbunătățirii

genetice a uneia sau a altei grupe de germoplasmă. Concentrarea ameliorării porumbului pe plan mondial în cadrul firmelor private, cu anumite restricții la publicarea unor elemente de interes instituțional, a redus esențial informația referitoare la sursele noi de germoplasmă folosite în actualii hibrizi comerciali. Observațiile vizuale asupra creațiilor diferitor firme în loturi demonstrative și studierea populațiilor segregante în generația F_2 constată prezența unor forme parentale noi, distincte fenotipic de germoplasma tradițională. Comunicările personale ale amelioratorilor de porumb, în urma interacțiunii dintre aceștia, confirmă faptul că în hibridii FAO 280–300 ai firmei Euroalis din Franța (Eurostar, Trio, Splendis și alții) este încorporată o germoplasmă inedită, care manifestă performanțe cu grupele Reid Iodent și Euroflint. De obicei, acești hibrizi fenotipic distincți pot fi utilizați ca material inițial pentru crearea liniilor consangvinizate. Concluzionând, menționăm că sintetizarea hibrizilor experimentali în formule de încrucișări consacrate permite obținerea unor rezultate practice cu mai puține cheltuieli de timp și fonduri financiare reduse.

1.4 Variantele de modificare a hibrizilor de porumb

Modificarea formelor parentale în formulele de încrucișări ale liniilor consangvinizate este o practică comună în ameliorarea porumbului și, de regulă, are ca scop final îmbunătățirea operativă a unor caractere sau însușiri fără schimbări esențiale ale genotipului [40]. Cea mai simplă variantă de modificare se consideră reversia formelor parentale, care permite păstrarea în totalitate a genomului hibridului cu intervenții de corectare a producerii de semințe: majorarea producției de boabe, transferul la androsterilitate a formei materne, sporirea capacității de polenizare și restaurare a fertilității polenului la formele paterne. În literatura de specialitate se întâlnesc două opinii referitoare la influența schimbării poziției formelor parentale în hibridii dubli. După G. S. Galeev, ordinea de combinare a liniilor consangvinizate are o influență slabă comparativ cu performanțele acestora [48]. Un șir de cercetători, citați de D. G. Zubco, constată diferențe după productivitate și alte caractere agronomice în funcție de ordinea de încrucișare a liniilor consangvinizate. Cercetările cu hibrizi trilingari de tip $(A \times B) \times C$, $(A \times C) \times B$ și $(B \times C) \times A$ au demonstrat influența semnificativă a cotei de 50% și 25% a liniilor consangvinizate în genotip asupra taliei plantei și inserției știuletelui. Mai puține diferențe au fost semnalate în ceea ce privește producția de boabe, de asemenea nu au fost afectate caracterele știuleților – lungimea, diametrul, numărul rândurilor de boabe [66]. Rezultate favorabile se înregistrează la utilizarea variantelor de înlocuire a formei parentale slabe, la includerea încrucișărilor dintre liniile înrudite de tipul $A \times A_1$ și cele regresive – de tipul $(A \times B) \times A$. P. M. Collins, unul din primii amelioratori din cadrul firmei Pioneer (SUA), a fost originatorul schemei de îmbunătățire permanentă a hibrizilor dubli prin procedura de substituire a formelor parentale inițiale cu linii strâns înrudite, ameliorate după

anumite caractere și însușiri [189]. Înlocuirea liniei consangvinizate slabe din componența hibrizilor dubli comerciali cu o versiune îmbunătățită, numită și „*metod vstavki*”, a fost recomandată în spațiul fostei URSS de către G. S. Galeev [48]. Inițial, varianta respectivă s-a folosit în scopul îmbunătățirii în termen scurt a producerii de semințe, cu restructurări parțiale ale sistemului de multiplicare a liniilor consangvinizate, a formelor parentale și a semințelor hibride. Menționăm că substituirea în formula hibrizilor dubli a unei linii consangvinizate cu 25% în genotipul acestora s-a practicat intens la crearea unor versiuni noi ale hibrizilor cu areal larg de cultivare. Ulterior, varianta respectivă s-a folosit la înlocuirea a două linii consangvinizate cu 50% în genotipul hibrizilor dubli. Exemple de modificare pot servi hibrizii Krasnodarskii 440, creat în baza hibridului VIR42 prin înlocuirea liniei Vir43 cu T22 [111], și Chișineovskii 161, creat prin înlocuirea a două linii (VIR43, MK159) în formula hibridului Martonvasar 5 [49, 112]. Cerecările efectuate în anii 1968–1971 de către I. V. Garbur au avut ca obiect modificarea formulelor unor hibrizi omologați și de perspectivă pentru țara noastră [49]. Autorul a constatat rezultate pozitive la înlocuirea liniilor slabe în 3 hibrizi (VIR 42, Chișineovskii 150, Chișineovskii 161), în alți 4 hibrizi nefiind înregistrate progrese semnificative în ceea ce privește producția de boabe și perioada de vegetație. Diferite scheme de modificare, prin excluderea liniei slabe din componența combinațiilor hibride de tip simplu, trilinear, dublu și sortolinar, se analizează în monografia publicată de I. P. Ciucmii. și V. V. Morgun [117]. Autorii recomandă includerea în pedigree a unor versiuni îmbunătățite prin metoda mutagenzei induse de origine fizică sau chimică, a căror creare este mai eficientă comparativ cu selecția tradițională. Înlocuirea liniei consangvinizate slabe în hibrizi omologați a avut drept rezultat majorarea cu 10 – 20% a nivelului de heterozis la anumite combinații hibride. În literatura de specialitate, în baza unor date experimentale suficiente, sunt formulate următoarele recomandări privind selectarea liniilor consangvinizate noi pentru substituirea formelor parentale slabe: 1) folosirea liniilor cu proveniență din același soi în forma maternă (A x B) și din alt soi pentru forma paternă (C x D); 2) schimbarea liniei slabe din cadrul celor 4 componente ale unui hibrid dublu dentat cu o linie din convariatarea îndurată, care asigură schimbări esențiale ale perioadei de vegetație și productivității; 3) selectarea liniilor substituante în baza capacității specifice de combinare în testîncrucișări cu forma parentală a hibridului concret [49, 116, 117].

Folosirea variantei de modificare prin substituirea liniei slabe în hibrizi simpli este doar sporadic descrisă în sursele de specialitate, pedigreeul hibrizilor creați constituind o informație confidențială a instituțiilor de ameliorare, indiferent de statutul juridic al acestora. Eficacitatea înlocuirii formelor materne în hibrizii Dneprovskii 201 (A632 x A619) și Cross 400 (GK26 x CK11) este argumentată în monografia publicată de R. Domașnev, B. Dziubețkii și V. Costicenco

[62]. Pe parcursul anilor 1983–1985 au fost studiate liniile consangvinizate înrudite cu GK26 din grupa heterotică Reid Iodent după capacitatea generală și specifică de combinare, umiditatea boabelor, rezistența la frângerea tulpinii și durata fenofazei „răsărit–mătăsît”. Un surplus semnificativ de producție, de 11,0 și, respectiv, 9,4 q/ha, au înregistrat hibrizii DK400 x GK11 și DK403 x GK11, care însă nu s-au deosebit practic deloc față de formula inițială în ceea ce privește rezistența la frângere și precocitate. Combinațiile DK404A x GK11 și DK448 x GK11 au fost nesemnificativ inferioare matorului (2,8- 3,7%), iar celelalte linii au asigurat producții de boabe semnificativ mai joase comparativ cu hibridul inițial GK26 x GK11. Autorii au evidențiat de asemenea diferențele dintre liniile înrudite după elementele structurii productivității: numărul rândurilor de boabe, numărul de boabe pe un rând și pe știulete, diametrul și lungimea știuletelui, randamentul de boabe și masa a 1000 de boabe, importante pentru producția de semințe. În procesul de modificare a formulei hibridului Dneprovskii 201, realizat în modelul heterotic BSSS-B14 x Lancaster, Oh43 s-au studiat 11 linii consangvinizate introduse și 5 linii originale înrudite cu A632. Analiza acestora după principalii indici ameliorativi *per se* și în testîncrucișări a relevat un spectru larg de diferențiere fenotipică și genetică. Majoritatea liniilor studiate în încrucișări cu forma paternă A619 au fost inferioare liniei A632 după capacitatea de producție, cu excepția liniei B435. Cu toate acestea, au fost selectate mostre de A665 și DK412 cu producția de boabe la nivelul matorului, dar cu umiditatea mai joasă a boabelor la recoltare și toleranță scăzută la bolile porumbului. Versiunile modificate B435 x A619 și DK412 x A619 au depășit varianta inițială după producția de boabe cu 6,6-7,6%, păstrând perioada de vegetație la nivelul matorului. Rezultate pozitive au înregistrat și cercetările referitoare la înlocuirea în hibridi a liniei A619, caracterizată prin capacitate slabă de polenizare, în special în condiții aride, cu consecințe negative la producția realizată în sectoare de multiplicare. Prin substituirea formelor paterne a hibrizilor Dneprovskii 758TV, Dneprovskii 125 și Luci 303 cu linii înrudite noi au fost obținute combinații ce au avut un surplus maximal al producției de boabe de 7,9-14,4%, rezistență mai înaltă la frângerea tulpinilor și umiditate joasă în boabe. Autorii consideră varianta respectivă de modificare a hibrizilor simpli, realizați în modele heterotice concrete, drept o modalitate operativă și eficace în procesul de creare a hibrizilor [62]. În Republica Moldova, cu participarea formelor maternelor AS587, AS591, AS585, dezvoltate din sursa inițială MK262 x MK 76 și germoplasmă Reid Iodent, au fost creați hibrizii Porumbeni 461MRf, Porumbeni 462 și Porumbeni 443MRf, care au în calitate de forma paternă linia AS3070 din grupa de germoplasmă Lancaster subgrupa Mo 17 [99]. Menționăm că în cazul producerii semințelor în baza sistemului genetic CMS–Rf, la modificarea hibrizilor se ține cont de reacția la androsterilitate a formelor parentale, fiind substituite

preponderent liniile formelor materne androsterile, crearea cărora reprezintă o procedură mai simplă și operativă comparativ cu formele paterne restauratoare ale fertilității polenului [15, 50].

Crearea hibrizilor simpli modificați în baza încrucișărilor între linii înrudite de tip $(A \times A_1) \times B$ au avut ca scop inițial majorarea productivității formelor materne în sistemul de producere a semințelor hibride [40]. În SUA, în perioada 1960–1970 s-au folosit pe larg hibrizii simpli modificați în baza încrucișărilor $A \times A_1$, atât cu forme materne, cât și cu forme paterne, care ulterior au constituit circa 10% din semințele comercializate în America de Nord [194]. Unii cercetători consideră că liniile înrudite prezintă o sursă eficientă pentru sporirea rentabilității producerii semințelor de hibridi simpli omologați, fie prin înlocuirea liniei slabe, fie prin utilizarea formelor materne modificate $A \times A_1$ [59, 60, 61]. Considerăm necesar de a defini noțiunile de linii surori și înrudite, cu denumirile în engleză „sister” și „related”, care sunt utilizate deseori ca sinonime, unele publicații folosind o singură denumire pentru ambele concepte. Liniile surori sau subliniile rezultă din aceeași sursă de material inițial, pe când cele înrudite au în pedigree diferite surse de material inițial cu un genitor comun, a cărui cotă constituie 50% sau mai puțin [146]. De regulă, subliniile manifestă în încrucișări un nivel de producție inferior celor înrudite, plasându-se mai aproape de liniile create din material inițial backcrossat cu cota de 75% a unui genitor. Heterozisul liniilor surori create prin metoda mutagenezei induse s-a manifestat, în încrucișări, la nivel de 2,2-29,7% pentru VIR27 și 14,3-32,8% pentru linia inițială VIR40 [117].

Hibrizii $(A \times A_1) \times B$, ca produs comercial, ocupă o poziție intermediară față de cei simpli $A \times B$ și triliniari $(A \times B) \times C$ în ceea ce privește potențialul de producție și uniformitatea plantelor intermediare, fiind mai aproape de hibrizii simpli [40]. Se consideră că performanțele relative ale tipurilor de hibridi au următoarea succesiune: simpli > simpli modificați > triliniari > dubli, cauzată de efectele epistatice și care poate fi schimbată de interacțiunile dintre genotip și mediu în cazul combinațiilor concrete [89, 90, 120]. Modificarea hibrizilor simpli de porumb în baza încrucișărilor înrudite $A \times A_1$ ca forme materne sau $B \times B_1$ ca forme paterne a fost favorizată de procesul dezvoltării liniilor consangvinizate din material inițial cu participarea unui număr restrâns de genitori ca forme parentale ale celor mai performante combinații hibride [60, 61, 62]. Încrucișările înrudite au depășit linia inițială cu 30,8-61,7% după producția de boabe, manifestând valori medii de 79,6% în condiții climaterice nefavorabile. Mostrele studiate au manifestat heterozis de 1,5-8,8% după durata fenofazei „răsărit–apariția stigmatelor” și practic nu s-a deosebit de martor după rezistența tulpinilor la frângere [59]. Rezultate similare au fost constatate și la încrucișările înrudite cu liniile WF9 (W64A, H49, Va32, Mo07, H MV241-1, H MV225) și W17 (187, US187, W187, W187R), studiate în Ungaria, care au înregistrat 50-100% heterozis după producție și care s-au dovedit a fi cu 2,5-7 zile mai timpurii comparativ cu liniile martor [72].

Cercetările referitoare la modificările hibridului GK26 x Oh43 în baza a două linii (P 101, DK 513) înrudite cu GK 26 și trei linii (Od 214, DK 443, DK 415) înrudite cu Oh 43 au arătat că majoritatea hibrizilor simpli modificați au manifestat producție de boabe inferioară formulei inițiale cu până la 11,2%, 5 mostre s-au plasat la același nivel cu martorul și doar încrucișarea (GK 26 x DK 513) x Oh 43 a depășit martorul cu 7,1% [62]. În Republica Moldova, cercetătorul V. Mârza a efectuat experiențe cu forme maternelle modificate, creând hibrizii omologați Moldavaskii 385MRf, Moldavskii 425MRf, Porumbeni 294MRf, Porumbeni 378MRf, Porumbeni 383CRf și alții [87, 88, 89, 90, 91]. În baza rezultatelor experimentale, autorul formulează următoarele elemente ale programului de ameliorare a hibrizilor simpli modificați $(A \times A_1) \times B$, transferați la androsterilitate citoplasmatică: 1) clasificarea liniilor în grupe de rudenie pe baza liniilor elită; 2) crearea, în cadrul grupelor, liniilor noi menținătoare și restauratoare ale androsterilității citoplasmatică; 3) selectarea hibrizilor simpli modificați după performanțe și după caracterele formelor maternelle – productivitate, androsterilitate, coincidența formelor parentale la înflorit [23, 24]. Se constată de asemenea că formele maternelle $A_m \times A_1$ au depășit linia A_m cu 15-60% după producția de boabe și acest nivel de heterozis are legături foarte slabe cu producția componentelor *per se* ($r = 0,05$) și cu gradul de asemănare ($r = -0,04$) a liniilor. Efectul de heterozis la hibrizii $(A \times A_1) \times B$ depinde de productivitatea formulei inițiale $A \times B$ ($r=0,79$) și de similaritatea liniilor înrudite după capacitatea de combinare cu forma paternă concretă.

Analiza integrală a surselor de informație referitoare la modificarea formei maternelle a hibrizilor simpli în baza încrucișărilor înrudite $A \times A_1$ confirmă eficacitatea variantei respective atât în producerea de semințe, cât și la crearea unor formule superioare în ceea ce privește productivitatea, alte caractere agronomice valoroase. Pentru grupa de maturitate semitardivă a porumbului foarte valoroase s-au dovedit a fi încrucișările înrudite P 343 x P 101, MK 01cmsM x P 101 și GK 26cmsM x P 101 din grupa heterotică Reid Iodent, cu participarea cărora au fost creați mai mulți hibrizi omologați în Rusia, Ucraina și Republica Moldova [24, 62, 114]. La crearea hibrizilor timpurii un rol important l-a avut forma maternă F7 x F2, cu ambele linii dezvoltate din soiul Lacaune [27, 86]. În unele cazuri, de exemplu cel al hibridului Colectivnâi 101TV, formula de reproducere a fost modificată – $(F7 \times Ma 21) \times F2$ – în scopul majorării coeficientului de înmulțire a semințelor [117]. În urma cercetărilor teoretico-practice efectuate pot fi formulate următoarele elemente metodologice: 1) îmbunătățirea permanentă a germoplasmei liniilor consangvinizate, care constituie un model heterotic performant; 2) selectarea încrucișărilor înrudite cu un nivel optimal de heterozis, ce ar asigura o producție mai ridicată în sistemul de multiplicare fără diminuarea capacității de producție a variantei modificate; 3) testarea liniilor și a încrucișărilor înrudite după capacitatea specifică de combinare (CSC) cu forma paternă concretă

și evidențierea mostrelor cu CSC superioară liniilor inițiale. Menționăm că între CGC a liniilor și a încrucișărilor înrudite s-au stabilit legături relativ strânse, valoarea coeficientului de corelație (r) fiind de 0,587 [59].

Modificarea formei paterne prin intermediul încrucișărilor înrudite se utilizează mai rar în practica ameliorării, avându-se în vedere că linia cu capacitate slabă de polenizare poate fi ușor substituită cu o versiune îmbunătățită. Capacitatea de polenizare de asemenea poate fi corectată prin metode agrotehnice – majorarea densității plantelor sau a raportului rândurilor liniilor paterne în loturile de hibridare. Această variantă de modificare este folosită mai ales în scopul evitării decalajului la înfloritul formelor parentale. Drept exemple elocvente în acest sens servesc formele paterne îmbunătățite ale hibrizilor Colectivnâi 201 ($F7 \times F2$) $\times$ DBe 42 cu sublinia CK 208 și Colectivnâi 101 ($F7 \times F2$) $\times$ CK 2 cu linia înrudită CK 3 [117]. Cercetările efectuate de P. Borozan referitoare la modificarea formei paterne a hibrizilor de porumb timpuriu au argumentat utilizarea în practică a tipurilor ($A \times B$) $\times$ ($C \times C1$) și ($A \times A1$) $\times$ ($C \times C1$). Autorul constată că încrucișările înrudite la nivel de combinații hibride manifestă heterozis în ceea ce privește producția de boabe, caracterele morfobiologice, precocitatea, asigurând o creștere cu 28,5% a masei polenului la o plantă, pe când indicii biochimici au fost similari cu liniile consangvinisate [3].

Varianta de modificare a formelor parentale în baza încrucișărilor de regresie este analizată preponderent pentru hibrizii dubli și triliniari [76, 116, 117]. Menționăm că în literatura de specialitate esunt mai puține date experimentale care să argumenteze eficiența variantei respective, iar opiniile existente sunt contradictorii. Se relatează că hibrizii $[(A \times B) \times B] \times C$ diferă față de hibrizii simpli după productivitate și precocitate, cu unele avantaje la producerea de semințe. Formele materne backcrossate au manifestat o reducere a producției de boabe cu 22,9-47,8% comparativ cu martorii, iar utilizarea lor în calitate de forme paterne a fost limitată datorită neuniformității plantelor în populațiile hibride [76, 117]. I. C. Cobelev consideră utilizarea încrucișărilor $(A \times B) \times B$ ca fiind o metodă nerațională din cauza producției și uniformității știuleților mai joase comparativ cu hibridul simplu $A \times B$ [70]. Aceste neajunsuri esențiale, în opinia autorului, pot fi eliminate prin utilizarea formulei $(A \times B) \times B_1$, unde B_1 este linie soră sau similară după fenotip. În scopul accelerării procesului de ameliorare a hibrizilor simpli, I. P. Ciucmii recomandă forma maternă $(A \times A_1) \times A_2$ [117]. Încrucișările de regresie, în cazurile de deficit temporar de semințe ale liniilor consangvinizate, majorează coeficientul de înmulțire a formelor materne $A \times B$, pentru hibrizii triliniari, sau $A \times A_1$, pentru cei simpli modificați.

Cadrul juridic pentru protecția noilor soiuri de plante, împreună cu valorile agronomice și tehnice (VAT), stabilește condițiile de brevetabilitate a soiului [191]. Modificarea hibrizilor omologați, care întrunește criteriile de distinctivitate, uniformitate și stabilitate, poate avea drept

rezultat dezvoltarea unui produs desemnat printr-o denumire genetică nouă. Combinația hibridă, obținută ca urmare a îmbunătățirii unei formule consacrate prin diferite variante de modificare, se consideră distinctă dacă se deosebește clar, prin cel puțin unul sau mai multe caractere fenotipice relevante, de orice alt hibrid cunoscut.

Concluzii la capitolul 1

Analiza integrală a surselor bibliografice folosite la descrierea situației în domeniul de cercetare abordat permite să constatăm importanța exploatării în practica agricolă mondială a fenomenului de heterozis realizat la hibridii simpli de porumb. Crearea acestora în baza unor modele heterotice stabilite experimental de către amelioratori înlesnește procedura de sintetizare și majorează eficacitatea evidențierii combinațiilor hibride performante. În baza datelor experimentale, expuse în diferite publicații, se poate concluziona că în procesul de creare a hibridilor simpli timpurii se utilizează preponderent variantele de modificare a formulelor performante în baza liniilor consangvinizate înrudite, fie prin înlocuirea formei parentale slabe, fie prin încrucișări înrudite și backcrossate ca forme materne cu producția de semințe mai mare. Recomandările referitoare la metodologia selectării formelor parentale în acest scop sunt slab argumentate la etapa actuală de ameliorare. Dintre multiplele elemente mai puțin elucidate menționăm următoarele: 1) relația dintre producție, umiditate și capacitatea de combinare la nivel de linii consangvinizate și hibridi; 2) influența gradului de rudenie a liniilor consangvinizate asupra indicilor ameliorativi în combinații hibride; 3) aprecierea comparativă a încrucișărilor înrudite și backcrossate cu baza genetică comună după caracterele agronomice valoroase; 4) uniformitatea hibridilor simpli în raport cu variantele modificate în baza încrucișărilor înrudite sau backcrossate ca forme materne.

Având în vedere cele menționate, cercetările au urmărit scopul cercetărilor de eficientizare a procesului de dezvoltare a hibridilor de porumb prin înlocuirea formelor parentale și modificarea formei materne în baza încrucișărilor înrudite și backcrossate având drept obiective:

- aprecierea comparativă a liniilor consangvinizate, încrucișărilor înrudite și backcrossate cu origine genetică comună după principalii indici ameliorativi, inclusiv, în premieră, capacitatea de combinare, germinația semințelor la temperaturi suboptimale, fracționarea semințelor;
- stabilirea gradului de rudenie a formelor materne modificate $A \times A_1$, cu efecte pozitive asupra producției și uniformității hibridilor după principalele caractere morfologice;
- ameliorarea unor linii consangvinizate comerciale după anumite caractere și însușiri în baza încrucișărilor înrudite ca material inițial;
- selectarea din cadrul combinațiilor hibride studiate a mostrelor performante pentru a fi propuși spre testări în culturi comparative de concurs, ecologice și oficiale.

2. CONDIȚIILE NATURALE. MATERIAL ȘI METODE DE CERCETARE

Cercetările au fost efectuate în Laboratorul de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice al Institutului de Fitotehnie „Porumbeni”, cunoscut și ca Centrul Științifico-Practic de Fitotehnie, care este situat în satul Pașcani, raionul Criuleni (zona centrală a Republicii Moldova), la aproximativ 20 km depărtare nordică de municipiul Chișinău.

2.1 Cadrul pedoclimatic și tehnologic

Cele 450 ha de teren agricol ale Institutului de Fitotehnie sunt amplasate, sub formă de podișuri, pe versantul stâng al râului Ichel. În câmpurile experimentale predomină solurile cernoziomice carbonatice într-o structură microgranuloasă, cu un strat al humusului de până la 120 cm și PH-ul balansat, cu reacție neutră – 6,5-7,0 [1]. Elementele nutritive în stratul arabil cu structură microgranulosă sunt accesibile și variază, pentru macroelemente, după cum urmează: azot amiacal – 0,04-0,45 mg/100 gr sol; azot nitrat – 0,7-2,0 mg/ 100gr sol; formele mobile de fosfor – 3,2 mg/100 gr sol; potasiu mobil – 2,4 mg/ 100 gr sol. În stratul arabil se conțin 3,0% de humus cu o porozitate de 53% și capacitatea hidrică de aproximativ 25% [1].

Conform datelor multianuale, temperatura medie a aerului constituie 9,2°C, tipică zonelor cu climat continental moderat, cu ierni scurte și veri călduroase, fotoperiodism îndelungat pe durata zilei. Suma temperaturilor efective constituie 1330°C, cu temperaturi medii de -3,5°C pentru luna ianuarie și de +22°C pentru cea mai călduroasă lună din an, iulie. Temperaturile efective pentru cultura porumbului, mai mari de +10,0°C, se manifestă începând cu jumătatea lunii aprilie și durează pe parcursul a 180 de zile. Primele înghețuri se înregistrează la finalul primei decade a lunii octombrie, deși pe parcursul ultimilor 10 ani acest termen s-a deplasat spre sfârșitul lunii octombrie–începutul lunii noiembrie. Elementul critic pentru cultivarea porumbului în zonă este apa, care, sub formă de precipitații, se acumulează în cantități de circa 470 mm/an. Distribuția neuniformă a acesteia pe parcursul perioadei de vegetație influențează negativ recoltele de porumb. Pe parcursul ultimilor 10 ani s-au înregistrat 4 sezoane secetoase și doar în 2010 și 2014 a fost posibilă saturarea tuturor straturilor solului cu apă. Circa 55-65% din totalul de precipitații cad în perioada vegetației active a plantelor, cele mai multe depuneri atmosferice fiind remarcate în lunile de vară. Precipitațiile căzute în timpul verii sunt sub formă aversă și nu reușesc să se infiltreze în sol din cauza temperaturilor excesive, care favorizează evaporarea intensă a apei. Intervalele îndelungate de absență a umidității în stratul fertil al solului în cursul perioadei de vegetație influențează negativ productivitatea culturii porumbului, care este mai sensibil la secetă cu 10 zile până la apariția spicului și după 20 de zile de la începutul înfloritului, aceste perioade fiind considerate critice [28]. Vara, umiditatea aerului atmosferic variază între 60-65% și se situează la același nivel cu prima jumătate a toamnei, favorizând o pierdere mai rapidă a apei libere

din boabe. Condițiile respective influențează asupra gradului de atac al bolilor aparatului foliar, tulpinilor și știuletelui. Condiții optimale de vegetație pentru porumb, sub aspectul regimului de umiditate, sunt realizate în sezoanelor cu o cantitate de precipitații ce depășește 500 mm precipitații anual, 250 mm în perioada de la 1 mai până la 31 august sau 350 mm între 1 ianuarie și 31 august. În același timp, condiția primordială rămâne a fi repartizarea uniformă a precipitațiilor în principalele decade de vegetație din lunile mai, iunie, iulie și august. Se consideră optimă următoarea schemă de repartizare a precipitațiilor pe luni: mai – 60-80 mm, iunie – 100-120 mm, iulie – 100-120 mm, și august – 60-80 mm [1].

Condițiile climaterice sunt din ce în ce mai nefavorabile pentru culturile de câmp, în ultimii ani înregistrându-se valori record ale temperaturii. Datele NASA și FAO arată că cele mai mari temperaturi ale aerului pe glob au fost atinse în 2010, 2014, 2015, 2016 [12]. Conform datelor prezentate de M. Vronschih, în Moldova temperaturile medii anuale din anii 1945–2010 s-au majorat de la 8,81 °C până la 9,55 °C [47]. În regiuni situația a fost și mai stresantă, întrucât în toți anii experimentali s-au constatat depășiri ale mediei multianuale a temperaturii aerului, cu stabilirea unor temperaturi record în anul 2012 [12] și în unele decade din 2010, 2014 și 2015 (tabelul 2.3 cu datele meteo ale stației Bălțața, raionul Criuleni).

Tabelul 2.3. Regimul termic și pluviometric în lunile de vegetație a porumbului

Anii	Unități de măsură	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Media / suma
2010	°C	16,9	20,9	23,0	24,2	15,6	20,1
	mm	108,3	198,5	123,5	70,7	46,3	547,3
2011	°C	15,9	20,0	22,4	21,1	19,2	19,7
	mm	45,7	159,1	49,0	0,0	1,1	254,9
2012	°C	19,2	23,0	25,4	25,1	19,0	22,3
	mm	64,0	30,5	62,2	31,2	39,5	227,4
2013	°C	18,6	21,0	23,1	20,9	17,1	20,1
	mm	106,0	98,7	25,0	32,0	73,5	335,2
2014	°C	17,5	19,9	24,1	22,6	15,8	20,0
	mm	64,2	44,9	59,1	58,7	79,5	306,4
2015	°C	17,6	21,7	24,4	24,7	20,0	21,7
	mm	15,0	31,8	25,4	8,7	26,0	106,9
2016	°C	15,8	21,8	22,8	22,8	18,5	20,3
	mm	65,0	151,0	8,0	41,0	15,0	280,0
Media multianuală	°C	16,0	19,2	21,7	20,5	16,0	18,7
	mm	48,8	71,9	58,4	51,3	42,2	272,6

Condițiile climaterice ale anului 2010 s-au dovedit a fi foarte favorabile pentru cultura porumbului, îndeosebi după cantitatea depunerilor atmosferice, care a constituit 547,3 mm în sumă

pe lunile mai-septembrie. Pe parcursul lunii mai cantitatea de precipitații atmosferice a constituit 108,3mm, ceea ce constituie 240% din norma lunară. Precipitații abundente s-au înregistrat în special în perioada de vegetație a porumbului, fapt care a provocat o creștere intensivă a plantelor. În luna iunie au căzut cantități semnificative de precipitații – 198,5 mm, cu 133,5 mm mai mult față de media multianuală, ceea ce a condus la creșterea excesivă a plantelor (2,5-3m). În a doua jumătate a lunii iulie s-au semnalat fenomene anormale sub formă de ploi torențiale însoțite de vânturi puternice, care au provocat căderea radicală la unele forme de porumb, în special la cele cu talia înaltă a plantelor.

Anii 2011 și 2013 au fost relativ favorabili, din punct de vedere meteorologic, pentru creșterea și dezvoltarea porumbului timpuriu cu indicele de maturitate FAO până la 300. În perioada de vegetație din 2013, temperatura aerului a depășit norma cu 1,4°C, iar în 2011 s-a stabilit o temperatură medie apropiată de cea multianuală. Diferențe dintre acești ani s-au semnalat doar în primăvară, când în luna mai 2013 s-au înregistrat temperaturi ridicate de 18,6°C. În ceea ce privește repartizarea precipitațiilor atmosferice, mediile pentru perioada de vegetație sunt apropiate de media multianuală. În lunile august și septembrie 2011 nu au căzut precipitații, pe când în iunie cantitatea de depuneri atmosferice a depășit semnificativ media multianuală.

Anul 2012 s-a dovedit a fi foarte nefavorabil pentru creșterea și dezvoltarea porumbului. Întreaga perioadă de vegetație a fost excesiv de caldă și uscată. În anul respectiv, temperatura medie zilnică a aerului a trecut de 15°C la 22–23 aprilie, ceea ce este cu 15-25 de zile mai devreme față de termenii obișnuiți. Temperatura medie a aerului pentru perioada mai–septembrie (22,3°C) a fost cu 3,6°C mai ridicată față de valorile normei. În luna iunie, faza de înspicare a porumbului timpuriu, temperatura medie a aerului a constituit 23,0°C, fiind mai mare față de normă cu 3,8°C. Valorile temperaturilor medii zilnice ale aerului în luna respectivă au variat între 29-31°C, cu maxime de până la 37,2-40,1°C. Cea mai înaltă medie lunară a aerului s-a înregistrat în iulie și a constituit 25,4°C, depășind norma cu 3,7°C. Temperatura medie a aerului în luna august a constituit 25,1°C, cu 4,6°C mai mult față de norma decadică. Menționăm că cea mai înaltă temperatură a aerului în Republica Moldova pentru luna august – 42,4°C – a fost înregistrată la Fălești, fiind cu 0,9°C peste valoarea maximă înregistrată în anul 2007. Comparativ cu perioada mai–septembrie a anului 2011, în sezonul din 2012 a fost cu 2,6°C mai cald și au căzut cu 27,5 mm mai puține precipitații. Cantitatea de precipitații pe parcursul perioadei de vară (iunie–august) a constituit 123,9 mm, semnalându-se un deficit de 57,7 mm comparativ cu media multianuală (181,6 mm). Cea mai mare cantitate de precipitații atmosferice s-a înregistrat în luna iulie – 62,2 mm, pe când în iunie s-a observat un deficit de 41,4 mm. În luna august deficitul de apă a constituit 20,1 mm.

Conform datelor prezentate în tabelul 2.1.3, în cea mai mare parte a sezonului de vară din anul 2014 condițiile climaterice, au fost relativ favorabile – cald și cu precipitații. Temperatura medie a aerului pentru lunile mai–septembrie a constituit 20,0°C, fiind cu 1,3 °C mai ridicată față de normă. Temperatura maximă a aerului a urcat pe parcursul sezonului până la 39°C, iar cea minimă a atins 6°C. În perioada 26 iulie–16 august s-a stabilit vreme foarte caldă. Temperatura medie zilnică a aerului în aceste zile a variat de la 24°C până la 30°C. În decursul sezonului au fost de 12-45 zile cu temperatura maximă a aerului de 30°C și mai mult, comparativ cu norma de 8-27 zile. Cu temperaturi ale aerului de 35°C și mai mult au fost semnalate 2-8 zile, norma fiind de 1-2 zile. Cantitatea de precipitații căzută pe parcursul lunilor iunie–august a fost aproape de normă și a constituit 162,7 mm. La situația din 28 iunie, rezervele de umezeală productivă în stratul de sol cu adâncimea de 0,5 m pe terenurile cu porumb au constituit 40-85 mm. Temperaturile excesive din iulie (perioada de înflorire și fecundare a stigmatelor), menținute în prima decadă din luna august, au creat condiții mai puțin favorabile pentru formarea producției de boabe.

În anul 2015, considerat ca nefavorabil pentru creșterea, dezvoltarea și formarea recoltei de porumb, temperatura medie a aerului în lunile mai–septembrie a fost de 21,7°C, cu 3,0°C mai ridicată față de normă. Temperatura maximă a aerului pe parcursul sezonului a urcat până la 38,3°C, lunile iulie–august dovedindu-se a fi destul de calde, cu o depășire de 4,2°C a mediei în august. Cantitatea de precipitații căzute pe parcursul lunilor mai–septembrie a constituit doar 106,9 mm sau 39,2% din normă. Vremea anormal de caldă și deficitul de precipitații au cumulat efectele secetei pedologice cu ale celei atmosferice, influențând astfel negativ formarea recoltei de porumb. Regimul termic extrem și deficitul acut de precipitații din luna august au accelerat procesele fiziologice de dezvoltare a porumbului, pe parcursul lunii respective semnalându-se trecerea rapidă a fenofazelor de coacere în lapte și/sau în ceară ceea ce a dus la maturizarea fiziologică forțată a boabelor. Condițiile climaterice din cea mai mare parte a lunii august au provocat, de asemenea, uscarea prematură a frunzelor la unele forme de porumb.

Nici anul 2016 nu a fost cu mult mai prielnic pentru porumb. Chiar dacă condițiile climaterice în lunile mai și iunie au fost, în fond, favorabile, regimul termic ridicat și lipsa de precipitații din luna iulie, perioadă critică pentru porumb în ceea ce privește umiditatea, au dus la uscarea stratului superior al solului. Temperatura medie a aerului înregistrată pe parcursul sezonului de primăvară (martie–mai) a constituit 10,9-12,2°C, cu 1,8-2,7°C mai mult față de normă. Temperatura maximă a aerului pe parcursul lunii aprilie a atins 30,6°C (18 aprilie), iar temperatura minimă a aerului în luna martie a scăzut până la 7,2°C (20 martie). Vreme deosebit de caldă s-a înregistrat pe parcursul lunii aprilie, temperatura medie a aerului fiind cu 3-4°C peste valorile normale. În luna mai temperatura medie a fost de 15,8°C, similară cu cea înregistrată în

anul 2011, iar precipitațiile căzute sub formă de ploi (65,0 mm) au favorizat o bună răsărire a porumbului. Cantitatea precipitațiilor căzute în luna mai a atins valori apropiate de cele înregistrate în anii 2012 și 2014, deși temperatura medie a aerului (15,8°C) a fost mai joasă decât în anii respectivi-. Vara anului 2016 (iunie–august) a fost relativ caldă și cu deficit semnificativ de precipitații în (doar 8,0 mm în luna iulie). Temperatura medie a aerului pentru această perioadă a constituit 22,5°C, cu 2,0°C mai mult față de normă, fapt semnalat, în medie, o dată în 10 ani. Temperatura maximă a aerului pe parcursul verii a urcat până la 37,0°C (valori semnalate o dată în 5 ani), cu o frecvență înaltă în decada a treia a lunii iunie, când temperatura medie a aerului a fost cu 4,4-5,6 °C mai ridicată față de normă. Vreme foarte caldă s-a înregistrat și în decada a treia a lunii august, când temperatura medie a aerului în unele zile a depășit norma cu 2,9-4,9°C. Cantitatea de precipitații pe parcursul perioadei mai–septembrie a constituit 280 mm. Pe parcursul sezonului precipitațiile au căzut neuniform, iar cea mai mare cantitate a acestora a fost datată în luna iunie – 151 mm, comparativ cu valoarea normei multianuale de 71,9 mm. Luna iulie, când porumbul necesită cantități mai mari de apă pentru dezvoltare, s-a dovedit a fi practic fără depuneri atmosferice, precipitațiile căzute sub formă de ploi de scurtă durată s-au dovedit a fi neefective (doar 8 mm). În luna august a continuat seceta solului și precipitațiile insuficiente, de numai de 41 mm, au afectat recolta de boabe la porumb.

Datele privind condițiile climaterice, redate în tabelul 2.1.3, relevă că perioada efectuării experiențelor (2010–2016) s-a caracterizat prin fundaluri naturale suficient de contrastante pentru aprecierea materialului biologic studiat. Fluctuațiile temperaturilor și ale precipitațiilor pe ani, luni și decade au influențat corespunzător dezvoltarea porumbului timpuriu, conducând în final la producții de boabe cu valori minime în anul 2012 și maxime în anul 2010.

2.2 Materialul biologic și metodele utilizate

În diferite experiențe, în calitate de material biologic au fost utilizate liniile consangvinizate din colecția operațională a Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice, multiplicat anual în cantități de semințe suficiente pentru lucrările de selecție. Menționăm că liniile folosite ca forme parentale în hibridii omologați sunt multiplicat periodic prin autopolenizări controlate (izolarea știuleților cu pungi de pergament) la 100–300 de plante, care constituie sămânța amelioratorului pentru producerea categoriei biologice (prebaza). Caracteristica generală a liniilor consangvinizate evaluate *per se*, folosite în încrucișări înrudite și backcrossate sau ca forme paterne la crearea hibridilor, este prezentată în tabelul 2.4. Codul MKP se acordă, de regulă, liniilor experimentale (AN) dezvoltate în laborator și incluse în pedigreeul hibridilor propuși pentru testări oficiale.

Tabelul 2.4. Caracteristica generală a liniilor consangvinizate utilizate frecvent ca material biologic

Nr. d/o	Cifrul liniilor	Anul creării	Grupa de maturitate	Tipul bobului	Culoarea rahisului	Grupa de germoplasmă
1	AN 4234/98	1998	timpurie	dentat	roză	Reid Iodent mixt
2	AN 1234/06	2006	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
3	MKP 60	2007	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
4	MKP 61	2005	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
5	MKP 62	2007	semitimp.	dentat	roză	Reid Iodent mixt
6	MKP 63	2005	semitimp.	dentat	roșie	Reid Iodent
7	MKP 64	2009	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
8	MKP 601	2012	timpurie	dentat	roză	Reid Iodent
9	MKP 602	2013	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
10	MKP 611	2011	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
11	MKP 612	2014	timpurie	dentat	roșie	Reid Iodent
12	MKP 52A	2003	timpurie	dentat	albă	BSSS-B37/Lancaster Mo17
13	MKP 70	2003	semitimp.	dentat	albă	BSSS-B37/Lancaster Oh43
14	MKP 71	2006	timpurie	dentat	roșie	BSSS-B37
15	MKP 711	2008	timpurie	dentat	roșie	BSSS-B37
16	AN 3550/03	2003	timpurie	dentat	albă	BSSS-B37 mixt
17	AN 422/07	2007	timpurie	sticlos	albă	Lancaster/Flint Argentinian
18	MKP 55	2002	semitimp.	sticlos	albă	Lancaster/Flint Argentinian
19	MKP 56	2005	semitimp.	dentat	albă	Lancaster Mo17
20	AN 615/95	1995	ultratimp.	sticlos	albă	Euroflint
21	AN 618/95	1995	ultratimp.	sticlos	albă	Euroflint
22	MKP 19A	2004	ultratimp.	sticlos	albă	Euroflint
23	MKP 20	2004	ultratimp.	sticlos	albă	Euroflint
24	MKP 21/182	2006	timpurie	sticlos	albă	Euroflint
25	MKP 22	2002	timpurie	sticlos	albă	Euroflint
26	MKP 58	2007	ultratimp.	dentat	roșie	Dent Canadian
27	AN 1246/05	2005	ultratimp.	dentat	roză	Reid Iodent mixt
28	AN 1247/05	2005	ultratimp.	dentat	roșie	Reid Iodent mixt

Din cele 28 de mostre, 7 se încadrează în grupa de maturitate ultratimpurie FAO 150-190 (martor MKP 58), 16 în grupa timpurie FAO 200-250 (martor F2) și 5 în grupa semitimpurie FAO 260-300 (martor MK271). Peste 70% din linii fac parte din convarietatea dentiformis și 57% au culoarea roșie(roz) a rahisului. Absența colorației antocianice la rahis este caracteristică liniilor cu boabe indurata din grupa Euroflint și MKP 52A, MKP 70, MKP 56 cu boabe de tip dentat. Aceste 3 caracteristici de bază se folosesc preponderent la identificarea și descrierea liniilor consangvinizate. Grupa de germoplasmă sau heterotică se stabilește, de regulă, după datele pedigreeului acestora și a similarității fenotipice cu linii indicatori ai grupelor respective [86]. Cu germoplasmă Reid Iodent au fost dezvoltate 13 linii, alte 6 linii conțin germoplasmă Euroflint din grupele heterotice Lacaune și Gelber Landmais, la 5 linii predomină genitorii grupei BSSS-B37,

iar 3 linii au fost create cu germoplasmă Lancaster. Linia ultratimpurie MKP 58, folosită doar ca formă paternă în testîncrucișări și hibrizi, a fost dezvoltată din populația sintetică 573/90 și un genitor din grupa Dent Canadian. La sintetizarea încrucișărilor înrudite și, ulterior, a celor backcrossate au fost atrași analogi androsterili ai tipurilor M și C de citoplasmă. Liniile MKP 58, AN 1246/05, AN 1247/05 au fost utilizate doar în calitate de forme paterne în testîncrucișări și hibrizi din culturi comparative de concurs. Menționăm că materialul biologic respectiv reprezintă germoplasma utilă a porumbului timpuriu, utilizată frecvent în programele contemporane de ameliorare.

