

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului
“Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Horticultură și Silvicultură

SOAMEȘ G. ICOANA

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător Științific

Prof.univ.dr. SORIN CIULCA

Timișoara

2020

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului
“Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Horticultură și Silvicultură

SOAMEȘ G. ICOANA

TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND VARIABILITATEA UNOR CARACTERE
DE PRODUCȚIE ȘI CALITATE LA ARDEIUL IUTE**

Conducător Științific

Prof.univ.dr. SORIN CIULCA

Timișoara

2020

Banat University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine
“King Mihai I of Romania” from Timisoara



Faculty of Horticulture and Forestry

SOAMEȘ G. ICOANA

PHD THESIS

**RESEARCH REGARDING THE VARIABILITY OF SOME
YIELD AND QUALITY TRAITS IN HOT PEPPER**

Scientific leader

Prof. dr. SORIN CIULCA

Timișoara

2020

INTRODUCERE

Ardeiul este una dintre speciile legumicole importante, cultivat datorită multiplelor sale întrebuințări culinare sau medicinale. Fructele de ardei pot fi consumate în stare proaspătă la maturitatea tehnică sau fiziologică, uscate sub formă de boia, sau prelucrate în industria conservelor. Pigmentul de culoare roșie extras din fructele mature este folosit ca și colorant natural, în industria alimentară și în cea cosmetică. Unele specii și varietăți de ardei au și valoare decorativă fiind cultivate ca plante ornamentale.

Ardeiul prezintă o adaptabilitate ridicată, astfel că poate fi cultivat în diferite condiții de mediu de la cele tropicale până la cele temperate între 55 °S și 52 °N, fiind răspândit și folosit pe scară largă în gastronomia din multe regiuni ale lumii. Varietățile picante ale ardeiului sunt consumate în cantități reduse fiind considerate condimente pentru gust, care stimulează apetitul. Boiaua obținută prin măcinarea fructele roșii este un condiment frecvent folosit în produsele culinare din diferite țări, în timp ce la noi este utilizat mai ales în Banat și în Transilvania.

Datorită importanței economice a ardeiului iute la nivel global, Centrul Asiatic de Cercetare și Dezvoltare pentru Legumicultură (AVRDC), consideră această specie una dintre principalele obiective, astfel că în vederea creării de noi cultivare cu însușiri superioare, a realizat o colecție de 5177 genotipuri din 81 de țări. În catalogul Uniunii Europene, în prezent sunt înregistrate 2444 genotipuri

Folosirea în cultură a unor anumite genotipuri de ardei depinde de cerințele consumatorilor și performanțele genotipurilor în anumite condiții ecologice. Ca atare, având în vedere cultura la scară largă a ardeiului iute în zona de vest a României, materialul biologic a fost reprezentat de șapte cultivare (șase soiuri și un hibrid comercial) alături de 18 populații colectate din județele Arad (Ar 1, Ar 2, Ar 3, Ar 4, Ar 5), Timiș (Tm 1, Er, Eg, Sbv, Cci, Lri, Ico) și Caraș Severin (Cs 1, Cs 2, Cs 3, Cs 4, Cs 5, Cs 6).

Cercetările au avut loc la USAMVBTimișoara în perioada 2017-2019, pe un sol de tip cernoziom cambic moderat gleizat. Cele 25 de genotipuri au fost studiate într-o experiență amplasată după metoda blocurilor randomizate cu trei repetiții, pe parcele a câte 12 plante (10 recoltabile).

Pentru realizarea determinărilor din cele 10 plante recoltabile ale parcelei, la cinci s-au recoltat fructele verzi la maturitatea de consum, în timp ce la restul de cinci plante fructele s-au recoltat la maturitatea deplină.

Recoltarea fructelor tipice s-a realizat la maturitatea de consum, eșalonat pe parcursul a patru săptămâni, cumulat pentru fiecare parcelă. Ulterior, din fiecare parcelă s-au alcătuit probe medii de 30 fructe cu scopul evaluării: lungimii (cm), diametrului (mm) și greutatea (g) acestora; grosimii pulpei (mm); randamentului de pulpă în funcție de greutatea componentelor fructelor, peduncul, receptacul și pericarp. În funcție de lungimea fructului (L) și diametrul la baza fructului (D), respectiv diametrul la mijlocul lungimii (d) s-a calculat indicele de formă: $IF = 100 \times [(D-d)/(0,5 \times L)]$.