La crearea liniilor consangvinizate s-a folosit metoda pedigreeului în tandem cu selecția fenotipică în cadrul descendențelor S_1 - S_2 și între descendențe după generația S_2 . Testarea capacității generale de combinare la familiile relativ constante s-a efectuat în încrucișări sistemice de tip topcross. În pepiniera de selecție, mostrele s-au evaluat pe parcele de un rând cu suprafața de 5 mp, fără repetări, la densitatea de 60 mii plante/ha. Colecția operațională, compartimentele de sintetizare a formelor materne și testîncrucișări sistemice de tip topcross au fost semănate într-un număr de parcele adecvat obiectivelor preconizate. Reacția la androsterilitatea citoplasmatică de tip M și C a liniilor din colecția operațională s-a realizat prin aprecieri ale fertilității/sterilității paniculelor la încrucișări cu surse androsterile. În perioada de înflorire au fost identificați menținătorii compleți (panicul steril fără antere vizibile), menținătorii parțiali (panicul cu puține antere fertile) și restauratorii (panicul complet fertil sau plante predominant cu antere fertile). La încrucișările de tipul C, evaluarea gradului de fertilitate/sterilitate a polenului s-a realizat cu 3-6 zile mai târziu, întrucât unele genotipuri manifestă fenomenul cunoscut în literatură cu denumirea „late break” [50].

Sintetizarea hibrizilor experimentali s-a efectuat în experiențe semănate cu 20-25 zile mai târziu (24–25 mai), în scopul eşalonării perioadei de polenizare, și în loturi de hibridare izolate în spațiu de floarea-soarelui în calitate de cultură de ecran. Aprecierea caracterelor ameliorative valoroase s-a efectuat în culturi comparative de orientare (parcelă de 10 mp, două repetări) și preconcurs (parcelă de 10 mp, trei repetări,) la densitatea de 60 mii plante/ha. Testările în culturi comparative de concurs au fost efectuate pe parcele de 10 mp în 6 repetări, la densități de 50, 60 și 70 mii plante/ha. Formele parentale ale hibrizilor din CCC se apreciază pe parcele de 10 mp în 3 repetări, la o densitate de 60 mii plante/ha, după caracterele agronomice valoroase și testul DUS. În localitățile ecologice din Republica Belarus, experiențele se organizează pe parcele cu suprafața de 10 mp în 3 repetări, cu densitatea de 80-90 mii plante/ha. În experiențele de testare, hibrizii cu perioadă de vegetație similară s-au aranjat în seturi (blocuri) a câte 39 de variante în CCO, 26 de variante în CCPC și 25 de variante în CCC, inclusiv 1-3 martori din grupa de maturitate respectivă.

Aranjarea variantelor în repetiții a fost randomizată doar în CCC, iar în CCO și CCPC a decurs în mod consecutiv. Semănatul experiențelor s-a efectuat în termene optime, având ca premărgător grâul de toamnă. S-a folosit o semănătoare specială, și o normă dublă de semințe în scopul asigurării unei repartizări uniforme a plantelor pe parcelă în urma răritului manual la faza de 7 frunze. Recoltarea mostrelor de pe parcele s-a efectuat manual, cu batozarea ulterioară a știuleților și aprecierea randamentului de boabe și a umidității boabelor (cu umidometre electronice). Menționăm că tehnologia de prelucrare a solului, administrarea fertilizanților, combaterea buruienilor prin erbicidare și procedee mecanice nu se deosebesc de recomandările privind cultivarea porumbului în Republica Moldova, elaborate de Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”.

Evaluările în culturi comparative se referă la următorii indici: ritmul de creștere a plantulelor, durata fenofazelor „răsărit–înflorit–mătăsit–maturizare”, frângerea tulpinii și căderea radiculară, atacul plantelor cu tăciune comun și prăfos, maladiile știuleților, talia plantei și inserția știuletelui, producția și umiditatea boabelor, uniformitatea plantelor și a știuleților, alte caractere și însușiri specifice. Testul DUS al formelor parentale și hibrizilor din CCC se efectuează după criteriile recomandate de ghidul UPOV [191].

Afinitatea genetică și gradul de rudenie a liniilor consangvinizate au fost apreciate în baza producției de boabe a încrucișărilor comparativ cu formele parentale ale acestora, prin calcularea indicilor de heterozis (H) și a diversității genetice (DG) după formulele: $H = [(F_1 - P_{med}) / P_{med}] * 100$ și $DG = 100 * (H_{exp} - P_{exp}) / (H_{max} - P_{exp})$, unde F_1 și H_{exp} – producția testîncrucișărilor, P_{med} – producția medie a formelor parentale, P_{exp} – producția medie a grupei de linii și H_{max} – producția hibrizilor performanți (martori) din modele heterotice respective [11, 20, 84, 85].

Experiențele referitoare la germinarea semințelor în condiții de câmp cu temperaturi suboptimale au fost semănate în 3 epoci: 1) 30.03.2011, 02.04.2012; 2) 11.04.2011, 12.04.2012; 3) 24.04.2011, 24.04.2012. Au fost utilizate semințe netratate din recolta anului precedent, testate în condiții de laborator (standardul GOST 12038-84), cu germinația mai mare de 95%. Materialul biologic a fost semănat manual, cu un număr egal de semințe germinative (50 boabe/parcelă), pe parcele cu suprafața de 1,5 mp în 3 repetiții. Zilnic au fost efectuate observații privind dinamica apariției plantulelor. Menționăm că, în unii ani, a fost apreciată în condiții de laborator cota semințelor germinate la temperaturi de 8-10°C și 10-12°C. Din materialul genetic în cultură ultratimpurie de semănat au fost testate linii consangvinizate, încrucișări înrudite și hibrizi destinați pentru cultivare în Republica Belarus.

Formele materne au fost evaluate după cota de boabe cu dimensiuni încadrate în fracțiile 1-4 (standardul GOST SM 233:2003), utilizate în procesul tehnologic de calibrare industrială a semințelor. Prin utilizarea completului de site, boabele se separă în loturi uniforme după mărime,

avându-se în vedere lăţimea, grosimea şi lungimea acestora. Astfel, seminţele se calibrează în categoriile mari (L), medii (M) şi mici (S), iar după forma bobului sunt divizate în late (F) şi rotunde (R). Cele mai solicitate se consideră fracţiile nr. 2 (MF) şi nr. 3 (MR), pe când fracţiile Nr. 1, cu boabe mari, şi Nr. 4, cu boabe mici, au o utilizare mai restrânsă în producere. Seminţele cu dimensiuni mai mici de fracţia nr. 4 şi mai mari de fracţia nr. 1 se consideră rebut.

Datele experimentale au fost prelucrate statistic prin analiza mono- şi bifactorială a varianţei, cu calcularea diferenţelor limite DL_{05} . Efectele capacităţii generale de combinare au fost determinate pe baza modelelor descrise în literatură [73], iar la calcularea coeficienţilor de variaţie (V) şi corelaţie (r) s-au folosit formulele propuse de B. A. Dospehov [63], cu aplicarea programelor MS Office Excel 2013 şi STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

Concluzii la capitolul 2

Cercetările efectuate în perioada anilor 2010–2016 au avut ca fundal natural condiţii climaterice considerate favorabile pentru cultura porumbului în anii 2010 şi 2011 şi extrem de nefavorabile în 2012, cu deficit de precipitaţii şi temperaturi ridicate ale aerului. Cadrul natural al anilor 2013 şi 2014 poate fi caracterizat ca fiind relativ prielnic pentru creşterea şi dezvoltarea porumbului, iar cel al anilor 2015 şi 2016 – mai puţin favorabil. Materialul biologic inclus în investigaţii sub formă de linii consangvinizate autohtone, încrucişări înrudite şi backcrossate, combinaţii hibride a cuprins diversitatea genetică a porumbului timpuriu cu performanţe ameliorative. Liniile identificate anterior în Laboratorul de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice încorporează germoplasma grupelor heterotice alternative Reid Iodent, BSSS-B37, Lancaster şi Euroflint. Experienţele au fost efectuate în conformitate cu metodologia tradiţională folosită în programele de ameliorare a porumbului. Evaluarea materialului de selecţie s-a realizat în bază principalelor caractere şi însuşiri agronomice valoroase, inclusiv a celor specifice formelor parentale: reacţia la androsterilitate citoplasmatică, toleranţa la temperaturi suboptimale, fracţionarea seminţelor. Datele experimentale au fost prelucrate statistic, calculându-se valorile limită pentru stabilirea semnificaţiei diferenţelor între genotipuri. La evaluarea gradului de rudenie au fost utilizate valorile heterozisului (H) şi ale diversităţii genetice (DG). Legăturile dintre anumiţi indici ameliorativi au fost stabilite în baza coeficientului de corelaţie, iar uniformitatea caracterelor – în baza coeficientului de variaţie.

3. APRECIEREA LINIILOR CONSANGVINIZATE ȘI A ÎNCRUCIȘĂRILOR ÎNRUDITE DUPĂ PRINCIPALII INDICI AMELIORATIVI

Acumularea unei baze informaționale referitoare la valoarea ameliorativă a materialului de selecție în condiții climaterice diversificate permite utilizarea mai eficientă a acestuia în procesul de creare a hibrizilor. Pe parcursul anilor 2010–2012, în culturi comparative de orientare a fost studiat un set de linii consangvinizate și încrucișări înrudite preconizate ca forme parentale ale hibrizilor simpli și simpli modificate. Evaluarea a urmărit ritmul inițial de creștere, perioada de la răsărit până la apariția stigmatelor, talia plantei și înălțimea de inserție a știuletelui, toleranța la atacul cu tăciune comun și prăfos, rezistența la frângerea tulpinii și căderea radiculară, producția și umiditatea boabelor la recoltare. Încrucișările înrudite în baza producției de boabe s-au diferențiat după gradul de rudenie, exprimat prin valorile indicilor de heterozis și a diversității genetice. În încrucișări sistemice de tip topcross s-a apreciat capacitatea de producție – efectele CGC. Dintre caracterele și însușirile specifice formelor materne au fost determinate reacția liniilor la androsterilitate citoplasmatică, capacitatea semințelor de a germina la temperaturi suboptimale și caracteristica boabelor după dimensiuni la fracționare.

3.1 Caracterele agronomice valoroase și afinitatea genetică

Pe parcursul anilor 2010 și 2011, cu condiții climaterice favorabile pentru creșterea și dezvoltarea porumbului, și al anului 2012, cu secetă atmosferică și de sol extrem de pronunțate, au fost testate 21 de linii consangvinizate, inclusiv 8 din grupa Reid Iodent, 5 cu germoplasmă BSSS-B37, 3 din grupa Lancaster timpuriu și 5 din convarietatea îndurată. Conform datelor experimentale redate în tabelul 3.5, valori mai mari de medie privind ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5-7 frunze au demonstrat liniile MKP 62, MKP 64, MKP 71 și MKP 56. Plantule relativ mai slabe s-au observat la liniile MKP 22, MKP 70, MKP 63, AN 618/95 și AN 4234/98. Celelalte genotipuri s-au caracterizat prin plantule apreciate vizual cu note apropiate de cele medii pe experiență. Durata fenofazei de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor, cu o medie de 59,9 zile, a variat în intervalul de 55,8 zile la AN 618/95 până la 62,8 zile la MKP 55. Valori superioare mediei cu mai mult de 1,5 zile au înregistrat MKP 61 – 61,5 zile, MKP 62 – 61,9 zile, MKP 63 – 62,4 zile, MKP 70 – 62,3 zile, MKP 711 – 61,5 zile, MKP 55 – 62,8 zile, MKP 56 – 61,8 zile și MKP 21/182 – 62,3 zile. La liniile MKP 52A, AN 422/07, AN 618/95 și MKP 19A perioada până la mătăsit a fost mai scurtă. Menționăm că la liniile AN 4234/98, AN 1112/07, MKP 60 și MKP 62 stigmatele apar cu 1,5-2,0 zile mai înainte de înflorirea paniculelor (emanarea polenului din antere). La liniile cu bob sticlos MKP 20, MKP21/182 și MKP 22 s-a observat un decalaj de 2-4 zile în ceea ce privește data înfloriturii inflorescențelor masculine și apariția stigmatelor la știulete.

Tabelul 3.5. Caracteristica liniilor consangvinizate după indicii ameliorativi
(media pentru 2010-2011)

Liniile	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătășit	Talial plantei, cm	Insertia a știuletelui, cm	Plante cu tăciune, %		Plante, %		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
					comun	prăfos	căzute	frânturi		
AN 41234/98	6,5	60,5	198,8	63,8	1,1	0,0	0,0	0,0	3,60	13,9
AN 1234/06	7,4	58,7	186,3	78,8	1,3	0,6	0,0	0,0	4,40	12,6
AN 1112/07	7,0	58,8	195,0	75,3	3,8	0,0	0,0	0,0	4,33	14,1
MKP 60	7,3	58,8	183,8	71,3	2,5	0,0	0,0	0,0	5,24	13,9
MKP 61	7,4	61,5	205,0	76,3	0,7	0,0	0,0	12,1	4,52	12,7
MKP 62	7,6	61,9	211,3	71,3	1,3	0,0	0,0	0,0	5,42	14,0
MKP 63	6,3	62,4	213,0	73,2	0,6	0,0	0,0	3,6	5,86	14,9
MKP 64	7,6	60,8	171,5	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,37	14,1
MKP 52A	7,3	58,2	187,3	71,5	2,6	0,0	0,0	2,9	3,99	14,0
MKP 70	6,1	62,3	187,5	53,8	0,5	0,0	0,0	0,9	4,26	15,0
MKP 71	7,8	60,3	185,7	61,7	0,8	0,0	0,0	0,0	4,80	13,9
MKP 711	7,1	61,5	182,3	58,8	0,5	0,0	0,0	0,0	4,81	13,9
AN 3550/03	7,3	59,5	169,5	65,2	4,7	0,0	0,0	0,4	5,18	14,0
AN 422/07	6,8	56,3	200,6	66,3	26,5	0,0	0,0	0,0	4,25	14,6
MKP 55	7,5	62,8	193,8	70,0	3,3	0,0	0,0	0,0	3,78	14,4
MKP 56	7,8	61,8	211,3	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,86	13,9
AN 618/95	6,5	55,8	158,8	58,8	1,8	0,3	0,5	3,4	2,52	13,6
MKP 19A	7,0	56,8	193,8	57,5	1,6	0,0	0,0	0,4	3,62	13,9
MKP 20	7,3	58,0	161,5	47,5	0,4	0,0	0,0	0,0	3,03	15,1
MKP 21/182	7,0	62,3	180,0	70,0	0,5	0,0	0,0	0,0	3,09	12,7
MKP 22	6,0	59,5	178,8	60,4	0,9	0,4	0,5	1,0	3,13	13,1
Media	7,1	59,9	187,8	66,8	2,7	0,1	0,1	1,2	4,37	13,9
DL05									0,42	0,84

Talia plantei a constituit, în medie, 187,8 cm, cu o variație de 158,8 cm la linia ultratimpurie AN 618/95 și de peste 200 cm la liniile viguroase MKP 61, MKP 62, MKP 63, AN 422/07 și MKP 56. Liniile AN 618/95, MKP 20, AN 3550/03 și MKP 64, cu talia mai joasă a plantelor, prezintă unele probleme în calitate de forme paterne, fiind semănate în loturile de hibridare cu forme maternelle mai viguroase. Înălțimea de atașare a știuletelui productiv a înregistrat valori cuprinse între 47,5 cm, la MKP 20, și 81,3 cm, la MKP 56, acceptabile pentru recoltarea mecanizată a știuleților.

Anul 2010, cu umiditate a solului mai înaltă de media multianuală, a favorizat dezvoltarea tăciunelui comun (*Ustilago Maydis*), cota de atac atingând 52,9% la linia AN 422/07, considerată ca etalon de sensibilitate la maladia respectivă. Predispuse la atacul cu tăciune comun s-au constatat a fi și liniile AN 4234/98, cu o medie de 1,1%, AN 1234/06, AN 1112/07, MKP 62 –

1,3%, MKP 52A – 2,6%, AN 3550/03 – 4,7%, MKP 55 – 3,3%, AN 618/95 – 1,8% și MKP 19A – 1,6% plante afectate. În anul respectiv nu au fost condiții favorabile pentru dezvoltarea tăciunelui prăfos și frângerea tulpinii. Căderea radiculară a plantelor s-a manifestat în anul 2010 mai ales la liniile MKP 61 și AN 618/95. Cele mai rezistente linii la boli, frângere și cădere a plantelor în anii de evaluare s-au dovedit a fi MKP 64, MKP 71, MKP 711, MKP 56, MKP 20 și MKP 21/182.

Recolta de boabe a înregistrat o medie de 4,38 t/ha, cu limitele între 2,51 t/ha (linia ultratimpurie AN 618/95) și 5,97 t/ha (linia semitimpurie MKP 63). Potențial înalt al producției de boabe au demonstrat liniile din grupa Reid Iodent MKP 60 – 5,24 t/ha, MKP 62 – 5,42 t/ha, MKP 63 – 5,86 t/ha și MKP 64 – 6,37 t/ha. Genotipurile din convarietatea îndurată au format, în medie pe 2 ani, producții de circa 3 t/ha boabe și, prin urmare, nu prezintă interes de utilizare în calitate de forme materne ale hibrizilor simpli. Mai puțin productive s-au dovedit a fi liniile AN 4234/98 și MKP 55 cu consistență sticloasă a endospermului. Datele experimentale atestă posibilitatea de utilizare a liniilor AN 1234/06, AN 1112/07, MKP 60, MKP 61, MKP 62, MKP 63 și MKP 64 ca forme materne ale hibrizilor simpli. Prin umiditate a boabelor mai joasă de medie s-au evidențiat liniile AN 1234/06 – 12,6%, MKP 61 – 12,7% și MKP 21/182 – 12,7% comparativ cu 15,1% la linia MKP 20, caracterizată prin pierderea foarte lentă a apei din boabe după maturizarea fiziologică.

Condițiile climaterice ale anului 2012 au influențat negativ creșterea și dezvoltarea porumbului, provocând apariția stigmatelor cu circa 1,6 zile mai devreme, reducerea taliei plantelor cu 17,4%, a inserției știuleților cu 11,7% (tabelul 3.6). Seceta a provocat dezvoltarea tăciunelui comun, înregistrându-se valori de 38,3% și 36,7% plante atacate la liniile surori MKP 71 și MKP 711 și de 44,2% la linia înrudită MKP 70. Rezultatele atestă faptul că germoplasma grupei BSSS-B37 este mai sensibilă la atacul de tăciune comun doar pe fundal natural stresant [32]. Prin urmare, liniile respective ar fi mai rezonabil de utilizat ca forme paterne în hibrizi. Sensibilitatea liniei AN 422/07 la maladia respectivă, atât în anul 2012 (25,7%), cât și în anii precedenți (26,5%), pune sub semnul întrebării perspectiva de includere a ei în hibrizi ca formă maternă. Menționăm că genitorul MKP 55, folosit în pedigreeul liniei respective, a manifestat de asemenea lipsă de toleranță, înregistrând valori de 14,2% plante bolnave.

Condițiile aride nu au diferențiat suficient de semnificativ genotipurile studiate după cota plantelor atacate cu tăciune prăfos, frânte și căzute de la rădăcină. Cel mai mult a fost afectată producția de boabe, care a avut o medie de 0,94 t/ha (cu circa 80% mai puțin față de media anilor precedenți) și a variat între 0,18 t/ha la linia MKP 70 și 1,52 t/ha la MKP 55. Recolte mai mari de media experienței au format liniile AN 1234/06 – 1,04 t/ha, AN 1112/07 – 1,22 t/ha, MKP 60 – 1,06 t/ha, MKP 62 – 1,18 t/ha, MKP 63 – 1,44 t/ha, MKP 52A – 1,50 t/ha, MKP 71 – 1,32 t/ha,

AN 422/07 – 1,03 t/ha, MKP 55 – 1,52 t/ha, MKP 56 – 1,08 t/ha și MKP 19A – 1,40 t/ha. Liniile consangvinizate au fost recoltate la umiditatea mai joasă de 14,0%, considerată ca nivel de evaporare a apei libere din boabe, atingând valori extreme de 8,2% la MKP 71 și 12,9% la MKP52A.

Tabelul 3.6. Influența condițiilor climaterice ale anului 2012 la caracterele agronomice ale liniilor consangvinizate

Liniile	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătășit	Talial plantei, cm	Inserți a știulelului, cm	Plante cu tăciune, %		Plante, %		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
					com un	prăfos	căzute	frânte		
AN 41234/98	7,0	59,0	157,5	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,51	12,4
AN 1234/06	8,0	58,8	165,0	60,4	0,0	0,0	0,0	0,8	1,04	10,2
AN 1112/07	7,0	58,0	135,0	49,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,22	10,0
MKP 60	8,0	56,5	162,5	59,5	3,3	0,0	0,8	0,0	1,06	11,0
MKP 61	7,5	57,5	172,4	72,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,46	9,3
MKP 62	8,5	60,0	167,7	69,5	0,0	0,0	0,8	0,0	1,18	8,5
MKP 63	7,0	63,0	162,4	57,8	16,7	0,0	0,0	0,0	1,44	9,3
MKP 64	8,2	61,8	145,2	57,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,87	10,2
MKP 52A	7,7	55,0	143,5	55,2	0,8	0,0	0,8	0,8	1,50	12,9
MKP 70	8,0	60,0	155,2	54,3	44,2	0,8	0,0	0,0	0,18	9,7
MKP 71	7,7	59,0	158,8	67,5	38,3	0,0	1,7	0,0	1,32	8,3
MKP 711	7,2	59,0	162,5	63,2	36,7	0,0	0,7	0,0	0,21	8,2
AN 3550/03	6,4	60,5	143,2	56,1	22,8	0,0	1,1	0,0	0,75	9,8
AN 422/07	6,0	56,0	151,7	58,2	25,7	0,0	0,7	0,0	1,03	9,5
MKP 55	7,0	59,0	167,6	62,4	14,2	0,0	0,0	0,0	1,52	9,0
MKP 56	8,0	59,0	165,7	72,1	0,0	0,0	0,8	0,0	1,08	8,7
AN 618/95	6,5	51,5	140,5	50,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,50	11,3
MKP 19A	7,5	54,3	172,6	52,5	0,0	0,0	2,5	0,0	1,40	12,0
MKP 20	7,0	56,3	137,5	40,6	0,0	0,0	0,0	0,8	0,79	8,6
MKP 21/182	7,0	61,5	152,6	61,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,73	9,3
MKP 22	5,8	58,5	142,4	59,0	2,9	0,9	1,7	0,0	0,48	9,3
Media	7,3	58,3	155,2	59,0	10,4	0,1	0,6	0,1	0,94	9,8
DL ₀₅									0,28	0,64

În culturi comparative de orientare pe parcursul anilor 2010–2012 au fost studiate 30 de încrucișări înrudite, inclusiv 16 cu germoplasmă Reid Iodent, 4 din grupa BSSS-B37, 3 cu genitori Lancaster timpuriu și 7 variante cu germoplasma grupei heterotice Euroflint. Conform datelor obținute, redate în tabelul 3.7, după ritmul de creștere a plantulelor s-au evidențiat combinațiile cu bob sticlos MKP 19A x AN 618/95 și MKP 19A x MKP 21/182. Încrucișările înrudite cu bob dentat au avut un ritm mediu de creștere a plantulelor în faza de 5-7 frunze și doar MKP 52A x MKP 71 a înregistrat cel mai înalt ritm inițial de creștere. Menționăm că la evaluarea acestui indice

agronomic, în calitate de martor, apreciat cu nota maximă 9, s-a utilizat hibridul omologat Porumbeni 176MRf, realizat cu forma paternă îndurată, ce transmite combinațiilor hibride vigoare evidentă a plantulelor.

Tabelul 3.7. Caracteristica încrucișărilor înrudite după indicii agronomici
(media pentru anii 2010 și 2011)

Pedigreul	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătăsit	Talia plantei, cm	Insertia știulete lui, cm	Plante cu tăciune, %		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
					comun	prăfos		
MKP 60, AN 4234/98	6,8	57,0	232,5	101,5	1,2	0,0	7,14	14,5
MKP 61, AN 4234/98	6,3	57,0	247,8	96,3	0,9	0,1	7,74	14,0
AN 4234/98, AN 1234/06	6,9	57,3	244,0	98,8	0,6	0,0	7,68	14,1
AN 4234/98, AN 1112/07	6,4	57,5	224,0	87,8	1,3	0,1	6,84	14,3
MKP60, AN 1234/06	6,4	57,9	214,0	96,5	1,8	0,0	6,99	13,3
MKP 61, AN 1234/06	6,7	57,5	230,0	92,5	1,7	0,2	6,09	13,7
MKP 60, AN 1112/07	6,8	58,0	211,5	85,0	4,0	0,4	6,05	14,5
MKP 61, AN 1112/07	6,0	58,5	232,5	90,0	0,5	0,0	5,07	14,2
MKP 60, MKP 61	6,3	57,5	226,5	92,5	0,6	0,0	6,37	13,9
AN 4234/98, MKP 62	6,3	57,0	236,5	95,3	0,4	0,0	7,74	14,5
AN 1234/06, MKP 62	7,1	57,0	235,0	96,3	0,0	0,0	8,23	14,5
AN 1112/07, MKP 62	6,4	59,3	222,5	92,5	0,1	0,0	7,73	14,4
MKP 60, MKP 62	6,9	57,8	227,5	96,3	0,5	0,1	7,86	14,3
MKP61, MKP 62	7,0	57,7	222,5	91,3	0,0	0,0	7,85	14,8
MKP63, MKP 62	6,9	60,8	224,0	94,0	0,0	0,0	8,68	14,9
MKP 64, MKP 62	7,0	59,7	215,0	88,8	0,0	0,0	8,21	15,0
MKP 52A, MKP 71	8,0	57,4	224,5	87,2	0,6	0,0	8,21	14,8
MKP 70, MKP 71	7,0	59,9	253,3	102,4	0,4	0,0	8,41	14,9
MKP 70, MKP 711	7,0	60,5	246,6	98,2	1,3	0,0	7,95	14,6
MKP 70, AN 3550/03	6,5	59,0	245,2	94,5	1,3	0,0	8,77	15,4
AN 422/07, MKP 55	6,8	57,5	242,5	102,5	18,4	0,0	6,85	14,9
MKP 55, MKP 56	6,5	58,8	256,3	102,5	3,8	0,0	8,98	16,4
MKP52A, MKP56	6,5	56,5	240,0	95,0	3,0	1,4	7,30	15,2
MKP 20, AN 618/95	7,5	53,8	208,8	83,8	0,2	0,0	6,44	15,5
MKP 20, MKP 19A	7,8	53,5	207,8	62,5	0,0	0,0	6,16	15,5
MKP 20, MKP 21/182	7,3	55,8	213,8	81,5	0,1	0,0	6,29	16,4
MKP 19A, AN 618/95	8,3	52,8	230,0	72,5	0,6	0,0	6,62	15,0
MKP 19A, MKP 21/182	8,5	56,0	236,3	92,8	0,0	0,0	7,23	15,0
MKP 19A, MKP 22	6,5	54,3	213,8	75,3	0,9	0,0	5,59	15,6
MKP21/182, MKP 22	5,8	56,8	244,0	100,3	0,8	0,0	7,33	15,9
Media	6,9	57,3	230,3	91,5	1,5	0,1	7,28	14,8
DL ₀₅							0,58	0,72

La aprecierea liniilor consangvinizate în ceea ce privește ritmul de creștere a plantulelor s-a folosit, ca etalon, MKP 62. Astfel, atât media liniilor, cât și media încrucișărilor înrudite prezintă devieri de la normă. Durata perioadei de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor

a constituit, în medie ,57,3 zile, variind între 52,8 zile (MKP 19A x AN 618/95) și 60,8 zile (MKP 63 x MKP 62). Aceste valori denotă manifestarea heterozisului la toate încrucișările înrudite comparativ cu liniile inițiale incluse în pedigreeul acestora. Încrucișările dintre liniile consangvinizate înrudite s-au caracterizat prin plante viguroase, comparativ cu formele parentale, media de 230,3 cm depășind cu 26,6% valorile acestui caracter la liniile consangvinizate. Cele mai înalte plante au fost atestate la combinațiile MKP 70 x MKP 71 – 253,3 cm și MKP 55 x MKP 56 – 256,3 cm, iar plante cu talie relativ joasă au fost înregistrate la încrucișările cu formele MKP 20 și AN 618/95, MKP 19A, MKP 21/182. Influența formei materne asupra valorilor indicelui respectiv s-a constatat la linia MKP 60 în încrucișări cu AN 1234/06, AN 1112/07 și la MKP 64 x MKP 62. Caracterul dat a fost transmis încrucișărilor de către formele parentale AN 4234/98, cu o medie de 237,1 cm la 4 mostre, MKP 70, cu o medie de 248,4 cm la 3 mostre, și liniile AN 422/07, MKP 55, MKP 56 din grupa heterotică Lancaster. Din cadrul mostrelor cu bob sticlos, plante viguroase au fost semnalate la încrucișarea MKP 21/182 x MKP 22 – 244,2 cm. Inserția știuletelui, care corelează strâns cu talia plantei, de asemenea a manifestat vigoare hibridă, depășind formele parentale cu 37%. Valori inferioare mediei pe experiență s-au constatat la combinațiile din convarietàea îndurată MKP 20 x MKP 19A – 62,5 cm, MKP 19a x AN 618/95 – 72,5 cm, MKP 19A x MKP 22 – 75,3 cm. Știuleți cu inserție înaltă au avut încrucișările MKP 60 x AN 4234/98 – 101,5 cm, MKP 70 x MKP 71 – 102,4 cm, AN 422/07 x MKP 55 și MKP 55 x MKP 56 – 102,5 cm, MKP 21/182 x MKP 22 – 100,3 cm. Cota plantelor atacate de tăciune comun a atins valori maxime de 18,4% la combinațiile AN 422/07 x MKP 55, iar la MKP 60 x AN 1234/06, MKP 61 x AN 1234/06, MKP 60 x AN 1112/07 și MKP 55 x MKP 56 gradul de atac a fost superior mediei cu 1,4%. Tăciunele prăfos practic nu a afectat știuleții și paniculele încrucișărilor înrudite și doar la MKP 52A x MKP 56 s-au înregistrat 1,4% plante bolnave. Genotipurile s-au diferențiat foarte puțin după rezistența la frângere a tulpinilor și căderea radiculară a plantelor.

Valoarea medie a producției de boabe în cele 30 de variante studiate, a constituit , 7,28 t/ha, cu 7,79 t/ha în anul 2010 și 6,77 t/ha în 2011. Cea mai înaltă recoltă de boabe a fost realizată de combinația MKP 55 x MKP 56, cu o medie bianuală de 8,98 t/ha, inclusiv 9,78 t/ha în 2010. Menționăm că aceste valori au fost cele mai apropiate de rezultatele înregistrate la martorul MKP 61 x MKP 70 (din modelul heterotic Reid Iodent x BSSS-B37), care a format, în medie pe 2 ani, 9,56 t/ha și 10,40 t/ha în 2010. Recolte relativ înalte de boabe au înregistrat combinațiile cu forma paternă MKP 62 și forma maternă MKP 70, în special MKP 63 x MKP 62 – 8,68 t/ha și MKP 70 x AN 3550/03 – 8,77 t/ha. Recolte de boabe inferioare mediei au realizat 14 variante, la 10 dintre care abaterile au fost statistic semnificative ($DL_{05}=0,58$ t/ha). Productivitate joasă au manifestat

combinațiile cu linii consangvinizate îndurată (5,59-7,33 t/ha) și MKP 60, MKP 61 în încrucișări cu AN 1234/06, AN 1112/07 (5,07-6,99 t/ha). Un nivel scăzut al producției s-a înregistrat și la combinația cu consistența sticloasă a boabelor AN 422/07 x MKP 55 – 6,85 t/ha boabe. Cu o medie de 5,59 t/ha, inclusiv 5,90 t/ha în 2010 și 5,28 t/ha în 2011, combinația MKP 19A x MKP 22 a fost inferioară liniilor MKP 63 și MKP 64 după potențialul de producție. În ceea ce privește valoarea umidității boabelor la recoltare, abateri de la media de 14,8% și $DL_{05}=0,72\%$ au asigurat combinațiile MKP 61 x AN4234/98, AN 4234/98 x AN 1234/06, MKP 60 x AN 1234/06, MKP 61 x AN 1234/06 și MKP 60 x MKP 61, caracterizate prin pierderea rapidă a apei după maturizarea fiziologică. Încrucișările din convarietàea îndurată au demonstrat, la recoltare, o medie de 15,6% umiditate a boabelor, comparativ cu 14,3% la 16 combinații din grupa de germoplasmă Reid Iodent. În baza rezultatelor privind producția și umiditatea boabelor se poate afirma că încrucișările între liniile consangvinizate din grupa Reid Iodent ca forme maternelle sunt superioare celor din grupa Euroflint.

Condițiile climaterice ale anului 2012 au afectat valorile cantitative ale indicilor agronomici, cu excepția cotei plantelor atacate cu tăciune prăfos, frânțe și căzute, ceea ce nu a permis diferențierea obiectivă a variantelor studiate. Temperaturile înalte ale aerului au accelerat ritmul de creștere a plantulelor cu o medie de 7,3 unități și a diminuat durata fenofazei „răsărit–apariția stigmatelor” cu 1,4 zile (tabelul 3.8) comparativ cu anii favorabili. Cote mai semnificative ale plantelor atacate cu tăciune comun au fost semnalate la combinațiile MKP 52A x MKP 71 – 15,8%, MKP 70 x MKP71 – 12,5%, MKP 70 x AN 3550/03 – 14,2%, AN 422/07 x MKP 55 – 22,5% și MKP 52A x MKP 56 – 15,8%. Factorii abiotici stresanți au redus esențial creșterea vegetativă a plantelor, talia și inserția știuletelui înregistrând valori mai scăzute. Producția de boabe a variat de la 1,01 t/ha (MKP 19A x AN 618/95) până la 3,60 t/ha (MKP 60 x AN 4234/98), cu o medie de 2,12 t/ha și $DL_{05}=0,38$ t/ha. Relativ mai productive s-au dovedit a fi combinațiile realizate cu linia consangvinizată AN 4234/98, care, în medie pe 5 variante, a format 3,14 t/ha boabe, și MKP 55 x MKP 56, cu 3,37 t/ha boabe. Merită atenție încrucișarea MKP 19A x MKP 22, la care talia plantei s-a redus cu 7,6%, inserția știuletelui cu 3,7% și producția de boabe cu 43,8% comparativ cu valorile înregistrate în anii favorabili 2010 și 2011. Temperaturile excesiv de înalte ale aerului au cauzat evaporarea totală a apei libere din boabe, recoltarea realizându-se la umiditatea de 7,0 – 13,5%, cu o medie de 10,9% la $DL_{05}=0,56\%$. Valori minimale se observă la combinațiile realizate cu formele parentale MKP 60, MKP 61, AN 1234/06 și AN 1112/07, caracterizate, în anii favorabili, prin capacitatea de cedare rapidă a apei după apariția stratului negru la baza boabelor, care marchează maturizarea fiziologică.

Tabelul 3.8. Influența condițiilor climaterice ale anului 2012 asupra caracterelor agronomice ale încrucișărilor înrudite

Pedigreul	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătăsît	Talía plantei, cm	Inserția știuletelui, cm	Plante cu tăciune, %		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
					co-mun	pră-fos		
MKP 60, AN 4234/98	7,0	55,0	185,0	80,0	0,8	0,4	3,60	12,4
MKP 61, AN 4234/98	6,5	55,0	182,5	80,0	0,0	0,0	2,90	12,2
AN 4234/98, AN 1234/06	7,0	54,0	185,0	77,5	0,0	0,0	3,46	11,3
AN 4234/98, AN 1112/07	7,7	57,5	175,0	85,0	0,0	0,0	2,58	11,6
MKP60, AN 1234/06	7,0	57,0	145,0	62,5	1,7	0,0	1,77	9,0
MKP 61, AN 1234/06	7,0	58,0	172,5	77,5	0,8	0,0	1,14	9,6
MKP 60, AN 1112/07	6,7	59,0	150,0	70,0	4,8	0,0	1,26	9,0
MKP 61, AN 1112/07	7,7	57,5	165,0	80,0	0,0	0,0	1,31	9,9
MKP60, MKP61	8,0	57,0	162,5	65,0	1,7	0,0	1,39	8,2
AN 4234/98, MKP 62	6,5	59,3	162,5	77,5	1,2	0,0	3,14	12,2
AN 1234/06, MKP 62	8,5	57,0	170,0	75,0	0,8	0,0	1,58	9,3
AN 1112/07, MKP 62	8,5	57,0	170,0	72,5	0,8	0,0	1,64	9,3
MKP 60, MKP 62	7,5	57,0	165,0	77,5	4,2	0,0	1,22	7,0
MKP61, MKP62	8,0	58,0	185,0	82,5	1,7	0,0	1,59	10,8
MKP63, MKP62	8,0	59,0	167,5	80,0	1,7	0,0	1,79	11,3
MKP 64, MKP 62	8,0	57,0	177,5	82,5	2,5	0,0	2,15	9,6
MKP 52A, MKP 71	7,0	56,0	170,0	77,5	15,8	0,0	2,54	13,1
MKP 70, MKP 71	6,6	58,5	177,5	65,0	12,5	0,0	1,72	12,2
MKP 70, MKP 711	6,7	59,0	170,0	72,5	0,8	0,0	1,17	11,6
MKP 70, AN 3550/03	7,2	59,0	177,5	77,5	14,2	0,0	2,75	11,3
AN 422/07, MKP 55	6,0	56,0	180,0	65,0	22,5	0,0	2,01	13,5
MKP55, MKP 56	8,0	54,5	185,0	85,0	1,7	0,0	3,37	13,4
MKP52A, MKP 56	8,0	54,5	160,0	77,5	15,8	0,0	2,97	11,6
MKP 20, AN 618/95	7,5	50,5	152,5	47,5	0,0	0,0	1,79	9,3
MKP 20, MKP 19A	8,0	49,5	172,5	57,5	0,0	0,0	2,87	12,6
MKP 20, MKP 21/182	7,0	52,0	177,5	72,5	0,8	0,0	2,30	12,4
MKP 19A, AN 618/95	8,0	50,0	167,5	50,0	0,0	0,0	1,01	9,4
MKP 19A, MKP 21/182	7,0	54,0	185,0	77,5	0,0	0,0	2,02	11,6
MKP 19A, MKP 22	7,0	53,0	197,5	72,5	1,7	0,0	3,14	12,8
MKP 21/182, MKP 22	6,7	57,0	182,5	77,5	1,7	0,0	1,53	9,9
Media	7,3	55,9	172,5	73,3	3,7	0,0	2,12	10,9
DL ₀₅							0,38	0,56

În baza producției de boabe realizată la liniile consangvinizate și încrucișările înrudite a fost calculat gradul de rudenie genetică, exprimat prin intermediul indicelui de heterozis (H) și al indicelui diversității genetice (DG). Menționăm că la evaluarea indicelui DG pentru combinațiile cu bob dentat s-au folosit valorile constante ale producției maxime de boabe (Hmax), obținută la hibridul simplu MKP 61 x MKP 70, care a constituit 10,40 t/ha în 2010 și 8,72 t/ha în 2011. Pentru combinațiile cu bob sticlos, drept martor (Hmax) a servit hibridul MKP 61 x MKP 19A, cu

producții de 9,08 t/ha în 2010 și 7,75 t/ha boabe în anul 2011. Constanta Pexp, care reprezintă producția medie a liniilor, a constituit în anii de experimentare 5,20 t/ha și 4,49 t/ha pentru grupa Reid Iodent, 4,98 t/ha și 4,07 t/ha pentru grupa BSSS-B37, 3,97 t/ha și 4,18 t/ha pentru Lancaster, 3,47 t/ha și 2,95 t/ha pentru grupa liniilor din convarietàea îndurată. Valorile menționate reflectă potențialul de producție al grupelor de germoplasmă, media pe doi ani alcătuind 4,85 t/ha la setul de linii Reid Iodent, 4,53 t/ha la cele din grupa BSSS-B37 [32], 4,08 t/ha la liniile Lancaster și 3,21 t/ha la liniile grupei heterotice Euroflint. Prin urmare, în condițiile Republicii Moldova, liniile cu germoplasma grupei Reid Iodent pot fi utilizate eficient ca forme materne ale hibrizilor simpli de porumb [9, 31]. Liniile grupei Lancaster se disting prin valori apropiate ale producției de boabe, indiferent de cadrul natural al anilor experimentali.

Datele prezentate în tabelul 3.9 arată că combinațiile realizate cu liniile MKP 60, MKP 61, ca forme materne, și AN 1234/06, AN 1112/07, ca forme paterne, au manifestat cele mai joase valori ale nivelului de heterozis calculat prin ambele formule. Combinațiile MKP 61 x AN 1112/07 a manifestat 13,6% de afinitate genetică a liniilor respective în baza indicelui H, 18,3% în baza indicelui DG, ambele genotipuri considerând-se ca fiind similare. Menționăm că indicele DG diferențiază genotipurile în 4 categorii de rudenie: 1) similare – cu valori mai mici de 30%; 2) rudenie medie – 31-70%; 3) genetic îndepărtate – 71-95% și 4) genetic distincte – cu valori mai mari de 96% [85, 86]. Pentru indicele H literatura de specialitate atestă doar pragul minim de 25%, care arată similaritatea genetică a liniilor și corespunde cotei inverse de 75% a genitorului recurent în încrucișări backcrossate $(A \times B) \times A$, ca material inițial [122, 173]. În conformitate cu valorile indicelui H, prima categorie include două combinații, iar a patra categorie, cu nivelul heterozisului de peste 100%, cuprinde 3 mostre cu bob sticlos și MKP 55 x MKP 56 [30].

După valorile indicelui DG, repartizarea materialului biologic arată astfel: 3 combinații în prima categorie, 18 în grupa de rudenie medie și 9 încrucișări în categoria de rudenie mai îndepărtată. Această clasificare este mai obiectivă și corespunde mai mult caracteristicilor genealogice ale liniilor consangvinizate. Cercetările efectuate în comun cu doctorul în științe agricole S. Bruma au relevat că indicele H a variat semnificativ în anii 2009–2011, comparativ cu indicele DG [11, 42, 79]. Coeficientul de variație (V) a constituit 35,5% în cazul primului indice și 17,7% în cazul indicelui diversității genetice. Datele prezentate în tabelul 3.9 arată că, la indicele H, diferențe mai mari de 10% între valorile din 2010 și 2011 se observă la 23 de combinații, ceea ce constituie 76,7% din numărul total de mostre studiate. La indicele DG diferențe mai mari de 10% se observă doar la 9 combinații, fapt care confirmă o stabilitate relativ mai înaltă a acestuia în condițiile climaterice diferite ale anilor de experimentare.

Tabelul 3.9. Afinitatea genetică a formelor parentale incluse în încrucișări înrudite

Încrucișările înrudite	Indicele H, %			Indicele DG, %		
	2010	2011	Media	2010	2011	Media
MKP 60, AN 4234/98	53,7	70,6	62,1	51,2	57,9	54,5
MKP 61, AN 4234/98	93,7	86,6	90,2	60,4	62,4	61,4
AN 4234/98, AN 1234/06	77,4	111,2	94,3	55,8	65,2	60,5
AN 4234/98, AN 1112/07	77,1	66,0	71,6	59,0	51,7	55,4
MKP60, AN 1234/06	36,7	55,7	46,2	41,2	50,8	46,0
MKP 61, AN 1234/06	38,4	34,2	36,3	30,4	21,3	25,8
MKP 60, AN 1112/07	32,2	18,8	25,5	39,2	18,7	29,0
MKP 61, AN 1112/07	21,3	5,9	13,6	16,7	19,9	18,3
MKP 60, MKP 61	33,7	27,0	30,3	31,3	33,6	32,5
AN 4234/98, MKP 62	64,3	79,8	72,0	52,9	71,6	62,3
AN 1234/06, MKP 62	46,3	94,5	70,4	52,9	95,2	74,1
AN 1112/07, MKP 62	51,8	67,7	59,7	61,7	60,5	61,1
MKP 60, MKP 62	43,3	52,1	47,7	55,6	54,2	54,9
MKP 61, MKP 62	49,6	67,0	58,3	48,8	82,0	65,4
MKP 63, MKP 62	49,1	59,0	54,1	68,1	97,6	82,9
MKP 64, MKP 62	52,9	25,8	39,4	72,5	69,9	71,2
MKP 52A, MKP71	94,2	97,7	95,9	69,0	78,1	73,5
MKP 70, MKP 71	90,5	80,2	85,4	74,9	79,8	77,3
MKP 70, MKP 711	76,0	97,1	86,6	73,4	96,8	85,1
MKP 70, AN 3550/03	75,0	75,3	75,2	72,1	63,0	67,6
AN 422/07, MKP 55	84,9	57,0	71,0	50,5	50,4	50,5
MKP 55, MKP 56	100,4	117,6	109,0	90,4	88,1	89,2
MKP 52A, MKP 56	58,8	89,4	74,1	50,9	70,0	60,4
MKP 20, AN 618/95	133,2	131,3	132,3	58,3	66,3	62,3
MKP 20, MKP 19A	104,7	67,5	86,1	54,7	59,0	56,8
MKP 20, MKP 21/182	121,2	88,4	104,8	66,7	50,4	58,5
MKP 19A, AN 618/95	145,8	88,1	117,0	67,2	63,5	65,4
MKP 19A, MKP 21/182	135,3	96,2	115,7	77,2	77,1	77,1
MKP 19A, MKP 22	81,5	50,9	66,2	43,3	48,5	45,9
MKP 21/182, MKP 22	144,6	125,9	135,3	82,7	75,0	78,9
Media	75,6	72,8	74,2	57,6	62,6	60,1

Prin urmare, diferențierea încrucișărilor înrudite în baza nivelului de heterozis este mai puțin obiectivă din cauza variației pronunțate a datelor experimentale. Indicele DG are valori relativ mai slab afectate de interacțiunea genotipurilor cume diul și permite o diferențiere suficient de corelată cu rudenția genealogică a liniilor consangvinizate. Gradul de rudenie medie (30-60%) a formelor maternelor modificate $A \times A_1$ permite selectarea cu o probabilitate mai înaltă a mostrelor înzestrate cu caractere și însușiri agronomice asemănătoare, care manifestă performanțe ameliorative în combinații hibride [86].

3.2 Capacitatea de combinare după producție și umiditatea boabelor

Evaluarea capacității de producție a materialului biologic în combinații hibride prezintă o procedură mai dificilă comparativ cu aprecierile acestuia *per se*. Diferențierea în baza efectelor CGC poate fi efectuată prin testarea hibrizilor realizați în încrucișări sistemice de tip topcross sau dialel cu testerii din grupele heterotice alternative. În anii 2010 și 2011, în cadrul culturilor comparative de orientare au fost studiați 96 de hibrizi, inclusiv 32 simpli și 64 simpli modificați, sintetizați cu participarea a 8 linii consangvinizate și 16 încrucișări înrudite cu germoplasma Reid Iodent [29, 30]. În calitate de forme paterne (testerii) au fost utilizate liniile MKP 19A, MKP 21/182, MKP 22 din grupa alternativă Euroflint și MKP 70, creată cu germoplasma BSSS-B37 și Lancaster-Oh43.

Tabelul 3.10. Capacitatea generală de combinare a formelor materne Reid Iodent (Pașcani, 2010)

Formele materne	MKP 19A		MKP 21/182		MKP 22		MKP 70		Efectele CGC	
	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %
4234/98	9,34	16,8	9,01	17,8	8,84	17,0	9,78	16,6	-0,17	0,04
1234/06	8,99	16,5	9,48	18,0	9,06	16,3	10,10	17,0	-0,01	-0,06
1112/07	9,25	16,3	8,86	16,9	9,03	16,6	10,05	16,8	-0,12	-0,36
MKP 60	9,63	17,0	8,94	17,3	8,99	17,0	9,97	17,2	-0,03	0,12
MKP 61	9,74	15,9	9,26	16,2	9,67	16,1	10,60	16,4	0,40	-0,86
MKP 62	9,82	17,2	9,31	18,3	9,39	17,4	10,24	17,4	0,28	0,57
MKP 63	9,91	17,1	9,52	17,9	9,83	17,0	10,97	17,5	0,64	0,37
MKP 64	9,86	17,0	9,36	18,6	9,27	17,6	10,76	17,9	0,40	0,77
4234/98 x 1234/06	9,24	16,0	9,04	17,0	8,65	16,9	9,57	16,6	-0,29	-0,38
4234/98 x 1112/07	9,31	16,6	9,14	17,3	8,93	16,5	9,68	16,2	-0,15	-0,36
MKP 60 x 4234/98	9,14	16,3	8,90	17,7	8,77	17,0	9,74	17,1	-0,28	0,02
MKP 61 x 4234/98	9,45	15,9	9,21	17,2	9,15	16,2	9,83	16,8	0,00	-0,48
4234/98 x MKP 62	9,02	16,8	9,03	17,8	9,32	16,8	9,69	17,6	-0,15	0,24
MKP 60 x 1234/06	9,06	16,3	9,22	17,0	8,73	16,0	9,83	16,9	-0,20	-0,46
MKP 60 x 1112/07	9,24	15,9	9,13	17,5	9,03	16,3	10,00	17,0	-0,06	-0,33
MKP 60 x MKP 61	9,58	15,7	9,18	17,8	9,36	16,7	10,32	16,2	0,20	-0,41
MKP 60 x MKP 62	9,20	16,7	8,87	17,3	9,00	16,8	9,68	17,0	-0,23	-0,06
MKP 61 x 1234/06	9,46	16,6	9,04	16,8	9,26	16,1	9,73	16,6	-0,04	-0,48
MKP 61 x 1112/07	9,38	16,0	9,12	16,4	9,10	16,5	9,86	16,0	-0,05	-0,78
MKP 61 x MKP 62	9,37	16,8	9,18	17,5	9,27	16,9	9,97	16,5	0,03	-0,08
1234/06 x MKP 62	9,49	16,3	9,01	17,9	9,40	16,9	10,04	17,2	0,07	0,07
1112/07 x MKP 62	9,04	16,7	8,98	18,0	8,75	17,3	9,29	17,6	-0,40	0,39
MKP 63 x MKP 62	9,39	17,0	9,28	18,8	9,58	17,6	10,46	18,5	0,26	0,97
MKP 64 x MKP 62	9,30	17,9	9,13	18,7	9,02	18,5	9,77	19,1	-0,11	1,54
Media	9,38	16,6	9,13	17,6	9,14	16,8	10,00	17,1		
DL ₀₅									0,18	0,36

După cum arată datele experimentale redată în tabelul 3.10, combinațiile hibride au realizat, în

medie pe schema de topcross, producții de 9,41 t/ha, cu 17,0% umiditate a boabelor. În cadrul testerilor cu capacitate generală și specifică de combinare s-a remarcat linia MKP 70, cu o medie de 10,3 t/ha boabe la 8 hibrizi simpli și 9,84 t/ha la 16 hibrizi simpli modificați. Liniile MKP 21/182 și MKP 22 au realizat producții de boabe foarte apropiate după valorile medii, iar diferențe s-au stabilit după umiditatea boabelor, care a fost mai înaltă (17,6%) la MKP 21/182.

Tabelul 3.11. Producția și umiditatea boabelor la formele maternel Reid Iodent în încrucișări de testare (Pașcani, 2011)

Formele maternel	MKP 19A		MKP 21/182		MKP 22		MKP 70		Efectele CGC	
	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %
4234/98	7,91	15,1	7,63	15,1	7,70	15,2	8,32	14,4	-0,15	0,13
1234/06	8,18	15,3	7,78	14,0	7,83	14,4	8,21	12,6	-0,04	-0,74
1112/07	7,56	14,8	7,52	13,8	7,78	14,0	7,99	13,3	-0,32	-0,84
MKP 60	7,97	14,5	7,87	14,3	8,02	14,3	8,22	13,8	-0,02	-0,59
MKP 61	8,69	14,8	8,15	13,2	8,41	13,8	8,71	13,6	0,45	-0,97
MKP 62	8,37	15,8	7,98	15,0	8,10	15,3	8,35	14,1	0,16	0,23
MKP 63	8,72	15,2	8,37	14,6	8,56	15,0	9,05	14,8	0,64	0,08
MKP 64	8,34	16,8	8,10	15,8	8,39	16,1	8,86	15,6	0,39	1,26
4234/98 x 1234/06	7,65	15,5	7,53	13,6	7,14	14,4	7,82	13,9	-0,50	-0,47
4234/98 x 1112/07	8,13	14,8	7,56	14,8	7,35	14,8	8,70	13,8	-0,10	-0,27
MKP 60 x 4234/98	8,09	15,2	7,60	15,2	7,44	15,1	7,95	14,2	-0,27	0,11
MKP 61 x 4234/98	8,23	15,3	7,64	14,2	7,85	14,2	8,05	13,5	-0,09	-0,52
4234/98 x MKP 62	7,84	16,9	7,76	15,6	7,99	15,2	8,23	15,8	-0,08	1,06
MKP 60 x 1234/06	7,73	14,4	7,49	13,6	7,82	14,1	8,09	14,3	-0,25	-0,72
MKP 60 x 1112/07	7,91	15,0	7,63	14,4	8,13	13,8	8,20	14,9	-0,07	-0,29
MKP 60 x MKP 61	7,92	14,9	7,55	13,4	7,89	13,6	8,34	13,2	-0,11	-1,04
MKP 60 x MKP 62	7,85	16,5	7,83	15,4	7,34	15,9	8,19	14,0	-0,23	0,63
MKP 61 x 1234/06	8,18	14,9	7,85	14,2	7,77	14,3	8,10	13,4	-0,06	-0,62
MKP 61 x 1112/07	7,71	15,6	7,70	15,4	7,82	15,0	8,48	14,2	-0,11	0,23
MKP 61 x MKP 62	8,58	16,0	8,12	14,8	8,23	14,5	8,40	14,0	0,30	0,01
1234/06 x MKP 62	7,99	16,4	7,94	15,1	7,88	15,1	8,09	14,9	-0,06	0,56
1112/07 x MKP 62	8,66	16,2	7,83	14,7	8,16	13,6	8,24	14,5	0,19	-0,07
MKP 63 x MKP 62	8,28	15,9	8,22	15,7	8,09	16,0	8,57	15,2	0,25	0,88
MKP 64 x MKP 62	8,04	16,9	8,10	16,6	7,95	16,9	8,38	16,6	0,08	1,93
Media	8,11	15,5	7,82	14,7	7,90	14,8	8,31	14,3		
DL ₀₅									0,19	0,39

Testerul cu bob sticlos MKP 19A a asigurat o producție medie de 9,38 t/ha, cu umiditatea boabelor de 16,6%, fiind cu 3,0 % superior liniei MKP 21/182 după indicele de selecție (producția de boabe x conținutul de substanță uscată). Dintre formele maternel, cele mai înalte producții de boabe cu testerii din grupa de germoplasmă Euroflint a realizat MKP 63 – 9,91 t/ha cu MKP 19A, 9,83 t/ha cu MKP 22 și 9,52 t/ha cu MKP 21/182. Intervalul de variație a producțiilor minime și maxime

realizate cu testeri indurata are valori discriminatorii mai mari în cadrul liniilor consangvinizate, cu diferențe de 1,07 t/ha față de 0,93 t/ha la încrucișările înrudite. Valorile minime și maxime ale producției de boabe la combinațiile hibride realizate cu testerul MKP 70 semnalează diferențe de 1,19 t/ha la hibrizii simpli și de 1,03 t/ha la hibrizii simpli modificați. Valori pozitive ale efectelor CGC statistic semnificative (DL_{05} aconstituind 0,18 t/ha după producția de boabe), au fost înregistrate la liniile MKP 61 (0,40 t/ha), MKP 62 (0,28 t/ha), MKP 63 (0,64 t/ha), MKP 64 (0,40 t/ha) și la încrucișările cu MKP 60 x MKP 61 (0,20 t/ha) și cu MKP 63 x MKP 62 (0,26 t/ha). Efecte ale CGC calculate în baza umidității boabelor, cu DL_{05} de 0,36%, au fost semnalate la AN 1112/07, MKP 61, AN 4234/98 x MKP 61, MKP 60 x AN 1234/06, MKP 60 x MKP 61, MKP 61 x AN 1234/06 și MKP 61 x AN 1112/07.

Experiențele repetate în cadrul testîncrucișărilor cu forme maternel Reid Iodent și testeri din grupele Euroflint și BSSS-B37 au condus, în anul 2011, la o producție medie de 8,04 t/ha, realizată pe 96 de variante, cu 14,8% umiditate a boabelor la recoltare. Condițiile climaterice au diferențiat testerii în intervalul producțiilor medii de 8,31 t/ha la MKP 70 și 7,82 t/ha la MKP 21/182. Hibrizii simpli creați cu forme paterne indurata au avut o producție medie de 8,08 t/ha, variind între 7,52 t/ha la AN 1112/07 x MKP 21/182 și 8,72 t/ha la MKP 63 x MKP 19A. În cadrul hibrizilor simpli modificați, valorile minime au constituit 7,14 t/ha (AN 4234/98 x AN 1234/06), iar cele maxime au fost realizate de (MKP 60 x MKP 61) x MKP 19A – 8,59 t/ha și de (MKP 61 x MKP 62) x MKP 19A – 8,66 t/ha boabe. Hibrizii realizați cu forma paternă MKP 70 au format recolte în intervalul 7,82 t/ha la AN 4234/98 x AN 1234/06 și 9,05 t/ha cu MKP 63. Diferențele după producția de boabe formată de liniile consangvinizate și încrucișările înrudite în testîncrucișări au constituit 0,17 t/ha cu testerul MKP 19A, 0,16 t/ha cu MKP 21/182, 0,30 t/ha cu MKP 22 și 0,22 t/ha cu testerul MKP 70. Aceste rezultate atestă potențialul de producție relativ mai mare al hibrizilor simpli cu formele paterne MKP 22 și MKP 70, comparativ cu variantele modificate în baza încrucișărilor înrudite. În ceea ce privește umiditatea boabelor la recoltare, testerii MKP 21/182 și MKP 22 au înregistrat valori la nivelul schemei de topcross, MKP 19A (având media 15,5%) a asigurat o recoltă de boabe cu conținut mai înalt de umiditate, iar MKP 70 (având media 14,3%) a transmis hibrizilor conținut ridicat de substanță uscată. Cu valori pozitive ale efectelor CGC asupra producției de boabe, semnificativ mai mare de $DL_{05}=0,19$ t/ha, s-au evidențiat liniile MKP 63 – 0,64 t/ha, MKP 61 – 0,45 t/ha și MKP 64 – 0,39 t/ha. Dintreîncrucișările înrudite s-au remarcat MKP 60 x MKP 61, cu 0,30 t/ha, MKP 63 x MKP 62, cu 0,25 t/ha, și MKP 61 x MKP 62, cu 0,19 t/ha. Valori scăzute ale umidității în boabe, statistic semnificative ($DL_{05}=0,39\%$), au înregistrat 5 încrucișări înrudite: AN 4234/98 x AN 1234/06, AN

4234/98 x MKP 61, AN 1234/06 x AN 1112/07, AN 1234/06 x MKP 61, AN 1112/07 x MKP 61 și 4 linii consangvinizate – AN 1234/06, AN 1112/07, MKP 60, MKP 61.

În anul 2011, în localitatea Crinicinâi (regiunea Gomel, R. Belarus), au fost experimentate testîncrucișările realizate cu 24 de forme maternel Reid Iodent și doi testeri din grupa heterotică Euroflint. Hibrizii au fost evaluați după producția de masă verde, substanță uscată și boabe. Rezultatele expuse în tabelul 3.12 arată că cei 48 de hibridi testați au format producții de 38,21 t/ha masă verde, 16,83 t/ha masă uscată și 9,72 t/ha boabe. Masa vegetală cu destinație pentru însilozare a variat în intervalul 25,32 t/ha – (MKP 60 x AN 1234/06) x MKP 19A, și 46,61 t/ha – MKP 62 x MKP 22.

Tabelul 3.12. Capacitatea de producție la boabe și siloz a formelor maternel Reid Iodent (Crinicinâi, 2011)

Forma maternă	Producția de masă verde, q/ha			Producția de masă uscată, q/ha			Producția de boabe, q/ha		
	MKP 19A	MKP 22	efectele CGC	MKP 19A	MKP 22	efectele CGC	MKP 19A	MKP 22	efectele CGC
4234/98	34,43	39,80	-1,09	16,25	17,13	-0,14	9,57	9,82	-0,03
1234/06	38,92	46,16	4,33	18,27	18,85	1,73	9,78	10,07	0,20
1112/07	31,26	41,25	-1,95	17,03	17,52	0,44	9,39	9,40	-0,33
MKP 60	27,46	38,57	-5,19	13,21	17,38	-1,54	9,26	9,68	-0,25
MKP 61	39,41	45,20	4,10	17,83	19,10	1,63	10,37	10,70	0,81
MKP 62	40,20	46,61	5,20	17,34	18,50	1,09	9,87	10,15	0,29
MKP 63	41,15	47,19	5,96	18,57	19,48	2,19	10,56	10,81	0,96
MKP 64	34,78	40,07	-0,78	16,88	18,01	0,61	9,65	10,00	0,10
4234/98 x 1234/06	37,05	38,08	-0,64	16,19	16,63	-0,42	9,31	9,92	-0,11
4234/98 x 1112/07	37,38	39,90	0,43	16,13	16,89	-0,32	9,31	9,67	-0,23
4234/98 x MKP 60	31,39	41,46	-1,78	14,17	16,64	-1,43	8,52	9,43	-0,75
4234/98 x MKP 61	38,20	37,28	-0,47	16,90	16,12	-0,32	9,88	9,49	-0,04
4234/98 x MKP 62	37,27	38,12	-0,51	16,42	15,76	-0,74	9,93	8,94	-0,29
MKP 60 x 1234/06	25,32	37,30	-6,90	12,35	15,78	-2,77	7,96	9,13	-1,18
MKP 60 x 1112/07	30,27	39,87	-3,14	16,88	17,56	0,39	8,97	9,53	-0,47
MKP 60 x MKP 61	31,74	44,45	-0,11	16,26	18,60	0,60	10,15	10,53	0,62
MKP 61 x 1112/07	34,01	41,88	-0,26	17,13	18,55	1,01	9,15	9,87	-0,21
MKP 61 x 1234/06	38,23	44,05	2,93	17,56	18,77	1,33	10,21	10,43	0,60
1234/06 x MKP 62	36,15	38,68	-0,79	16,17	17,05	-0,22	9,86	10,14	0,28
1112/07 x MKP 62	34,67	37,96	-1,89	16,20	16,07	-0,70	9,56	9,39	-0,25
MKP 60 x MKP 62	29,59	40,34	-3,24	13,46	17,19	-1,51	8,64	9,93	-0,44
MKP 61 x MKP 62	32,68	41,81	-0,96	15,31	17,17	-0,59	9,92	9,99	0,23
MKP 63 x MKP 62	40,05	45,24	4,44	18,02	17,16	0,76	9,98	10,05	0,29
MKP 64 x MKP 62	39,22	41,85	2,33	15,37	16,05	-1,12	9,88	9,92	0,18
DL ₀₅	3,22	3,51	1,56	1,76	1,68	0,86	0,86	0,98	0,28

Linia MKP 2,2 ca formă paternă, s-a remarcat prin performanțe superioare comparativ cu MKP 19A, asigurând, în medie pe 24 de hibrizi, 41,38 t/ha masă verde, adică un surplus de circa 18%. Capacitate înaltă de combinare s-a înregistrat la formele materne AN 1234/06, MKP 61, MKP 62, MKP 63 și MKP 63 x MKP 62, cu efecte ale CGC mai mari de $DL_{05}=1,56$ t/ha. Menționăm că, în general, masa vegetativă realizată de hibrizii simpli corelează puternic cu talia plantelor. În condițiile Republicii Belarus, liniile AN 1234/06, MKP 61, MKP 62, MKP 63 și MKP 22 s-au diferențiat evident după acest caracter morfologic, iar MKP 60 și încrucișările cu această formă au manifestat talie joasă în hibrizi. Producția de masă uscată a variat în intervalul 12,35 t/ha, la (MKP 60 x AN 1234/06) x MKP 19A, și 19,10 t/ha, la MKP 61 x MKP 22. Diferențele dintre hibrizii cu formele paterne MKP 19A și MKP 22 au constituit 1,33 t/ha la formulele simple – și 0,75 t/ha la variantele modificate. Cele mai înalte valori ale CGC, statistic semnificative ($DL_{05}=0,86$ t/ha), au asigurat AN 1234/06 – 1,73 t/ha, MKP 61 – 1,63 t/ha, MKP 62 – 1,09 t/ha, MKP 63 – 2,19 t/ha, MKP 61 x AN 1112/07 – 1,01 t/ha, și MKP 61 x AN 1234/06 – 1,33 t/ha. În condițiile zonei de sud a Republicii Belarus, hibrizii din modelul heterotic Reid Iodent x Euroflint au format recolte de boabe înalte, cu variație de la 7,96 t/ha, în cazul MKP 60 x AN 1234/06, până la 10,81 t/ha, în cazul MKP 63 x MKP 62. Menționăm că producții mai mari de 10 t/ha au asigurat 7 hibrizi simpli, cu o medie de 10,38 t/ha, și 6 hibrizi simpli modificați, cu o medie de 10,25 t/ha. Valori pozitive statistic semnificative ($DL_{05}=0,28$ t/ha) ale efectelor CGC au înregistrat MKP 61 – 0,81 t/ha, MKP 62 – 0,29 t/ha, MKP 63 – 0,96 t/ha, MKP 60 x MKP 61 – 0,62 t/ha, MKP 61 x AN 1234/06 – 0,60 t/ha, AN 1234/06 x MKP 62 – 0,28 t/ha și MKP 63 x MKP 62 – 0,29 t/ha.

Rezultatele pentru doi ani atestă valori combinative înalte ale producției de boabe la liniile consangvinizate MKP 61, MKP 62, MKP 63 și MKP 64, în cadrul testelor realizate în condițiile Republicii Moldova, și la MKP 61, MKP 62, MKP 63, în cadrul experiențelor organizate în Republica Belarus [31]. La liniile AN 1234/06 și MKP 60, efectele CGC s-au manifestat la nivelul mediei schemelor de încrucișări de tip topcross, iar la AN 4234/98 și AN 1112/07 s-au înregistrat efecte negative, de -0,16 t/ha și, respectiv, de -0,23 t/ha. Formele materne modificate s-au caracterizat, în general, prin diferențe mai mici după efectele CGC, evidențiindu-se MKP 60 x MKP 61, cu o medie pozitivă de 0,26 t/ha, MKP 63 x MKP 62, cu 0,27 t/ha, și MKP 61 x MKP 62, cu 0,08 t/ha. În condițiile Republicii Belarus, efecte mai înalte asupra producției de substanță uscată și boabe au manifestat MKP 60 x MKP 61, cu o medie de 0,61 t/ha, MKP 61 x AN 1234/06, cu 0,96 t/ha, și MKP 63 x MKP 62, cu 0,52 t/ha.

Formele materne cu germoplasma grupelor heterotice BSSS-B37 și Lancaster au fost reprezentate de 12 linii consangvinizate, inclusiv AN 3586/01, AN 4147/04 și AN 855/07, folosite doar în scheme de tip topcross, și 6 încrucișări înrudite. În anul 2010, în calitate de testeri s-au

utilizat liniile indurata MKP 21/182, MKP 22 și MKP 61 din grupa Reid Iodent. În medie pe 54 de testîncrucișări s-a înregistrat o producție de 9,36 t/ha, cui 17,4% umiditate a boabelor (tabelul 3.13). Diferențele dintre testerii au fost mai pronunțate, exprimându-se în valori de 9,19 t/ha și, respectiv, 18,0% la forma paternă MKP 22, de 9,14 t/ha și, respectiv, 18,1% la MKP 21/182 și de 9,73t/ha, respectiv16,1% la MKP 61. Prin urmare, germoplasma Reid Iodent manifestă capacitate specifică de combinare cu formele materne studiate, producția realizată fiind, în medie pe 5 hibrizi simpli, de 10,36 t/ha. La hibrizii cu forma paternă MKP 22 producția a variat de la 8,27 t/ha (MKP 52A) până la 10,14 t/ha (MKP 711). La cei cu MKP 21/182 valori minime a înregistrat MKP 52A x MKP 56, cu 8,35 t/ha, iar valori maxime – MKP 70 (9,89 t/ha)–. Hibrizii cu bob dentat sintetizați cu testerul MKP 61 au avut la recoltare un conținut scăzut de umiditate în boabe, în special la MKP 52A x MKP 56 – 15,0%, MKP 55 x MKP 56 – 15,3%, MKP 56 – 15,3% și MKP 71 – 15,7%.

Tabelul 3.13. Capacitatea generală de combinare a formelor materne din grupele heterotice BSSS-B37 și Lancaster, anul 2010

Forme materne	MKP 22		MKP 21/182		MKP 61		Efectele CGC	
	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %
AN 3586/01	8,68	17,8	9,01	18,6	9,27	16,0	-0,37	0,05
MKP 52A	8,27	16,6	9,10	17,5	9,45	16,8	-0,42	-0,45
AN 4147/04	9,23	18,3	8,77	18,2	9,57	16,2	-0,17	0,15
AN 4149/04	8,72	18,9	8,62	18,9	9,04	16,8	-0,56	0,79
AN 857/07	9,57	17,4	9,20	17,7	9,78	16,0	0,16	-0,38
AN 3550/03	9,99	18,2	9,25	18,4	9,89	16,7	0,35	0,35
MKP 70	10,07	19,6	9,89	18,6	10,40	16,4	0,76	0,79
MKP 71	10,14	17,5	9,77	17,7	10,38	15,7	0,74	-0,45
MKP 711	9,64	17,0	9,32	17,6	10,07	16,1	0,32	-0,51
AN 422/07	8,54	18,2	8,73	18,0	9,06	16,9	-0,58	0,29
MKP 55	9,90	18,5	9,67	18,2	10,62	17,3	0,71	0,59
MKP 56	9,47	17,6	9,57	17,5	10,34	15,3	0,44	-0,61
MKP 52A x MKP 56	8,51	17,3	8,35	18,1	9,07	15,0	-0,71	-0,61
MKP 55 x MKP 56	8,83	18,4	9,25	19,2	9,89	15,3	-0,03	0,22
AN 422/07 x MKP 55	8,72	18,9	9,05	18,7	9,46	16,3	-0,28	0,55
AN 422/07 x MKP 56	8,45	18,0	8,67	18,2	9,14	15,8	-0,60	-0,08
MKP 70 x MKP 71	9,57	17,8	9,27	17,8	9,92	16,0	0,23	-0,21
MKP 70 x MKP 711	9,17	17,6	9,09	17,6	9,87	15,7	0,02	-0,45
Media	9,19	17,98	9,14	18,14	9,73	16,13		
DL ₀₅	0,76	1,4	0,74	1,2	0,77	1,2	0,21	0,44

Valori pozitive ale efectelor CGC privind umiditatea în boabe (DL₀₅=0,44%) au fost observate la MKP52A, MKP 71, MKP 711, MKP 56, MKP 52A x MKP 56, MKP 70 x MKP 71. Producție

superioară mediei pe schemă au realizat formele maternel AN 3550/03, MKP 70, MKP 71, MKP 711, MKP 55, MKP 56 și MKP 70 x MKP 71, cu efecte ale CGC mai mari de $DL_{05}=0,21$ t/ha.

În anul 2011, în schema de încrucișări de tip topcross au fost incluse, în calitate de testeri, liniile AN1234/06, MKP 60 și MKP 61 (tabelul 3.14). Hibrizii au asigurat o producție medie de 8,10 t/ha boabe la umiditatea de 13,1% și o variație de la 7,58 t/ha – AN 3586/01 x AN 1234/06, (MKP 52A x MKP 56) x AN 1234/06 și 7,57 t/ha – AN 3550/03 x MKP 60 până la 8,98 t/ha – MKP 70 x MKP 60. Nu au fost semnalate diferențe esențiale între testeri în ceea ce privește mediile producției și umidității boabelor, o tendință de productivitate relativ mai înaltă semnalându-se la combinațiile sintetizate cu MKP 61. Valori pozitive ale efectelor CGC după producția de boabe s-au constatat la 8 forme maternel, inclusiv statistic semnificative ($DL_{05}=0,18$ t/ha) la MKP 70 – 0,52 t/ha, MKP 71 – 0,46 t/ha, MKP 55 – 0,36 t/ha, MKP 56 – 0,23 t/ha și MKP 55 x MKP 56 – 0,19 t/ha. Cu efecte semnificativ mai slab pronunțate ale CGC după umiditatea boabelor ($DL_{05}=0,39\%$) s-au evidențiat MKP 70, MKP 71 și MKP 711 [32].

Tabelul 3.14. Rezultatele testării formelor maternel cu germoplasmă BSSS-B37 și Lancaster după capacitate de combinare, anul 2011

Forme maternel	AN 1234/06		MKP 60		MKP 61		Efectele CGC	
	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %	Pr. t/ha	Um. %
AN 3586/01	7,58	13,0	7,99	12,8	8,13	13,1	-0,20	-0,13
MKP 52A	7,72	12,8	7,62	13,2	7,89	13,4	-0,36	0,04
AN 4147/04	8,25	13,1	8,04	13,0	7,92	12,6	-0,03	-0,20
AN 4149/04	7,60	13,0	7,84	13,8	7,85	13,0	-0,34	0,17
AN 857/07	8,18	13,0	7,84	13,8	7,85	13,0	-0,14	0,17
AN 3550/03	7,74	12,6	7,57	13,0	8,05	12,8	-0,31	-0,30
MKP 70	8,31	11,3	8,98	12,6	8,57	12,9	0,52	-0,83
MKP 71	8,51	12,4	8,53	12,8	8,65	12,9	0,46	-0,40
MKP 711	8,07	12,5	8,49	12,5	8,72	13,1	0,33	-0,40
AN 422/07	7,67	13,8	7,87	14,3	7,95	14,1	-0,27	0,97
MKP 55	8,38	13,3	8,45	14,2	8,56	14,8	0,36	1,00
MKP 56	8,34	12,7	8,19	12,9	8,46	13,0	0,23	-0,23
MKP 52A x MKP 56	7,58	12,7	7,81	13,4	7,98	12,5	-0,31	-0,23
MKP 55 x MKP 56	8,21	13,0	8,17	13,4	8,48	13,6	0,19	0,24
AN 422/07 x MKP 55	7,89	13,8	7,79	13,5	8,02	14,0	-0,20	0,67
AN 422/07 x MKP 56	7,93	13,1	7,98	13,0	8,10	13,2	-0,10	0,00
MKP 70 x MKP 71	7,94	13,0	8,27	12,9	8,31	12,5	0,07	-0,30
MKP 70 x MKP 711	8,08	12,9	8,15	13,0	8,33	12,7	0,09	-0,23
Media	8,00	12,89	8,09	13,23	8,21	13,18		
DL_{05}	0,68	1,0	0,71	1,1	0,73	1,2	0,18	0,39

În medie pe doi ani de testări, capacitate generală înaltă de combinare a producția de boabe au manifestat liniile MKP 70 – 0,64 t/ha, MKP 71 – 0,60 t/ha, MKP 55 – 0,54 t/ha, MKP 56 – 0,34 t/ha și MKP 711 – 0,32 t/ha. Valori pozitive inferioare DL₀₅ au acumulat încrucișările MKP 70 x MKP 71 – 0,15 t/ha, MKP 55 x MKP 56 – 0,08 t/ha și MKP 70 x MKP 711 – 0,06 t/ha.

Capacitatea de combinare a producției și umidității boabelor la 5 linii consangvinizate și 7 încrucișări înrudite cu germoplasma Euroflint a fost evaluată în test încrucișări cu liniile extratimpurii MKP 57 și MKP 58 din grupa convențională Dent Canadian și cu liniile timpurii AN1246/05, AN 1247/05, AN 855/07, AN 1234/06. Menționăm că schemele de încrucișări sistemice de tip topcross au inclus 20 de forme maternelle care, în medie pe 3 testerii, au realizat producții de 7,92 t/ha boabe la 17,2% umiditate în anul 2010 și 7,05 t/ha boabe la 15,3% umiditate în anul 2011. În tabelul 3.15 se analizează efectele CGC în cadrul a 5 linii consangvinizate și 7 încrucișări înrudite. După cum se observă, diferențele dintre valorile pozitive și cele negative nu sunt egale. În anul 2010, efecte pozitive statistic semnificative ale CGC au asigurat liniile MKP 19A – 0,45 t/ha, MKP 21/182 – 0,37 t/ha, MKP 22 – 0,41 t/ha și încrucișarea MKP 19A x MKP 21/182. Cu umiditatea joasă a boabelor la recoltare s-au evidențiat AN 618/95, MKP 21/182 și MKP 22, la care valorile efectelor CGC au fost mai mari de DL₀₅=0,58%. În următorul an de testare, capacitate de producție semnificativă, cu valori pozitive ale efectelor CGC, au semnalat MKP 21/182 – 0,32 t/ha, MKP 22 – 0,44 t/ha și MKP 21/182 x MKP 22 – 0,25 t/ha.

Tabelul 3.15. Capacitatea generală de combinare a formelor maternelle din grupa heterotică

Euroflint

Formele maternelle	Efectele CGC a producției de boabe, t/ha			Efectele CGC a umidității boabelor, %		
	2010	2011	Media	2010	2011	Media
AN615/95	-0,40	-0,27	-0,335	-1,59	-1,81	-1,70
MKP19A	0,45	0,12	0,285	-0,31	-1,19	-0,75
MKP20	-0,33	-0,42	-0,375	0,52	1,08	0,80
MKP21/182	0,37	0,32	0,345	-0,79	-1,38	-1,10
MKP22	0,41	0,44	0,425	-0,61	-1,69	-1,15
MKP20, AN615/95	-0,22	-0,54	-0,380	0,13	0,87	0,50
MKP20, MKP19A	-0,12	-0,08	-0,100	0,59	0,41	0,50
MKP20, MKP21/182	-0,21	-0,16	-0,185	1,01	0,83	0,90
MKP19A, AN618/95	-0,14	-0,37	-0,255	-0,23	-0,44	-0,30
MKP19A, MKP21/182	0,30	0,16	0,230	0,59	1,02	0,80
MKP19A, MKP22	0,20	0,08	0,140	0,90	1,32	1,10
MKP21/182, MKP22	0,17	0,25	0,210	0,61	1,19	0,90
Media schemelor	7,92	7,05	7,485	17,2	15,3	16,25
DL ₀₅	0,28	0,22	0,25	0,58	0,76	0,67

Cele mai joase valori ale efectelor CGC după umiditatea boabelor au avut AN 618/95, MKP 19A, MKP 21/182 și MKP 22. Formele maternel MKP 20, MKP 20 x AN 618/95, MKP 20 x MKP 21/182, MKP 19A x MKP 21/182, MKP 19A x MKP 22 și MKP 21/182 x MKP 22 au condiționat umiditatea mai înaltă a boabelor.

În medie pe doi ani, după efectele CGC pozitive a ambilor indici ameliorativi s-au diferențiat liniile MKP 19A, MKP 21/182 și MKP 22. În cadrul încrucișărilor înrudite, valori pozitive, dar inferioare $DL_{05}=0,25\text{t/ha}$, au fost semnalate la MKP 19A x MKP 21/182 – $0,23\text{ t/ha}$, MKP 19A x MKP 22 – $0,14\text{ t/ha}$ și MKP 21/182 x MKP 22 – $0,21\text{ t/ha}$. Un neajuns esențial al formelor maternel menționate s-a dovedit a fi umiditatea înaltă a boabelor în testîncrucișări. Din cei 6 testeri utilizați în testîncrucișări, capacitate specifică de combinare după producția de boabe au manifestat AN 857/07 cu germoplasma BSSS-B37 și AN 1234/06 din grupa Reid Iodent. Menționăm că, în general, hibridii sintetizați cu forme maternel îndurata au avut o perioadă de vegetație mai scurtă și un nivel de producție inferior testîncrucișărilor cu bob dentat [9].

Testîncrucișările experimentate în CCO au fost evaluate vizual după uniformitatea plantelor și a știuleților la recoltare cu note de la 1 la 9. Cele mai uniforme combinații hibride s-au evidențiat în rândul hibridilor simpli și al hibridilor simpli modificați cu formele maternel MKP 60 x MKP 61, MKP 60 x AN 1112/07, MKP 61 x AN 1112/07, MKP 60 x AN 1234/06, MKP 61 x AN 1234/06, AN 422/07 x MKP 55 și MKP 20 x MKP 19A. Monitorizarea uniformității hibridilor simpli modificați a constatat că genotipurile apreciate cu note de 8 și 9, în majoritatea cazurilor, au fost sintetizate cu forme maternel Reid Iodent, la care indicele diversității genetice nu a depășit 60%. Excepție de la acest nivel al afinității genetice a fost constatată la MKP 61 x MKP 62 și MKP 55 x MKP 56, care au transmis testîncrucișărilor cu MKP 21/182 și MKP 22 o uniformitate suficient de înaltă. Forma maternă MKP 55 x MKP 56 în încrucișări cu MKP 61, AN 1234/06 a generat o uniformitate perfectă, similară cu cea a variantelor simple.

3.3 Însușirile specifice ale formelor maternel: androsterilitatea, toleranța la temperaturi joase și fracționarea semințelor

Principala problemă în producerea semințelor hibride constă în eliminarea participării polenului emanat de inflorescențele masculine ale formei maternel în procesul de fecundare a stigmatelor acesteia și asigurarea polenizării complete cu forma paternă. În acest scop se aplică înlăturarea manuală și/ sau mecanică a paniculelor la plantele componentului matern și metoda genetică bazată pe androsterilitatea citoplasmatică – restaurarea fertilității polenului. Utilizarea în practică a metodei genetice impune transformarea componentului matern în analog cu citoplasmă

androsterilă de tip M sau C, iar a celui patern – în restaurator al fertilității polenului. Prin urmare, cunoașterea reacției liniilor consangvinizate în citoplasmă androsterilă permite folosirea genotipurilor menținătoare în calitate de forme materne și a celor restauratoare a fertilității polenului în calitate de forme paterne ale hibrizilor [13]. Menționăm că transformarea unui genotip restaurator pentru androsterilitatea citoplasmatică este o procedură dificilă și de lungă durată. La clasificarea liniilor consangvinizate în baza rezultatelor obținute în încrucișări cu surse androsterile s-a utilizat informația acumulată la acest subiect în laborator, obținută nemijlocit de autor.

Analiza combinațiilor hibride realizate în sisteme de încrucișări de tip topcross cu testeri androsterili de tipul M și C a permis clasificarea în 5 grupe a liniilor utilizate (tab. 3.16). În calitate de menținători perfecți ai tipului M de androsterilitate citoplasmatică în diferite încrucișări s-au manifestat 16 linii, inclusiv toate mostrele cu germoplasma grupei Reid Iodent.

Tabelul 3.16. Clasificarea liniilor consangvinizate după comportarea în citoplasmă androsterilă

Nr. d/o	Categoriile	Liniile consangvinizate
1	Menținere completă a tipului cmsM	AN618/95, MKP 19A*, MK P20*, MK P27, MKP 52A*, AN4234/98*, AN1234/06, MKP 60*, MKP 61*, MKP 62*, MKP 63*, MKP 64*, MKP 601, MKP 602, MKP 611, MKP612, MKP 70*, AN422/07
2	Menținere parțială a tipului cmsM	MKP 21/182, MKP 22, MKP 55, MKP 56, MKP 71, MKP 711, AN3550/03
3	Menținere completă a tipului cmsC	AN618/95, MKP 19A*, MK P20*, MKP 52A*, AN422/07*, MKP 55*, MKP 56, MK P27
4	Menținere parțială a tipului cmsC	MKP 21/182, MKP 22, MKP 70, MKP 71, MKP 711, AN3550/03, AN1246/05, AN1247/05, AN4234/98
5	Restaurare a fertilității polenului în cmsC	AN1234/06, MKP 60, MKP 61, MKP 62, MKP 63, MKP 64, MKP 601, MKP 602, MKP 611, MKP312, MKP 58, AN615/95

* Linii cu analogi andosterili

În categoria menținătorilor androsterilității de tip C s-au plasat liniile cu bob sticlos AN618/95, MKP 19A, MKP 20, din convarietatea identata, și AN422/07, MKP 55, MKP 52A, MKP56 create cu germoplasma grupei heterotice Lancaster-Mo17 [86]. Prezența plantelor cu panicule sterile, fertile și intermediare, în diferite proporții, a fost semnalată la 6 linii în citoplasmă de tip M și 9 linii în citoplasmă de tip C. Liniile MKP21/182 și MKP 22 din grupa Euroflint au manifestat instabilitate în ceea ce privește menținerea androsterilității în ambele tipuri de citoplasmă, în special MKP 21/182, cu restabilirea fertilității polenului în citoplasmă sterilă, la 5-7 zile după apariția stigmatelor [86]. Ca forme materne cu androsterilitatea perfectă s-au evidențiat încrucișările înrudite cu analogii AN4234/98, MKP 60, MKP 61, MKP 20, MKP 19A, MKP 52A,

de tip M, și MKP 19A, MKP 20, AN422/07, MKP 52A, MKP 55, de tip C. Majoritatea liniilor cu germoplasma grupei Reid Iodent restaurează fertilitatea polenului în citoplasmă androsterilă de tip C și doar AN1246/05, AN1247/05, AN4234/98, cu o anumită cotă a genitorilor din alte grupe heterotice, au manifestat heterozigoție a alelelor Rf. Dintre liniile cu bob sticlos, AN615/95 s-a dovedit a fi restauratoare a fertilității polenului în citoplasmă de tip C, fenomen rar întâlnit în convarietatea respectivă.