În vederea evaluării producției de boia, s-au recoltat fructele mature eșalonat pe parcursul a patru săptămâni, cumulat pentru fiecare parcelă. Ulterior, din fiecare parcelă s-au alcătuit probe medii de 30 fructe tipice și sănătoase, utilizate pentru determinarea: greutatea fructului (g); randamentului de pulpă în funcție de greutatea componentelor fructelor, peduncul, receptacul și pericarp; numărul fructelor/plantă și producția/plantă. La stabilirea producției de boia pe plantă s-a luat în considerare, atât producția de fructe cât și randamentul de pulpă, respectiv conținutul de substanță uscată al fructelor.

Pentru realizarea studiului genetic au fost alese șase forme parentale diferențiate din punct de vedere al originii și caracterelor de producție (soiurile Cayenne și Sigaretta bionda; populațiile Cs 2, Cs 3, Ar 1 și Ico). În vederea obținerii combinațiilor hibride, genitorii au fost încrucișați conform unei hibridări semidialele de tipul $6(6-1)/2$, rezultând 15 hibridi simpli.

Cercetările aferente acestui studiu au vizat două categorii de obiective. În prima categorie au fost efectuate cercetări în vederea evaluarea variabilității existente la nivelul colecției de soiuri și populații, atât în ceea ce privește caracterele componente ale producției pentru consum în stare proaspătă sau pentru boia, cât și din punct de vedere al unor însușiri de calitate a fructelor. Obiectivele aferente acestei direcții de cercetare au fost:

- studiul manifestării fenotipice a caracterelor componente ale producției pentru consum în stare proaspătă, la nivel inter- și intrapopulațional;
- analiza interrelațiilor dintre caracterele componente ale producției pentru consum în stare proaspătă, prin intermediul corelației, regresiei și coeficienților path;
- evaluarea diversității fenotipice dintre genotipurile de ardei iute sub aspectul caracterelor componente ale producției pentru consum în stare proaspătă;

- studiul manifestării fenotipice a caracterelor componente ale producției de boia, la nivel inter- și intrapopulațional;
- analiza interrelațiilor dintre caracterele componente ale producției de boia, prin intermediul corelației, regresiei și coeficienților path;
- studiul manifestării fenotipice a unor însușiri de calitate a fructelor.

Cea de-a doua categorie de obiective au urmărit obținerea de informații despre sistemul genetic care controlează diferitele caractere componente ale producției la formele parentale și hibridii direcți dintre acestea. Obiectivele aferente acestei direcții de cercetare au fost:

- stabilirea intensității de manifestare a heterozisului și evaluarea potențialului de ameliorare al combinațiilor hibride sub aspectul procentului de linii recombinante valoroase ce pot fi selecționate;
- evaluarea naturii determinismului genetic al caracterelor de producție la combinațiile hibride cu ajutorul parametrilor dominanței;
- estimarea componentelor varianței genetice, a efectelor genice și interacțiunilor care acționează în determinismul caracterelor de producție;
- evaluarea diferitelor tipuri de heritabilitate și implicațiile acestora în transmiterea caracterelor de producție;
- determinarea capacității combinative generale și specifice în vederea alegerii celor mai buni genitori și prognosticarea celor mai valoroase combinații hibride.

Teza de doctorat este structurată în principal pe patru capitole. În primul capitol sunt prezentate informații despre importanța culturii ardeiului, având în vedere date despre suprafețele cultivate și producțiile obținute la nivel mondial, european și național. De asemenea este analizată și valoarea nutrițională a ardeiului, pe baza conținutului biochimic și a valorii terapeutice a acestor compuși.

În capitolul al doilea sunt centralizate informații din literatura de specialitate referitoare la originea, genetica și biodiversitatea existentă în cadrul genului *Capsicum* și în special la formele de ardei iute. Totodată sunt prezentate și informații privind prioritățile în ameliorarea caracterelor de producție, a calității și adaptării la condițiile nefavorabile de mediu.

În capitolul trei sunt prezentate rezultatele privind variabilitatea caracterelor de producție și calitate. În acest sens, s-a consemnat caracterizarea fenotipică a celor 25 de genotipuri atât din punct de vedere al caracterelor componente ale producției pentru consum în stare proaspătă cât și în ceea ce privește producția de boia. Genotipurile respective fiind analizate comparativ și sub aspectul unor însușiri de calitate a fructelor.