În anii 2011 și 2012 au fost efectuate experiențe în scopul aprecierii toleranței semințelor față de temperaturi suboptimale la semănatul timpuriu, când temperatura în sol, stabilită la orele 8 dimineața, la adâncimea de 7 cm este mai joasă de 10°C [4, 5, 6, 44]. Ca material biologic au servit 12 linii consangvinizate și 12 încrucișări înrudite, care reprezintă 4 grupe de germoplasma. Mostrele semănate la 30 martie 2011 au răsărit la 23-25 aprilie, cu germinația medie de 15,7% la linii și de 48,4% la încrucișările înrudite (tabelul 3.17). În epoca a doua de semănat (11 aprilie), răsăritul plantulelor s-a înregistrat la 26-27 aprilie, cu o medie de 58,4% la linii și de 73,9% la încrucișările înrudite. Ultima epocă de semănat – 24 aprilie – poate fi considerată ca relativ optimală pentru zonele de centru și sud ale Moldovei, cu 50% de plantule răsărite la suprafața solului la 5-6 mai, adică peste 11-12 zile de la data semănatului. Monitorizarea fazei de răsărire a plantulelor a arătat că la încrucișările înrudite apariția plantulelor a fost cu 1-2 zile mai devreme comparativ cu liniile consangvinizate. În primele două epoci de semănat, cu valori înalte ale cotei de semințe germinate s-au manifestat liniile cu bob sticlos MKP 20 – 56,9%, MKP 55 – 51,8%, MKP 19A – 47,4% și MKP 21/82 – 46,2%. Linia MKP 71, cu germinație sporită la primul termen de semănat (27,0%), a înregistrat în etapa a doua valori mai joase de media 58,4%. Germinație slabă în primele două epoci de semănat au manifestat liniile MKP 61 – 14,2%, MKP 60 – 21,8%, AN3550/03 – 25,8% și MKP 52A – 32,2%. În cadrul încrucișărilor înrudite, media de 61,2% a fost depășită de mostrele realizate cu liniile MKP 19A, MKP 20, MKP 21/182 și MKP 55. Rezultatele respective confirmă informația publicată de diferiți cercetători privind toleranța porumbului cu bob sticlos la temperaturile suboptimale în perioada de încolțire a semințelor [4, 5, 6, 44]. Încrucișările înrudite sintetizate cu linia MKP 60 au înregistrat valori inferioare ale acestui indice, în special MKP 60 x MKP 61, cu o medie de 33,7% pe cele 3 epoci de semănat. Toleranță mai joasă la temperaturi suboptimale au demonstrat și cele 3 încrucișări din grupa de germoplasma BSSS-B37. Valori apropiate de mediile pe epocile de semănat a manifestat MKP 61 x MKP 62 – 71,6%.

Regimul termic al anului 2012 în perioada semănat (2 aprilie) – apariția plantulelor în ultimul termen (1 mai) a fost mai favorabil pentru germinarea semințelor.

Tabelul 3.17. Germinația boabelor (%) la liniile consangvinizate și la încrucișările înrudite în 3 epoci de semănat

Material biologic	Anul 2011				Anul 2012			
	30.03	11.04	24.04	ȃ	02.04	12.04	24.04	ȃ
MKP 19A	19,4	75,3	92,1	62,3	52,0	57,5	87,8	65,8
MKP 20	26,8	87,0	88,3	67,4	84,3	80,5	93,2	86,0
MKP 21/182	20,4	72,1	87,0	59,8	62,4	60,6	80,4	67,8
MKP 52A	15,2	49,3	82,5	49,0	38,6	59,2	80,7	59,5
MKP 55	21,1	82,4	84,0	62,5	80,5	84,1	94,2	86,3
MKP 56	18,0	51,7	72,2	47,3	51,4	68,2	74,4	64,7
MKP 60	6,5	37,2	54,5	32,7	32,3	42,1	67,5	47,3
MKP 61	6,9	21,4	79,8	36,0	73,3	70,4	91,4	78,4
MKP 62	9,6	64,3	85,2	53,0	75,1	75,6	92,0	80,9
MKP 70	3,3	69,0	82,3	51,5	68,4	79,2	92,3	80,0
MKP 71	27,0	54,2	85,1	55,4	58,3	66,0	83,4	69,2
AN3550/03	14,1	37,5	80,0	43,9	54,0	71,1	74,3	66,5
Media linii	15,7	58,4	81,1	51,7	60,9	67,9	84,3	71,0
MKP 20 x MKP 19A	64,6	93,2	98,0	85,3	88,2	94,4	94,8	92,5
MKP 20 x MKP 21/182	73,4	91,6	98,2	87,7	89,5	92,3	97,1	93,0
MKP 19A x MKP 21/182	70,3	88,1	93,4	83,9	85,0	90,2	95,4	90,2
MKP 52A x MKP 55	60,3	77,4	89,1	75,6	72,2	89,4	91,3	84,3
MKP 52A x MKP 56	41,4	56,8	86,6	61,6	69,0	82,2	89,4	80,2
MKP 55 x MKP 56	53,7	89,2	92,1	78,3	91,8	91,2	95,4	92,8
MKP 60 x MKP 61	14,4	36,6	50,2	33,7	72,5	69,1	85,0	75,5
MKP 60 x MKP 62	32,6	69,3	90,1	64,0	80,1	81,3	95,2	85,5
MKP 61 x MKP 62	47,2	73,5	94,1	71,6	81,2	85,4	91,2	85,9
MKP 70 x MKP 71	43,3	71,2	89,0	67,8	74,0	81,2	91,4	82,2
MKP 70 x AN3550/03	38,4	68,3	91,1	65,9	72,2	84,0	94,4	83,5
MKP 71 x AN3550/03	41,3	72,1	95,6	69,7	82,0	86,2	95,2	87,8
Media încrucișări	48,4	73,9	88,9	70,4	79,8	85,6	93,0	86,1

Cu toate acestea, diferențele dintre mediile pe epocile de semănat, constatate pentru liniile consangvinizate și încrucișărilor înrudite, s-au dovedit a fi suficient de relevante pentru discriminarea materialului biologic. Performanțe în ceea ce privește rata boabelor germinate în primele termene de semănat (2 și 12 aprilie) au realizat MKP 20 – 82,4% și MKP 55 – 82,3%, comparativ cu MKP 60 – 37,2% și MKP 52A – 48,9%. La încrucișările MKP 52A x MKP 56, MKP 60 x MKP 61, MKP 70 x MKP 71 și MKP 70 x AN3550/03 s-a înregistrat o germinație mai slabă a semințelor comparativ cu media experienței. Rezultatele experimentale pe 3 termene de

semănat în doi ani arată că încrucișările înrudite sunt superioare liniilor consangvinizate în ceea ce privește toleranța la temperaturi suboptimale, diferențele constituind 25,8% în prima epocă, 16,6% în epoca a doua și 8,3% în ultima epocă de semănat. Prin androsterilitate perfectă și germinație înaltă a semințelor se disting încrucișările MKP 20 cmsC x MKP 19A și MKP 55 x MKP 56. Menționăm că formele respective au fost utilizate la crearea hibrizilor Rosmold 159CRf și Porumbeni 270CRf, omologați anterior pentru cultivare la boabe și siloz în regiunile nordice. Dintre formele materne cu germoplasmă Reid Iodent, după ambele însușiri ameliorative s-a evidențiat MKP 61 cmsM x MKP 62.

Problema evaluării liniilor consangvinizate de porumb după însușirile morfologice ale boabelor (rotunde și plate; mari, medii și scurte/mici) este mai puțin elucidată în literatura de specialitate. Menționăm că în Republica Moldova sunt comercializate 4 fracții de semințe, dintre care mai solicitate sunt semințele cu dimensiuni medii, incluse în fracțiile nr. 2 și 3. Prima fracție, cu boaberotunde, și ultima fracție, cu boabe mici, sunt oficial excluse pentru comercializare în Republica Belarus. Cercetările axate pe evaluarea acestui indice, realizate în anii 2010 și 2011, au avut ca material biologic 13 linii consangvinizate și 14 încrucișări înrudite. Datele experimentale redate în tabelul 3.18 arată că MMB în anul 2010 a variat între 192,6 gr, la linia MKP 20, și 312,5 gr, la AN1234/06, cu o medie de 267,3 gr. Din categoria mostrelor cu MMB mai mică de medie sfac parte liniile cu bob sticlos MKP 19A – 241,5 gr, MKP 20 – 192,6 gr, AN422/07 – 194,6 gr și MKP 55 – 2111,5 gr.

În următorul an, cu condiții climaterice mai aspre, dimensiunile boabelor au fost mai mici, iar MMB a constituit 253,7 gr în medie pe 13 linii, variind în intervalul 181,7 gr (AN422/07) – 299,7 gr (AN1234/06). Liniile consangvinizate cu bob sticlos și MKP 52A au format boabe mai mici comparativ cu media experienței. Calibrarea boabelor după dimensiuni a arătat că, în medie pe cei doi ani de experiențe, o cotă relativ mai înaltă pentru prima fracție a asigurat linia MKP 60 (8,8%), iar pentru ultima fracție – MKP 20 (70,8%), AN 422/07 (52,6%) și MKP 55 (41,6%). Ultimele două linii au înregistrat cote semnificative ale boabelor care nu corespund după dimensiuni și se consideră rebut. La liniile MKP 56, AN1234/06, MKP 60, MKP 61, MKP 62, MKP 62 și MKP 64 predomină fracția a doua, iar la MKP 19A, MKP 52A și AN4234/98 majoritatea boabelor se încadrează după dimensiuni în fracția a treia. Menționăm că discriminarea liniilor consangvinizate după dimensiunile boabelor în anul 2012 nu a fost posibilă din cauza condițiilor climaterice extrem de nefavorabile.

Tabelul 3.18. Fraționarea boabelor după dimensiuni la liniile consangvinizate

Cifrul liniilor	Anii	MMB, g	Frațiile, %				
			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Rebut
MKP 19A	2010	241,5	0,0	8,2	72,3	18,0	1,5
	2011	227,3	0,0	14,3	68,0	17,0	0,7
MKP 20	2010	192,6	0,0	0,9	23,6	70,3	5,2
	2011	185,3	0,0	0,1	24,4	71,2	4,3
MKP 52A	2010	260,3	0,0	16,5	72,8	9,9	0,8
	2011	241,8	0,0	12,3	68,1	18,3	1,3
AN 422/07	2010	194,6	0,0	0,0	15,2	58,2	26,6
	2011	181,7	0,0	0,1	24,2	46,9	28,8
MKP 55	2010	211,5	0,0	2,7	37,5	40,2	19,6
	2011	193,8	0,0	3,1	35,7	43,0	18,2
MKP 56	2010	287,5	0,0	62,4	33,3	3,6	0,7
	2011	274,5	0,7	61,7	32,3	4,4	0,9
AN 4234/98	2010	280,5	0,0	34,5	55,1	9,9	0,5
	2011	261,3	0,0	22,5	63,3	13,2	0,9
AN 1234/06	2010	312,5	1,8	54,6	40,3	3,0	0,3
	2011	299,7	2,6	50,6	41,5	4,8	0,5
MKP 60	2010	305,4	6,2	56,3	35,8	1,5	0,2
	2011	290,7	11,4	52,1	31,9	4,3	0,3
MKP 61	2010	291,6	1,0	50,8	43,7	4,3	0,2
	2011	276,2	0,0	47,6	44,3	7,8	0,3
MKP 62	2010	300,8	0,8	54,2	41,7	3,0	0,3
	2011	291,5	1,4	52,3	40,0	6,1	0,2
MKP 63	2010	303,5	0,6	58,8	38,5	1,6	0,5
	2011	296,5	2,1	54,4	41,8	1,4	0,3
MKP 64	2010	292,7	1,0	61,5	34,7	2,8	0,0
	2011	278,3	3,3	50,7	40,9	5,0	0,1
Media	2010	267,3	0,9	35,5	41,9	17,4	4,3
	2011	253,7	1,6	32,4	42,8	18,7	4,4

Analiza datelor experimentale în cadrul încrucișărilor înrudite, ca posibile forme materne ale hibrizilor simpli modificați (tabelul 3.19), relevă prezența efectului de heterozis asupra MMB, care a constituit, în medie, 295,7 g în 2010 și 277,2 g în 2011.

Încrucișările înrudite au depășit liniile consangvinizate în ceea ce privește masa boabelor cu 10,6% în 2010 și 9,3% în anul 2011. Anii de evaluare au influențat mai pronunțat cota medie a încrucișărilor înrudite la fraționarea boabelor decât genetica liniilor consangvinizate. Aceste diferențe constituie 1,9% pentru prima fracție, 17,4% pentru fracția a doua, 13,6% pentru fracția a treia și 4,3% pentru ultima fracție. Prin urmare, condițiile climaterice au influențat relativ mai puternic cota boabelor cu dimensiuni medii, în anul 2010 predominând fracția a doua, iar în 2011 – fracția a treia. Dintre cele 14 variante evaluate, doar AN422/07 x MKP 55 nu prezintă interes ca

formă maternă comercială. În medie pe doi ani, fracția a treia a constituit 8,5%, fracția a patra – 61,4%, iar 30,1% boabe nu corespund condițiilor tehnice de calibrare a semințelor.

Tabelul 3.19. Fraționarea boabelor după dimensiuni la încrucișările înrudite

Cifrul liniilor	Anii	MMB, g	Frațiile, %				
			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Rebut
MKP 20 x MKP 19A	2010	256,6	0,0	9,2	77,5	12,8	0,5
	2011	233,0	0,0	8,6	76,8	13,9	0,7
MKP 52A x MKP 55	2010	280,7	0,0	49,3	46,8	3,7	0,2
	2011	263,3	0,2	38,5	53,3	7,7	0,3
MKP 52A x MKP 56	2010	328,3	6,3	73,5	20,2	0,0	0,0
	2011	316,0	4,1	68,0	26,4	1,3	0,2
MKP 55 x MKP 56	2010	251,7	0,0	10,3	68,6	20,7	0,4
	2011	239,6	0,0	7,3	65,1	25,0	2,6
AN 422/07 x MKP 55	2010	215,5	0,0	0,0	10,7	63,0	26,3
	2011	183,7	0,0	0,0	6,2	59,9	33,9
AN 4234/98 x MKP 61	2010	300,7	3,4	62,7	32,5	1,3	0,1
	2011	283,6	2,2	45,9	45,1	5,9	0,9
AN 4234/98 x MKP 62	2010	336,7	4,0	78,9	17,1	0,0	0,0
	2011	317,9	1,0	59,2	36,4	3,1	0,3
AN 1234/06 x MKP 61	2010	301,5	2,9	62,4	34,3	0,0	0,4
	2011	283,6	2,2	45,9	45,2	5,8	0,9
AN 1234/06 x MKP 62	2010	321,5	3,7	69,5	26,2	0,0	0,6
	2011	302,7	2,1	44,0	46,6	5,9	1,4
MKP 60 x MKP 61	2010	307,6	3,0	60,7	34,0	1,5	0,8
	2011	289,9	0,6	24,8	61,2	12,2	1,2
MKP 60 x MKP 62	2010	295,8	2,8	51,3	43,6	1,8	0,5
	2011	269,8	0,6	25,3	57,5	13,7	2,9
MKP 61 x MKP 62	2010	312,2	5,9	63,7	30,0	0,0	0,4
	2011	303,9	2,1	38,1	52,2	6,5	1,1
MKP 63 x MKP 62	2010	321,5	7,9	72,8	19,1	0,0	0,2
	2011	305,8	2,8	40,7	53,3	2,2	1,0
MKP 64 x MKP 62	2010	309,5	6,3	57,7	35,7	0,0	0,3
	2011	288,1	1,6	32,3	61,1	2,8	2,2
Media	2010	295,7	3,3	51,6	35,4	7,5	2,2
	2011	277,2	1,4	34,2	49,0	11,8	3,5

Randament relativ mai înalt al primei fracții au înregistrat formele materne MKP 52A x MKP 56 – 5,2%, MKP 61 x MKP 62 – 4,0%, MKP 63 x MKP 62 – 5,4% și MKP 64 x MKP 62 – 4,0%. Menționăm că primele două fracții ale semințelor însumă valori mai înalte sau mai mici de medie la variantele cu deosebiri semnificative după MMB. Comparativ cu liniile consangvinizate, diferențele dintre rezultatele pe anii 2010 și 2011 privind cota fracțiilor medii (a doua și a treia) variază mai mult la formele materne realizate în baza grupei heterotice Reid Iodent cu MMB mai mare. Formele materne respective au înregistrat în anul 2011, în medie pe 9 variante, 6,4% boabe

cu fracția nr. 4, comparativ cu 0,5% în anul 2010, considerat ca foarte favorabil pentru cultura porumbului.

Informația acumulată la acest subiect permite să constatăm că un element important la prognozarea randamentului fracțiilor comerciale prezintă MMB. Prin urmare, rebutarea mostrelor cu boabe mici poate fi un procedeu eficient la selectarea formelor materne cu avantaje la calibrarea semințelor după dimensiuni [30].

Concluzii la capitolul 3

Analiza în ansamblu a datelor experimentale obținute în experiențele efectuate la capitolul respectiv în anii 2010 și 2011, cu condiții climaterice favorabile pentru creșterea și dezvoltarea porumbului, permite să constatăm prezența unor diferențe semnificative între caracterele agronomice studiate la liniile consangvinizate și încrucișările înrudite cu apartenență la 3 grupe de germoplasmă. Liniile consangvinizate cu germoplasma grupei Reid Iodent manifestă performanțe după majoritatea indicilor ameliorativi redați în tabelul 3.20.

Tabelul 3.20. Indicii ameliorativi a liniilor consangvinizate și încrucișărilor înrudite în funcție de grupa de germoplasmă (media pe 2 ani)

Indicii ameliorativi	Linii - A			Încrucișări - A x A ₁		
	Reid Iodent	BSSS-B37, Lancaster	Euro-flint	Reid Iodent	BSSS-B37, Lancaster	Euro-flint
Ritm de creștere inițială, nota	7,14	7,21	6,76	6,64	6,90	7,38
Fenofaza mătăsului, zile	60,4	60,3	58,5	58,0	58,5	54,7
Talia plantei, cm	195,6	189,8	174,6	227,9	244,0	222,1
Insertia știuletelui, cm	72,2	66,1	58,8	93,5	97,6	81,2
Plante cu tăciune comun, %	1,41	4,86	1,04	0,85	4,11	0,37
Producția de boabe, t/ha	4,97	4,49	3,08	7,27	8,07	6,52
Umiditatea boabelor, %	13,8	14,2	13,7	14,3	15,2	15,6
Producția în testîncrucișări, t/ha	8,89	8,80	7,40	8,65	8,60	7,56
Umiditatea în testîncrucișări, %	15,9	15,3	16,7	15,9	15,2	17,8
Germinația semințelor, %	54,7	61,3	71,3	69,4	77,5	88,8
Masa a 1000 de boabe, g	291,5	230,7	211,7	302,9	259,8	244,8
Semințe cu fracțiile nr.2 și nr.3, %	92,4	59,7	52,9	92,6	68,0	86,0

Capacitatea de menținere a androsterilității de tip M, producția (4,97 t/ha) și umiditatea boabelor (13,8%), cota plantelor atacate de tăciunele comun (1,41%) și alte caractere (MMB, dimensiunea boabelor) permit utilizarea eficientă a liniilor consangvinizate ca forme materne în combinații hibride. Această constatare este valabilă și pentru încrucișările înrudite sintetizate cu linii

consangvinizate având în pedigree genitori comuni cu o cotă de peste 50% a germoplasmei de bază, careau înregistrat valori de până la 60% ale indicelui DG. În scopul menținerii coincidenței înfloririi organelor reproductive ale formelor parentale A x B, forma maternă necesită a fi modificată cu linii înrudite A₁–A_n care înfloresc cu 3-4 zile mai târziu decât linia A. În grupa respectivă de germoplasmă au fost stabilite corelații slabe ($r=0,16$) între media producției de boabe a liniilor consangvinizate și cea a încrucișărilor A x A₁. Legături mai puternice ($r=0,54$) au fost stabilite între capacitatea medie de producție a liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite. Producția de boabe realizată de formele materne A x A₁ în testîncrucișări a demonstrat legături medii ($r=0,32$) între acestea și gradul de rudenie a lor, estimat în baza indicelui DG.

Germoplasma grupelor BSSS-B37 și Lancaster corespund mai puțin cerințelor ca forme materne atât după gradul de menținere a androsterilității citoplasmatică, cât și după nivelul sporit de sensibilitate a plantelor la atacul tăciunului comun [30]. Din cadrul celor 7 linii consangvinizate, forma MKP 52A menține perfect ambele tipuri de androsterilitate, iar MKP 55 poate fi utilizată doar în baza tipului C de androsterilitate citoplasmatică. În anii favorabili, cota plantelor atacate de tăciune comun a constituit 4,86% la linii și 4,11% la încrucișările înrudite. Condițiile climaterice ale anului 2012 au favorizat dezvoltarea patogenului respectiv, care a atins valori de 22,84% plante atacate la linii și de 11,9% la încrucișările înrudite. Pentru grupa de germoplasmă respectivă s-au constatat corelații medii ($r=0,48$) între producția de boabe a liniilor consangvinizate și a încrucișărilor înrudite. Între producția de boabe a testîncrucișărilor cu forme materne modificate și distanțarea genetică a acestora de asemenea s-au stabilit legături medii – $r=0,43$.

Grupa de germoplasmă Euroflint, cu potențial inferior de producție *per se* și în testîncrucișări, cu perioadă mai scurtă a fenofazei înfloririi organelor reproductive și umiditate mai înaltă a boabelor, poate fi utilă ca formă paternă.

Încrucișările înrudite s-au dovedit a fi mai valoroase în ceea ce privește toleranța semințelor la temperaturi suboptimale în perioada de germinare, masa a 1000 de boabe (MMB) și randamentul semințelor cu dimensiuni încadrate în fracțiile nr. 2 și nr. 3 la calibrare. În medie pe doi ani de cercetări, germinația semințelor în două epoci de semănat mai devreme de termenul optimal a constituit 50,7% la liniile consangvinizate și 72,0% la încrucișările înrudite. Formele materne modificate au depășit liniile consangvinizate cu 10,6% în 2010 și cu 9,3% în 2011 după masa boabelor, asigurând un randament superior al fracțiilor de semințe comerciale.

În baza informației relatate în compartimentul respectiv s-au formulat următoarele concluzii:

1. Liniile cu germoplasma grupei heterotice Reid Iodent, după principalele caractere și însușiri ameliorative, sunt mai eficiente ca forme materne ale hibridilor simpli și simpli

modificați. Performanțe superioare au realizat liniile consangvinizate MKP 61, MKP 62, MKP 63 și MKP 64.

2. Grupele heterotice BSSS-B37, Lancaster și Euroflint, care se combină bine cu germoplasma Reid Iodent, se realizează mai eficient ca forme paterne. Dintre acestea valori ameliorative la crearea hibrizilor au demonstrat liniile consangvinizate MKP 70, MKP 71, MKP 711, MKP 19A, MKP 21/182 și MKP 22.
3. Comparativ cu liniile consangvinizate, încrucișările înrudite au realizat producții de boabe cu surplus de 46,3% în grupa Reid Iodent, 79,7% în grupele BSSS-B37 și Lancaster, 111,7% în grupa de germoplasmă Euroflint.
4. Producția medie de boabe în schemele de tip topcrossa constituit 8,36 t/ha la hibrizii simpli și 8,27 t/ha la hibrizii simpli modificați ($A \times A_1$) $\times$ B. În cadrul formelor maternelor $A \times A_1$ dentiformis, efecte pozitive ale CGC după producția de boabe s-au evidențiat la MKP 60 $\times$ MKP 61, MKP 61 $\times$ MKP 62, AN 1234/06 $\times$ MKP 62, MKP 63 $\times$ MKP 62, MKP 55 $\times$ MKP 56 și MKP 70 $\times$ MKP 71. Formele maternelor modificate MKP 60 $\times$ MKP 61, MKP 60 $\times$ AN 1112/07, MKP 61 $\times$ AN 1112/07, MKP 60 $\times$ AN 1234/06, MKP 61 $\times$ AN 1234/06, AN 422/04 $\times$ MKP 55 și MKP 20 $\times$ MKP 19A, cu valori ale indicelui DG de până la 60%, au manifestat același nivel de uniformitate fenotipică a plantelor cu liniile consangvinizate.
5. Încrucișările înrudite au asigurat germinația mai înaltă a semințelor în primele două termene de semănat mai devreme și au manifestat o majorare a MMB și a randamentului de semințe încadrate, după dimensiuni în fracțiile nr. 2 și nr. 3.

4. STUDIU COMPARATIV AL TIPURILOR DE FORME MATERNE ȘI AL HIBRIZILOR REALIZAȚI

Conform literaturii de specialitate analizate, cercetările efectuate de diferiți amelioratori au inclus aprecieri bifactoriale ale formelor materne, realizate prin compararea încrucișărilor înrudite sau backcrossate cu liniile consangvinizate. Informația obținută are caracter specific, care nu permite formularea unor generalizări referitoare la comportamentul liniilor consangvinizate, al încrucișărilor înrudite și backcrossate ca forme materne ale hibrizilor simpli și simpli modificați cu baza genetică similară.

Experiențele realizate în anii 2013 și 2014 au avut ca obiect de comparare toate cele trei categorii de forme materne *per se*, iar în anii 2014 și 2015 s-au studiat trei tipuri de combinații hibride. Din cele 21 de linii consangvinizate studiate în anul 2013, inclusiv 18 utilizate la modificarea formelor materne, după ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5-7 frunze s-au evidențiat 9 mostre notate cu 7,5 – 8,5 unități, 10 mostre apreciate cu note de 6,0 – 7,0 și 2 mostre (AN 422/07 și AN 2610/07) cu vigoare inițială mai jos de medie (tabelul 4.21). În următorul an, variația acestui caracter a fost mai slabă. Astfel, 12 linii au fost apreciate cu nota 6, alte 7 linii au fost notate cu 6,5, iar AN 615/95 și MKP 71 au înregistrat vigoare relativ mai înaltă. În faza de trecere a plantulelor la alimentarea autotrofă, creștere intensă au manifestat liniile îndurata AN 615/95, MKP 19A și cele dentiformis MKP 60, MKP 611, cu o medie de 7,3 unități. Perioada de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor a variat de la 50 până la 61 de zile în 2013 și de la 56 până la 67 de zile în următorul an (liniile MKP 58 și, respectiv, MKP 63). Cadrul climateric al anului 2014 a condiționat majorarea duratei fenofazei până la mățăsit cu 6-10 zile, în funcție de genotip, comparativ cu anul precedent. Talia plantei la liniile studiate a constituit 185,6 cm în 2013 și 170,1 cm în 2014, remarcându-se AN 4234/98, AN 422/07, MKP 71, MKP 70, MKP 55 cmsC, MKP 56, MKP 60 cmsM, MKP 61 cmsM, MKP 62 și MKP 63, care au depășit media de 177,9 cm pe 2 ani. Înălțimea inserției știuletelui a fost influențată mai puțin de condițiile climaterice (64,4 cm în 2013 și 65,8 cm în 2014), fiind condiționată preponderent de genotipul liniilor. Valori mai joase au înregistrat liniile AN 618/95, AN 615/95, MKP 20 cmsC, cu o medie de 47,5–52,5 cm, comparativ cu 76,3–80,0 cm la MKP 55 cmsC, MKP 62 și MKP 56. Menționăm că aceste valori ale inserției știuletelui productiv permit recoltarea mecanizată fără pierderi. Cadrul natural al anului 2013 a creat un fundal eficient pentru diferențierea materialului biologic după căderea radiculară a plantelor, atingând până la 51% la linia MKP 61 cmsM. Rezistență înaltă la cădere au manifestat liniile MKP 60 cmsM, MKP 62, MKP 64, MKP 611, MKP 56, MKP 21/182 și AN 2610/07, cu o medie de până la 1,8%.

Tabelul 4.21. Caracteristica liniilor consangvinizate după caracterele agronomice

Cifrul	Anii	Ritm de creștere, nota	Zile până la, mătăși	Talia plantelor, cm	Insertia știuletelui, cm	Căderea radiculară, %	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha
MKP60M	2013	8,5	56,0	210,0	70,0	0,9	13,9	5,59
	2014	6,0	63,0	162,5	70,0	0,0	13,6	3,49
MKP61M	2013	7,5	55,0	210,0	67,5	51,0	14,7	4,66
	2014	6,0	63,0	167,5	70,0	0,0	12,9	3,74
MKP62	2013	7,0	58,0	205,0	75,0	2,1	14,6	4,05
	2014	6,0	65,0	182,5	82,5	0,0	16,5	3,18
MKP63	2013	6,0	61,0	197,5	72,5	8,7	13,7	6,59
	2014	6,0	67,0	177,5	72,5	0,0	12,9	4,73
MKP64	2013	6,0	57,0	175,0	65,0	3,6	14,4	5,75
	2014	6,0	66,0	155,0	65,0	0,0	12,7	4,76
MKP 611	2013	8,0	59,0	190,0	50,0	0,0	16,9	5,39
	2014	6,5	65,0	167,5	62,5	0,0	14,1	3,52
4234/98	2013	8,0	59,0	237,5	67,5	23,3	15,9	3,38
	2014	6,0	66,5	205,0	65,0	0,0	14,5	3,19
422/07	2013	5,0	54,0	182,5	60,0	13,4	16,2	3,45
	2014	6,0	61,0	180,0	70,0	0,0	13,2	4,06
MKP52AC	2013	7,5	54,0	175,0	65,0	9,4	15,7	3,20
	2014	6,5	62,0	172,5	77,5	0,0	14,4	4,18
MKP55C	2013	6,5	56,0	205,0	82,5	15,0	14,9	5,78
	2014	6,0	64,0	175,0	70,0	0,0	12,4	3,71
MKP56	2013	7,5	56,0	205,0	80,0	1,7	15,1	5,18
	2014	6,0	63,5	187,5	80,0	0,0	12,7	3,79
MKP70	2013	7,0	57,0	182,5	57,5	4,7	14,0	3,61
	2014	6,0	65,0	180,0	67,5	0,0	12,0	4,06
3550/03	2013	6,0	57,0	172,5	67,5	3,3	15,1	4,36
	2014	6,0	64,5	157,5	67,5	0,9	13,0	5,27
618/95	2013	6,5	51,0	155,0	50,0	17,4	13,6	3,31
	2014	6,5	59,0	160,5	52,5	0,8	14,2	3,10
MKP20C	2013	7,5	53,0	160,0	52,5	4,8	16,5	3,48
	2014	6,5	61,0	142,5	42,5	0,0	14,9	3,13
MKP19A	2013	8,0	53,0	175,0	60,0	6,2	16,5	4,55
	2014	6,5	61,5	167,5	55,0	0,8	12,9	3,45
MKP21/182	2013	6,0	57,0	180,0	65,0	0,8	14,0	2,91
	2014	6,5	65,0	175,0	80,0	0,8	12,7	3,08
MKP58CRf	2013	7,0	50,0	165,0	57,5	25,0	15,2	2,87
	2014	6,5	56,0	157,5	57,5	0,0	14,0	2,69
2610/07	2013	5,5	51,0	177,5	62,5	2,6	14,4	4,36
	2014	6,0	60,0	162,5	57,5	0,0	12,4	3,48
AN615/95	2013	7,5	52,0	147,5	50,0	5,9	14,9	3,25
	2014	7,0	62,0	162,5	55,0	0,9	14,0	3,26
MKP 71	2013	7,0	55,0	190,0	75,0	6,1	14,3	4,96
	2014	7,0	63,0	175,0	62,5	0,0	14,9	2,81
Media	2013	6,9	55,3	185,6	64,4	9,8	15,1	4,32
	2014	6,3	63,0	170,2	65,8	0,2	13,6	3,65

În 2013, umiditatea boabelor la recoltare a variat de la 13,6% (AN 618/95) până la 16,9% (MKP 611), cu o medie de 15,0%. S-a observat că liniile MKP 19A, MKP 20 cmsC și AN 422/07 cu bob sticlos posedă capacitate lentă de cedare a apei, fiind recoltate cu 16,2–16,6% umiditate a boabelor. În anul 2014, temperaturile aerului în perioada de maturizare a porumbului au accelerat evaporarea apei din boabe, acest indice având valori cuprinse între 12,0% la MKP 70 și 16,5% la MKP 62. În medie pe doi ani, cu umiditate mai joasă de 14% s-au caracterizat 10 linii – MKP 60 cmsM, MKP 61 cmsM, MKP 63, MKP 64, MKP 55 cmsC, MKP 56, MKP 70, MKP 21/182, AN 618/95 și AN 2610/07. Valori ale umidității boabelor de peste 15% au înregistrat liniile MKP 20 cmsC, AN 4234/98, MKP 52A cmsC, MKP 611 și MKP 62. Liniile consangvinizate au format în 2013 o producție medie de 4,32 t/ha, cu variație în intervalul 2,87 – 6,59 t/ha. Pe fundal favorabil pentru cultura porumbului, recolte superioare au format liniile MKP 63 – 6,59 t/ha, MKP 55 cmsC – 5,78 t/ha, MKP 64 – 5,75 t/ha, MKP 60 cmsM – 5,59 t/ha, MKP 611 – 5,39 t/ha și MKP 56 – 5,18 t/ha. În următorul an recolta medie de boabe a fost de 3,65 t/ha, cu valori minime de 2,61 t/ha, la MKP 58, și maxime de 5,27 t/ha, la AN 3550/03. Producție de boabe relativ înaltă în medie pe doi ani au înregistrat liniile MKP 61 cmsM – 4,20 t/ha, MKP 611 – 4,45 t/ha, MKP 56 – 4,49 t/ha, MKP 60 cmsM – 4,54 t/ha, MKP 55 cmsC – 4,75 t/ha, AN 3550/03 – 4,81 t/ha, MKP 64 – 5,26 t/ha și MKP 63 – 5,66 t/ha [105]. Menționăm că valorile diferenței limită (DL_{05}) pentru recolta de boabe, conform analizei statistice a datelor experimentale, au fost de 0,48 t/ha în 2013 și 0,35 t/ha în 2014.

În culturi comparative de orientare, pe parcursul anilor 2013 – 2014 au fost experimentate 16 încrucișări înrudite, inclusiv 6 cu germopasma grupei Reid Iodent, 5 din grupa heterotică Euroflint, 3 din grupa BSSS-B37 și 2 cu germoplasmă Lancaster timpuriu.

Rezultatele redade în tabelul 4.22, arată că formele materne sintetizate în baza liniilor MKP 19A, MKP 20 cmsC, MKP 21/182, AN 422/07 și AN 618/95 se disting prin ritm intens de creștere a plantulelor în faza de dezvoltare a 5-7 frunze, care corespunde cu trecerea de la folosirea substanțelor nutritive depozitate în endospermul semințelor (regimul heterotrof) la regimul autotrof. După acest indice se remarcă MKP 20 cmsC x MKP 19A, cu o medie de 8,0 unități. În condițiile anului 2014, vigoare vegetativă relativ înaltă, apreciată cu nota 8,0, au manifestat încrucișările cu liniile MKP 52A cmsC, MKP 55 cmsC, MKP 56 și formele materne AN 4234/98 x MKP 61, MKP 70 x AN 3550/03. Plantulele formelor materne MKP 60 cms M x MKP 61, MKP 60 cmsM x MKP 63, MKP 61 cmsM x MKP 62 și MKP 63 x MKP 61 au fost apreciate cu note medii, iar la AN 422/07 x MKP 55 a fost semnalat cel mai slab ritm de creștere, cu o medie de 5,8 unități.

Tabelul 4.22. Principalele caractere agronomice la încrucișările înrudite

Pedigreul	Anii	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătăsit	Talia plantei, cm	Insertia știuletelui, cm	Cădere radiculară, %	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha
MKP60MxMKP61	2013	6,8	54,0	210,0	75,0	0,0	14,8	5,79
	2014	6,0	63,0	172,5	70,0	0,0	12,5	4,14
MKP60MxMKP63	2013	6,5	55,5	200,0	75,0	7,1	14,2	7,09
	2014	6,0	67,0	190,0	80,0	0,0	12,0	4,85
MKP61MxMKP62	2013	6,8	54,0	242,5	87,5	11,8	15,1	6,98
	2014	7,0	63,0	212,5	95,0	0,0	12,8	5,31
MKP61MxMKP611	2013	6,8	54,0	212,5	75,0	0,0	14,7	6,50
	2014	7,0	64,0	182,5	75,0	0,0	10,7	4,17
MKP63xMKP61	2013	6,5	56,0	235,0	87,5	35,1	16,6	6,47
	2014	7,0	65,5	180,0	82,5	0,0	12,4	4,84
4234/98xMKP61	2013	6,5	54,0	240,0	87,5	0,0	15,7	6,46
	2014	8,0	62,5	215,0	87,5	0,0	13,3	6,50
MKP52ACxMKP56	2013	7,0	52,0	225,0	90,0	0,0	15,8	6,82
	2014	8,0	61,0	207,5	87,5	0,0	13,0	5,76
MKP52ACxMKP55	2013	6,8	54,0	222,5	90,0	5,3	17,4	8,06
	2014	8,0	61,0	197,5	95,0	0,0	14,4	6,26
422/07xMKP55	2013	5,0	52,0	222,5	72,5	19,9	16,5	7,02
	2014	6,5	62,0	192,5	82,5	0,0	14,3	4,55
MKP55CxMKP56	2013	6,8	55,0	260,0	110,0	5,1	17,1	9,39
	2014	8,0	63,0	222,5	97,5	0,0	15,6	6,86
MKP70x3550/03	2013	6,8	55,0	222,5	77,5	3,8	15,7	8,49
	2014	8,0	64,0	195,0	87,5	0,0	13,2	6,90
MKP20Cx618/95	2013	8,3	49,0	192,5	67,5	3,7	15,7	5,94
	2014	7,0	58,0	197,5	82,5	2,5	13,0	4,45
MKP20CxMKP19A	2013	8,0	49,0	197,5	67,5	1,5	16,5	6,15
	2014	8,0	56,5	175,0	60,0	0,0	13,7	4,83
422/07xMKP19A	2013	8,0	50,0	245,0	85,0	8,1	17,6	7,49
	2014	7,0	60,5	212,5	80,0	0,0	14,7	5,94
MKP52ACxMKP19A	2013	7,5	51,0	230,0	90,0	16,2	17,7	6,46
	2014	8,0	62,0	205,0	90,0	0,0	13,7	6,27
MKP19AxMKP21/182	2013	7,3	52,0	227,5	82,5	0,0	17,0	6,09
	2014	8,0	59,0	205,0	80,0	0,0	14,0	4,96
Media	2013	7,0	52,9	224,1	82,5	7,4	16,1	6,95
	2014	7,3	62,0	197,7	83,23	0,2	13,3	5,41

Apariția stigmatelor la încrucișările înrudite s-a înregistrat în anul 2013 la 52,9 zile de la răsăritul plantulelor, variind între 49 de zile la MKP 20 cmsC x MKP 19A, MKP 20 cmsC x AN 618/95 și 56 de zile la MKP 63 x MKP 61. În următorul an această perioadă a constituit circa 53 de zile la primele două forme maternelle și 67 de zile la ultima, cu o medie de 62 de zile la setul de variante studiate. Diferențele dintre ani au fost de la 7 zile – MKP 19A x MKP 21/182, MKP 52A x MKP 55 până la 11,5 zile – MKP 60 cmsM x MKP 63, cu o medie de circa 9 zile.

Încrucișările înrudite au manifestat o anumită vigoare hibridă după talia plantei și înălțimea de atașare a știuletelui productiv, depășind liniile consangviniate cu 20,7%, respectiv cu 28,1% în 2013 și cu 16,2%, respectiv cu 26,6% în anul 2014 [170]. În medie pe doi ani, talie relativ joasă a fost semnalată la cea mai timpurie formă maternă cu bob sticlos MKP 20 cmsC x MKP 19A (186,3 cm), iar valori maxime, de 241,3 cm, au fost înregistrate la combinația MKP 55 cmsC x MKP 56. Menționăm că ultima formă maternă s-a caracterizat printr-o inserție a știuletelui distinctă – 110 cm în 2013 și 97,5 cm în anul următor, depășind mediile pe variantele studiate cu 33,3% și, respectiv, cu 17,0%.

La combinația MKP 63 x MKP 61 au fost semnalate 35,1% plante cu cădere radiculară în anul 2013, aceasta fiind urmată de AN 422/07 x MKP 55 cu 19,9%, MKP 52A cmsC x MKP 19A cu 16,2%, MKP 61 cmsM x MKP 62 cu 11,8%. Rezistență foarte înaltă au manifestat încrucișările MKP 19A x MKP 21/182, MKP 52A cmsC x MKP 56, MKP 60 cmsM x MKP 61, MKP 61 cmsM x MKP 611 și AN 4234/98 x MKP 61. Menționăm că căderea radiculară a plantelor la formele maternelle modificate este condiționată, în mare măsură, de liniile consangvinizate posesoare ale acestui caracter incluse în încrucișări, , deși în unele cazuri se observă efectul de dominare a componentului cu rezistență înaltă.