În capitolul al patrulea sunt centralizate rezultatele privind sistemul genetic care controlează diferitele caractere componente ale producției la formele parentale și hibridii direcți dintre acestea. În acest sens s-a realizat analiza genetică pe baza unui sistem de încrucișare semidialelă, a lungimii și greutateii fructului, respectiv numărului de fruct și producției pe plantă. La finalul fiecărui capitol de rezultate sunt prezentate concluziile aferente, care evidențiază valoarea informațiilor obținute.

CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND GENETICA ȘI AMELIORAREA ARDEIULUI

Primii amelioratori ai ardeiului sunt considerați indigenii din America, care au domesticit speciile de ardei prin intermediul selecției, obținându-se diferite tipuri de ardei cum sunt Jalapeno, Serrano și Ancho. În prezent, principalele tendințe în ameliorarea ardeiului este obținerea de cultivare cu producție superioară, rezistentă la boli și dăunători, tolerante față de condiții de stres abiotic și care să manifeste o calitate a fructelor corespunzătoare pentru industrializare sau consum în stare proaspătă. În ultima perioadă ardeiul a devenit o specie importantă și pe piața plantelor ornamentale, obținându-se diverse și variate genotipuri în acest scop.

Fiecare genotip de ardei, în funcție de modul de utilizare al plantelor sau fructelor, prezintă anumite caractere care determină valoarea comercială. Respectivul caractere, reprezintă principalele obiective ale ameliorării, unele dintre acestea fiind mai dificil de a fi modificate. În vederea îndeplinirii acestor obiective se folosesc diferite metode de ameliorare, cum este hibridarea în vederea producerii unor noi surse de variabilitate, sau diferite metode de selecție care sunt aplicate în populațiile cu un nivel ridicat de variabilitate. De asemenea, reușita programelor de ameliorare este dependentă și de determinismul caracterelor de interes și de compatibilitatea dintre și din interiorul diferitelor specii de *Capsicum*.

Capacitatea de producție la ardei este un caracter complex dependent de numeroase caractere cum sunt: numărul mediu de fructe/plantă, greutatea medie a fructelor, mărimea fructelor, grosimea pulpei, gradul de ramificare a plantei și numărul plantelor la unitatea de suprafață. Respectivul caractere sunt specifice fiecărei varietăți, fiind în legătură strânsă cu condițiile de cultură. Potențialul productiv al ardeiului este foarte ridicat, având în vedere numărul florilor produse de plante, însă din diferite cauze sunt flori care nu produc fructe.

Mărimea fructelor de ardei a fost un criteriu important de selecție pe parcursul domesticirii, astfel că de la valori reduse de 0,3 g s-a ajuns la unele genotipuri la fructe de peste 200 g. Mărimea fructelor are un determinism de natură cantitativă, fiind controlat de 10 gene de la diferiți loci.

Producția cumulată pentru un ciclu de producție depinde alături de alți factori și de potențialul fiziologic al plantei, respectiv de rapiditatea cu care fructele ajung la maturitatea de recoltare. În acest sens la ardeii iute numărul fructelor/plantă este foarte mare, astfel că poate depăși valoarea de 50 în cazul utilizării fructelor pentru consum în stare proaspătă.

În cazul în care fructele sunt destinate pentru uscare și producția de boia iute, sunt preferate plante cu talie redusă, creștere determinată și asigurarea unei maturizări mai timpurii și uniforme a fructelor. Genotipurile destinate pentru consum în stare proaspătă trebuie să prezinte creștere nedeterminată sau semideterminată, cu o fructificare continuă la noduri succesive ale plantei. În acest sens trebuie modificată arhitectura plantelor, sub aspectul gradului de ramificare, lungimii internodiilor și densității foliajului. Fructele trebuie să fie mari, uniforme sub aspectul culorii și formei, sănătoase și fără pete

Calitatea la ardei include două aspecte principale, respectiv morfologic și biochimic. Caracterele morfologice ale fructelor implicate în asigurarea calității sunt forma, mărimea și culoarea acestora. Forma și culoarea depind de preferințele consumatorilor și destinația producției. Sub aspectul mărimii, pentru consum în stare proaspătă sau pentru conservare sunt preferate fructele mai mari cu pulpa groasă. În cazul utilizării pentru anumite preparate tradiționale sunt preferate fructele mai mici.