Umiditatea boabelor la recoltare în anul 2013 a constituit, în medie pe 16 variante, 16,1%, cu valori cuprinse între 14,2%, la MKP 60 cmsM x MKP 63, și 17,7%, la MKP 52 cmsC x MKP 19A. În ceea ce privește conținutul de substanță uscată în boabe, formele maternelle MKP 20 cmsC x AN 618/95, MKP 52A cmsC x MKP 56, MKP 60 cmsM x MKP 61, MKP 60 cmsM x MKP 63, MKP 61 cmsM x MKP 62, MKP 63 x MKP 61, AN 4234/98 x MKP 61 au înregistrat valori de circa 86% în medie pe doi ani. După acest caracter agronomic important se deosebește combinația MKP 61 cmsM x MKP 611. Menționăm că pierdere rapidă a umidității boabelor la nivel de combinații hibride au asigurat liniile consangvinizate MKP 60 cmsM, MKP 61 cmsM, MKP 63 din grupa heterotică Reid Iodent, MKP 56 cu germoplasmă Lancaster și AN 618/95 din convarietatea îndurată.

Încrucișările înrudite s-au evidențiat prin heterozisul producției de boabe, asigurând recolte de 6,95 t/ha ($DL_{05}=0,54$ t/ha) în medie pe anul 2013 și de 5,41 t/ha ($DL_{05}=0,46$ t/ha) pentru

următorul an, cu un surplus de 60,8% și, respectiv, de 48,2% față de liniile consangvinizate. Valori minime au fost semnalate la formele maternel MKP 60 cmsM x MKP 61 și MKP 20 cmsC x AN 618/95 – 5,79 t/ha și, respectiv, 5,94 t/ha, iar la MKP 55 cmsC x MKP 56 nivelul producției de boabe a atins 9,39 t/ha. Recolte relativ înalte au fost realizate de încrucișările MKP 70 x AN 3550/03 – 8,49 t/ha și MKP 52A cmsC x MKP 56 – 8,06 t/ha. Diferența limită (DL_{05}) în experiență a constituit 0,59 t/ha, iar în intervalul de încredere al mediei ($6,59 \text{ t/ha} \pm 0,59 \text{ t/ha}$) s-au plasat 9 variante. Au depășit semnificativ media 3 variante, iar alte 4 variante au înregistrat valori inferioare ale producției de boabe. În următorul an recolte superioare au format MKP 55 cmsC x MKP 56 – 6,86 t/ha, MKP 70 x AN 3550/03 – 6,90 t/ha, AN 4234/98 x MKP 61 – 6,50 t/ha, MKP 52A cmsC x MKP 19A – 6,46 t/ha și MKP 52A cmsC x MKP 55 – 6,26 t/ha. În intervalul de încredere al mediei ($5,41 \text{ t/ha} \pm 0,51 \text{ t/ha}$) s-au plasat 4 variante, iar la 7 variante recoltele au fost de 4,14-4,85 t/ha. Între productivitatea formelor maternel modificate au fost stabilite corelații foarte slabe cu producția liniilor consangvinizate înrudite – $r=0,048$.

În categoria formelor maternel modificate prin intermediul unui backcross au fost studiate 30 de variante realizate cu 17 linii consangvinizate, dintre care 13 s-au utilizat ca părinte recurent în încrucișările regresive, cu o contribuție de 75% a genotipului (tabelul 4.23). În formele maternel ca părinte recurent au servit MKP 60 și MKP 61, fiecare în câte 6 variante modificate, MKP 19A în 4 variante, MKP 20, MKP21/182, MKP 52A și MKP 63, fiecare în câte 2 variante, și AN 618/95, AN 422/07, AN 3550/03, MKP 55, MKP 56 și MKP 70 în câte o variantă modificată [100].

În ceea ce privește ritmul de creștere a plantulelor, formele backcrossate cu liniile îndurate AN 618/95, MKP 19A, MKP 20, MKP 21/182 și MKP 52A, MKP 70, AN 3550/03 din grupa de germoplasmă BSSS-B37 au fost apreciate cu note 7-8 (în medie pe doi ani). Vigoare medie a plantulelor (cu note 6-7) au fost semnalate la 14 forme retroîncrucișate cu liniile grupei Reid Iodent MKP 60, MKP 61, MKP 63 și MKP 55, MKP 56 cu germoplasmă Lancaster timpuriu, iar AN 422/07 a asigurat valori mai joase de medie - 5,9 unități.

Perioada de la răsăritul plantulelor până la apariția stigmatelor în anul 2013 a variat de la 49 de zile – (MKP 20 cmsC x AN 618/95) x AN 618/95, (MKP 20 cmsC x MKP 19A) x MKP 20, până la 59 de zile – (MKP 63 x MKP 61) x MKP 63. În următorul an au fost înregistrate valori minime de 58 de zile și maxime de 70 de zile la aceleași variante modificate.

Heterozisul vegetativ s-a manifestat la **habitusul** plantelor, fiind cu 110,0% în 2013 și 8,3% în 2014 mai pronunțat în comparație cu liniile consangvinizate și respectiv cu 8,7% și 7,2% inferior încrucișărilor înrudite. Talie a plantelor mai viguroasă au asigurat liniile MKP 55 și MKP 56 în încrucișări regresive cu combinația MKP 55 cmsC x MKP 56, cu o medie de circa 220 cm în comparație cu 176,3 cm la variantele backcrossate cu linia MKP 20.

Tabelul 4.23. Caracteristica încrucișărilor backcrossate după caracterele agronomice

Pedigreul	Anii	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătăsit	Talia plantei, cm	Insertia știuletelui, cm	Cădere radiculară, %	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha
(MKP 60M x MKP 61) x MKP 60	2013	6,5	54,0	195,0	72,5	0,0	13,5	5,45
	2014	6,5	61,5	160,0	77,5	0,8	14,2	3,91
(MKP 60M x MKP 62) x MKP 60	2013	6,5	53,0	210,0	82,5	0,0	14,9	5,41
	2014	7,5	62,0	187,5	70,0	0,0	12,7	4,96
(MKP 60M x MKP 63) x MKP 60	2013	6,0	54,0	200,0	70,0	0,0	13,1	6,69
	2014	6,5	64,5	160,0	72,5	0,0	11,6	4,17
(MKP 60M x MKP 64) x MKP 60	2013	6,3	54,0	187,5	67,5	0,0	13,3	6,32
	2014	6,5	62,0	170,0	77,5	0,0	13,1	4,03
(MKP 60 x MKP 611) x MKP 60	2013	6,5	54,0	200,0	67,5	19,2	13,8	5,37
	2014	6,0	63,0	165,0	60,0	0,0	12,5	3,64
(4234/98 M x MKP 60) x MKP 60	2013	7,0	53,0	192,5	70,0	3,3	14,8	7,15
	2014	8,0	62,0	175,0	75,0	0,0	12,3	5,38
(MKP 60M x MKP 61) x MKP 61	2013	6,3	55,0	202,5	67,5	25,3	13,7	5,63
	2014	6,5	63,0	177,5	77,5	0,0	12,8	3,54
(MKP 61M x MKP 62) x MKP 61	2013	6,8	55,0	220,0	82,5	33,1	14,1	5,13
	2014	7,5	62,5	197,5	82,5	0,0	12,8	5,36
(MKP 61 x MKP 63) x MKP 61	2013	6,8	56,0	222,5	72,5	31,7	13,6	6,30
	2014	7,0	65,0	175,0	67,5	0,0	13,7	4,55
(MKP 63 x MKP 61) x MKP 61	2013	6,8	55,0	215,0	72,5	31,5	13,4	6,56
	2014	6,5	63,0	195,0	77,5	0,0	12,9	6,00
(MKP 61M x MKP 611) x MKP 61	2013	6,3	55,0	197,5	67,5	1,7	14,0	6,09
	2014	7,0	63,0	172,5	72,5	0,0	10,4	4,42
(4234/98 M x MKP 61) x MKP 61	2013	6,8	54,0	220,0	72,5	14,5	13,7	6,99
	2014	8,0	62,0	200,0	77,5	0,0	12,3	5,38
(MKP 60 x MKP 63) x MKP 63	2013	6,5	57,0	197,5	65,0	11,7	13,9	7,06
	2014	6,0	68,5	175,0	75,0	0,0	11,0	4,76
(MKP 63 x MKP 61) x MKP 63	2013	6,5	59,0	225,0	80,0	38,4	14,0	6,45
	2014	6,0	70,0	177,5	70,0	0,0	14,4	4,69
(MKP52AC x MKP 55) x MKP52A	2013	7,5	54,0	205,0	82,5	8,1	15,2	6,96
	2014	8,0	62,0	197,5	90,0	0,0	13,7	5,67
MKP52A C x MKP 56) x MKP52A	2013	7,0	54,0	215,0	77,5	6,1	14,5	5,82
	2014	7,0	62,5	187,5	90,0	0,8	13,0	5,66
(MKP 55 C x MKP 56) X MKP 56	2013	6,0	56,0	217,5	82,5	12,9	15,3	6,77
	2014	7,0	63,5	220,0	92,5	0,0	14,8	5,14
(MKP 55 C x MKP 56) X MKP 55	2013	6,5	55,0	225,0	87,5	15,6	16,9	7,53
	2014	6,5	62,5	220,0	80,0	0,0	15,7	5,73
(422/07 x MKP 55) x 422/07	2013	5,8	53,0	212,5	75,0	7,9	15,6	5,46
	2014	6,0	62,0	190,0	77,5	0,0	13,1	4,14
(MKP 70 x 3550/03) x 3550/03	2013	6,8	55,0	212,5	87,5	0,0	14,7	7,39
	2014	8,0	63,0	195,0	80,0	1,7	12,2	5,89
(MKP 70 x 3550/03) x MKP 70	2013	6,8	56,0	205,0	77,5	1,6	14,6	7,52
	2014	7,5	64,0	187,5	75,0	0,0	12,3	6,16

(MKP 20 C x 618/95) x 618/95	2013	7,8	49,0	190,0	60,0	6,2	14,3	5,59
	2014	7,5	58,5	175,0	67,5	1,7	13,1	3,52
(MKP 20 C x 618/95) x MKP 20	2013	8,0	50,0	192,5	75,0	2,8	16,3	5,50
	2014	8,0	59,0	160,0	60,0	0,0	13,6	3,96
(MKP 20 C x MKP 19A) x MKP 20	2013	7,3	49,0	185,0	57,5	4,2	15,7	5,82
	2014	8,0	58,0	167,5	57,5	0,0	15,5	3,85
(MKP 20 C x MKP 19A) x MKP 19A	2013	7,0	51,0	185,0	62,5	2,3	15,7	4,92
	2014	7,0	58,0	175,0	67,5	0,0	12,6	3,99
(MKP 19A x MKP 21/182) x MKP 19A	2013	7,5	51,0	207,5	67,5	1,3	15,6	5,63
	2014	8,0	60,5	182,5	60,0	0,0	13,7	4,17
(MKP 52A C x MKP 19A) x MKP 19A	2013	7,1	52,0	215,0	70,0	3,9	15,7	5,95
	2014	8,0	62,5	190,0	80,0	0,0	14,6	5,18
(422/07 x MKP 19A) x MKP 19A	2013	7,8	51,0	215,0	72,5	1,6	16,5	6,29
	2014	8,0	62,0	207,5	65,0	0,0	13,5	5,19
(MKP 20 C x MKP 21/182) x MKP 21/182	2013	6,3	54,0	202,5	77,5	0,0	14,4	6,22
	2014	8,0	62,0	190,0	82,5	0,0	13,0	4,36
(MKP 19A x MKP 21/182) x MKP 21/182	2013	6,0	54,0	212,5	75,0	0,0	14,2	5,34
	2014	7,5	61,0	195,0	80,0	0,0	13,8	4,51
Media	2013	6.76	53.7	206.1	73.3	9.5	14.6	6.18
	2014	7.18	62.4	184.3	74.6	0.2	13.2	4.73

În încrucișările regresive, talie a plantelor relativ înaltă au realizat liniile consangvinizate MKP 52A, MKP 61 și MKP 19A, utilizate ca părinți recurenți. Rezultate similare au fost semnalate și privind înălțimea de inserție a știuletelui, cu o depășire de peste 13% a liniilor și o depresie de circa 12% comparativ cu încrucișările înrudite. Căderea radiculară s-a manifestat mai pronunțat la combinațiile realizate cu 75% a liniilor MKP 55, MKP 56, MKP 61 și MKP 63, cu excepția formei materne (MKP 61 cmsM x MKP 611) x MKP 61, la care cota maximă a plantelor căzute a fost de 1,7% în anul 2013.

Producția de boabe la încrucișările backcrossate a constituit 6,18 t/ha în anul 2013 ($DL_{05}=0,48$ t/ha) și 4,73 t/ha în anul 2014 ($DL_{05}=0,42$ t/ha). Umiditatea boabelor recoltate în anul 2013 a fost de 16,3-16,9% la (MKP 20 cmsC x AN 618/95) x MKP 20, (AN 422/07 cx MKP 19A) x MKP 19A și (MKP 55 cmsC x MKP 56) x MKP 55, asigurând valori de circa 14% la 16 variante studiate. În următorul an doar 6 forme backcrossate au depășit nivelul standard de 14%, iar 15 variante au avut la recoltare umiditate mai joasă de 13%. Cele mai joase producții medii de boabe s-au înregistrat la variantele cu liniile consangvinizate din convarietatea îndurată AN 422/07 – 4,80 t/ha, AN 618/95 – 4,56 t/ha, MKP 20 – 4,78 t/ha, MKP 19A – 5,16 t/ha și MKP 21/182 – 5,11 t/ha. Liniile cu germoplasmă Lancaster timpuriu MKP 55, MKP 56 și MKP 52A, MKP 70, AN 3550/03 din grupa heterotică BSSS-B37 au realizat în combinațiile backcrossate recolte de 5,95- 6,84 t/ha boabe. Menționăm că producții maxime de boabe s-au obținut în anul 2013 cu liniile MKP 55 – 7,53 t/ha, MKP 70 – 7,52 t/ha și AN 3550/03 – 7,39 t/ha. În cadrul formelor materne cu

germoplasma grupei Reid Iodent, productivitate relativ satisfăcătoare au manifestat variantele cu liniile MKP 63 și MKP 61. Coeficientului de corelație calculat $r=0,582$ relevă o corelație medie între productivitatea încrucișărilor backcrossate și producția de boabe a liniilor recurente.

Formele maternelle backcrossate au fost apreciate după omogenitatea și uniformitatea plantelor și aștiuleților la recoltare prin notări vizuale. Comparativ cu încrucișările înrudite, la formele regresive nivelul de variație a caracterelor morfologice (taliea plantei și inserția știuletelui, lungimea și diametrul știuleților) a fost mai înalt, în special la combinațiile realizate cu linii consangvinizate contraste. Liniile MKP 20 cmsC și AN 3550/03 cu taliea joasă a plantelor în încrucișări regresive, respectiv cu MKP 19A și MKP 70 mai înalte, au manifestat variație esențială interpopulativă. Neuniforme după lungimea știuletelui s-au dovedit a fi combinațiile (MKP 19A x MKP 21/182) x MKP 19A, (MKP 19A x MKP 21/182) x MKP 21/182, (MKP 20 x MKP 21/182) x MKP 21/182. La varianta (MKP 52A cmsC x MKP 19A) x MKP 19A au fost semnalate deosebiri vizibile după tipul boabelor, iar la (AN 4234/98 x MKP 61) x MKP 61 și (AN 4234/98 x MKP 60) x MKP 60 au fost înregistrate devieri după colorația antocianică a anterelor și stigmatelor. Retroîncrucișările cu părintele recurent au ca efect segregarea caracterelor morfologice cantitative, care majorează varianța fenotipică a populației reprezentate printr-un număr concret de indivizi. Similaritatea caracterelor cantitative la formele parentale conferă o uniformitate fenotipică plantelor individuale din cadrul încrucișărilor backcrossate. Aprecierile vizuale au evidențiat unele forme maternelle modificate cu variație redusă între plante și știuleți : (MKP 60 cmsM x MKP 61) x MKP 60, (MKP 60 cmsM x MKP 61) x MKP 61, (MKP 55 cmsC x MKP 56) x MKP 55 și (MKP 55 cmsC x MKP 56) x MKP 56.

Datele experimentale pentru anii 2013 și 2014 referitoare la evaluarea comparativă a 21 de linii consangvinizate, 16 încrucișări înrudite și 30 de încrucișări backcrossate sunt reflectate în tabelul 4.24. Menționăm că formele maternelle modificate au fost sintetizate cu includerea a 16 linii consangvinizate comune, iar baza genetică a ambelor tipuri, teoretic, poate fi considerată ca fiind similară [39]. Analiza rezultatelor constată expresia efectului de heterozis la formele maternelle modificate după ritmul inițial de creștere a plantulelor cu o depășire de 6,1 – 7,6 % și durata perioadei "răsărit – apariția stigmatelor" cu 1 – 1,6 zile mai devreme. Starea de heterozigoție a încrucișărilor înrudite și backcrossate s-a exprimat prin valori mai înalte ale înălțimii plantei – cu 18,5%, respectiv cu 9,7 %, și ale inserției știuletelui – cu 27,3%, respectiv cu 13,5%, comparativ cu liniile consangvinizate homozigote. Cele mai înalte valori ale heterozisului a înregistrat producția de boabe, cu un surplus de 54,9% la încrucișările înrudite și 37,8% la formele maternelle backcrossate. Vigoarea hibridă la formele maternelle modificate a fost afectată de condițiile climaterice ale anilor de experimentare și grupa de germoplasmă a acestora.

Tabelul 4.24. Compararea indicilor ameliorativi la 3 tipuri de forme materne

Indicii	Anii	21 linii consangvinizate		16 încrucișări înrudite		30 încrucișări backcrossate	
		$\bar{X}$	Xmin - Xmax	$\bar{X}$	Xmin - Xmax	$\bar{X}$	Xmin - Xmax
Ritm de creștere, nota	2013	6,9	5,0 - 8,5	6,9	5,0 - 8,3	6,7	5,8 - 8,0
	2014	6,3	6,0 - 7,0	7,3	6,0 - 8,0	7,2	6,0 - 8,0
	media	6,6	5,5 - 7,3	7,1	5,8 - 8,0	7,0	5,9 - 8,0
Apariția stigmatelor, zile	2013	55,3	50,0 - 61,0	52,9	49,0 - 56,0	53,7	49,0 - 59,0
	2014	63,0	56,0 - 67,0	62,0	56,5 - 67,0	62,4	58,0 - 70,0
	media	59,1	53,0 - 64,0	57,5	52,8 - 61,3	58,1	53,5 - 64,5
Talía plantei, cm	2013	185,6	147,5 - 237,5	224,1	192,5-260,0	206,1	185,0-225,0
	2014	170,1	142,5 - 205,0	197,7	172,5-222,5	184,3	160,0-220,0
	media	177,9	151,3 - 221,3	210,9	186,3-241,3	195,2	176,3-225,5
Înserția știuletelui, cm	2013	64,4	50,0 - 82,5	82,5	67,5 - 110,0	73,3	57,5 - 87,5
	2014	65,8	42,5 - 82,5	83,3	60,0 - 97,5	74,6	57,5 - 92,5
	media	65,1	47,5 - 80,0	82,9	63,8 - 103,8	73,9	57,5 - 87,5
Căderea radiculară, %	2013	9,8	0,0 - 51,0	7,4	0,0 - 35,1	9,5	0,0 - 38,4
	2014	0,2	0,0 - 0,9	0,2	0,0 - 2,5	0,2	0,0 - 1,7
	media	5,0	0,0 - 25,5	3,8	0,0 - 17,6	4,8	0,0 - 19,2
Umiditatea boabelor, %	2013	15,0	13,6 - 16,9	16,1	14,2 - 17,7	14,6	13,1 - 16,9
	2014	13,6	12,0 - 16,5	13,3	10,7 - 15,6	13,2	10,4 - 15,7
	media	14,3	13,0 - 15,7	14,7	12,7 - 16,4	13,9	12,2 - 16,3
Producția de boabe, t/ha	2013	4,32	2,87 - 6,59	6,95	5,79 - 9,39	6,18	4,92 - 7,53
	2014	3,65	2,69 - 5,27	5,41	4,14 - 6,90	4,73	3,52 - 6,16
	media	3,99	2,78 - 5,66	6,18	4,97 - 8,13	5,50	4,45 - 6,84

În anul 2013, considerat ca favorabil pentru cultura porumbului, încrucișările înrudite și backcrossate au depășit liniile consangvinizate cu 60,9%, respectiv cu 43,0%, față de 48,2% și, respectiv, 29,6% în anul 2014. Deosebiri semnificative s-au înregistrat și între mediile pe doi ani ale încrucișărilor înrudite din grupele de germoplasmă Flint European, BSSS-B37/Lancaster și Reid Iodent, cu valori respective de 5,86, 6,84 și 6,03 t/ha, comparativ cu 3,34, 4,17 și 4,62 t/ha la liniile consangvinizate din grupele menționate. Încrucișările backcrossate au format o recoltă de 5,0 t/ha în prima grupă de germoplasmă, 6,13 t/ha în a doua și 5,41 t/ha în ultima grupă heterotică. Astfel heterozisul reproductiv la formele materne modificate a avut valori mai ridicate la mostrele Flint European, media acestora constituind 162,6%, comparativ cu 155,5% în grupa BSSS-B37/Lancaster și 123,8% în grupa Reid Iodent.

Generalizarea datelor privind producția de boabe, ca element de bază al formelor materne, permite să concluzionăm că liniile consangvinizate ale grupei heterotice Reid Iodent posedă un grad mai înalt de rudenie genealogică și încrucișările $A \times A_1$ se încadrează în nivelul de heterozis până la 60%, considerat optimal pentru modificarea hibridizilor simpli de porumb [26, 39]. Linile consangvinizate cu germoplasmă BSSS-B37/Lancaster, în general, pot fi catalogate drept genetic mai îndepărtate și, în unele cazuri, manifestă în încrucișări producții de boabe apropiate de hibridii

realizați cu forme maternelle distincte genetic. În grupa heterotică respectivă, încrucișările backcrossate cu cota de 75% a formei recurente par a fi mai avantajoase ca forme maternelle în hibrizi modificați. Menționăm că, în medie pe doi ani, încrucișările $(A \times A_1) \times A$ și $(A \times A_1) \times A_1$ din grupa de germoplasmă respectivă au format o recoltă de 6,13 t/ha, comparativ cu 5,86 t/ha și 6,03 t/ha, realizate de încrucișările $A \times A_1$ din grupele Flint European și Reid Iodent.

Valoarea ameliorativă a formelor maternelle modificate se apreciază prin contribuția acestora la producția de boabe realizată în combinații hibride [37]. Formele maternelle respective au participat la sintetizarea a 45 de hibrizi simpli $A \times B$, 44 de hibrizi modificați $(A \times A_1) \times B$ și 64 de hibrizi $[(A \times A_1) \times A] \times B$, creați preponderent în încrucișări sistemice de tip topcross cu forme paternale din grupele heterotice alternative. Hibrizii respectivi s-au divizat în grupele de maturitate ultratimpurie FAO 170- 200, cu 64 de variante, și timpurie FAO 210- 240, cu 89 de variante. La sintetizarea combinațiilor hibride cu forme maternelle îndurate au fost folosite liniile ultratimpurii MKP 58, AN 2610/07 și AN 2609/07. Grupa formelor maternelle modificate cu germoplasmă BSSS-B37/Lancaster timpuriu s-a încrucișat cu testeri din grupa heterotică Reid Iodent – MKP 61, MKP 63 și MKP 64. Pentru formele maternelle Reid Iodent, în calitate de componenți paterni au servit liniile îndurate MKP 21/182, MKP 22, MKP 70, MKP 71, AN 3550/03 și MKP 56 din grupele alternative BSSS-B37, Lancaster timpuriu. Eșantionul de 153 de hibrizi, repartizați în două grupe de maturitate în baza perioadei „răsărit-mătăsît”, au fost practic identici după baza genetică a genotipurilor.

Rezultatele experimentale pe anii 2014, cu condiții climaterice mai puțin prielnice, și 2015, caracterizat ca nefavorabil pentru cultura porumbului, sunt redată în tabelul 4.25. Între hibrizii modificați cu ambele variante de încrucișări nu s-au semnalat diferențe semnificative după perioada „răsărit-mătăsît”, indiferent de grupa de maturitate.

Tabelul 4.25. Producția și umiditatea boabelor în funcție de tipul hibrizilor și grupa de maturitate

Indicii ameliorativi	Anii	A x B		(A x A ₁) x B		[(A x A ₁) x A] x B	
		FAO 170 - 200	FAO 210 - 240	FAO 170 - 200	FAO 210 - 240	FAO 170 - 200	FAO 210 - 240
Zile până la mătăsît	2014	58,9	62,5	57,7	62,2	58,0	62,2
	2015	54,3	58,3	53,2	58,0	53,4	58,1
	Media	56,6	60,4	55,4	60,1	55,7	60,1
Producția de boabe, t/ha	2014	6,29	6,83	6,24	6,72	6,29	6,80
	2015	3,96	4,26	3,93	4,35	3,92	4,35
	Media	5,13	5,54	5,08	5,54	5,10	5,58
Umiditatea boabelor, %	2014	12,8	12,5	12,9	12,8	12,7	12,6
	2015	13,2	12,8	13,1	12,9	12,8	12,5
	Media	13,0	12,7	13,0	12,8	12,8	12,6

La hibrizii simpli A x B din grupa ultratimpurie această perioadă a fost cu 0,9-1,2 zile mai mare comparativ cu variantele modificate, pe când în grupa timpurie (FAO 210-240) durata până la apariția stigmatelor a fost practic de 60 de zile. Producția de boabe a fost semnificativ afectată în anul 2015 și, ca urmare, media pe doi ani a constituit 5,10 t/ha la 64 de hibridi ultratimpurii și 5,55 t/ha la 89 de combinații cu indicele de maturitate FAO 210-240. La acest nivel al recoltei, între cele 3 tipuri de încrucișări nu au fost semnalate diferențe semnificative. Cu toate acestea, cele mai înalte valori ale producției de boabe au fost înregistrate la unele variante din cadrul hibrizilor simpli, cu devieri statistic semnificative de la media grupei [39]. Diferențele dintre liderii din fiecare tip de încrucișări și grupă de maturitate nu au depășit pragul de discriminare al diferenței limită DL_{05} , calculată pentru fiecare set de hibridi incluși în testări.

Cu valori cuprinse între 10,9–14,4% și o medie de circa 13%, ca urmare a temperaturilor înalte, umiditatea boabelor la recoltare, ca urmare a temperaturilor înalte în perioada postmaturizare, nu discriminează eficient tipurile de încrucișări ale hibrizilor. Doar în anul 2015, la hibrizii timpurii s-a observat tendința de majorare a conținutului de substanță uscată în boabe – 87,3% comparativ cu 87,0% la cei din grupa ultratimpurie, fapt ce se explică prin utilizarea formelor materne cu pierdere rapidă a umidității.

În baza producției de boabe pe doi ani, din cadrul hibrizilor studiați s-au evidențiat 21 de mostre (13,7%) cu producții superioare (statistic asigurate) mediei de grupe, inclusiv 7 hibridi simpli, 4 cu încrucișări înrudite și 10 cu forme materne backcrossate. Majoritatea hibrizilor selectați după performanțele ameliorative, inclusiv posibilitatea de transferare a producerii de semințe în baza sistemului genetic ASC-Rf, au fost din grupa de maturitate timpurie cu indicele FAO 210-240. Sistematizarea combinațiilor hibride după valorile indicelui de selecție, calculat în baza producției și a conținutului de substanță uscată în boabe, a demonstrat superioritatea modelelor heterotice Reid Iodent x BSSS-B37 și Lancaster timpuriu x Reid Iodent. Hibrizii sintetizați cu forme parentale idurata x dentiformis sau dentiformis x indurata au fost mai puțin adaptați la condițiile naturale ale anului 2015. În tabelul 4.26 este redată caracteristica a 10 hibridi performanți din diferite tipuri de încrucișări ale liniilor consangvinizate.

Pe prima poziție se plasează hibridul simplu MKP 63 x MKP 70, cu 58,0 unități ale indicelui de selecție, urmat de două variante modificate în baza formei materne backcrossate. Hibridul simplu MKP 63 x MKP 71 practic nu se deosebește după indicii ameliorativi de varianta modificată (MKP 63 x MKP 61) x MKP71. O situație similară se observă și în cazul hibrizilor realizați cu formele materne MKP 55, MKP 56, MKP 55 x MKP 56, (MKP 55 x MK P56) x MKP 55 în încrucișări cu formele paterne MKP 61 și MKP 71.

Tabelul 4.26. Potențialul de producție al hibrizilor din diferite tipuri de încrucișări

Pedigreul hibrizilor	Apariția stigmatelor, zile		Producția de boabe, t/ha		Umiditatea boabelor, %	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
MKP 63 x MKP 70	62,2	58,7	8,25	4,76	9,9	11,7
[(MKP 63 x MKP 61) x MKP 63] x MKP70	62,0	58,3	7,98	4,93	11,3	11,0
[(MKP 60 x MKP 63) x MKP 63] x MKP70	62,0	57,3	7,69	4,87	11,6	11,3
MKP 55 x MKP71	62,0	58,7	6,80	6,11	14,8	13,7
MKP 63 x MKP 71	64,0	58,0	7,35	4,74	10,7	12,3
(MKP 63 x MKP 61) x MKP 71	62,5	57,7	7,31	4,87	12,0	12,5
(MKP 55 x MKP 56) x MKP 71	62,5	59,3	6,90	5,33	13,0	13,8
[(MKP 55 x MKP56) MKP 55] x MKP 61	62,0	59,3	7,20	4,88	12,4	13,1
MKP 55 x MKP61	62,0	57,0	7,47	4,64	13,2	13,4
MKP 56 x MKP 61	61,0	57,0	7,00	4,92	12,3	13,0
DL ₀₅	0,82	0,64	0,59	0,43	1,33	1,06

Datele prezentate relevă posibilitățile de îmbunătățire a producției de boabe realizată de formele maternelle prin ambele variante *per se* și păstrarea efectului de heterozis la nivelul hibrizilor simpli [38, 39, 100, 169]. Uniformitatea și omogenitatea fenotipică a plantelor sunt elemente importante pentru hibrizii simpli, cu manifestări benefice de la răsărit și până la recoltare. Însușirea respectivă oferă hibrizilor simpli un aspect comercial atractiv, fapt care înlesnește selectarea acestora de producătorii agricoli [39]. Evaluarea după 7 caractere a câte 15 variante de hibrizi din fiecare tip a constatat diferențe ale coeficientului de variație atât între grupe, cât și între caracterele analizate (tabelul 4.27). Menționăm că variația se consideră nesemnificativă când valorile coeficientului V sunt mai mici de 10%, medie atunci când aceste valori sunt de 10–20% și semnificativă la valori mai mari de 20%. În medie pe toate caracterele, hibrizii simpli A x B au înregistrat o variație nesemnificativă de 9,15%, comparativ cu 11,7% la hibrizii cu încrucișări înrudite și de 14,1% la combinațiile modificate cu încrucișări regresive.

Tabelul 4.27. Coeficientul de variație (%) a caracterelor morfologice la 3 tipuri de hibrizi

Nr. d/o	Caracterele	A x B		(A x A ₁) x B		[(A x A ₁) x A] x B	
		Media	V	Media	V	Media	V
1	Talia plantei, cm	215,9	7,1	212,7	12,3	213,4	15,3
2	Insertia știuletelui, cm	90,5	10,2	91,5	15,1	91,5	19,7
3	Masa știuletelui, g	116,3	9,1	114,4	10,4	114,1	15,2
4	Lungimea știuletelui, cm	16,6	10,6	16,7	13,8	15,4	14,9
5	Diametrul știuletelui, cm	4,3	6,4	4,1	6,8	4,2	7,9
6	Nr. de rânduri pe știulete	16,9	10,0	16,8	10,4	16,8	10,2
7	Nr. de boabe pe rând	32,8	10,7	30,2	12,9	31,2	15,3
	Media variației	-	9,2	-	11,7	-	14,1

O uniformitate mai înaltă s-a observat la caracterele diametrul știuletelui, cu o limită de variație în intervalul 6,4-7,9%, și numărul de rânduri pe știulete, cu o medie de 10,2%. La formulele de încrucișări modificate s-a înregistrat variație medie după talia plantei, masa și lungimea știuletelui, numărul de boabe pe rând. O variație relativ mai accentuată s-a constatat la inserția știuletelui, în special în cadrul hibrizilor cu forme materne backcrossate. Menționăm că la unele mostre valorile indicelui V au depășit pragul discriminatoriu de 20%, ceea ce denotă o variație semnificativă a caracterului dat. Se constată astfel că, din fiecare tip de hibrizi simpli modificați, pot fi selectate mostre cu variație fenotipică a elementelor plantelor la nivelul hibrizilor simpli. În cadrul formelor materne studiate, după însușirea menționată s-au evidențiat încrucișările înrudite MKP 20 cmsC x MKP 19A, MKP 55 cmsC x MKP 56, MKP 60 cmsM x MKP 61, MKP 61 cmsM x MKP 62, MKP 61 cmsM x MKP 611 și încrucișările backcrossate (MKP 61 cmsM x MKP 62) x MKP 62, (MKP 55 cmsC x MKP 56) x MKP 56 și (MKP 55 cmsC x MKP 56) x MKP 55.

Concluzii la capitolul 4

Analiza integrală a rezultatelor experimentale demonstrează posibilitățile de creare a hibrizilor cu forme materne modificate care, după performanțele agronomice și uniformitatea caracterelor morfologice, se apropie de formulele simple de încrucișări. Varianta utilizării liniilor înrudite $A \times A_1$ prezintă avantaje comparativ cu încrucișările backcrossate de tip $(A \times B) \times A$, cu cota de 75% a liniei recurente, sau $(A \times A_1) \times A$, cu genom mai apropiat de liniile consangvinizate (peste 75% cota liniei A). Printre factorii care limitează utilizarea încrucișărilor backcrossate se enumeră, în primul rând, neuniformitatea interpopulativă a caracterelor morfologice ale plantelor, atât la nivel *pe se*, cât și în hibrizii modificați. Diferențele liniilor consangvinizate după precocitate, talia plantelor și inserția știuletelui, lungimea și diametrul știuletelui, consistența și culoarea boabelor, colorația antocianică a stigmatelor, anterelor șirahisului, precum și după alte elemente structurale creează o variație fenotipică care împiedică stabilirea identității genotipurilor. În cazul variantei $(A \times A_1) \times A$, efectul de consangvinizare reduce producția de boabe în raport cu încrucișarea $A \times A_1$. Un alt impediment în utilizarea încrucișărilor backcrossate îl constituie majorarea cu un an a perioadei de multiplicare a formelor parentale, în comparație cu $A \times A_1$, și cu doi ani în cazul hibrizilor simpli $A \times B$. Ținând cont că perioada de comercializare a hibrizilor contemporani este de 6–8 ani, după care sunt înlocuiți cu creații noi, acest factor poate fi decisiv. Informația acumulată în cercetările prezentate în capitolul de față și în cel anterior evidențiază rolul încrucișărilor înrudite din grupa Reid Iodent cu 30-60% diversitate genetică în calitate de forme materne de perspectivă [31, 33, 85, 100].

În baza celor expuse mai sus se pot formula următoarele concluzii:

1. Încrucișările înrudite $A \times A_1$, în calitate de forme maternelle cu producerea de semințe mai rentabilă, prezintă o modalitate eficientă de modificare a hibrizilor simpli de porumb, asigurând performanțe agronomice și uniformitate plantelor competitive.
2. Formele maternelle backcrossate $(A \times B) \times A$ sau $(A \times A_1) \times A$ sunt utilizate mai rase în programele de creare a hibrizilor, precum și în cazuri legate de necesitatea majorării volumului de semințe la formele maternelle $A \times A_1$. Neuniformitatea interpopulativă a plantelor reduce competitivitatea hibrizilor modificați.
3. Similaritatea fenotipică a liniilor consangvinizate incluse în formele maternelle modificate prin ambele variante asigură o probabilitate mai înaltă de selectare a hibrizilor suficient de omogeni și uniformi după caracterele morfologice.

5. UTILIZAREA ÎNCRUCIȘĂRILOR ÎNRUDITE CA MATERIAL ÎNȚIAL PENTRU RECICLAREA LINIILOR COMERCIALE

Utilizarea liniilor consangvinizate înrudite ca genitori în scopul îmbunătățirii unor linii elită, specifice pentru o anumită perioadă, este o practică comună în ameliorarea porumbului [40]. Procedura respectivă, numită în literatură „selecție cumulativă”, permite păstrarea genomului liniilor performante și obținerea de la donatori a însușirilor agronomice necesare [185]. Studiul efectuat de M. A. Mikel și J. W. Dudley în 2006 arată majorarea până la 90% a cotei hibridilor simpli și a încrucișărilor înrudite ca material inițial în programul de ameliorare al firmei Pioneer, SUA [157]. Acest tip de material inițial reduce semnificativ procesul de creare a liniilor consangvinizate, furnizând o permanentă acumulare a genelor favorabile. Liniile noi reciclate, care se deosebesc prin anumite caractere agronomice bine exprimate, prezintă surse eficiente pentru modificarea formelor parentale ale hibridilor realizați anterior prin substituirea liniei slabe în formulele de hibridare. Folosirea încrucișărilor între linii înrudite ca forme materne ale hibridilor, în special din grupa de maturitate FAO 150-200, este o modalitate eficientă de sporire a producției de semințe.

Cercetările efectuate au avut drept scop studierea indicilor ameliorativi ai unui set de linii consangvinizate, dezvoltate în baza germoplasmei grupei heterotice Reid Iodent, și valorificarea creațiilor noi ca forme materne ale hibridilor simpli modificate.

Lucrările de selecție au fost inițiate de către doctorul habilitat S. Musteața în anul 2008, prin autopolenizări ale plantelor din generația F_2 (S_0) al materialului biologic creat în încrucișări cu linii comerciale (folosite în producerea de sămânță) MKP60, MKP61 și descendente din generația S_5 (STP19, STP46, STP51, STP76) cu donatorii AN4234/98, ca sursă de rezistență la frângere a tulpinilor, și AN1246/05, ca sursă de precocitate. În genealogia genitorilor respectivi, cu excepția liniei 4234/98, predomină germoplasma grupei heterotice Reid Iodent, cu o cotă de 50% a liniei semitimpurii D29.

Materialul biologic a fost preluat din anul 2010, iar în următorul an generația de consangvinizare S_3 a fost reprezentată de 211 descendente (știulete-rând) cu origine în 40 de familii S_2 din 7 surse de material inițial. La crearea liniilor s-a folosit metoda pedigreeului: consangvinizarea succesivă, selecția între descendente și în interiorul lor, testarea capacității de combinare. În procesul de selecție s-a urmărit expresia fenotipică a însușirilor cu eritabilitate ridicată, inclusiv ritmul de creștere a plantelor, precocitatea, toleranța la factorii abiotici și boli, rezistența la frângere și cădere a plantelor, talia plantei și inserția știuletelui, masa știuletelui, capacitatea de polenizare a paniculului, alte caractere specifice. Selecția fenotipică a avut drept rezultat evidențierea a 59 de descendente (28%) din 19 familii S_3 a 6 genitori, care au fost

încrucișate cu 4 testeri din grupa heterotică Euroflint. Cele 76 de testîncrucișări, în condițiile extrem de nefavorabile pentru cultura porumbului ale anului 2012, au realizat o producție medie de 2,01 t/ha, cu o variație de până la 2,50 t/ha la linia 1247/11 (tabelul 5.28).

Tabelul 5.28. Capacitatea de producție (t/ha) a liniilor consangvinizate în testîncrucișări sistemice

Cifrul liniilor	Generația de inbreeding și anii de testare				Media S ₃ –S ₆	Efectele CGC
	S ₃ –2012	S ₄ –2013	S ₅ –2014	S ₆ –2015		
1174/10	2,35	7,74	8,00	5,31	5,85	0,33
1176/10	2,15	7,68	8,02	5,73	5,90	0,38
1146/11	2,26	7,78	8,06	5,05	5,79	0,27
1148/11	2,28	7,95	8,00	4,94	5,79	0,27
1247/11	2,50	7,70	7,82	5,24	5,82	0,30
1250/11	2,26	7,92	7,98	5,28	5,86	0,34
Media topcross	2,01	7,41	7,60	5,06	5,52	0,00
DL ₀₅	0,21	0,35	0,34	0,30	0,30	

Aprecierea capacității de producție a următoarei generații de inbreeding a fost efectuată în baza a 75 de încrucișări (25 de familii S₄ încrucișate cu 3 testeri indurata), cu o medie de 7,41 t/ha a producției de boabe. Dintre generațiile fenotipic constante, în culturi comparative de orientare s-au studiat 90 de încrucișări dintre 18 familii S₅ și 5 testeri și 36 de încrucișări dintre 18 familii S₆ și 2 testeri, cu medii de 7,60 t/ha în anul 2014 și, respectiv, 5,06 t/ha în anul 2015. Selecția fenotipică și rezultatele testîncrucișărilor sistemice realizate pe parcursul generațiilor succesive de consangvinizare au evidențiat performanțe ameliorative la liniile AN 1174/10 și AN 1176/10 din genitorul MKP 61 x AN 4234/98, la 1146/11 și 1148/11 din sursa STP19 x AN 1246/05 și la AN 1247/11, AN 1250/11 din genitorul MKP 60 x AN 1246/05. Liniile respective au manifestat capacitate de combinare superioară, exprimată prin valorile pozitive ale producției de boabe raportate la media testîncrucișărilor sistemice de tip topcross. Efectele capacității generale de combinare au înregistrat variații condiționate de anii experimentali în intervalul 0,27–0,38 t/ha. Menționăm că liniile martor MKP 60 și MKP 61, utilizate ca forme paterne în hibrizi omologați, au format în anul 2015 producții de boabe în testîncrucișări de 5,34 t/ha și, respectiv, de 5,82 t/ha [33].

Liniile noi se disting prin mai multe caracteristici fenotipice descriptive incluse în recomandările UPOV și pot fi catalogate drept creații originale (inedite). Absența colorației antocianice la antere și stigmat, trăsătură care facilitează determinarea identității genotipurilor, este specifică liniilor AN 1174/10, AN 1146/11 și AN 1148/11. Pentru linia AN 1176/10 este

caracteristică culoarea roz a stigmatelor și anterelor. La liniile AN 1174/10, AN 1176/10, AN 1146/11 și AN 1148/11 boabele sunt lipsite de antocian în partea centrală și inferioară, iar la MKP 60, MKP 61, AN 1247/11 și AN 1250/11 această caracteristică este puternic pronunțată. Deosebiri esențiale între linii s-au observat la talia plantei, culoarea și forma frunzelor, colorația antocianică a tecii frunzelor, prezența frunzelor rudimentare la pănuși, particularitățile structurale ale paniculelor. După majoritatea caracterelor fenotipice deosebiri slabe au fost caracteristice pentru liniile surori AN 1146/11, AN 1148/11, AN 1247/11 și AN 1250/11, dezvoltate din aceeași sursă de material inițial. Diferențierea fenotipică mai accentuată a liniilor surori AN 1174/10 și AN 1176/10 se datorează faptului că descendențele acestora au fost separate după prima consangvinizare efectuată în cadrul populației segregante $F_2(S_0)$. În general, liniile noi posedă caracteristici similare corelate cu genitorul comun și sunt distanțate fenotipic de liniile din ciclul anterior de ameliorare.