Sub aspect biochimic, fructele trebuie să fie bogate în vitaminele A, C și E, care conferă numeroase beneficii terapeutice. Vitaminele, alături de substanțele dulci și capsaicina realizează gustul și aroma fructelor.

În cazul fructelor destinate uscării și obținerii de boia, este important asigurarea: unui conținut ridicat în substanță uscată al fructului, conținut cât mai redus de fibre, un raport corespunzător pulpă/semințe și o formă conică a fructelor. Având în vedere că genotipurile ce prezintă un procent superior de substanță uscată realizează producții mai reduse, este necesară orientarea selecției în funcție de producția de boia.

Gradul de iuțime variază în funcție de genotip, fiind în general mai ridicat la fructele mici comparative cu cele mari cu pulpă groasă. Iuțimea este produsă de capsaicinoizi care se găsesc doar la speciile genului *Capsicum*. Iuțimea ardeiului este exprimată în unități Scoville (SHU), astfel că în stare pură capsaicina măsoară 16.000.000 SHU. Gradul de iuțime, pe lângă genotip mai este influențat și de condițiile climatice și cele ale culturii. În acest sens prin ameliorare se creează cultivare cu un anumit grad de iuțime, în timp ce în funcție de tehnologia aplicată se poate controla nivelul de iuțime prin aplicarea unor factori de stres, având în vedere că iuțimea se intensifică proporțional cu nivelul stresului.

Fructele din partea bazală a plantelor au un conținut superior de capsaicinoizi comparativ cu fructele din partea superioară a plantei, probabil datorită concurenței mai reduse între fructele din partea bazală a plantei.

De asemenea, condițiile de mediu au o influență majoră asupra iuțimii fructelor, astfel că în condițiile unui climat mai cald conținutul de capsaicinoizi este mai ridicat decât la fructele cultivate în climate mai reci. În prezent cele mai iuți genotipuri de ardei pe plan mondial sunt Dragon's breath, Carolina Reaper și Trinidad Moruga Scorpion care măsoară peste 2 mil. SHU. Genotipurile frecvent cultivate și utilizate în gastronomia din Europa au un grad de iuțime sub 50000 SHU.

Programele de ameliorare a ardeiului destinat pentru uscare, au în vedere, conținutul de carotenoizi, în special capsantină și capsorubină, pe fondul unui anumit conținut în capsaicinoizi în funcție de utilizarea produsului final. În cazul ardeiului pentru consum în stare proaspătă sau utilizat ornamental, prin ameliorare se urmărește asigurarea unei palete foarte largi de culori în stadiul imatur sau matur al fructelor, care să fie atractive pentru consumatori.

Ameliorarea toleranței la condiții de stres abiotic este foarte complexă, deoarece trebuie să aibă în vedere mai multe caractere precum: producția și fertilitatea polenului, precocitatea înfloritului, formarea fructelor, creșterea vegetativă, dezvoltarea aparatului foliar, sistemul radicular. Toate aceste caractere au un determinism poligenic de natură cantitativă. În plus, majoritatea bolilor se datorează și interacțiunii dintre acești factori. Având în vedere că aceste condiții de mediu sunt dificil de controlat, în vederea unei evaluări corespunzătoare a materialului de ameliorare sunt necesare testări în mai multe zone cu condiții de mediu diferite. Adaptabilitatea mai redusă a genotipurilor de *C. annum* poate fi completată cu gene de la *C. chinense* și *C. baccatum*, care prezintă un nivel mai ridicat de toleranță la stresul abiotic.

Ameliorarea acestui caracter complex presupune utilizarea unor surse de germoplasmă din zone cu climat arid cum sunt cele din Mexic, la care trebuie evaluate caractere asociate cu toleranța la secetă, cum sunt: suprafața foliară, culoarea și pubescența frunzelor, eficiența fotosintezei, dezvoltarea sistemului radicular.

Hibridarea intraspecifică la ardei reprezintă o cale importantă de producere a variabilității, obținându-se în general suficientă sămânță hibridă, existând însă situații când rata de obținere a semințelor hibride a fost în jur de 20 %. În schimb, este mai dificilă obținerea de semințe viabile din încrucișările interspecifice datorită incompatibilității și/sau incongruenței dintre speciile parentale.