Datele experimentale redate în tabelul 5.29 confirmă prezența deosebirilor și după principalii indicatori agronomici. Liniile reciclate după perioada „răsărit–înfloritul paniculelor” sunt mai timpurii comparativ cu martorul MKP 61 și doar AN 1176/10 se plasează la nivel cu MKP 60 în ceea ce privește numărul de zile până la înflorit și apariția stigmatelor. În condițiile de secetă atmosferică și a solului din anii 2015 și 2016, la linia AN 1247/11 s-a observat un decalaj de până la 4 zile între înfloritul organelor reproductive. Talia plantei a avut valori mai apropiate de MKP 61 la AN 1174/10 și AN 1176/10, care posedă tulpină trainică, cu rezistență înaltă la frângere și căderea radiculară. Pentru liniile extrase din genitorul STP19 x AN 1246/05 este caracteristică inserția mai înaltă a știuletelui (70–75cm) și rezistența la cădere apropiată de cea a variantei martor MKP 61. Genitorul MKP 60 x AN 1246/05 a transmis descendențelor AN 1247/11 și AN 1250/11 o inserție mai joasă a știuleților (52–53,8cm) și o talie medie a plantelor. Linia AN 1250/11 s-a evidențiat prin calitatea înaltă a tulpinii pe parcursul generațiilor de consangvinizare S3–S7, descendențele familiei respective manifestând rezistență totală la frângere și căderea radiculară a plantelor. Producția de boabe, realizată în condiții nefavorabile pentru cultura porumbului, cu mediile de 2,81 t/ha în 2015 și 2,26 t/ha în 2016, poate fi considerată ca satisfăcătoare pentru procesul de multiplicare a semințelor. Liniile AN 1174/10 și AN 1176/10 au format recolte superioare de boabe –2,52 t/ha și, respectiv, 2,84 t/ha, cu un surplus de 21,7% și, respectiv, 37,2% față de martor. Liniile surori AN 1146/11 și AN 1148/11 au depășit după productivitate martorul MKP 61 cu 23,2% și, respectiv, cu 13,5%, dar au fost inferioare liniei MKP 60, considerată ca fiind cea mai productivă în grupa sa de maturitate. Linia AN 250/11 s-a evidențiat prin înfloritul mai timpuriu al organelor reproductive (59 și 62 zile) și cea mai înaltă producție de boabe în anul

2016 (2,77 t/ha), deși în medie pe doi ani producția a constituit 2,55 t/ha, adică cu circa 10% mai puțin comparativ cu genitorul comun MKP 60.

Tabelul 5.29. Caracteristica liniilor consangvinizate după principalele caractere agronomice

Cifrul liniilor	Anii	Zile până la,		Talía plantelor, cm	Inserția știuletelui, cm	Rezistența la		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
		înflorit	mătașit			frângere, nota	cădere, nota		
MKP60-mt	2015	57,0	57,0	150,0	60,0	9	9	3,33	12,2
	2016	66,0	66,0	167,5	72,5	8	8	2,32	14,9
	Media	61,5	61,5	158,8	66,3	8,5	8,5	2,83	13,6
MKP61-mt	2015	58,0	58,0	182,5	57,5	9	9	2,60	13,4
	2016	67,0	67,0	195,0	77,5	9	4	1,54	12,8
	Media	62,5	62,5	188,8	67,5	9	6,5	2,07	13,1
AN 1174/10	2015	56,5	57,0	165,0	65,0	9	9	2,90	14,0
	2016	63,0	63,0	175,0	72,5	9	9	2,13	14,9
	Media	59,8	60,0	170,0	68,8	9	9	2,52	14,5
AN 1176/10	2015	57,5	58,0	170,0	62,5	9	9	3,19	14,1
	2016	65,0	65,0	170,0	70,0	9	9	2,49	13,9
	Media	61,3	61,5	170,0	66,3	9	9	2,84	14,0
AN 1146/11	2015	57,0	57,0	147,5	67,5	8	9	2,92	14,0
	2016	60,0	61,0	155,0	72,5	8	4	2,17	12,0
	Media	58,5	59,0	151,3	70,0	8	6,5	2,55	13,0
AN 1148/11	2015	56,5	57,0	150,0	67,5	8	9	2,57	13,0
	2016	62,0	62,0	177,5	82,5	8	5	2,13	12,2
	Media	59,3	59,5	163,8	75,0	8	7	2,35	12,6
AN 1247/11	2015	56,5	61,0	150,0	42,5	9	9	2,61	14,2
	2016	60,0	63,0	161,0	61,5	9	7	2,52	14,6
	Media	58,3	62,0	155,5	52,0	9	8	2,57	14,4
AN 1250/11	2015	57,0	57,0	155,0	45,0	9	9	2,33	14,0
	2016	59,0	62,0	157,5	62,5	9	9	2,77	14,5
	Media	58,0	59,5	156,3	53,8	9	9	2,55	14,3

Conținut mai înalt de substanță uscată în boabe la recoltare s-a semnalat la liniile AN 1146/11 și AN 1148/11, cu o medie a umidității boabelor de 12,6-13,0%. La liniile cu progenitorii MKP 60 și MKP 61 acest indice a înregistrat valori mai înalte (14,0-14,5%) comparativ cu martorii. Rezultatele experiențelor în culturi comparative de orientare nu au permis diferențierea materialului biologic studiat după toleranța la tăciunele comun și prăfos, date fiind condițiile naturale nefavorabile pentru dezvoltarea patogenilor respectivi. Diferențe semnificative nu au fost înregistrate nici după vigoarea plantulelor în faza de 5-7 frunze, media fiind de 7,1 unități la MKP 60 și de 6,9 unități la MKP 61. La liniile noi s-au înregistrat valori apropiate de cele ale martorului MKP 61 și doar AN 1148/11 a manifestat un ritm de creștere a plantulelor la nivel cu MKP 60.

Datele experimentale din tabelul 5.29 reflectă influența condițiilor climaterice ale anilor de experimentare asupra duratei perioadei până la înflorit, asupra taliei plantei și inserției știuletelui, asupra căderii radiculare și producției de boabe. În anul 2016 liniile au atins fenofaza înfloriturii paniculelor și apariția stigmatelor cu 2-7 zile mai târziu, plantele au fost mai viguroase, dar producția de boabe la toate variantele studiate s-a dovedit a fi inferioară în comparație cu anul anterior. Ploile abundente din toamnă și vânturile puternice au creat un fundal natural excelent pentru diferențierea materialului biologic după căderea radiculară a plantelor.

Cercetările efectuate în anii 2011–2014, referitoare la viabilitatea semințelor în condiții cu temperaturi suboptimale, au demonstrat germinație slabă la linia MKP 60, comparativ cu MKP 61. În experiențe de laborator la temperaturi controlate de 8–10°C, germinația medie a semințelor a constituit 38,3% la prima linie și 74,3% la a doua linie. Rezultate similare s-au obținut și în experiențele de câmp, unde diferențele au fost de 17% în prima epocă, 21,7% în epoca a doua și 25% în ultimul termen de semănat (în perioada 30 martie–20 aprilie, cu un interval de 10 zile între epoci). Datele experimentale din anii 2015 și 2016 constată toleranță înaltă la linia AN 1176/10, cu o germinație a semințelor de 88,5% – în condiții de laborator – și de 78,7% – media pentru 3 epoci de semănat în câmp, urmată de martorul MKP 61, cu valori respective de 86,5% și 72,9%. La linia 1174/10, germinația semințelor în condiții de laborator și câmp a constituit 76,1%, comparativ cu 47,2% la linia MKP 60. Toleranță medie la temperaturi suboptimale au manifestat AN 1148/11 și AN 1250/11, iar AN 1247/11 s-a dovedit a fi sensibilă la condițiile termice stresante.

În baza analogilor androsterili MKP 60cmsM, MKP 61cmsM și a liniei AN 1174/10 au fost sintetizate încrucișări înrudite pentru utilizare ca forme materne în hibridi simpli modificate. Rezultatele evaluării acestora în culturi comparative de orientare, în anii 2015 și 2016, sunt redată în tabelul 5.30. La formele materne studiate, efectul de heterozis s-a manifestat prin apariția mai devreme a stigmatelor (2,1 zile), talia plantei (29,7 cm) și inserția știuletelui (12,5 cm) mai înalte, producția de boabe (1,49 t/ha) superioară liniilor consangvinizate. Diferențele dintre media liniilor consangvinizate și a formelor materne *per se* au avut valori apropiate după ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5-7 frunze și umiditatea boabelor. Producția de boabe, ca element important în sistemul de multiplicare a semințelor hibride, a variat, în medie pe doi ani, în intervalul 3,73 și, respectiv, 4,80 t/ha la AN 1174/10 x AN 1247/11 și MKP 61cmsM x AN 1250/11. Surplusul producției de boabe la încrucișările înrudite comparativ cu media liniilor consangvinizate a constituit 47,4-89,7%. Prin urmare, folosirea încrucișărilor înrudite ca forme materne ale hibridilor sporește considerabil eficiența producerii de semințe comerciale. În anul 2015, martorul MKP 60cmsM x MKP 61, folosit în calitate de formă maternă în doi hibridi omologați în Rusia și

Belarus, a format o recoltă de 3,76 t/ha boabe, asigurând un surplus de 13% comparativ cu linia MKP60.

Tabelul 5.30. Rezultatele aprecierilor încrucișărilor înrudite *per se* ca forme materne
(media anilor 2015 și 2016)

Cifrul	Anii	Ritm de creștere , nota	Zile până la, mătăsit	Talia plantelor , cm	Insertia știuletelui , cm	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Indicele DG, %
MKP 60M x MKP 61-mt.	2015	6,8	56,5	182,5	60,0	3,76	12,4	49,3
	2016	7,0	63,0	215,0	80,0	3,88	12,9	47,2
MKP60M x AN 1146/11	2015	7,5	54,5	180,0	72,5	4,22	13,1	73,1
	2016	7,0	60,0	200,0	92,5	4,08	12,3	53,2
MKP 60M x AN 1148/11	2015	6,5	57,0	175,0	60,0	3,86	12,9	54,5
	2016	7,3	60,0	205,0	97,5	4,00	12,6	50,9
MKP 60M x AN 1247/11	2015	6,8	57,0	180,0	57,5	3,69	13,2	45,7
	2016	7,0	60,0	208,0	92,0	4,11	13,1	54,1
MKP 60M x AN 1250/11	2015	7,0	57,5	165,0	62,5	3,69	12,7	45,7
	2016	7,0	60,0	200,0	90,0	4,67	12,5	70,5
MKP 61M x AN 1146/11	2015	7,0	55,5	185,0	75,0	4,05	13,3	64,3
	2016	7,3	61,0	225,0	107,5	4,45	12,8	64,0
MKP 61M x AN 1148/11	2015	6,8	56,0	192,5	75,0	3,76	13,3	49,3
	2016	7,5	59,0	220,0	120,0	4,12	12,2	54,4
MKP 61M x AN 1247/11	2015	7,0	56,0	180,0	60,0	4,33	13,1	78,8
	2016	7,3	63,0	225,0	97,5	4,40	13,0	62,6
MKP 61M x AN 1250/11	2015	7,3	56,0	180,0	60,0	4,47	12,6	86,0
	2016	7,3	60,0	215,0	92,5	5,12	12,6	83,6
AN 1174/10 x AN 1146/11	2015	6,8	56,0	167,5	65,0	4,04	14,2	63,8
	2016	7,0	60,0	215,0	85,0	3,67	13,3	41,2
AN 1174/10 x AN 1148/11	2015	7,0	57,0	175,0	60,0	3,73	14,2	47,7
	2016	7,0	59,0	210,0	86,0	3,82	13,1	45,6
AN 1174/10 x AN 1247/11	2015	6,8	58,0	172,5	60,0	3,89	13,8	56,0
	2016	7,3	60,0	205,0	85,0	3,56	14,3	38,0
AN 1174/10 x AN 1250/11	2015	7,0	58,5	162,5	57,5	3,69	14,2	45,7
	2016	7,5	60,0	211,0	82,0	3,94	14,0	49,1
AN 1174/10 x MKP61	2015	7,3	56,5	170,0	47,5	3,93	14,1	58,1
	2016	7,0	63,0	210,0	90,0	3,85	13,3	46,5
DL ₀₅	2015	0,29	0,87	8,6	5,4	0,50	0,63	3,2
	2016	0,31	0,94	10,8	6,8	0,42	0,77	3,6

Producție mai înaltă, statistic asigurată la nivelul de DL₀₅=0,50 t/ha, au realizat 3 forme materne, care au depășit martorul cu 12,2-19,0%. Recolta de boabe a martorului în următorul an a constituit

3,88 t/ha, cu un surplus de 67,2% față de linia MKP 60. Cu producții superioare ($DL_{05}=0,42$ t/ha) s-au evidențiat MKP 60cmsM x AN 1250/11 – 4,67 t/ha, MKP 61cmsM x 1146/11 – 4,45 t/ha, MKP 61 cmsM x AN 1247/11 – 4,40 t/ha și MKP 61cmsM x AN 1250/11 – 5,12 t/ha. În medie pe doi ani ($DL_{05}=0,46$ t/ha), producții superioare matorului au asigurat formele materne MKP 61 cmsM x AN 1247/11 – 4,37 t/ha și MKP 61 cmsM x AN 1250/11 – 4,80 t/ha. Cercetările au demonstrat majorarea la încrucișările înrudite a masei a 1000 boabe în intervalul 255-302 g, comparativ cu 176-232 g la liniile consangvinizate, fapt care permite obținerea unei cote mai înalte a semințelor încadrate în fracțiile nr. 2 și 3, admise pentru comercializare în Republica Belarus.

Valoarea indicelui diversității genetice a componentelor încrucișărilor atestă prezența unor legături de rudenie medie ($DG=46,6 - 70,7\%$) la majoritatea mostrelor, cu excepția combinației MKP61 cmsM x AN 1250/11, care a înregistrat legături genetice mai îndepărtate – $DG=84,8\%$. În intervalul de încredere a mediei calculate la matorul MKP 60cmsM x MKP 61 – 48,3% ($DL_{05}=3,4\%$) – s-au plasat formele materne MKP 60cmsM x AN 1247/11 – 49,8%, AN 1174/10 x AN 1148/11 – 46,6%, AN 1174/10 x AN 1247/11 – 47,0% și AN 1174/10 x AN 1250/11 – 47,4%, iar celelalte 9 variante studiate au depășit matorul cu 3,5-36,5%. Condițiile climatice ale anilor de experimentare, cu impact pronunțat asupra producției de boabe realizate de liniile consangvinizate, încrucișările înrudite și hibridii matori, au cauzat o variație semnificativă a indicelui diversității genetice la unele forme materne, cum ar fi MKP 60cmsM x AN 1146/11, MKP 60cmsM x AN 1250/11, AN 1174/10 x AN 1146/11 și AN 1174/10 x AN 1247/11. Menționăm că la calcularea indicelui DG au fost utilizate valorile producției medii a setului de linii (P_{exp}) – 2,8 t/ha în 2015 și 2,26 t/ha în 2016. Nivelul maxim al producției (H_{max}) a fost determinat la matorul Bemo235, realizat în formula de încrucișări Reid Iodent x BSSS-B37, constituind 4,74 t/ha în 2015 și 5,68 t/ha în anul 2016.

În experiențele de laborator și de câmp efectuate în anul 2015, germinația medie a semințelor a variat de la 42,0% până la 70,5%. Rezistență joasă la temperaturi suboptimale au manifestat formele materne MKP 61cmsM x AN 1146/11 – 42,0%, MKP 60cmsM x MKP 61 – 43,2%, MKP 61cmsM x AN 1148/11 – 43,5 %, AN 1174/10 x AN 1250/11 – 46,5% și AN 1174/10 x AN 1247/11 – 47,2%. La patru forme materne, germinația semințelor a constituit circa 57%, iar toleranță mai înaltă au demonstrat MKP 61cmsM x AN 1247/11 – 70,5%, MKP60 cmsM x AN 1250/11 – 68,8% și MKP 61cmsM x AN 1250/11 – 66,5%.

Importanța practică a formelor materne înrudite este determinată de valorile capacității generale și specifice de combinare după producția de boabe. Studiarea în culturi comparative de preconcurs a 24 de testîncrucișări, realizate cu 8 forme materne și 3 testerii (EF1, EF2, EF3) din grupa heterotică Euroflint, a evidențiat capacitatea de producție mai înaltă a hibridilor cu MKP

61cmsM x AN 1250/11 – 4,93 t/ha și MKP 60cmsM x AN 1250/11 – 4,83 t/ha (tabelul 5.31). Cel mai înalt nivel de producție – 5,48 t/ha – a fost realizat de hibridul (MKP 60cmsM x AN 1250/11) x EF2. Rezultatele experimentale preliminare arată că formele maternelle cu linia AN 1174/10 asigură în hibridi producții relativ mai joase și umiditate a boabelor mai ridicată. Notările vizuale privind uniformitatea hibridilor simpli modificate au stabilit o variație fenotipică a caracteristicilor plantelor și știuleților destul de slabă, practic la nivel cu hibridii simpli, la combinațiile realizate cu formele maternelle MKP 60cmsM x AN 1250/11, MKP 61cmsM x AN 1250/11 și AN 1174/10 x MKP 61 [33].

Tabelul 5.31. Capacitatea de producție a formelor maternelle înrudite în testîncrucișări
(anul 2016)

Pedigreul	Producția de boabe, t/ha				Umiditatea boabelor, %			
	EF1	EF2	EF3	Media	EF1	EF2	EF3	Media
MKP60cmsM x AN 1250/11	4,54	5,48	4,47	4,83	12,4	13,1	14,2	13,2
MKP61cmsM x AN 1146/11	4,49	4,80	4,72	4,67	13,2	12,6	12,4	12,7
MKP61cmsM x AN 1148/11	4,64	4,78	4,75	4,72	12,7	12,0	13,3	12,7
MKP61cmsM x AN 1250/11	4,55	5,20	5,04	4,93	12,7	12,4	13,0	12,7
AN 1174/10 x AN 1148/11	4,36	4,65	4,34	4,45	13,4	13,2	14,2	13,6
AN 1174/10 x AN 1247/11	4,34	4,84	4,85	4,68	14,6	12,9	17,3	14,9
AN 1174/10 x AN 1250/11	4,30	4,87	4,62	4,60	13,7	13,3	14,3	13,8
AN 1174/10 x AN MKP61	4,31	4,51	4,21	4,34	13,1	12,7	12,7	12,8
Media testerilor	4,44	4,89	4,62	-	13,2	12,8	13,9	-
DL ₀₅				0,38				0,83

Menționăm că forma maternă MKP 61cmsM x AN 1250/11, care a manifestat cele mai înalte valori ale indicelui diversității genetice (83,6%), a generat omogenitatea caracterelor morfologice în combinațiile hibride cu testeri îndurata. O altă particularitate sesizată în anul 2016 se referă la nivelul de producție al formelor maternelle cu germoplasma convarietății dentiformis și al hibridilor realizați în modelul heterotic Reid Iodent x Euroflint. Media producției de boabe la testîncrucișările cu MKP 61 cmsM x AN 1250/11 a constituit 4,93 t/ha (valoarea maximă de 5,20 t/ha fiind obținută cu testerul EF2), pe când forma maternă respectivă *per se* a realizat 5,12 t/ha. Aceste date experimentale confirmă sensibilitatea germoplasmei îndurata la condiții de mediu stresante și toleranța la secetă a grupeii heterotice Reid Iodent.

Descendențele cu proveniență din material inițial înrudit genetic au manifestat o anumită omogenitate a caracterelor morfologice din generația S₃ de consangvinizare și au atins o stare de homozigotizare suficientă pentru utilizarea în încrucișările din următoarea generație de consangvinizare. Analiza testărilor la care au fost supuși hibridii în anii 2014–2016 constată valori ameliorative înalte la liniile AN 1174/10 și AN 1176/10 în combinații cu forme paterne din grupa de germoplasmă BSSS-B37. Dintre hibridii simpli modificați, realizați în modelul heterotic Reid Iodent x Euroflint, la producția de boabe și de masă vegetală pentru însilozare se evidențiază formele maternel MKP 60cmsM x AN 1250/11, MKP 61cmsM x AN 1250/11, MKP 61cmsM x AN 1148/11, AN 1174/10 x AN 1148/11 și AN 1174/10 x AN 1250/11. Performanțe superioare maritorilor Porumbeni 176MRf (FAO180) și Bemo 235 (FAO230), în culturi comparative de concurs și testări ecologice în Belarus, au înregistrat hibridii P15182 și P15371 (tabelul 5.32). În medie pe cinci experiențe, desfășurate în localitățile Pașcani (Republica Moldova), Jodino și Crinicinai (Republica Belarus), hibridul P15182 cu forma maternă MKP 61cmsM x AN 1250/11 (MKP 602) a depășit maritorul grupei ultratimpurii cu 0,28 t/ha la producția de boabe. Hibridul P15371, creat cu participarea liniei 1176/10 (desemnată cu cifra MKP 601) în modelul heterotic [Reid Iodent x (BSSS-B37, OH43)], reprezintă o variantă modificată a maritorului Bemo 235. Acesta s-a evidențiat prin potențialul superior pentru utilizare la siloz și producția de boabe mai înaltă (surplus de 15,2%) în condițiile anului 2015, considerat ca nefavorabil pentru cultura porumbului în Belarus. Hibridii respectivi se caracterizează prin rezistență înaltă la frângerea tulpinilor și căderea radiculară a frunzelor, toleranță la factorii abiotici stresanți și posedă adaptabilitate la diverse condiții de cultivare.

Tabelul 5.32. Precocitatea și productivitatea hibridilor în culturi comparative de concurs
(media pe anii 2015 și 2016)

Nr. d/o	Indicii agronomici	P15182	% față de maritor	P15371	% față de maritor
1	Perioada „răsărit-mătăsît”, zile	64,6	99,1	68,8	101,1
2	Producția de boabe, t/ha	5,69	105,3	6,24	101,9
3	Umiditatea boabelor, %	18,7	95,4	19,5	102,8
4	Producția masei pentru siloz, t/ha	240,8	94,3	305,7	110,2
5	Producția de substanță uscată, t/ha	115,3	98,5	132,4	129,9

Datorită acestor performanțe realizate în formulele de hibridare cu forme paterne ale maritorilor omologați, acești hibridi au fost propuși pentru testări oficiale de stat în anul 2017 în Republica Belarus.

Datele experimentale obținute în cercetările efectuate au demonstrat că liniile consangvinizate din ciclu doi de ameliorare a precocității pot fi valorificate eficient în calitate de componenți paterni în încrucișări cu liniile comerciale înrudite MKP 60cmsM și MKP 61cmsM, transferate la androsterilitatea citoplasmatică [33, 105]. Datorită producției de boabe mai înalte și rezistenței la căderea radiculară, linia AN 1176/10 (MKP 601) prezintă interes ameliorativ în scopul substituirii ulterioare a liniei MKP 61 în formulele de încrucișări cu performanțe agronomice. Caracterele și însușirile agronomice ale liniei AN 1250/11 o poziționează ca formă paternă a încrucișărilor înrudite. Formele materne create în baza liniilor MKP 60cmsM și MKP 61cmsM mențin în majoritatea cazurilor sterilitatea perfectă a inflorescenței masculine, apariția unor antere din glume fiind un fenomen rar întâlnit. Rezultatele aprecierilor comparative ale liniilor consangvinizate și ale formelor materne create evidențiază caracterele ce contribuie la performanțele hibrizilor: toleranța semințelor la temperaturi joase în faza de germinare, rezistență la frângerea tulpinii și la căderea radiculară, precocitatea exprimată prin durata perioadei „răsărit-apariția stigmatelor”, umiditatea la recoltarea boabelor și capacitatea de producție în combinații hibride. Uniformitatea liniilor materne și a hibrizilor simpli modificați depinde de similaritatea liniilor înrudite incluse după talia plantei și inserția știuletelui, numărul de rânduri de boabe și lungimea știuletelui, colorația antocianică a plantulelor, rahisului, boabelor, stigmatelor și anterelor, gradul de acoperire a vârfului știuletelui cu boabe [33].

Concluzii la capitolul 5

1. Utilizarea încrucișărilor înrudite ca material inițial permite selectarea descendențelor cu o anumită stabilitate de expresie fenotipică a caracterelor morfologice după generațiile S₃-S₄ de consangvinizare. 2. Includerea în pedigreeul materialului inițial a liniilor consangvinizate create anterior și valorificate în hibrizi comerciali conduce la dezvoltarea unor versiuni noi, îmbunătățite după anumite caractere și care pot înlocui progenitorul în forma maternă. 3. Lucrările de selecție efectuate în direcția precocizării germoplasmei Reid Iodent la porumb s-au finalizat cu evidențierea a 6 linii consangvinizate, inclusiv AN 1250/11(MKP 602) și AN 1176/10(MKP 601), valorificate în formele materne a doi hibrizi timpurii, cu performanțe superioare martorilor. 4. Formele materne create în baza liniilor comerciale transferate la androsterilitate citoplasmatică și a versiunilor noi ca forme paterne accelerează perioada de dezvoltare și implementare în producere a hibrizilor simpli modificați. 5. În cadrul încrucișărilor înrudite studiate au fost selectate formele materne androsterile MKP 60cmsM x AN 1250/11 și MKP 61cmsM x AN 1250/11 cu producție înaltă de boabe și toleranță sporită la temperaturi joase în faza de germinare. Ultima formă menționată a manifestat capacitate de combinare înaltă în testîncrucișări sistemice de tip topcross cu testerii îndurata.

6. CREAREA HIBRIZILOR DE PORUMB PRIN ÎNLOCUIREA FORMELOR PARENTALE ȘI MODIFICAREA FORMELOR MATERNE CU ÎNCRUCIȘĂRI ÎNRUDITE

În literatura de specialitate se arată că dezvoltarea liniilor surori/înrudite, clasificarea acestora în grupe înguste de germoplasmă și utilizarea modelelor heterotice favorizează procesul de sintetizare a hibrizilor simpli $A_1 \times B$ sau $A \times B_1$ prin înlocuirea unei forme parentale și a celor simpli modificați $(A \times A_1) \times B$ sau $(A \times A_1) \times B_1$ prin intermediul încrucișărilor înrudite. Modificarea hibrizilor simpli performanți prin ambele proceduri permite păstrarea modelului heterotic consacrat, obținerea unor rezultate practice într-o perioadă mai scurtă și înlesnește producerea semințelor comerciale. Hibrizii cu performanțe față de martori după primul an de testare în culturi comparative de orientare au fost studiați repetat în culturi comparative de concurs, efectuate în cadrul Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice. Mostrele selectate după principalii indici ameliorativi în baza rezultatelor pe doi ani, conform sistemului tradițional folosit în instituție, au fost promovate pentru testări în culturi comparative de concurs, efectuate de o subdiviziune specializată. Menționăm că experiența respectivă include hibridi din 6 grupe de maturitate cu indicele FAO 150-500, dintre care primele 3 grupe, FAO 150-300, sunt destinate aprecierii hibrizilor pentru zonele nordice. După primul an de testare sunt selectate mostrele cu performanțe față de martori (1-2 hibridi autohtoni și un hibrid de origine străină) pentru studierea mai detaliată în 1-2 localități ecologice din Republica Belarus. Datele obținute în culturi comparative de concurs (CCC) și în rețeaua ecologică servesc drept bază la promovarea hibrizilor pentru testări oficiale de stat. Prin urmare, sistemul de testare a noilor creații prezintă implicarea unui colectiv de cercetători cu o cotă de participare stabilă pentru autori. Laboratorul care a creat liniile consangvinizate, a sintetizat și experimentat hibridul la etapele inițiale (în CCO și CCP), a transferat formele parentale la androsterilitate și restaurarea fertilității polenului, a multiplicat toate componentele hibridului deține până la 60% din cota dreptului de autor. Informația respectivă are ca scop aprecierea corectă a cotei de participare a competitorului în sistemul de evaluare a hibrizilor aplicat.

6.1 Testarea hibrizilor în culturi comparative de concurs și ecologice

Pe parcursul perioadei de efectuare a cercetărilor în culturi comparative de orientare au fost studiați 462 de hibridi simpli și simpli modificați, inclusiv 231 de test încrucișări sistemice realizate în scheme de tip topcross. Din acest eșantion, în baza indicilor ameliorativi superiori martorilor, au fost evidențiate 171 de mostre care au fost studiate repetat în culturi comparative de concurs. Este necesar să concretizăm că selectarea hibrizilor s-a efectuat preponderent după producție și umiditatea boabelor la recoltare, uniformitatea caracterelor morfologice, precocitate și toleranța la

bolile plantei și știuleților. Formele parentale incluse în pedigreeul hibrizilor au fost selectate în baza rezistenței înalte a tulpinii la frângere. După acest caracter, mostrele evaluate nu au înregistrat diferențe semnificative. În perioada 2011–2016, Laboratorul ameliorării porumbului pentru zonele nordice a transferat în culturi comparative de concurs 209 hibrizi, cu o medie anuală de 11 mostre din grupa FAO 150-190, 12 mostre din grupa FAO 200-240 și 12 combinații hibride din grupa de maturitate FAO 250-300. Menționăm că grupa semitimpurie pentru zonele sudice a fost reflectată mai puțin – câte 2-5 hibrizi anual. În culturi comparative de concurs au fost promovați 25 de hibrizi simpli și 14 simpli modificați realizați în modelul heterotic Reid Iodent x BSSS-B37. Hibrizii simpli au fost sintetizați în baza liniilor AN 4234/98, AN 1234/06, AN 1112/07, MKP60, MKP61, MKP62, MKP63, MKP64, ca forme materne, și AN 3550/03, MKP70, MKP71, MKP711, ca forme paterne [38]. În ultimii ani, în componența hibrizilor s-au folosit ca forme materne liniile consangvinizate din următorul ciclu de ameliorare – MKP 601, MKP 602, MKP 611 și MKP 612.

Rezultatele experimentale redată în tabelul 6.33 arată că hibrizii simpli AN 4234/98 x MKP 70, AN 4234/98 x MKP 711 și MKP 62 x MKP 70 nu s-au evidențiat după producția de boabe în anul 2010, deși ambele combinații cu forma maternă AN 4234/98 au înregistrat umiditatea boabelor foarte scăzută. Abaterile de 1,8-3,5 zile în cazul perioadei până la mătăsit și de 4,5-10,5 zile în cazul celei de la răsăritul plantulelor până la apariția stratului negru la baza boabelor (maturizarea fiziologică) se datorează martorilor mai tardivi Porumbeni 331 și PR38A24, cu o medie de 61,5 și, respectiv, 115,5 zile. În cadrul grupei a patra de maturitate, performanțe superioare după precocitate, producție și umiditate a boabelor a manifestat MKP 63 x MKP 70, care, în medie pe doi ani de testare, a depășit martorii cu 8,4% la producție, asigurând cel mai jos nivel al umidității boabelor și perioada de vegetație cu 4,8 zile mai scurtă comparativ cu martorii. În grupa a doua de maturitate s-au remarcat hibrizii simpli MKP 60 x MKP 70, MKP 61 x MKP 70 și MKP 61 x MKP 71, cu un surplus al producției de boabe de 12,1-16,6% și umiditate joasă a boabelor (în medie pe 2010–2011), comparativ cu martorii Porumbeni 212CRf, Porumbeni 222MRf și Arobase. În anii 2011 și 2012 au fost evaluate 6 combinații hibride sintetizate cu formele materne AN 1234/06, MKP 60, MKP 61, MKP 62, MKP 60 x MKP 61 și MKP 61 x MKP 62 și forma paternă AN 3550/03. În rândul acestor mostre, cu un surplus nesemnificativ al producției de boabe de 3,5-4,7%, s-au remarcat combinațiile MKP 61 x AN 3550/03 și (MKP 61 x MKP 62) x AN 3550/03. Ulterior, linia AN 3550/03 a avut o utilizare mai restrânsă în combinații hibride, fiind inferioară formelor MKP 70, MKP 71 și MKP 711 după capacitatea de producție.

Hibrizii incluși în evaluări în culturi comparative de concurs în anii 2011-2012 și studiați repetat în următorii ani au înregistrat performanțe mai modeste după producția de boabe date fiind condițiile climaterice extrem de nefavorabile ale anului 2012 pentru cultura porumbului.

Tabelul 6.33. Rezultatele testărilor în culturi comparative de concurs a hibrizilor de porumb din modelul heterotic Reiod Iodent x BSSS-B37

Pedigreul hibrizilor	Anii	Abaterea de la martori, zile		Producția de boabe,		Umiditatea boabelor,	
		mătă-sit	matu-rizare	t/ha	% de la mt	%	% de la mt
AN 4234/98, MKP70	2010	-3,5	-10,5	8,73	92,4	18,3	94,8*
MKP62, MKP70	2010	-1,8	-4,5	9,12	96,5	20,4	105,7
AN 4234/98, MKP711	2010	-3,5	-7,5	8,93	94,5	17,6	91,2*
MKP60, MKP70	2010-2011	-0,4	1,2	8,50	112,1*	17,4	97,1
MKP61, MKP70	2010-2011	0,6	1,3	8,86	116,6*	17,0	95,4*
MKP63, MKP70	2010-2011	-1,0	-4,8	9,23	108,4*	18,6	92,2*
MKP64, MKP70	2012-2013	0,8	-4,0	6,11	95,7	15,9	94,7*
MKP601, MKP70	2015-2016	-3,3	-1,9	5,26	102,9	11,5	99,6
MKP60, MKP71	2011-2013	-0,2	0,8	6,24	104,6*	15,6	101,4
MKP61, MKP71	2010-2011	-0,7	0,6	8,62	113,4*	16,5	92,6*
MKP62, MKP71	2011-2012	0,5	1,0	5,57	98,0	17,3	109,8
MKP63, MKP71	2014	0,5	-2,0	7,50	100,7	12,4	93,6*
MKP64, MKP71	2013-2014	1,3	0,3	7,68	102,2	15,4	108,1
MKP611, MKP71	2014-2015	-0,2	-0,5	6,57	104,5*	12,2	97,6
MKP60, MKP711	2011-2013	-0,3	-0,6	6,18	103,6	15,2	98,8
MKP61, MKP711	2010-2011	-1,3	-2,5	8,60	99,1	17,7	93,5*
MKP62, MKP711	2011-2012	-0,5	1,5	5,54	96,1	16,9	108,0
MKP63, MKP711	2012-2014	0,2	-2,5	6,07	94,5	13,5	99,1
MKP64, MKP711	2012-2014	0,2	-7,0	6,36	96,5	13,3	87,8*
(MKP60,MKP61)MKP70	2011-2012	0,7	-0,3	5,64	103,3	14,5	97,0
(MKP60, AN1234/06)MKP70	2011-2013	1,5	2,0	5,84	108,8*	12,9	90,1*
(MKP61,MKP62)MKP70	2011-2012	0,0	3,0	5,46	94,4	16,7	107,8
(AN1234/06,MKP62) MKP70	2011	0,5	2,0	7,65	98,4	20,2	101,0
PR38R92-mt	2010-2012	57.3	105.5	7.18		17.0	
P8400-mt	2013-2016	56.5	97.2	7.23		11.5	

* valori pozitive cu diferențe statistic semnificative față de martori la nivel DL₀₅

În anii 2011–2014, cu productivitate relativă mai înaltă s-au remarcat hibrizii simpli MKP 60 x MKP 71, MKP 60 x MKP 711, MKP 64 x MKP 71, MKP 61 x MKP 711 și hibrizii simpli modificați (MKP 60 x MKP 61) x MKP 70, (MKP 60 x AN 1234/06) x MKP 70 [38]. După anul 2012 linia consangvinizată MKP 62 nu a fost promovată în calitate de formă maternă a hibrizilor evaluați în CCC datorită sensibilității la secetă și a umidității boabelor cu valori negative mai înalte. Includerea, începând cu anul 2014, în grupa a doua de maturitate a martorilor Bemo 235 și P8400 din convarietatea dentiformis, cu producții superioare martorilor precedenți, a redus esențial cota hibrizilor selectați. Un surplus nesemnificativ al producției de boabe, de 3-4%, au realizat în perioada respectivă hibrizii simpli MKP 611 x MKP 71 și MKP 601 x MKP 70. Hibrizii firmei

Pioneer, în calitate de martori în grupele de maturitate timpurie (P8400) și semitimpurie (PR38R92), au realizat, în medie pe anii 2010–2016, o producție de 7,205 t/ha. În perioada 2010–2012, martorul PR38R92a înregistrat, în medie, 57,3 zile până la mătăsît, 105,5 zile până la maturizare și 17,0% umiditate a boabelor. Producția de boabe a constituit 9,94 t/ha în 2010, 8,04 t/ha în 2011 și 3,57 t/ha în 2012. Martorul P8400, cu o medie de 56,5 zile a perioadei „răsărit–apariția stigmatelor” și 97,2 zile până la maturizare, a format o producție de boabe de 9,30 t/ha în 2013, 8,00 t/ha în 2014, 5,69 t/ha în 2015 și 5,92 t/ha în 2016, cu o medie de 7,23 t/ha.

În perioada efectuării cercetărilor, în primele două grupe de maturitate ale CCC au fost testați 32 de hibrizi în grupa ultratimpurie (cu Rosmold 159CRf, Bemo 172CRf și Porumbeni 176MRf în calitate de martori) și 26 de hibrizi în grupa timpurie (cu Porumbeni 212CRf, Porumbeni 222MRf, Rosmold 202MRf, Bemo 235 și P8400 în calitate de martori). Majoritatea hibrizilor studiați după tipul de încrucișări ale formelor parentale au fost simpli modificați, de tipul $(A \times A_1) \times B$. În grupa de maturitate ultratimpurie s-au folosit drept forme maternelle încrucișările înrudite cu bob îndurat MKP 20cmsC $\times$ MKP 19A (forma maternă a hibridului Rosmold 159CRf, omologat în Federația Rusă), MKP 20cmsC $\times$ AN 618/95, MKP 19A $\times$ AN 618/95, AN 422/07 $\times$ MKP 19A și MKP 60 cmsM $\times$ AN 1148/11, MKP 60cmsM $\times$ MKP 602 din convarietatea dentiformis a grupei heterotice Reid Iodent. Grupa de maturitate timpurie a inclus hibrizi creați în baza încrucișărilor înrudite din grupa heterotică Reid Iodent cu formele paternale Euroflint AN 615/95 MRf, MKP 19A, MKP 21/182 și alte linii consangvinizate noi [9].

Datele experimentale privind precocitatea, producția și umiditatea boabelor, redată în tabelul 6.34, denotă că în anii 2010 și 2011, cu condiții climaterice favorabile, s-a evidențiat combinația (MKP 60 $\times$ MKP 61) $\times$ MKP 22, mai timpurie ca martorii după perioada de vegetație (-1,4 zile) și având producția și umiditatea boabelor la nivelul martorilor. Menționăm că forma maternă respectivă s-a remarcat anterior după capacitatea de producție și uniformitatea plantelor în testîncrucișări, fiind utilizată în pedigreeul hibridului simplu modificat Rosmold 202MRf, omologat în Federația Rusă. Combinația (MKP 60 $\times$ MKP 61) $\times$ MKP 19A a fost rebutată după primul an de testare deoarece s-a dovedit a fi inferioară martorilor din grupa de maturitate după producție (95,8%) și umiditatea boabelor (106,7%). Hibridul (MKP 20 $\times$ MKP 19A) $\times$ AN 1246/05 s-a dovedit a fi cu 5,6 zile mai tardiv și cu umiditate mai înaltă a boabelor (109,2%), deși după producție a depășit semnificativ martorii. Variantele modificate (MKP 60 $\times$ MKP 62) $\times$ MKP 22, (MKP 61 $\times$ MKP 62) $\times$ MKP 22 și (MKP 61 $\times$ MKP 62) $\times$ MKP 19A, evaluate în anii 2011–2013, au format recolte semnificativ mai înalte, cu surplus de 7,0, 7,8 și, respectiv, 13,8%, dar au avut umiditatea boabelor foarte înaltă, depășind martorii cu 10,2 – 18,0%.

Tabelul 6.34. Productivitatea hibrizilor creați cu germoplasma grupelor Reid Iodent și Euroflint, testați în culturi comparative de concurs

Pedigreul hibrizilor	Anii	Abaterea de la martor, zile		Producția de boabe,		Umiditatea boabelor,	
		mătă-sit	matu-rizare	t/ha	% de la mt	%	% de la mt
(MKP60, MKP61)MKP19A	2010	-1,5	0,8	7,78	95,8	18,3	106,7
(MKP60, MKP61)MKP22	2010-2011	-0,2	-1,4	7,83	103,5	18,2	101,8
(MKP19A, 618/95)MKP58	2010-2011	-0,6	2,1	7,24	104,8	16,6	97,1
(MKP20, MKP19A)1246/05	2010-2011	1,3	5,6	7,83	109,2*	18,8	109,2
(MKP60, MKP62)MKP22	2011	0,3	1,5	7,48	107,0*	21,6	116,9
(MKP61, MKP62)MKP19A	2011-2012	-0,9	-0,5	5,41	113,8*	17,9	118,0
(4234/98,MKP61)MKP19A	2011-2012	-1,4	-0,5	5,34	115,2*	16,4	107,9
(4234/98, 1234/06)MKP19A	2011-2012	-1,9	-0,5	5,30	115,0*	16,0	104,8
(MKP20, MKP19A)1247/05	2011-2012	1,2	2,5	5,22	102,5	16,9	110,1
MKP20, 618/95)MKP58	2011-2012	-1,5	0,2	5,23	102,6	16,4	106,4
(MKP61, MKP62)MKP22	2011-2013	0,2	0,3	5,69	107,8*	17,9	110,2
422/07, MKP19A)MKP58	2012-2013	0,2	0,2	5,02	102,5	14,6	97,0
(MKP61, MKP62)MKP21/182	2014	0,0	-1,0	6,40	88,9	12,8	97,6
MKP62, MKP21/182	2014	-1,5	-3,0	6,70	89,9	13,0	98,1
MKP64, MKP21/182	2014	-0,5	-4,0	6,60	88,6	12,9	97,6
MKP63, MKP21/182	2014-2015	-1,2	-3,0	6,26	98,8	11,4	93,9*
(MKP61, MKP602)025/12	2015-2016	-1,0	3,0	4,96	103,4	9,8	77,8*
(MKP61, MKP62)615/95	2015-2016	-0,5	-1,0	4,88	102,0	11,7	94,6*
Porumbeni176MRf-mt.	2010-2016	52,7	95,2	5,74	-	14,4	-
Porumbeni222MRf-mt.	2010-2013	53,5	104,0	6,12	-	16,0	-
Bemo 235-mt	2014-2016	58,3	96,3	5,97	-	10,5	-

* valori pozitive cu diferențe statistic semnificative față de martori la nivel DL₀₅

Producții de boabe cu valori de 115,0-115,2%, semnificativ mai înalte, au realizat hibrizii simpli modificați (AN 4234/98 x MKP 61) x MKP 19A și (AN 4234/98 x AN 1234/06) x MKP 19A, testați în anii 2011 și 2012, care au avut și un conținut înalt de apă în boabe la recoltare. Dintre hibrizii creați cu forma paternă MKP 21/182 și verificați în 2014 s-a evidențiat combinația cu MKP 63 ca formă maternă, care, în medie pe doi ani, a manifestat producție la nivel cu martorii – 98,8%. Menționăm că forma paternă respectivă a transmis hibrizilor capacitatea de pierdere a apei din boabe după maturizarea fiziologică. Totodată cei 4 hibrizi au înregistrat o perioadă de vegetație mai scurtă cu 1-4 zile și umiditate mai joasă a boabelor, în special MKP 63 x MKP 21/182, cu 93,9% față de martori. Hibrizii simpli modificați cu forma maternă MKP 61 x MKP 602 și formele paterne AN 025/12, AN 615/95 cu bob sticlos au înregistrat în anii 2015 și 2016 productivitate nesemnificativ superioară (102,0-103,4%) martorului Porumbeni 176MRf și umiditate semnificativ inferioară, în special combinația cu forma paternă AN 025/12 – 77,8%.

Testarea ecologică în condiții pedoclimaterice specifice arealului de cultivare a porumbului timpuriu pentru boabe și siloz s-a realizat de către cercetătorii Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice în localitățile Crinicinâi, regiunea Gomel, și Jodino, regiunea Minsk, din Republica Belarus. Menționăm că numărul de variante apreciate în aceste experiențe este mai redus – 25 de hibrizi sistematizați în 3 grupe de maturitate. În calitate de martori s-au folosit hibrizii autohtoni Rosmold 159CRf, Bemo 172CRf, Porumbeni 176MRf – FAO 160-190, Porumbeni 212CRf, Porumbeni 222MRf, Bemo 235 – FAO 210-230, Porumbeni 270CRf – FAO 270 și hibrizii străini Poleskii 195Cr, Ricardino, Belkos 250MRf. Menționăm că Porumbeni 176MRf a format, în medie pe 6 ani, producții de 35,2 t/ha masă verde, 14,7 t/ha substanță uscată și 7,76 t/ha boabe la umiditatea de 14% (tabelul 6.35). Cele mai mici recolte s-au înregistrat în anul 2015, considerat extrem de nefavorabil pentru porumb, respectiv de 22,8 t/ha, 9,4 t/ha și 3,54 t/ha, iar cele mai mari în anul 2016, respectiv de 41,3 t/ha, 18,3 t/ha și 10,8 t/ha. Martorul În grupa a doua de maturitate, martorul Porumbeni 222MRf a format, în medie pe 2010–2014 35,3 t/ha masă verde, 15,2 t/ha substanță uscată și 7,94 t/ha boabe, iar Bemo 235, în 2014–2016, a înregistrat media de 35,9 t/ha masă verde, 15,0 t/ha substanță uscată și 7,57 t/ha boabe. Producția de boabe a martorului respectiv a variat de la 4,00 t/ha în anul 2015 până la 11,23 t/ha în 2016, an favorabil din punct de vedere climatic pentru cultura porumbului.

În cadrul hibrizilor creați în baza modelului heterotic Reid Iodent x BSSS-B37, producții de masă verde semnificativ superioare martorilor au asigurat 13 mostre, cu un surplus de 7,5% la (MKP 601 x MKP 612) x MKP 70 și de 35,4% la MKP 63 x MKP 71. După producția de substanță uscată cu valori pozitive statistic asigurate la nivel de DL_{05} s-au remarcat 11 mostre, iar 9 mostre au depășit semnificativ martorii după producția de boabe. În baza rezultatelor obținute în culturi comparative de concurs și în rețeaua ecologică, au fost propuși spre testări oficiale de stat în Republica Belarus hibrizii simpli MKP 61 x MKP 70, MKP 60 x MKP 71, MKP 61 x MKP 71, MKP 611 x MKP 71 și MKP 63 x MKP 711, dezvoltați prin procedura înlocuirii formei materne sau paterne în modelul heterotic respectiv. În anul 2016 a fost promovat pentru testări oficiale și hibridul simplu modificat (MKP 601 x MKP 612) x MKP 70. Hibrizii MKP 63 x MKP 70, MKP 64 x MKP 70 și MKP 64 x MKP 711, cu perioada de vegetație mai mare comparativ cu combinațiile menționate mai sus, au fost propuși spre testări oficiale în Republica Moldova. Din eșantionul de hibrizi sintetizați în baza modelului heterotic Reid Iodent x Euroflint, la testări oficiale în Republica Belarus au fost promovate variantele modificate (MKP 60 x MKP 61) x MKP 22 și (MKP 61 x MKP 602) x AN 615/95, cu performanțe semnificative după producția de masă verde, substanță uscată și boabe, realizată în testări ecologice bianuale, și producții de boabe nu mai joase de martori în culturi comparative de concurs.

Tabelul 6.35. Rezultatele testărilor ecologice ale hibrizilor în
Republica. Belarus

Pedigreul hibrizilor	Anii	Producția de masă verde		Producția de substanță uscată		Producția de boabe	
		t/ha	% de la mt	t/ha	% de la mt	t/ha	% de la mt
MKP61,MKP70	2010	38,4	114,6*	17,8	113,8*	10,57	127,8*
MKP60,MKP70	2011	39,4	127,9*	15,4	106,9*	9,33	103,6
MKP61,MKP71	2010-2011	40,6	126,4*	18,5	122,6*	11,1	128,8*
(MKP60,MKP61)MKP70	2011-2012	37,4	124,9*	15,5	117,4*	8,61	114,1*
(MKP61,MKP62)MKP70	2011-2012	39,0	130,5*	15,2	115,7*	8,28	111,9*
MKP62,MKP71	2012	37,6	97,5	14,4	106,3*	6,53	112,0*
MKP62,MKP711	2012	38,3	99,5	13,5	100	6,13	105,1
MKP60,MKP71	2012-2013	36,9	117,4*	15,6	115,8*	7,71	113,1*
MKP63,MKP711	2013	37,8	110,1*	16,1	104,5	8,28	104,9
(MKP64,MKP62)MKP70	2013	34,2	99,6	14,8	97,2	8,05	102,0
MKP61,MKP711	2013-2014	37,7	113,5*	15,1	111,9*	7,4	106,0*
MKP64, MKP71	2014	36,4	112,9*	12,2	104,4	5,61	92,6*
MKP63,MKP71	2015	38,3	135,4 *	9,85	94,5	5,04	101,4
MKP611,MKP71	2015	33,6	119,0*	12,0	115,3*	4,65	116,3*
MKP601, MKP70	2015-2016	36,9	108,9 *	15,0	106,8	7,62	117,2 *
(MKP601, MKP612),MKP70	2016	42,8	107,5	19,4	107,1	11,06	98,5
(MKP60,MKP61)MKP22	2010-2011	40,7	146,6*	17,4	130,2*	10,00	143,1*
(MKP20, MKP19A)1246/05	2011	32,3	110,4*	14,9	107,6*	9,36	107,3*
(MKP20, MKP19A)1247/05	2011	30,6	104,6	14,0	101,1	8,67	99,4
(MKP61,MKP62)MKP19A	2013	31,4	91,5	14,2	92,5	7,86	95,0
(MKP61,MKP62)MKP22	2013	32,4	94,6	14,9	97,1	7,58	91,6
(MKP60,4234/98)MKP19A	2013	30,6	89,4	14,1	91,6	7,51	90,7
(MKP61,MKP62)MKP21/182	2014	28,0	72,7	11,1	83,2	5,76	88,9
(MKP60,MKP602)615/95	2015-2016	27,8	99,2	12,6	104,7	6,68	102,8
(MKP61,MKP602)615/95	2015-2016	29,9	106,6*	13,4	112,0*	7,12	109,5*
Porumbeni 176MRf – mt.	2011-2016	35,2	-	14,7	-	7,76	-
Porumbeni 222MRf – mt.	2010-2013	35,3	-	15,2	-	7,94	-
Bemo 235 – mt.	2014-2016	35,9	-	15,0	-	7,57	-

* valori pozitive cu diferențe statistic semnificative față de martori la nivel DL₀₅

Menționăm că rezultatele descrierii hibrizilor noi după caracterele fenotipice recomandate de UPOV atestă distinctivitatea acestora în baza a mai mulți indicatori.

Analiza integrală a rezultatelor experimentale permite să afirmăm că înlocuirea formelor parentale, fără schimbarea modelului heterotic Reid Iodent x BSSS- B37, prezintă o modalitate eficientă de ameliorare a combinațiilor hibride elitare. Liniile noi cu performanțe îmbunătățite după producție și umiditate a boabelor, după capacitatea generală și specifică de combinare asigură o probabilitate înaltă de evidențiere a unor variante competitive. Selectarea încrucișărilor înrudite ca forme materne cu nivelul heterozisului de până la 60% asigură o variabilitate nesemnificativă sau medie (V până la 20%) a caracterelor agronomice în formulele de hibridare (A x A₁) x B, apropiată de valorile hibrizilor A x B. În baza datelor acumulate pe parcursul a 4-5 ani cu 8 linii consangvinizate și 10-16 încrucișări înrudite ca forme materne s-a calculat coeficientul de corelație pentru producție și pentru umiditatea boabelor, *per se* și în testîncrucișări. Datele din tabelul 6.36 arată că producția de boabe a acestora are legături relativ medii ($r=0,361$), iar umiditatea boabelor corelează puternic ($r=0,831$), pe când în testîncrucișări ambii indici ameliorativi au înregistrat legături puternice – $r=0,936$ și $0,923$. Umiditatea boabelor la încrucișările înrudite în testîncrucișări poate fi prognozată în baza valorilor *per se*, întrucât coeficientul de corelație constituie $0,654$. Producția de boabe a încrucișărilor înrudite în testîncrucișări (capacitatea generală de combinare) a manifestat corelații negative slabe ($r = 0,110$) cu producția acestora *per se*.

Tabelul 6.36. Corelația formelor materne *per se* și în testîncrucișări

Nr. d/o	Caractere corelative	Ani x variante	Coeficientul de corelație, r
1.	Producția de boabe <i>per se</i> : linii–încrucișări înrudite	5 x 16	0,361
2.	Umiditatea boabelor <i>per se</i> : linii–încrucișări înrudite	5 x 16	0,831
3.	Producția de boabe în testîncrucișări: linii–încrucișări înrudite	4 x 10	0,936
4.	Umiditatea boabelor în testîncrucișări: linii–încrucișări înrudite	4 x 10	0,923
5.	Producția de boabe: încrucișări înrudite <i>per se</i> –încrucișări înrudite în testîncrucișări	4 x 11	0,110
6.	Umiditatea boabelor: încrucișări înrudite <i>per se</i> –încrucișări înrudite în testîncrucișări	4 x 11	0,654

Procedura de modificare a formulei unui model heterotic important prin înlocuirea formelor parentale este condiționată de prezența unor linii consangvinizate înrudite, create din material inițial cu participarea unui genitor comun, sau surori, extrase din același genitor. Prin urmare, ameliorarea liniilor inițiale în privința anumitor caractere, dezvoltarea liniilor noi cu performanțe îmbunătățite *per se* și în hibrizi simpli de elită, fără schimbarea modelului heterotic, trebuie să devină o practică comună a procesului de selecție. Identificarea versiunilor noi după capacitatea generală și specifică de combinare prin includerea în calitate de tester a formei parentale concrete permite evidențierea combinațiilor superioare formulei inițiale la etapa de experimentare a

testîncrucișărilor sistemice. Îmbunătățirea unui hibrid simplu prin înlocuirea liniei consangvinizate slabe cu o versiune nouă, superioară după producție și umiditatea boabelor, după capacitatea generală și specifică de combinare, prezintă o modalitate mai eficientă comparativ cu utilizarea formei materne $A \times A_1$. Modificarea în baza încrucișărilor înrudite a formei materne cu carențe în producerea semințelor necesită suplimentar aprecierea gradului de afinitate genetică și a uniformității fenotipice a caracterelor în formulele de hibridare. După cum s-a menționat anterior, încrucișările înrudite cu nivel de heterozis de până la 60% asigură o variație mai slabă a elementelor plantei și știuleților. În procesul de selectare a acestora, pe lângă nivelul de heterozis, capacitatea de combinare după producție și umiditatea boabelor, importante sunt și toleranța la temperaturi scăzute și randamentul fracțiilor la calibrarea boabelor. Încrucișările $A \times A_1$, care manifestă heterozis după precocitate, pot fi folosite efectiv în scopul sincronizării înfloritului formelor parentale în loturile de hibridare, oferind o rentabilitate mai înaltă a producerii semințelor hibride. Menționăm că perioada „răsărit–înflorit–mățait” variază esențial în funcție de condițiile climaterice ale zonelor de cultivare, fapt confirmat în experiențe ecologice [106]. Astfel, în funcție de obiectivele de modificare a unor formule de hibridi simpli consacrați, amelioratorul poate utiliza procedura de înlocuire a formelor parentale sau materne obținute de la încrucișarea a două linii surori/înrudite. Hibridii modificați $A_1 \times B$ sau $A \times B_1$ și $(A \times A_1) \times B$, fiind creați în baza unor formule de încrucișări utilizate în producerea semințelor comerciale, au avantaje și în procesul de creare a analogilor androsterili sau restauratori ai fertilității polenului, de multiplicare a formelor parentale. Spre exemplu, formele materne MKP 60cmsM, MKP 61cmsM și MKP 60cmsM $\times$ MKP 61 și formele paterne MKP 22MRf, AN 615/95MRf, incluse în producerea de semințe a unor hibridi omologați, înlesnesc substanțial promovarea noilor hibridi dezvoltați cu formele parentale respective. Hibridii noi cu formele paterne la care este finalizată crearea analogilor restauratori ai fertilității polenului în citoplasmă de tip M, vor necesita o perioadă mai scurtă de implementare în producerea semințelor cu sistemul genetic ASC-Rf.

6.2 Descrierea hibridilor de porumb omologați și de perspectivă

Rezultatele experimentale obținute în testările din CCC și ecologice relatate anterior, descrierea fenotipică a caracterelor recomandate de UPOV pentru aprecierea distinctivității, analiza productivității și coincidenței înfloritului la formele parentale, perspectiva de transferare la androstreilitate citoplasmatică sau restaurare a fertilității polenului au determinat propunerea pentru testări oficiale a 11 hibridi caracterizați în tabelul 6.37. Menționăm că cei 8 hibridi simpli au fost creați prin procedura de înlocuire a formelor materne MKP 60, MKP 61, MKP 63, MKP 64 și a liniilor consangvinizate paterne MKP 70, MKP 71. Hibridii simpli modificați Bemo 203MRf și Pandoro includ în pedigree încrucișările înrudite MKP 60 cmsM $\times$ MKP 61 și MKP 61

cmsM x MKP 602 ca forme maternelle și două linii îndurată cu restaurarea completă a fertilității polenului. Hibridul simplu modificat Coral reprezintă o variantă a hibridului omologat Bemo 235, cu producerea de semințe mai eficientă datorită folosirii ca formă maternă a încrucișării dintre două linii care conțin în pedigree cota de 50% a genomului liniei inițiale MKP 61.

Tabelul 6.37. Caracteristica generală a hibridilor de porumb propuși spre testări oficiale

Nr. d/o	Denumirea hibridului	Tipul de încrucișări	Grupa de maturitate FAO	Țara și anul propunerii pentru testări	Anul înscrierii în registrul de stat
1	Bemo 203MRf	(A x A ₁) x B	210	Belarus, 2012	2015
2	Bemo 235	A x B	230	Belarus, 2011	2014
3	Porumbeni 220	A x B	220	Belarus, 2013	2017
4	Porumbeni 221	A x B	220	Belarus, 2015	-
5	Porumbeni 230	A x B	230	Belarus, 2014	-
6	Porumbeni 243	A x B	250	Belarus, 2013	2017
7	Pandoro	(A x A ₁) x B	170	Belarus, 2016	-
8	Coral	(A x A ₁) x B	230	Belarus, 2016	-
9	Porumbeni 283	A x B	280	Moldova, 2015	-
10	Porumbeni 305	A x B	300	Moldova, 2014	2017
11	Porumbeni 310	A x B	310	Moldova, 2011 România, 2014	2015 2016

Dintrehibridii de porumb propuși spre testări oficiale de stat în Republica Moldova pentru cultivare la boabe în zona de nord au fost omologați Porumbeni 305 (nr. înregistrării 0113361) și Porumbeni 310 (nr. înregistrării 0112784) [13]. Ambii hibridi de tip simplu sunt realizați prin modelul heterotic Reid Iodent x BSSS-B37/ Oh43 și conțin în pedigree forma paternă comună. Liniile consangvinizate ca forme maternelle au fost selectate în baza caracterelor agronomice studiate anterior și în special după capacitatea specifică de combinare cu forma paternă. Datele experimentale redate în tabelul 6.38 atestă deosebiri esențiale între liniile incluse ca forme maternelle după precocitate, cu diferențe de 1,2 și 1,6 zile la perioada „răsărit–înflorit–mătăsit”. Forma maternă a hibridului Porumbeni 305 se deosebește prin talia mai joasă a plantelor – 158,8 cm și inserția știuletelui – 63,1 cm. O caracteristică importantă a formelor maternelle este producția înaltă de boabe, aceasta atingând, în medie pe anii 2014–2016, valori mai mari de 4 t/ha. Menționăm că MMB și dimensiunile boabelor permit obținerea unei cote ridicate a fracțiilor de semințe solicitate de consumatori. Forma paternă înfloarește mai devreme comparativ cu data apariției stigmatei la liniile maternelle – cu 1,1 zile la Porumbeni 305 și cu 2,7 zile la Porumbeni 310. La ultimul hibrid, formele parentale în loturile de hibridare sunt semănate concomitent.

Tabelul 6.38. Caracteristicile formelor parentale ale hibrizilor omologați în R. Moldova
(media anilor 2014–2016)

Nr d/o	Caracterele ameliorative	Forma maternă		Forma paternă
		Porumbeni 305	Porumbeni 310	
1	Ritmul de creștere, nota	6,5	6,3	6,6
2	Perioada ”răsărit-înflorit”, zile	62,0	63,2	62,0
3	Perioada ”răsărit-mătăsit”, zile	63,1	64,7	62,4
4	Talia plantelor, cm	158,8	182,5	183,1
5	Insertia știuletelui, cm	63,1	71,9	66,9
6	Frângerea tulpinilor, %	0,0	0,2	0,0
7	Căderea radiculară, %	0,2	2,2	0,6
8	Atac cu tăciune comun, %	0,0	0,8	0,6
9	Atac cu tăciune prăfos, %	0,0	0,0	0,0
10	Producția de boabe, t/ha	4,12	4,27	3,57
11	Umiditatea boabelor, %	12,6	12,9	13,4

Ulterior, cu un decalaj de 4-6 zile, unele rânduri ale formei paterne sunt reînsămânțate. Producerea de semințe comerciale va fi efectuată în bază de androsterilitate a tipului M cu restaurare completă a fertilității polenului.



Fig 6.2.1. Hibridul Porumbeni 310

Hibridul Porumbeni 310, cu surplus semnificativ al producției de boabe și umiditate scăzută a boabelor la recoltare în CCC, a înregistrat performanțe în testările ecologice din anul 2011 (tabelul 6.39). În medie pe 5 localități ecologice, hibridul respectiv a asigurat recolte de 8,64 t/ha boabe, fiind

competitiv cu hibridii FAO 450 omologați Porumbeni 458MRf (7,67 t/ha) și Porumbeni 461MRf (8,83 t/ha). Luând în considerație conținutul de substanță uscată în boabe și producția realizată, indicii de selecție a constituit 75,2 unități la Porumbeni 310, comparativ cu 65,0 la Porumbeni 458MRf și 73,3 unități la Porumbeni 461MRf. În baza acestor date, hibridul a fost propus în anul 2011 pentru testări oficiale în Republica Moldova.

Tabelul 6.39. Productivitatea comparativă a hibridului Porumbeni 310 în 5 localități ecologice din Republica Moldova (anul 2011)

Localitățile	Porumbeni 310		Porumbeni 458MRf		Porumbeni 461MRf	
	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
Băcioi	10,04	12,7	9,60	15,5	10,37	15,6
Grigorevca	9,21	14,1	8,62	15,3	9,70	17,8
Zârnești	11,28	8,6	7,75	8,0	9,33	13,3
Văsoca	6,72	14,6	6,89	15,6	7,37	16,6
Pelinia	5,95	15,0	5,51	22,2	7,39	21,8
Media	8,64	13,0	7,67	15,3	8,83	17,0

În testările oficiale efectuate de Comisia de Stat pentru testarea soiurilor de plante a Republicii Moldova, hibridul Porumbeni 310 a confirmat performanțele menționate anterior și a fost înscris în Catalogul soiurilor de plante pentru cultivare la boabe din anul 2015. Datele prezentate în tabelul 6.40 arată că, în medie pe 3 ani de experimentări, producția de boabe a fost cu 4,6% mai joasă comparativ cu Porumbeni 461MRf din grupa de maturitate semitardivă, iar în localitățile Văsoca și Pelinia (zona de nord) a înregistrat un surplus de 5,2%.

Tabelul 6.40. Producția de boabe (t/ha) realizată de hibridul Porumbeni 310 în testări oficiale din Republica Moldova

Hibridii	Anii	Văsoca	Pelinia	Băcioi	Grigorevca	Zârnești	Media
Porumbeni 310	2012	5,86	3,84	2,32	2,92	0,80	3,15
	2013	10,35	12,50	12,32	8,98	10,46	10,92
	2014	9,30	6,74	9,52	5,48	5,45	7,30
	Media	8,50	7,69	8,05	5,79	5,57	7,12
Porumbeni 461MRf	2012	6,12	4,57	3,62	4,47	0,58	3,87
	2013	9,96	9,11	13,63	9,76	12,86	11,06
	2014	9,41	6,95	9,30	5,13	6,52	7,46
	Media	8,52	6,87	8,85	6,45	6,65	7,46

În prezent, hibridii semitimpurii autohtoni ocupă o cotă nesemnificativă în producere și astfel Porumbeni 310 ar putea asigura în următorii ani o proporție rezonabilă de suprafețe cultivate cu porumb în raioanele de nord ale republicii. Perioada de vegetație mai scurtă și umiditatea mai joasă

a boabelor permite recoltarea directă în boabe, fiind un premergător bun pentru cerealele de toamnă, comparativ cu hibrizii semitardivi [10]. În anul 2014, hibridul respectiv a fost testat în Institutul de Stat pentru Testarea și Înregistrarea Soiurilor al României. Datele experimentale de la 6 centre de testare în comparație cu 4-5 martori, inclusiv PR37N01, PR37Y12 și P9578, sunt prezentate în tabelul 6.41. Astfel, în anul 2014 Porumbeni 310 a format o producție medie de 10,473 t/ha, cu o variație de la 5,859 t/ha, în localitatea Inand, până la 12,662 t/ha, în Satu Mare, cu un surplus de 18% comparativ cu 4 martori.

Tabelul 6.41. Rezultatele testărilor oficiale ale hibridului Porumbeni 310 în România

Centrele de testare	Anul 2014			Anul 2015		
	Producția de boabe, t/ha	% de la martori	Umiditatea boabelor, %	Producția de boabe, t/ha	% de la martori	Umiditatea boabelor, %
Tecuci	9,097	112	14,4	10,923	126	12,7
Satu Mare	12,662	113	13,5	9,677	132	13,3
Negrești	12,306	139	17,8	9,050	125	14,0
Luduș	11,884	107	21,5	7,175	109	18,5
Inand	5,859	115	19,1	6,090	110	15,1
Dej	11,032	124	19,5	10,477	119	20,4
Media	10,473	118	17,6	8,898	121	15,7
P9578-mt.	10,437	118	18,3	8,544	116	14,8

Recolta medie de boabe în anul următor a constituit 8,898 t/ha, fiind superioară martorilor cu 21%. În anii de testare, hibridul Porumbeni 310 a depășit nesemnificativ (cu circa 2%) martorul performant P9578 al firmei Pioneer după producția de boabe, plasându-se la nivelul acestuia după umiditatea boabelor la recoltare. În baza rezultatelor experimentale pe doi ani, Porumbeni 310 a fost înregistrat pentru cultivare în zonele submontane și cu regim termic mai redus ale României. În anul 2016, SRL „Forever” din Republica Moldova a produs în bază fertilă (cu înlăturarea paniculelor la forma maternă) circa 11 tone de semințe hibride certificate, cantitate suficientă pentru cultivarea pe o suprafață de peste 600 ha. De menționat că pentru următorii ani producerea de semințe se va efectua în baza sistemului genetic ASC-Rf, fiind finalizate lucrările de creare a analogilor androsterili ai formelor parentale respective.



Fig 6.2.2. Hibridul
Porumbeni 305

Hibridul simplu Porumbeni 305 cu indicele de maturitate FAO 300 a fost evaluat după criteriile VAT și DUS în testări oficiale în perioada anilor 2014–2016, fiind înscris în Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova pentru utilizare din anul 2017. În medie pe 6 centre de testare, hibridul respectiv a format producție superioară matorilor, cu o depășire mai semnificativă, de 9,1%, în zona de sud a republicii (localitățile Svetlâi și Zârnești) în anii 2014 și 2015. Porumbeni 305 s-a evidențiat prin rezistență suficient de înaltă la secetă, fiind evaluat cu 8,4 unități, comparativ cu 7,9 unități ale matorilor, prin rezistență înaltă la frângerea tulpinii și la principalele maladii ale știuleților. Se deosebește de alți hibrizi omologați din grupa de precocitate semitimpurie prin pierderea rapidă a umidității din boabe după faza de ceară, atingând maturizarea fiziologică mai devreme. În zona de nord a țării poate fi recoltat direct în boabe la începutul lunii septembrie, fiind și un bun premergător pentru cerealele de toamnă – orz și/sau grâu. Deși este înrudit genetic cu Porumbeni 310, se deosebește de acesta după unele caractere discriptive conform ghidului UPOV: apariția stigmatelor și înfloritul paniculelor, talia plantei și elementele structurale ale inflorescenței masculine. Producerea de semințe comerciale în baza sistemului ASC-Rf este preconizată pentru anul 2019.

În vederea testărilor oficiale în Republica Belarus au fost propuși 8 hibrizi pentru cultivarea la boabe și siloz, inclusiv 5 simpli și 3 cu forma maternă modificată în baza încrucișărilor înrudite. La moment, în Registrul de Stat au fost incluși hibrizii Bemo 235 (nr. înregistrării 2011045) – anul 2014, Bemo 203MRf (nr. înregistrării 2012080) – 2015 și Porumbeni 220 (nr. înregistrării 2014222), Porumbeni 243 (nr. înregistrării 2014221) – anul 2017 [51]. Menționăm că, pe lângă testările în CCC după valoarea agronomică și tehnică, hibrizii cu destinația de cultivare în Belarus sunt evaluați și după cota semințelor germinate în condiții cu temperaturi suboptimale. Rezultatele ultimilor doi ani de cercetări, incluse în tabelul 6.42, arată că hibrizii noi, în medie pe 3 epoci de semănat, nu sunt inferiori după acest indice hibridului trilinear Porumbeni 176MRf de tip trilinear, care în prezent asigură circa 70% din semințele pentru export în Republica Belarus. Hibridul simplu Porumbeni 230 a înregistrat valori înalte ale semințelor răsărite în condițiile ambilor ani de experimentare, depășind matorul cu 4,5% absolute. Diferențe mai obiective în ceea ce privește toleranța semințelor la temperaturi joase ale solului s-au înregistrat în primăvara anului 2015, cu o medie de 70% la experiența semănată la 27 martie și de 76,6% la cea din următorul termen.

Tabelul 6.42. Germinația semințelor hibrizilor pentru cultivare în Republica Belarus, în 3 epoci de semănat (%)

Denumirea hibrizilor	Anul 2015			Anul 2016			Media
	27.03	09.04	17.04	28.03	08.04	18.04	
Porumbeni 176MRf – mt.	67,0	75,3	91,5	95,0	96,2	95,5	86,8
Bemo 203	66,2	82,5	90,5	95,2	94,5	91,4	86,7
Bemo 235	71,4	66,4	99,0	93,3	94,3	90,5	85,8
Porumbeni 220	78,4	73,2	93,4	95,4	94,4	89,5	87,4
Porumbeni 243	60,2	79,0	97,2	94,0	92,5	95,2	86,4
Porumbeni 230	77,0	83,2	98,3	98,0	97,0	94,2	91,3
Media pe epoci	70,0	76,6	95,0	95,2	94,8	92,7	87,4

Hibridul Bemo 203MRf, cu formula de încrucișare a liniilor de tip trilinear și simplu modificat după genotip, este permis pentru cultivare în regiunile Brest, Gomel, Grodno și Vitebsk. Menționăm că în experiențele efectuate în unitățile agricole din Belarus, în anii cu temperaturi scăzute hibridul a manifestat precocitate la nivelul hibridului Porumbeni 176MRf. În prezent, Bemo 203MRf este multiplicat pentru export și testat în vederea lărgirii arealului de cultivare la boabe. Fiind creat în baza modelului heterotic Reid Iodent x Euroflint, hibridul posedă o adaptabilitate ecologică pentru regiunile cu climat mai rece ale Republicii Belarus.



Fig 6.2.3. Hibridul Bemo 203MRf

Hibridul simplu Bemo 235, creat cu forma paternă a hibrizilor Porumbeni 305 și Porumbeni 310, a manifestat performanțe superioare martorilor după producția de boabe, fiind omologat în regiunile Brest Gomel, Grodno și Minsk cu cele mai mari suprafețe la boabe. În zonele de omologare acest hibrid este cultivat și pentru siloz calitativ cu o pondere mai ridicată a știuleților în masă verde.



Fig 6.2.4. Hibridul Bemo 235

Hibridul este solicitat de agricultori, iar oferta SRL „Forever” pentru exportul de semințe, de în special în regiunea Gomel, în anul 2017 a fost mai mică decât cererea. Din anul 2019, producerea de semințe hibride comerciale va fi efectuată în baza de androsterilitate a tipului M cu

Hibridul simplu Porumbeni 220, omologat recent pentru cultivare la boabe în regiunile



Fig 6.2.5. Hibridul Porumbeni 220

Brest, Gomel, Grodno și la siloz în tot arealul de cultivare a porumbului în Republica Belarus, posedă anumite avantaje agronomice comparativ cu Bemo 235. În medie pe anii 2014 și 2015, la 4 centre de testări de stat, acesta a format producții de 8,26 t/ha, depășind martorii oficiali cu 9,1%. Valori maxime ale producției, 9,14 t/ha boabe și surplus de 21,1%, au fost înregistrate în localitatea Șciukin, iar în anul 2014 la stațiunea Cobrin s-au recoltat 11,5 t/ha boabe. Hibridul manifestă potențial și după producția de substanță uscată în masa pentru însilozare, realizând 19,8 t/ha în 2014 la stațiunea Șciukin.

Hibridul simplu Porumbeni 243, cu perioada de vegetație comparativ mai mare (FAO 250), a fost înscris recent în Registrul soiurilor admise pentru cultivare la siloz în toate regiunile Republicii Belarus. În medie pe doi ani de testări oficiale în 7 localități, hibridul a realizat producții de 16,4 t/ha de substanță uscată a masei verzi, cu recolta maximă de 22,4 t/ha în localitatea Vileica. În anul 2014, favorabil pentru cultura porumbului în Belarus, Porumbeni 243 a format o recoltă de 13,0 t/ha boabe la stațiunea de stat Okteabriskaia.



Fig 6.2.6. Hibridul Porumbeni 243



Fig 6.2.7. Hibridul Porumbeni 230

Hibridul de perspectivă Porumbeni 230 se află în ultimul an de testări oficiale în Belarus, pe parcursul anilor 2015 și 2016 asigurând producții de boabe, masă verde și substanță uscată competitive cu martorii. Menționăm ca pedigreeul hibridului respectiv conține forme parentale cu performanțe ameliorative verificate în modelul heterotic Reid Iodent x BSSS-B37. Forma maternă este comună cu cea din Bemo 235, iar forma paternă – cu cea a hibridului Porumbeni 220.

În calitate de autori ai hibrizilor de porumb nominalizați se consideră cercetătorii Laboratorului de ameliorare a porumbului pentru zonele nordice S. Musteața, P. Borozan, L. Nujnaia, G. Rusu, V. Spînu, care au creat liniile consangvinizate, inclusiv analogii ASC și Rf, au sintetizat și experimentat combinațiile hibride în CCO, CCPC și în localități ecologice din Republica Belarus. Alți autori, cercetători în cadrul Laboratorului de producere a semințelor și testare a hibrizilor, sunt S. Mistreț, E. Partas, V. Știrbu, Gh. Lebediuc, I. Frunze. La crearea hibrizilor cu denumirea Bemo, drept autori au mai participat L. Șimanskii, V. Cravțov și N. Nadtochiaev din Republica Belarus. O anumită cotă a dreptului de autor revine conducătorilor programului de cercetare V. Pojoga, V. Maticiuc, P. Pîrvan și altor cercetători ai Institutului.

Producerea de semințe comerciale a fost delegată de către Institut firmei SRL „Forever” care, în anul 2016, a însămânțat 120 ha sectoare pentru testarea hibridului Bemo 203 în baza sistemului genetic ASC-Rf, 80 ha pentru hibridul Bemo 235 și 10 ha pentru Porumbeni 310, cu castrarea manuală a paniculelor la forma maternă. În anul 2017, SRL „Forever” a procurat forme parentale pentru producerea de semințe a hibrizilor Bemo 203 pe 160 ha, Bemo 235 – pe 200 ha și Porumbeni 310 – pe 200 ha.

Concluzii la capitolul 6

1. Analiza lucrărilor de selecție efectuate la dezvoltarea hibrizilor simpli constată eficacitatea înaltă a procedurii de înlocuire a formelor parentale în combinațiile modelului heterotic Reid Iodent x BSSS-B37. Liniile consangvinizate MKP 60, MKP 601, MKP 61, MKP 611, MKP 63, MKP 64, în calitate de componente maternelle în formule de încrucișări cu formele paternale MKP 70, MKP 71 și MKP 711, s-au remarcat prin performanțe ameliorative realizate în culturi comparative de concurs și testări ecologice. În baza acestui model heterotic au fost creați 9 hibrizi simpli și un hibrid simplu modificat.
2. Rezultatele practice confirmă că la selectarea liniilor A_1 sau B_1 ca potențiale forme parentale pentru înlocuirea unui component al hibrizilor performanți $A \times B$, un rol important îl joacă genealogia înrudită, capacitatea generală și specifică de combinare cu componentul concret, caracterele și însușirile agronomice valoroase.
3. Liniile consangvinizate menționate ca forme parentale ale hibrizilor propuși spre testări oficiale prezintă surse importante de germoplasma pentru următorul ciclu de ameliorare.
4. Producția și umiditatea boabelor la hibrizii simpli modificați $(A \times A_1) \times B$ pot fi preconizate cu o probabilitate foarte înaltă în baza valorilor acestor indici la hibrizii simpli $A \times B$ și $A_1 \times B$. Coeficienții de corelație pentru caracteristicile respective au constituit 0,936 și 0,923. Legături corelative medii ($r=0,361$) au fost stabilite între producția de boabe a liniilor consangvinizate și cea a încrucișărilor înrudite *per se*. Performanțele hibrizilor cu forme maternelle înrudite nu pot fi prognozate în baza producției de boabe *per se* ($r=0,110$), pe când umiditatea boabelor manifestă legături mai strânse ($r=0,654$).
5. Încrucișările înrudite MKP 60 x MKP 61 și MKP 61 x MKP 602, transferate la androsterilitate citoplasmatică de tip M, s-au evidențiat în încrucișări cu două forme paternale mai timpurii din grupa heterotică Euroflint. Forma maternă MKP 601 x MKP 612 a realizat performanțe ameliorative, inclusiv după uniformitate, în formulele de încrucișări cu germoplasma BSSS-B37.
6. Dintre combinațiile hibride propuse pentru testări oficiale, în Registrul de Stat al Republicii Moldova au fost înscrise hibrizii Porumbeni 305 și Porumbeni 310. Hibridul semitimpuriu Porumbeni 310 este omologat și în România. În R. Belarus sunt admiși hibrizii Bemo 203MRf, Bemo 235, Porumbeni 220 și Porumbeni 243 pentru cultivare la boabe și siloz.
7. Hibrizii omologați Bemo 203MRf, Bemo 235 și Porumbeni 310, în anul 2016, au fost cultivați pentru producerea de semințe comerciale pe o suprafață de 210 ha. În anul 2017 SRL „Forever” a procurat forme parentale pentru însămânțarea a 560 ha loturi de hibridare în diferite unități agricole din Republica Moldova.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Concluzii:

1. Liniile consangvinizate din grupa de germoplasmă Reid Iodent, cu performanțe ale caracterelor și însușirilor ameliorative, inclusiv privind producția de boabe, randamentul de semințe la fracționare, toleranța la tăciune comun, menținerea perfectă a androsterilității de tip M și capacitatea generală de combinare, sunt mai avantajoase ca forme materne ale hibrizilor simpli. Germoplasma grupelor alternative BSSS-B37, Lancaster și Euroflint corespunde cerințelor pentru componenții paterni în formulele de hibridare ale porumbului timpuriu [37].
2. Formele materne modificate prin intermediul încrucișărilor înrudite $A \times A_1$ manifestă heterozis la perioada apariției stigmatelor, talia și inserția știuletelui, toleranța la tăciunele comun și la temperaturi suboptimale în perioada germinării semințelor, producția, la dimensiunile boabelor în procesul de calibrare și prezintă o modalitate de eficientizare a producerii semințelor hibride [30].
3. Încrucișările înrudite ale grupei de germoplasmă Reid Iodent au asigurat un surplus al producției de boabe de 46,3%, comparativ cu liniile consangvinizate, și au realizat în testîncrucișări recolte cu valori apropiate de cele ale hibrizilor simpli [9].
4. În procesul de selectare a încrucișărilor înrudite $A \times A_1$, pe lângă caracterele și însușirile ameliorative *per se*, deosebit de importante sunt și gradul de menținere a androsterilității citoplasmatică, capacitatea generală de combinare și distanțarea genetică a componentelor acestora în limitele 30-60% ale indicelui DG [30].
5. Încrucișările backcrossate, cu producții de boabe inferioare încrucișărilor înrudite și variație semnificativă a unor caractere morfologice în combinații hibride, au o utilizare mai restrânsă în procedura de modificare și pot fi realizate preponderent la liniile consangvinizate cu distanțare genetică mai mare sau în formule de încrucișări de tipul $(A \times A_1) \times A_2$ [8, 39].
6. Materialul inițial sub formă de încrucișări înrudite cu cota genitorului performant de 50% prezintă surse valoroase pentru reciclarea liniilor consangvinizate create anterior. Lucrările de selecție efectuate au generat liniile MKP 601 și MKP 602, folosite în pedigreeul unor hibrizi de perspectivă [36].
7. În procedura de substituie a formelor parentale ale hibrizilor simpli $A_1 \times B$ sau $A \times B_1$, realizați în modelul heterotic Reid Iodent $\times$ BSSS-B37, s-au remarcat liniile consangvinizate cu capacitate înaltă de combinare, inclusiv formele materne MKP 61,

MKP 601, MKP 611, MKP 63, MKP 64 și cele paterne MKP 70, MKP 71, MKP 711 [38].

8. Producția și umiditatea hibrizilor simpli modificați $(A \times A_1) \times B$ pot fi prognozate cu un nivel înalt de probabilitate în baza indicilor respectivi observați la hibrizii $A \times B$ și $A_1 \times B$, fiind stabilite corelații puternice ($r=0,936$ și $r=0,923$) ale lor [38].
9. La crearea hibrizilor simpli modificați de porumb timpuriu $(A \times A_1) \times B$, performanțe ameliorative au asigurat formele maternel MKP 60cmsM $\times$ MKP 61, MKP 61cmsM $\times$ MKP 602 și MKP 601 $\times$ MKP 612 în încrucișări cu liniile consangvinizate MKP 22, din grupa Euroflint, și MKP 70, din grupa de germoplasmă BSSS-B37 [9, 38].
10. Combinațiile hibride cu indici ameliorativi superiori martorilor au fost propuse pentru testări oficiale de stat. În Republica Moldova au fost omologați hibrizii simpli Porumbeni 305 și Porumbeni 310 (ultimul fiind omologat și în România). În Registrul soiurilor de plante al Republicii Belarus, pentru cultivare la boabe și siloz sunt incluși hibrizii simpli Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 243 și Bemo 203 de tip simplu modificat.
11. În perioada 2016–2017 producerea de semințe certificate ale hibrizilor Bemo 203, Bemo 235 pentru export și Porumbeni 310 a fost realizată de SRL „Forever” pe o suprafață de 770 ha a sectoarelor de hibridare.

Recomandări practice pentru ameliorarea porumbului

1. Liniile consangvinizate și încrucișările înrudite transferate la androsterilitate citoplasmatică și evidențiate după principalele caracteristici agronomice se recomandă de a fi utilizate în programul de sintetizare a noilor hibrizi timpurii.
2. La diferențierea încrucișărilor înrudite ca forme maternel după gradul de rudenie a liniilor consangvinizate incluse în pedigreu se recomandă calcularea indicelui diversității genetice (DG), care a demonstrat rezultate obiective cu valori mai stabile în anii de experimentare.