CONTRIBUȚII PRIVIND VARIABILITATEA UNOR CARACTERE DE PRODUCȚIE ȘI CALITATE LA ARDEIUL IUTE

La genotipurile studiate lungimea fructului a înregistrat o variabilitate mijlocie-mare și o amplitudine de variație de 8,91 cm, cu valori cuprinse între 15,85 cm la populația Cs 6 și 6,94 cm la populația Ar 5. Populația Cs 6 înregistrat o lungime a fructelor semnificativ superioară față de 92 % din celelalte populații, cu peste 2,4 cm, fiind urmată de populația Sbv. Valorile cele mai reduse ale acestui caracter au fost observate la populațiile Ar 1 și Ar 5 care au realizat o lungime a fructelor semnificativ inferioară față de 74 % din restul genotipurilor.

Sub aspectul diametrului fructului, cele 25 genotipuri au prezentat valori cuprinse între 32,87 mm la populația Ico și 9,92 mm la populația Cs 4 cu o amplitudine de variație de 22,95 mm și o variabilitate interpopulațională mai ridicată. Astfel, la populația Ico valoare superioară a acestui caracter a fost asociată unor sporuri de peste 28 %, față de restul populațiilor. Soiul Dracula și populația Cs 5 au înregistrat un diametru al fructului semnificativ mai ridicat cu peste 20 % comparativ cu 20 dintre genotipuri.

Ponderea cea mai mare (60 %) o prezintă genotipurile cu o formă foarte conică a fructelor, urmate de genotipurile (28 %) cu fructe conice, în timp ce doar la trei genotipuri s-au observat fructe de formă cilindrică. Populația Ico prezintă fructele cu cel mai ridicat grad de conicitate, diferențiindu-se semnificativ ca și conformație față de restul populațiilor. O conicitate accentuată a fructelor, bazată pe valori ridicate ale diametrului asociat cu o lungime redusă au prezentat populațiile Ar 3, Cs 5, Cci, Pinte, Cs 2.

Populațiile Ico și Cs 6 au înregistrat o grosime a pulpei semnificativ superioară față de celelalte populații, cu peste 28 %. De asemenea, populația Er a manifestat valori semnificativ mai ridicate ale acestui caracter față de 63 % dintre celelalte genotipuri. Valorile cele mai reduse ale acestui caracter au fost observate la populațiile Ar 1, Cs 4, soiurile Delicios și Pinte.

La populațiile Ico, Cs 6 și soiul Dracula nivelul ridicat al producției/plantă este asociat cu valori ridicate ale dimensiunilor fructului, grosimii pulpei și valori mai reduse ale numărului fructelor/plantă. În cazul populațiilor Ar 3 și Sbv potențialul ridicat de producție/plantă se datorează în principal unor valori ridicate ale diametrului fructelor și numărului acestora, pe fondul unor valori ale celorlalte caractere apropiate mediei.

Soiul Sigaretta bionda alături de populațiile Ar 4, Cs 4 și Eg manifestă cele mai ridicate valori ale numărului de fructe care evidențiază un potențial ridicat de legare a florilor și respectiv formare a fructelor, asociat cu un randament superior al pulpei și o formă cilindrică a fructelor. La hibridul Iancu și populația Cs 5, gradul ridicat de conicitate al fructelor și diametrul superior al acestora, au fost asociate cu valori superioare mediei pentru greutatea fructului și valori reduse ale numărului fructelor, randamentului de pulpă și producției/plantă. Populația Eg a realizat o valoare ridicată a numărului total de fructe pe plantă asociată cu o bună adaptare față de condițiile de cultură, înregistrând astfel un procent de fructe tipice superior față de celelalte genotipuri.

Sub aspectul greutateii medii a fructului, cele 25 genotipuri au prezentat valori cuprinse între 40,37 g la soiul Dracula și 5,66 g la populația Ar 1 cu o amplitudine de variație de 34,71 g și o variabilitate interpopulațională foarte ridicată. Cea mai ridicată uniformitate a greutateii fructelor a fost înregistrată la populația Cs 6, urmată de soiurile Delicios, Cayenne, Pinte.

La acest set de genotipuri, randamentul de pulpă al fructului a înregistrat valori cuprinse între 83,24 % la soiul Sigaretta bionda și 66,28 % la populația Tm 1. Soiul Sigaretta bionda prezintă fructele cu cel mai ridicat randament de pulpă, asociat unor sporuri semnificative de peste 6,65 % față de alte 14 genotipuri. Randamente superioare (peste 80 %) au înregistrat și soiurile Dracula, respectiv Bulgăresc.