BIBLIOGRAFIE

1. Andrieș S. Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Chișinău: Pontos, 2007, 374 p.
2. Bâgiu C., Cosmin O., Căbulea I., Ciocazan I., Bica N., Sarca T., Dicu G. Ereditatea rezistenței la secetă și implicațiile în ameliorarea porumbului. În: Cercetări de genetică vegetală și animală, 2000, v. IV, p. 45-66.
3. Borozan P. Studiu comparativ al încrucișărilor înrudite și backcrossate ca forme paterne ale hibrizilor de porumb timpuriu. Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole. Chișinău, 1998, 24 p.
4. Borozan P., **Rusu Gh.** Rezistența la temperaturi scăzute în fazele de germinare și de plantulă a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu. În: Genetica și fiziologia rezistenței plantelor. Chișinău, 2011. p.89.
5. Borozan P., **Rusu Gh.** Studiarea și evaluarea liniilor consangvinizate de porumb la temperaturi scăzute. În: Lucrări științifice. Agronomie și ecologie, UASM, Chișinău, 2013, v. 39, p. 192-196.
6. Borozan P., **Rusu Gh.** Influența temperaturilor scăzute asupra germinației boabelor la formele de porumb timpuriu. În: Rezultatele și perspectivele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova. Bălți, 2014, p. 82-87.
7. Borozan P., Musteața S., **Rusu Gh.** Rezultate și perspective în ameliorarea porumbului timpuriu. În: Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” – 40 ani de activitate științifică. Chișinău, 2014, p. 13-26.
8. Borozan P., **Rusu Gh.**, Musteața S. Modificarea formelor materne ale hibrizilor simpli de porumb timpuriu. În: Lucrări științifice. Agronomie, UASM, Chișinău, 2014, v. 41, p. 276-279.
9. Borozan P., Musteața S., **Rusu Gh.** Crearea hibrizilor de porumb timpuriu în baza modelului heterotic Reid Iodent x Euroflint. În: Rezultatele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova. Chișinău, 2015, p. 19-24.
10. Borozan P., Musteața S., **Rusu Gh.** Porumbeni 310 – hibrid simplu de porumb pentru zona de nord a Moldovei. În: Agricultura Moldovei, 2015, Nr. 9-10, p. 25-27.
11. Bruma S. Evaluarea capacității de combinare și a distinctivității liniilor consangvinizate de porumb timpuriu. Autoreferatul tezei de doctor în agricultură. Chișinău, 2013, 26 p.
12. Buletinul Informativ al FAO (2010, 2011, 2012, 2013, 2014) <http://faostat.fao.org>
13. Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova. Ediție Specială. Chișinău, 2017, p. 12-19.

14. Căbulea I. Genetica porumbului. În: Porumbul. Studiu monografic, București, 2004, v. I, p. 206-310.
15. Ciobanu V. Crearea, evaluarea și utilizarea restauratorilor fertilității polenului la porumb. Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole. Chișinău, 2014, 26 p.
16. Cristea M. Fiziologia porumbului. În: Porumbul. Studiu monografic, București, 2004, v. 1, p. 96-140.
17. Dușu H. Contribuții la studiul determinismului genetic al perioadei de vegetație la porumb. În: Analele ICCPT Fundulea, 1996, v. LXIII, p. 23-27.
18. Gribincea V. Diversitatea morfologică și genetică a liniilor de porumb înrudite cu linia A654. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe biologice, chimice și agricole, 2002, nr. 4(289), p. 103-109.
19. Gribincea V. Evaluarea diversității genetice a liniilor consangvinizate de porumb din grupa de germoplasmă Iodent. În: Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” – 40 ani de activitate științifică. Chișinău, 2014, p. 99-118.
20. Haș I. Heterozisul la porumb. În: Porumbul. Studiu monografic, București, 2004, v. 1, p. 311-362.
21. Haș I. Producerea semințelor la plantele agricole. Cluj-Napoca: Academic, 2006, 157p.
22. Mirișescu M. Particularitățile producerii semințelor hibride la porumb. În: Tehnologii moderne pentru cultura plantelor de câmp. 2000, p. 97-117.
23. Mîrza V. Crearea sau transferarea hibrizilor de porumb pe bază de androsterilitate. În: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, 2011, p. 78-87.
24. Mîrza V. Crearea hibrizilor modificați de porumb pe bază de androsterilitate. În: Institutul de Fitotehnie „Porumbeni” – 40 ani de activitate științifică. Chișinău, 2014, p. 136-142.
25. Murariu M. Acțiuni genetice determinate pentru reacția porumbului la factori de intensificare (fertilizare, desime). În: Cercetări de genetică vegetală și animală, 1996, v. IV, p. 109-116.
26. Musteața S. Realizări în ameliorarea porumbului timpuriu. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe biologice, chimice și agricole, 2002, nr. 3, p. 79-86.
27. Musteața S. Surse de germoplasmă utilizate în ameliorarea porumbului timpuriu. În: Agrobiodiversitatea vegetală în R. Moldova: evaluarea, conservarea și utilizarea, Chișinău, 2008, p. 83-88.

28. Musteața S. Ameliorarea porumbului ca factor de diminuare a efectelor secetei și arșiței. În: Transfer de inovații în activitățile agricole în contextul schimbării climei și dezvoltării durabile. Chișinău, 2009, p. 97-104.
29. Musteața S., Borozan P., Bruma S., **Rusu Gh.** Crearea și utilizarea liniilor consangvinizate de porumb timpuriu în combinații hibride. În: Știința Agricolă, 2012, Nr. 2, p. 11-16.
30. Musteața S., **Rusu Gh.**, Borozan P., Bruma S. Studiarea încrucișărilor înrudite ca forme materne ale hibrizilor de porumb timpuriu. În: Lucrări științifice. Agronomie și Ecologie, UASM. Chișinău, 2013, V. 39, p. 33-37.
31. Musteața S., Borozan P., **Rusu Gh.** Utilizarea modelului heterotic Reid Iodent x BSSS-B37 în ameliorarea porumbului precoce. În: Rezultatele și perspectivele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova. Bălți, 2014, p. 121-126.
32. Musteața S., Borozan P., **Rusu Gh.** Ameliorarea grupei de germoplasmă BSSS-B37 la porumbul timpuriu. În: Lucrări științifice UASM. Chișinău, 2014. V. 41, p. 261-264.
33. Musteața S., Borozan P., **Rusu G.**, Spînu V. Valoarea ameliorativă a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu cu germoplasmă Reid Iodent. În: Știința Agricolă, 2017, Nr. 1, p. 17-22.
34. Palii A. Genetica. Chișinău: Museum, 1998. 352 p.
35. Palii A. Ameliorarea plantelor. Chișinău, 2014, 216 p.
36. Rotari A. I. Dezvoltarea cercetărilor biochimice, fiziologice și biotehnologice în ameliorare și producerea semințelor de porumb în Republica Moldova. În: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe, Chișinău, 2011, p. 132-153.
37. **Rusu Gh.** Aprecierea încrucișărilor înrudite și a liniilor consangvinizate ca forme materne ale hibrizilor de porumb timpuriu. În: Rezultatele și perspectivele cercetărilor la cultura plantelor de câmp în Republica Moldova. Bălți, 2014, p. 141-144.
38. **Rusu Gh.**, Borozan P., Musteața S., Spînu V., Știrbu V. Modificarea hibrizilor simpli de porumb timpuriu realizați în modelul heterotic Reid Iodent x BSSS-B37. În: Știința Agricolă, 2015, Nr. 1, p. 3-10.
39. **Rusu Gh.** Studiu comparativ al formelor materne și al hibrizilor simpli modificați de porumb timpuriu. În: Știința Agricolă, 2016, Nr. 2, p. 3-8.
40. Sarca T. Ameliorarea porumbului. În: Porumbul, Studiu monografic, București, 2004, v. 1, p. 363-462.
41. Sarca V., Oprea G. Contribuții ale cercetării în domeniul producerii de semințe la porumb și sorg pentru boabe. În: Analele I.N.C.D.A. Fundulea. 2007, vol. LXXV, p.245-273.

42. Sarca V. Producerea semințelor la porumb. În: Porumbul. Studiu monografic. București, 2014, p. 463-514.
43. Боровская М.Ф., Матичук В.Г. Болезни кукурузы. Кишинев: Штиинца, 1990. 273 с.
44. Борозан П. А., Русу Г. В. Изучение и оценка раннеспелых инбредных линий кукурузы на холодостойкость. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 67-77.
45. Брума С.Г., Руссу Г. В., Мустяца С. И., Борозан П. А. Определение уровня гетерозиса и генетических различий у родственных скрещиваний раннеспелой кукурузы. În: Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe. Chișinău, 2011, p.184-192.
46. Веденеев Г.И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы в Поволжье. Автореферат диссертации кандидата с/х наук. Одесса, 1990, 42с.
47. Вронских М.Д. Изменение климата и риски сельскохозяйственного производства Молдавии. Кишинев, 2011, 560 с.
48. Галеев Г.С. Новые успехи селекции кукурузы на Кубанской опытной станции ВИР, Ленинград, 1961, 50с.
49. Гарбур И.В. Синтез и изучение новых гибридов кукурузы, выделенных на основе районированных и перспективных гибридов Молдавии методом «вставки». Автореферат диссертации кандидата с/х наук, Кишинёв, 1972, 28с.
50. Горбачева А.Г. Использование С типа ЦМС в селекционно-семеноводческих программах по кукурузе. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 157-170.
51. Государственный реестр сортов (80 лет сортоиспытания). Минск, ГИИОСР, 2017, с. 11-19.
52. Грибинча В.Н., Партас Е.К. Изучение генетического разнообразия самоопыленных линий кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 1999, с. 156-162.
53. Грибинча В.Н. Изучение фенотипических различий между самоопыленными линиями кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 2009, с. 60-63.
54. Гриднёва Н.М. Устойчивость линий кукурузы к стеблевым гнилям, ломкости стебля и пузырчатой головне. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 1999, с. 65-71.

55. Гульняшкин А.В., Чуйкин П.В., Анашенков С.С. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы с различной генетической основой. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 109-119.
56. Гурьев Б.П. Некоторые особенности методики в селекции раннеспелых гибридов кукурузы. В: Селекция и семеноводство кукурузы. Москва, 1971. с. 121-130.
57. Гурьев Б.П., Гурьева И.А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Москва: Колос, 1990. 173 с.
58. Дебберт М. Вопросы толерантности к холоду инбредных линий кукурузы и определение ее. Информационный бюллетень по кукурузе, Мартонвашар, 1988, № 7, с. 53-66.
59. Дзюбецкий Б. В. Селекция гибридов интенсивного типа для условий достаточного увлажнения. Автореферат диссертации доктора с/х наук. Одесса, 1989, 47 с.
60. Дзюбецкий Б. В., Беденко Н.А., Федько Н.Н., Бондарь Т.Н. Комбинационная способность самоопыленных линий кукурузы плазмы Айодент. В: Кукуруза и сорго, 2014, № 1, с. 27-30.
61. Дзюбецкий Б. В., Беденко Н.А., Заплитный Я.Д., Микуляк И.С., Линская М.И., Карп Т.Я./, Козак Т.В. Комбинационная способность линий кукурузы альтернативных геноплазм по элементам структуры урожая. În: Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică. Chișinău, 2014, p. 143-151.
62. Домашнев П.П., Дзюбецкий Б.В., Костюченко В.И. Селекция кукурузы. Москва: ВО Агропромиздат, 1992, 208 с.
63. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
64. Зайцев С.А., Жужукин В.И., Гудова Л.А. Изучение комбинационной способности линий кукурузы в селекции на скороспелость. В: Кукуруза и сорго, 2009, №4, с. 13-15.
65. Замковой Г.А., Супрунов А.И. Селекционная ценность самоопыленных линий кукурузы по основным признакам. В: Кукуруза и сорго, 2011, №4, с. 27-30.
66. Зубко Д.Г. Влияние перестановки инбредных линий на признаки скороспелых трехлинейных гибридов. В: Селекция и семеноводство кукурузы. Сборник научных трудов, Днепропетровск, 1986, стр. 86-90.
67. Ивахненко А.Н. Оценка холодостойкости прорастающих семян кукурузы методом полевого опыта. В: Создание новых гибридов и сортов кукурузы и озимой пшеницы, Днепропетровск, 1976, с. 34-40.

68. Ключко П.Ф., Асыка Ю.А. Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по уборочной влажности зерна. В: Научно-технический бюллетень ВСГИ. Одесса, 1985, №3(57), с. 18-21.
69. Ключко П.Ф., Асыка Ю.А., Сергеев В.В. Зависимость скорости потери влаги зерном при созревании от морфологических особенностей растений кукурузы. В: Научно-технический бюллетень ВСГИ, Одесса, 1986, №2(60), с. 22-26.
70. Кобелева Ю.К., Кобелева Э.Н. Методические указания по селекции и семеноводству сложных гибридов. ВАСХНИЛ. Москва, 1984, 36 с.
71. Коварский А.Е., Кушниренко Г.Е. Сорта и гибриды кукурузы Молдавии. Кишинев: Житница, 1974, 248с.
72. Ковач И. Херцег М. Исследование селекционной ценности инбредных линий. В: Селекция и семеноводство кукурузы. Москва, 1971, с. 92-100.
73. Костюченко В. И., Соколов Б. П., Гонтаровский В. А. Оценка общей и специфической комбинационной способности линий кукурузы в топкроссных скрещиваниях. В: Вестник сельскохозяйственной науки, 1976, №1, с. 12-16.
74. Лемещенко Р.А., Супрунов А.И. Изучение новых инбредных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края. В: Кукуруза и сорго, 2012, №2, с. 7-9.
75. Логинова А.М., Гемц Г.В. Сибирские инбредные линии. В: Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 58-66.
76. Моргун В. В., Заика С. П., Жваная Е. П. Эффективность беккроссных и сестринских скрещиваний в повышение продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы. В: Селекция и семеноводство, 1986, № 2, с. 16-18.
77. Мороз В.В. Зависимость между уборочной влажностью и признаками зерна, початка и растения кукурузы. В: Бюллетень ВНИИ кукурузы, 1986, № 1 (6), с. 13-20.
78. Мустяца С.И. Реакция раннеспелых линий на загущение. В: Кукуруза и сорго, 1990, № 3, с. 30-32.
79. Мустяца С.И., Мистрец С.И., Нужная Л.П., Надточаев Н.Ф. Холодостойкость раннеспелых линий кукурузы. В: Кукуруза и сорго, 1990, № 5, с. 41-43.
80. Мустяца С.И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы. Автореферат диссертации доктора-хабилитат с/х наук. Кишинев, 1993, 37 с.
81. Мустяца С.И., Мистрец С.И. Для быстрого высыхания зерна. В: Кукуруза и сорго, 1995, № 4, с. 5-8.
82. Мустяца С.И. Влияние засухи на некоторые признаки скороспелой кукурузы и селекция на засухоустойчивость. В: Кукуруза и сорго, 2005, № 5, с. 6-12.

83. Мустяца С. И., Борозан П. А., Брума С. Г., **Рысу Г. В.** Зародышевая плазма альтернативных гетерозисных групп БССС-Б37 и Айодент в селекции скороспелой кукурузы. В: *Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe*. Chișinău, 2011, p. 243-256.
84. Мустяца С. И., Брума С. Г., Борозан П. А., **Рысу Г. В.** Классификация родственных линий кукурузы по величине гетерозиса в скрещиваниях. В: *Селекция и генетика сельскохозяйственных растений: традиции и перспективы*, Одесса, 2012, с. 177-179.
85. Мустяца С. И., Брума С. Г., **Рысу Г. В.** Дифференциация сестринских и родственных линии кукурузы различными методами. В: *Селекция, семеноводство и технология возделывания кукурузы*. Пятигорск, 2012, с. 86-102.
86. Мустяца С. И., Борозан П.А., Брума С.Г., **Рысу Г.В.** Создание, оценка, классификация и использование самоопыленных линий скороспелой кукурузы. В: *Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică*. Chișinău, 2014, с. 70-98.
87. Мырза В. П., Чалык Т. С. Селекция модифицированных простых гибридов кукурузы на стерильной основе. В: *Кукуруза*, 1977, №12, с. 26.
88. Мырза В. П. Исходный материал для селекции модифицированных простых гибридов кукурузы. В: *Кукуруза*, 1979, №7, с. 24-25.
89. Мырза В. П. Селекция модифицированных простых гибридов кукурузы на стерильной основе. Автореферат диссертации канд. с/х наук. Одесса, 1980, 24 стр.
90. Мырза В. П. Модифицирование простых гибридов кукурузы. В: *Гибридная кукуруза в Молдавии*. Кишинев, 1981, с. 76-86.
91. Мырза В. П. Улучшающие семеноводство межлинейных гибридов кукурузы. В: *Селекционно-генетические исследования кукурузы и сорго в Молдавии*. Кишинев, 1989, с. 126-134.
92. Мырза В.П., Ванькович Н.Г., Грибинча В.Н. Использование венгерской линии 0156 в селекции молдавских гибридов. В: *Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe*. Chișinău, 2011, p. 257-270.
93. Надточаев Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси. Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 411 с.
94. Орлянский Н.А. Селекция кукурузы на пониженную уборочную влажность зерна в центрально-чернозёмной зоне. В: *Кукуруза и сорго*, 2004, № 3, с. 10-13.
95. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Определение селекционной ценности самоопыленных линий. В: *Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы*, Краснодар, 2009, с. 82-88.

96. Орлянский Н.А., Зубко Д.Г., Орлянская Н.А. Селекция кукурузы на скороспелость в условиях Центрального Черноземья. В: Кукуруза и сорго, 2011, № 3, с. 22-26.
97. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Оценка результатов экологического сортоиспытания гибридов кукурузы с использованием селекционных индексов. В: Кукуруза и сорго, 2016, № 2, с. 3-7.
98. Панфилова О.Н., Чугунова О.В., Василева Е.И. Селекционная оценка простых межлинейных гибридов кукурузы по комплексу хозяйственно ценных признаков на богаре и при орошении в условиях Волгоградской области. В: Кукуруза и сорго, 2016, № 1, с. 14-18.
99. Притула Г.И. Сто лет триумфа межлинейных гибридов кукурузы. В: Селекция, семеноводство, технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 31-38.
100. **Рысу Г.В.**, Использование родственных и бэкроссных скрещиваний как материнские формы раннеспелых гибридов кукурузы. В: Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях изменений климата. Днепр, 2017, с. 57
101. Салфетникова Е.М. Сравнительное изучение популяции второго поколения гибрида (F_2) и беккроссных популяций (BC) как источника для закладки самоопыленных линий. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 2009, с. 114-121.
102. Салфетникова Е.М. Комбинационная способность инбредных линий кукурузы полученных из F_2 и беккроссных популяций. В: Кукуруза и сорго, 2011, № 1, с. 20-23.
103. Слащев А.Ю., Супрунов А.И., Чилиашвили И.М. Комбинационная способность новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы. В: Кукуруза и сорго, 2015, №1, с. 16-20.
104. Соколов В.М., Вареник Б.Ф., Пилюгин А.С. Селекционная оценка элитных самоопыленных линий кукурузы из основных гетерозисных групп зародышевой плазмы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 1999, с. 92-96.
105. Спыну В.Г., **Рысу Г.В.** Селекционная ценность родственных линий кукурузы. В: Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях изменений климата. Днепр, 2017, с. 62
106. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Бортникова Л.А., Ветошина И.А., Панфилов О.Н., Кривошеев Г.Я. Сумма эффективных температур и количество дней за период всходы – цветение початков у родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от условий выращивания. В: Кукуруза и сорго, 2017, №2, с. 9-13.

107. Сотченко В.С., Горбачева А.Г., Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Ветошина И.А., Панфилов О.Н., Кривошеев Г.Я. Оптимизация семеноводство гибридной кукурузы с использованием селекционных признаков. В: Кукуруза и сорго, 2017, №2, с. 9-13.
108. Супрунов А.И., Чумак М.В., Лавренчук Н.Ф. Создание нового исходного раннеспелого материала для селекции кукурузы. В: Эволюция научных технологий в растениеводстве, Краснодар, 2004, т. 2, с. 204-210.
109. Супрунов А.И., Ласкин Р.В. Селекционная ценность новых раннеспелых линий кукурузы. В: Селекция, семеноводство, технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2012, с. 77-85.
110. Трофимов В.А., Гужва Д.В, Соколов В.М. Генетико-статистический анализ при идентификации зародышевой плазмы кукурузы. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 1999, с. 97-100.
111. Хаджинов М.И. Казанков А.Ф. Итоги селекционной работы по кукурузе в Краснодарском НИИСХ. В: Селекция и генетика кукурузы, Краснодар, 1979, с. 10-37.
112. Чалык Т.С. Краткие итоги селекции и семеноводства в Молдове. В: Создание гибридов кукурузы и сорго и технология их возделывания. Кишинёв, Штиинца, 1992, с. 3-30.
113. Чумак М.В., Супрунов А.И. Рекуррентный отбор на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы. В: Кукуруза и сорго, 1996, № 1, с. 5-7.
114. Чумак М.В. Селекция раннеспелых и среднеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском НИИСХ. В: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, Краснодар, 1999, с. 13-28.
115. Чумак М.В., Супрунов А.И. Комбинационная способность популяций кукурузы различных циклов отбора на раннее цветение. В: Кукуруза и сорго, 2002, №3, с. 10-13.
116. Чучмий И. П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Автореферат диссертации доктора с/х наук. Киев, 1988, 51 стр.
117. Чучмий И.П., Моргун В.В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Киев, 1990, 284 с.
118. Шиманский Л.П., Мустяца С.И., Туровец В.Н., Долгова Е.А. Зародышевая плазма самоопыленных линий кукурузы в селекции на гетерозис. В: Молекулярная и прикладная генетика, Минск, 2008, т. 8, с. 58-64.
119. Шиманский Л.П. Создание скороспелых гибридов кукурузы и приёмы их семеноводства в условиях Беларуси. Автореферат диссертации канд. с/х наук. Жодино, 2011. 22 с.

120. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. Москва: Колос, 1979. 519 с.
121. Юрку А.И. Пыльная головня кукурузы (селекционно-генетические и экологические аспекты устойчивости). Кишинёв: Штиинца, 1990, 244 с.
122. Anonymous. "Lo" inbred lines of maize, synthetic genepools. Fondazione G.G. Morando Bolognini. 1998, 26 p.
123. Bauman L.F. Review of methods used by breeders to develop superior inbreds. Proc. of 36-th Ann. In: Corn and Sorghum Res. Conf., 1981, v. 36, p. 199-208.
124. Beck D.L., Darrah L.L., Zuber M.S. An improved technique for measuring resistance for root pulling in maize. In: Crop Science, 1987, v. 27, p. 356-358.
125. Beck D. L. Management of hybrid maize seed production, CIMMYT-Mexico, 2002, p. 1-68.
126. Berzonsky W.A. Hawk J.A., Pizzolato T.D. Anatomical characteristics of three inbred lines and two maize synthetics recurrently selected for high and low stalk crushing strength. In: Crop Science, 1986, v. 26, p. 482-488.
127. Bertran. F.J., Ribaut J.M., Beck D., Gonzalez de Leon D. Genetic diversity, specific combining ability and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments. In: Crop Science, 2003, v. 43, p. 797-806.
128. Burris J., Narvatil R. Relationship between laboratory cold test methods and field emergence in maize inbreds. In: Agronomy Journal, 1979, v. 71, № 6, p. 485-488.
129. Cartea M.E., Revila P., Burton A., Malvar R.A., Ordas A. Do second cycle maize inbreds preserve the European Flint heterotic group?. In: Crop Science, 1999, v. 39, p. 1060-1064.
130. Carter M.W., Poneleit C.G. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays*). In: Crop Science, 1973, v. 13, p. 436-439.
131. Ciocăzanu I., Țerbea M., Micuț Gh., Lazăr C. Inheritance of physiological parameters implied in maize drought resistance. In: Romanian Agriculture Research, 1996, v. 5-6, p. 57-62.
132. Cockerham C.C. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. In: Crop science, 1961, V. 1, p. 47-52.
133. Crosbie T.M., Mock J.J., Smith O.S. Comparison of gains predicted by several selection methods for cold tolerance traits of two maize populations. In: Crop Science. 1980, v. 20, № 5, p. 649-655.
134. Cross H.Z., Chyle J.L., Hammont J.J. Divergent selection for ear moisture in early maize. In: Crop Science, 1987, v. 27, № 5, p. 914-918.

135. Delucchi C., Eyherabide G.H., Lorea R.D., Presello D.A., Otegui M.E., Lopez C.E. Classification of argentine maize landraces in heterotic groups. In: Maydica, 2012, v. 57, p. 26-33.
136. Dubreill P., Dufour P., Krejci E., Causse M., Vienne D., Gallais A., Charcosset A. Organization of RFLP diversity among inbred lines of maize representing the most significant heterotic groups. In: Crop Science, 1996, v. 36, p. 790-799.
137. Duvick, D.N., Cossman K.G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. In: Crop Science, 1999, v. 39, p. 1622-1630.
138. Duvick D.N. Smith J.S.C., Cooper M. A long-term selection in a commercial hybrid maize breeding. In: Plant breeding reviews, Ed. J. Janick, USA, 2004a, v. 2, p. 109-151.
139. Duvick D.N. Smith J.S.C., Cooper M. Changes in performance, parentage and genetic diversity of successful corn hybrids 1930-2000. In: Corn: origin, history, technology and production, Ed. C.W. Smith, USA, 2004b, p. 65-97.
140. Eberhart S. A., Russell W. A. Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. In: Crop Science, 1969, V.9, p. 357-361.
141. Gama, E.G. Hallauer A.R. Relation between inbred and traits in maize. In: Crop Science, 1977, v. 17, № 5, p. 703-708.
142. Ganai M.W., Durstewity G., Polley A., Bérard A., Buckler E.S., Charcosset A., Clarke J.D. et al. A large maize (*Zea mays* L.) SNP genotyping array: Development and germplasm genotyping, and genetic mapping to compare with the B73 reference genome. In: Plos One, 2011, v. 6(12), p. 1-15.
143. Gerdes I.T., Tracy W.F. Pedigree diversity within the Lancaster Surecrop heterotic group of maize. In: Crop Science, 1993, v. 33, p. 334-337.
144. Grogan C.O. Genetic variability in maize (*Zea mays*) for germination and seedling vigor at low temperatures. Proc. of the 25-th Ann. In: Corn and Sorghum Res. Conf., 1970, v. 25, p. 90-98.
145. Hallauer A.R. Miranda J.B. Quantitative genetics in maize breeding. Ames: Iowa State University Press, 1981, 386 p.
146. Hallauer A.R., Russell W.A, Lamkey K.R. Corn Breeding. In: Corn and corn Improvement, (Third edition). Wisconsin, USA, 1988, p. 463-564.
147. Hallauer A.R. Methods used in developing maize inbreds. In: Maydica, 1990, v. 35, № 1, p. 1-16.
148. Hart S.E., Wax L.M. Review and future prospectus of the impacts of herbicide resistant maize on weed management. In: Maydica, 1999, v. 44, p. 25-36.

149. Haş V., Rotari A., Haş I., Nagy D. The assessment of distance between sugary-1 inbred lines developed at the Agricultural Research and Development Station Turda. In: Romanian Agricultural Research, 2006, Nr. 23, p. 29-36.
150. Law J.R., Anderson S.R., Jones E.S., Nelson B.K., Mulaosmanovic E., Smith J.S. Characterization of maize germplasm: comparison of morphological data sets compiled using different approaches to data record. In: Maydica, 2011, v. 56, p. 1-13.
151. Luna S., Figueroua V.J., Baltazar M. B., Gomez M. R., Townsend L. R., Schoper J. B. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. In: Crop Science, v. 41, 2001, p. 1551-1557.
152. Makumbi D., Javier F.Betran, Banziger M., Ribaut J.M. Combining ability, heterosis and genetic diversity in tropical maize (*Zea mays* L.) under stress and non-stress conditions. In: Euphytica, 2011, v.180, p. 143-162.
153. MBS Genetics Handbook, 1994, 21st edition, 64 p.
154. McConnell R.I., Cardner C.O. Selection for cold germination in two corn populations. In: Crop Science, 1979, v.19, p. 765-768.
155. Melchinger A.F., Messmer M.M., Woodman W.L., Lamkey K.R. Diversity and relationships among U.S. maize inbreds revealed by restriction fragment lenght polymorphisms. In: Crop Science, 1991, v. 31, p. 669-678.
156. Messmer M.M., Melchinger A.F., Herrmann R.G., Boppenmaier J. Relationships among early european maize inbreds. II. Comparizon of pedigree and RFLP data. In: Crop Science, 1993, v. 33, p. 944-950.
157. Mikel M.A., Dudley J.W. Evolution of North American dent corn from public to proprietary germplasm. In: Crop Science, 2006, v. 46, p. 1193-1205.
158. Mikel M.A. Genetic diversity and improvement of contemporary proprietary North American dent corn. In: Crop Science, 2008, v. 48, p. 1686-1695.
159. Mock J.J. McNeill M.J. Cold tolerance of maize inbred lines adapted to various latitudes in North America. In: Crop Science, 1979, v. 19, p. 239-242.
160. Moreno-Gonzalez J., Martinez I., Brichette I., Lopez A., Castro P. Breeding potential of European flint and U.S. Corn Belt dent maize population for forage use. In: Crop Science, 2000, v. 40, p. 1588-1595.
161. Mumm R.H., Dudley I.W. A classification of 148 U.S. maize inbreeds: I. Cluster analysis based on RFLP. In: Crop Science, 1994, v. 34, p. 842-851.

162. Muntean L., Has I., Has V., Gulea A., Muntean S. Combining ability for yield in maize synthetic populations obtained from local populations. In: Romanian Agricultural Research, 2014, Nr. 31, p. 3-10.
163. Musteața S., Borozan P., **Rusu G.** Imbred lines of early maize: germplasm, evaluation and classification. In: The Xth International Congress of Genetics and Breeders. Abstract Book. Chișinău, 2015, p. 124.
164. Pinnisch R., Mowers R., Trumpy H., Welejkó R., Bush D. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) inbred for yield component traits and kernel morphology. In: Maydica, 2012, v. 57, p. 1-5.
165. Revilla P., Malvar R.A., Carlea M.E., Burton A., Ordas A. Inheritance of cold tolerance of emergence and during early season growth of maize. In: Crop Science, 2000, v. 40, № 6, p. 1579-1585.
166. Reid L., Morrison M.J., Zhu X., Wu J., Tsegaye W., Voloaca C., Xiang K. Selecting maize for rapid kernel drydown: timing of moisture measurement. In: Maydica electronic publication Vol. 59, 2014, p. 9-15.
167. Rinke E.H. Sentz J.C. Moving corn-belt germplasm north-ward. In: Proc. of the 16-th Ann. Corn and Sorghum Res. Conf., 1961, v. 16, p. 53-56.
168. Rinke E.H. Cold test germination. Hybrid corn industry Res. Conf., 1983, v. 8, p. 54-58.
169. **Rusu G.**, Borozan P., Musteața S. The modification of single cross hybrids of early maize. In: The Xth International Congress of Genetics and Breeders.. Chișinău, 2015, p. 138.
170. **Rusu G.**, Borozan P., Mustyatsa S. Improving seed production of early hybrids maize. In: Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы. Minsk, 2016, p.166.
171. Senior M.L., Murphy J.P., Goodman M.M., Stuber G.W. Utility of SSRs for determining genetic similarities and relationships in maize using an agarose gel system. In: Crop Science, 1998, v. 38, p. 1088-1098.
172. Smith J.S.C., Smith O.S. The description and assessment of distance between inbred lines of maize: I. The use of morphological traits as descriptors. In: Maydica, 1989 a, v. 34, p. 141-150.
173. Smith J.S.C., Smith O.S. The description and assessment of distance between inbred lines of maize. II. The utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for testing of distinctiveness between inbred lines. In: Maydica, 1989 b, v. 34, p. 151-161.
174. Smith J.S.C., Smith O.S., Bowen S.L., Tenborg R.A., Wall S.J. The description and assessment of distance between inbred lines of maize. III. A revised scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines utilizing DNA RFLPs. In: Maydica, 1991, v. 36, p. 213-226.

175. Smith J.S.C., Chin E.C., Shu H., Smith O.S., Wall S. J., Senior M. L., Mitchell S.E., Kresovich S., Ziegler J. An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): Comparisons with data from RFLPs and pedigree. In: Theoretical and Applied Genetics, 1997, Nr. 95, p. 163-173.
176. Smith J.S.C., Duvick D.N., Smith O.S., Cooper M., Feng L. Changes in pedigree backgrounds of Pioneer Brand maize hybrids widely grown from 1930 to 1999. In: Crop Science, 2004, v. 44, p. 1935-1946.
177. Smith J.S.C., Desbons P., Gogerty J., Niebur W. S. Changes in parentage and genetic diversity of widely used maize hybrids grown in the northern United States and France from 1930 to the present. In: Maydica, 2006, v. 51, p. 57-77.
178. Smith S., Loffer C., Cooper M. Genetic diversity among maize hybrids widely grown in contrasting regional environments in the United States during the 1990s. In: Maydica, 2006, v. 51, p. 233-242.
179. Smith S. Pedigree background changes in U.S. hybrid maize between 1980 and 2004. In: Crop Science, 2007, v. 47, p. 1914-1926.
180. Sprague G.F., Eberhart S.A. Corn breeding. In: Corn and corn improvement, Madison, Wisconsin, USA, 1977, p. 305-362.
181. Troyer A.F., Rosenbrook R. W. Utility of higher plant densities for corn performance testing. In: Crop Science, 1983, v. 23, p. 863-867.
182. Troyer A.F. Breeding corn for heat and drought tolerance. In: Proc. of the 38-th corn and sorghum Res. Conf., 1983, v. 38, p. 128-143.
183. Troyer A.F. Breeding widely adapted, popular maize hybrids. In: Euphytica, 1996, Nr. 92, p. 163-174.
184. Troyer A.F. Background of U.S. hybrid corn. In: Crop Science, 1999, v. 39, p. 601-626.
185. Troyer A.F. Temperate Corn: background, behavior and breeding. In: Specialty Corns, Ed. A.R. Hallauer (second edition), CRC Press, USA, 2000, p. 393-466.
186. Troyer A.F. Evolution of combining ability concepts or how to evaluate inbreds. In: Illinois Corn Breeding School, 2003, v. 39, p. 113-125.
187. Troyer A.F. Background of U.S. hybrid corn: Breeding, climate and food. In: Crop Science, 2004, v. 44, p. 370-380.
188. Troyer A.F. Persistent and popular germplasm in seventy centuries of corn evolution. In: Corn: origin, history, technology and production, Ed. C.W.Smith, USA, 2004, p. 133-233.
189. Troyer A.F., Hendrickson L.C. Background and importance of Minnesota 13 corn, In: Crop Science, 2007, v. 47, p. 905-914.

190. Troyer A.F., Wellin E.J. Heterosis decreasing in hybrids-yield test inbreds. In: Illinois Corn Breeding School, 2009, v. 45, p. 1-13.
191. UPOV Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: maize, TG/2/7, Geneva, Switzerland, 2009.
192. Weber V.S., Melchinger A.E., Magorokosho C., Makumbi D., Banziger M. Atlin G.N. Efficiency of managed-stress screening of elite maize hybrids under drought and low nitrogen for yield under rainfed conditions in Southern Africa. In: Crop Science, 2012, v. 52, p. 1011-1020.
193. Windhausen V.S., Wagener S., Magorokosho C., Makumbi D., Vivek B., Piepho H.P., Melchinger A.E. and Atlin G.N. Strategies to subdivide a target population of Environments: Results from the CIMMYT-led maize hybrid testing programs in Africa. In: Crop Science, 2012, v. 52, p. 2143-2152.
194. Wych R. D. Production of hybrid seed corn. In G.F. Sprague (ed.). Corn and corn improvement, 3rd edition, In: American Society of Agronomy, Madison, 1988, p. 565-607.
195. Zhang Y., Kang M.S., Magari R. A diallel analysis of ear moisture loss rate in maize. In: Crop Science, 1996, v. 36, p. 1140-1144.

ANEXA 1. ACT DE IMPLEMENTARE A REZULTATELOR OBTINUTE

ACT DE IMPLEMENTARE

a rezultatelor științifice obținute în perioada studiilor de doctorat a cercetătorului științific Rusu Ghenadie, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”.

Prin prezentul act se confirmă implementarea în practică a elementelor metodologice de selectare a formelor materne modificate, care sunt folosite în programul de ameliorare a porumbului timpuriu realizat în cadrul Institutului de Fitotehnie ”Porumbeni”. Hibrizii Bemo 203, Bemo 235 și Porumbeni 310 din anul 2016 au fost incluși în procesul de multiplicare a formelor parentale și a semințelor hibride. Producerea semințelor comerciale a hibrizilor omologați Bemo 203, Bemo 235 și Porumbeni 310 în anii 2016-2017 s-a efectuat pe o suprafață de 770 ha. Implementarea acestor rezultate sunt efectuate de către firma SRL ”Forever” cu sediul în localitatea r-l Strășeni, s. Cojușna, str. Sireț 2.

Director
Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”

Director
Firma „FOREVER” SRL

Rusu Ghenadie
Cercetător științific

Data 25 ianuarie 2018



V. Maticiuc



ANEXA 2.1



Fig. A 2.1. Brevet de invenție – MKP 60



Fig. A 2.2. Brevet de invenție – Bemo 235


REPUBLICA MOLDOVA
Agencia de Stat pentru
Proprietatea Intelectuala

BREVET
PENTRU
SOI DE PLANTĂ
Nr. 245

Eliberat în temeiul Legii nr. 39/2008 privind protecția soiurilor de plante

Denumirea comună: **PORUMB**
Taxonul botanic: ***Zea mays L.***
Denumirea soiului: **MKP 20**
Titular: **INSTITUTUL DE FITOTEHNIE "PORUMBENI", MD**
Data acordării: **2017.06.30**

Descrierea soiului constituie parte integrantă a prezentului
 brevet pentru soi de plantă

Director General

CHIȘINĂU



Fig. A 2.3. Brevet de invenție – MKP 20



Fig. A 2.4. Brevet de invenție – MKP 70MRf

DECLARAȚIE PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnatul, Rusu Ghenadie, declar pe răspundere personală că, materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Rusu Ghenadie

Semnătura

21.08.2018

CURRICULUM VITAE

Nume, Prenume

Rusu Ghenadie

Anul Nașterii

16 Ianuarie 1984

Locul Nașterii

R. Moldova, or. Chișinău

Domiciliu

MD 2089, m. Chișinău, com. Ciorescu, str. Moldova Nr.1, ap.53

Cetățenia

Republica Moldova

Studii

Liceul teoretic "Nicolae Bălcescu", com. Ciorescu, promoția a. 2002

Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Biologie și Pedologie, specialitatea Ecologie și Protecția mediului ambiant, 2002-2007. Diplomă de licență seria AL, Nr.0112036 din 29.06.2006 și diplomă de master în ecologie, seria AL, Nr.069476 din 06.07.2007

Școala doctorală fără frecvență, Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" și Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2011-2015.

Activitatea profesională

15.11.2002 – 21.08.2003 – Institutul de Cercetări Științifice pentru Porumb și Sorg, paznic

23.02.2007 – 18.10.2007 – S.A. Loteria Moldovei, reprezentant serviciu clientelă

08.04.2009 – 30.01.2010 – Stațiunea tehnologică experimentală "Pașcani", inginer microbiolog

01.02.2010 – prezent - Institutul de Fitotehnie "Porumbeni", cercetător științific

Participări în Proiecte Științifice

Proiect instituțional 06.407.002 A "Crearea hibrizilor competitivi de porumb, perfecționarea tehnologiilor de cultivare", 2010;

Proiect instituțional 11.817.04.27 A „Crearea hibrizilor competitivi de porumb de diferite grupe de maturitate și implementarea lor în sectorul agricol”, 2011-2014;

Proiect instituțional 15.817.05.22 A „Crearea și implementarea în producere a hibrizilor competitivi de porumb pentru toate zonele favorabile de cultivare a porumbului”, 2015-prezent;

Proiect de transfer tehnologic 14.824.05.185 T „Implementarea hibrizilor timpurii în producerea semințelor pentru export”, 2014-2015;



Cursuri de perfecționare și Stagieri

Training practic ” Scrierea și managementul proiectelor inovaționale și de transfer tehnologic”

Universitatea Tehnologică din Talin și AȘM, februarie 2014

Curs regional pentru Europa de Est ”INTEGRATIVE IMPACT ASSESSMENT OF LMOs UNDER THE CARTAGENA PROTOCOL” Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale, TWN/GenØk/Moldova, Februarie 2014

Stagiere CIMMYT (Centrul Internațional de Ameliorare a Porumbului și Grâului, Mexic) în ”Maize Seed System”, Februarie – Martie 2015

Stagiere ” Maize comprehensive technology for developing country”, Yuan Long Ping High-Tech Agriculture CO., LTD și Ministerul Comerțului al Chinei, China, Iunie – Septembrie 2015

Participări la forumuri științifice

Congresul al IX-lea Național cu participare internațională al Geneticienilor și Amelioratorilor. Chișinău, 2010.

Conferința științifică cu genericul ”Genetica și fiziologia plantelor”, Chișinău, IGFP, 21 iunie 2011.

Conferința internațională consacrată Membrului corespondent al AȘM Tihon Cealic – 90 ani de la naștere, Pașcani, 7-8 septembrie 2011.

Conferința internațională cu genericul «Селекция и генетика сельскохозяйственных растений: традиции и перспективы» Odesa, Ucraina, 17-19 octombrie 2012.

Simpoziul științific consacrat aniversării 80 de ani de la înființarea UASM, Chișinău, 10 octombrie 2013.

Congresul internațional al amelioratorilor, Antalya, Turcia, 7-14 noiembrie 2013.

Conferința științifico-practică consacrată aniversării 70 ani de la fondare a ICCC ”Selecția”, Bălți, 20 iunie 2014.

Conferința internațională consacrată jubileului de 40 ani a IF ”Porumbeni”, Pașcani, 17 septembrie 2014

Simpoziul științific internațional cu genericul ”100 de ani de la nașterea distinsului savant și om de stat Mihail Sidorov, Chișinău, 30 octombrie 2014

Congresul geneticienilor și amelioratorilor din R. Moldova, Chișinău, 28 iunie – 01 iulie 2015

Lucrări științifice, Inovații, Brevete

Articole științifice – 27, inclusiv în reviste recenzate – 6, culegeri științifice – 14, teze la forumuri științifice naționale și internaționale – 7.

Autor a 7 hibrizi de porumb omologați în R. Moldova (Alimentar 325, Porumbeni 305 și Porumbeni 310), România (Porumbeni 310) și R. Belarus (Bemo 203, Bemo 235, Porumbeni 220, Porumbeni 243)

Brevet pentru soi pe plantă pentru hibridul Bemo 235, Nr. 247 din 30.06.2017

Brevet pentru soi pe plantă pentru linia consangvinizată MKP 70MRf, Nr. 246 din 30.06.2017

Brevet pentru soi pe plantă pentru linia consangvinizată MKP 20, Nr. 245 din 30.06.2017

Brevet pentru soi pe plantă pentru linia consangvinizată MKP 60, Nr. 167 din 31.10.2014

Cunoașterea limbilor

Româna – limba maternă, Rusa – vorbită și scrisă fluent, Engleza – vorbită și scrisă fluent

Activitate civică

Președintele Consiliului Tinerilor Cercetători al IF ”Porumbeni”, aprilie 2011 – prezent

Contractant OSCE pentru alegerile parlamentare R. Moldova 2014

Date personale

Căsătorit, doi copii

Email: ghenadie_rusu@yahoo.com

Tel. domiciliu: +37322456832

Tel. serviciu: +37322245571

Tel. mobil: +37369245640