Luând în considerare componentele morfologice ale fructului se constată că populațiile Cci (27,3 %), Tm 1 (27,03 %) și Ar 2 (26,2 %) au prezentat cele mai dezvoltate receptacule, în timp ce la populația Ar 4 (14,69 %) și soiurile Sigaretta bionda (14,63 %) sau Bulgăresc (15,86 %), contribuția acestui element la realizarea fructului a fost considerabil mai redusă. În ceea ce privește mărimea pedunculului s-au înregistrat valori cuprinse între 1,38 % la populația Cs 5 și 6,69 % pentru populația Tm 1, în condițiile în care 36 % dintre populații au avut contribuții ale acestui componente de 2-3 %.

Populația Eg a realizat o valoare ridicată a numărului total de fructe pe plantă (121,32) asociată cu o bună adaptare față de condițiile de cultură, înregistrând astfel un procent de fructe tipice semnificativ mai ridicat față de 13 dintre genotipuri. Un randament superior de fructe tipice pe plantă a fost consemnat și în cazul populațiilor Ar 5, Tm 1 și Cs 5, pe fondul unei capacități mai reduse a plantelor în ceea ce privește legarea fructelor.

Greutatea fructelor tipice/plantă a înregistrat valori cuprinse între 1170,58 g la populația Ico și 281,21 g la populația Ar 1. Populațiile Ico și Ar 3 au realizat cele mai ridicate producții/plantă, asociate unor sporuri

semnificative de peste 57 % față de majoritatea genotipurilor. Un potențial superior de producție (982,45 g) s-a observat și la plantele populației Cs 6.

Diametrul fructului are o influență majoră de aproximativ 63,73 % la realizarea masei fructelor, fiind urmată de forma și lungimea fructelor care influențează respectivul caracter într-o măsură de 12,83-18,83 %. Modificarea grosimii pulpei și randamentului de pulpă al fructului a avut o influență redusă, neinfluențând semnificativ greutatea medie a fructului. Luând în considerare faptul că diametrul fructului influențează greutatea acestuia atât în mod direct (71,58 %) cât și indirect prin intermediul celorlalte caractere (58,8-83,12 %), în vederea obținerii unor fructe cu greutate superioară, selecția trebuie orientată în direcția sporirii diametrului fructelor.

Diametrul fructului (36,45 %) și numărul fructelor (29,29 %) au contribuțiile cele mai importante la realizarea producției plantelor, în timp ce greutatea fructului a avut o contribuție de 11,59 %. Ca atare, în vederea sporirii productivității plantelor, trebuie identificate genotipuri cu un număr mare de fructe și valori superioare ale diametrului.

Soiul Dracula alături de populația Ar 2 au prezentat valori superioare de 79-80 % pentru randamentul producției comerciale. De asemenea, populațiile Tm 1 și Ar 5 au manifestat o bună adaptare față de condițiile de cultură realizând randamente ale producției comerciale de peste 75 %.

Greutate medie a fructelor mature a fost cuprinsă între 24,56 g în cazul soiului Dracula și 3,11 g la populația Cs 4 cu o variabilitate interpopulațională ridicată. Astfel, soiul Dracula a realizat o masă medie a fructelor semnificativ superioară cu peste 32 % față de restul genotipurilor. De asemenea populația Ico a prezentat fructe cu o greutate semnificativ superioară cu peste 42 % față de celelalte 23 de genotipuri.

Randamentul de pulpă al fructelor mature a înregistrat valori cuprinse între 62,25 % la soiul Bulgăresc și 83,35 % la soiul Sigaretta bionda, pe fondul unei variabilități reduse la nivel interpopulațional. Soiul Sigaretta bionda prezintă fructele mature cu cel mai ridicat randament de pulpă, asociat unor sporuri semnificative față de alte 87,5 % din restul genotipurilor. Randamente superioare (78-79 %) au înregistrat și soiul Dracula, respectiv hibridul Iancu.

Plantele populațiilor Cs 4 și Eg au prezentat un număr semnificativ superior de fructe față de 22 din celelalte genotipuri, cu sporuri de peste 28 %. De asemenea, populația Ar 4 a realizat un număr ridicat de fructe/plantă, semnificativ superior cu peste 25 % comparativ cu 20 dintre genotipuri. Plantele soiului Dracula, al hibridului Iancu și ale populațiilor Cs 3 și Ico, au prezentat un număr redus (sub 15) de fructe mature și semnificativ inferior față de 80 % dintre genotipuri.

Producția de boia la plantele genotipurilor studiate a înregistrat valori cuprinse între 15,39 g la hibridul Iancu și 55,57 g la populația Ar 3. Astfel, populația Ar 3 prezintă cel mai ridicat potențial al producției de boia, asociat unor sporuri semnificative de peste 37 % față de 20 din restul genotipurilor. Producții superioare (48-53 g) au înregistrat și soiul Sigaretta bionda, respectiv populațiile Tm 1 și Ico.

Numărul fructelor mature (32,77 %) alături de greutatea fructelor/plantă au avut cele mai importante influențe la realizarea producției de boia/plantă, fiind urmate de greutatea fructelor mature care influențează respectivul caracter într-o măsură de 21,1 %. De asemenea, se observă că modificarea randamentului de pulpă al fructelor a avut o contribuție redusă (0,43 %) și nesemnificativă asupra realizării producției de boia.

Populațiile Ar 3, Cs 6 și Ico prezintă valori foarte ridicate ale producției de boia/plantă și greutateii totale a fructelor, asociate unor valori superioare mediei pentru celelalte caractere. La populația Cs 1 producțiile ridicate se datorează în principal unui număr mare de fructe/plantă, pe fondul unor valori reduse ale greutateii fructului și randamentului de pulpă.

Soiul Dracula a prezentat cele mai mari fructe cu un conținut superior de pulpă, care în asociere cu un număr redus de fructe/plantă a asigurat obținerea unor producții superioare mediei. Soiul Delicios alături de populațiile Ar 2, Cs 4, Tm 1, au prezentat cele mai multe fructe/plantă, de dimensiuni reduse, care au asigurat producții ușor inferioare mediei.

Soiurile Cayenne, Delicios, Pinte și populațiile Ar 1 și Cs 3 au prezentat un potențial redus de a valorifica condițiile de cultură din perioada studiului, înregistrând niveluri inferioare atât pentru producția de boia/plantă cât și pentru componentele acesteia.

Legătura dintre greutatea totală a fructelor mature pe plantă și producția de boia/plantă manifestă cea mai ridicată stabilitate (85,62 %), putând fi utilizată în lucrările de selecție. Cantitatea fructelor/plantă având și o influență indirectă ridicată asupra producției prin intermediul greutateii fructului;

Corelația producției de boia față de randamentul de pulpă se datorează într-o măsură ridicată de 51,35 % efectului direct, însă valoarea mai redusă a coeficientului de corelație care nu atinge nivelul semnificației este

influențată de efectul indirect negativ al greutateii și numărului fructelor. Contribuția numărului fructelor la realizarea producției de boia/plantă este influențată într-o măsură redusă de efectul direct al acestui caracter (15,36 %) și într-o măsură mai ridicată de efectele indirecte ale celorlalte caractere, mai ales greutatea fructului (48,12 %) și randamentul pulpei (24,91 %).

La cultura destinată obținerii de fructe mature pentru producția de boia se constată o reducere a producției/plantă cu aproximativ 60 % pe fondul unei diminuări a greutateii fructelor cu 35 % asociată cu o reducere a numărului de fructe/plantă de aproximativ 38 %.

Soiul Sigaretta bionda și populația Ar 2 prezintă cel mai ridicat conținut de fenoli asociați și cu un conținut superior de zahăr, pe fondul unui conținut mediu de vitamina C și o cantitate redusă de cenușă. La populațiile Tm 1 și Ar 1, nivelul ridicat de zahăr și fenoli din fructe este asociat cu un conținut de vitamina C superior mediei și un conținut redus de cenușă. Populația Cs 1 se evidențiază printr-un conținut foarte ridicat de vitamina C pe fondul unor valori apropiate mediei pentru ceilalți compuși.

La soiurile Bulgăresc și Pîtea conținutul ridicat de vitamina C și cenușă este asociat cu valori reduse ale conținutului de zahăr și fenoli. În cazul hibridului Iancu se observă cel mai ridicat conținut de cenușă pe fondul unor valori reduse pentru celelalte componente. Genotipurile studiate prezintă o valoare nutritivă ridicată a fructelor, având în vedere că pentru majoritatea genotipurilor doza recomandată zilnică de vitamina C poate fi asigurată prin consumul a 21-75 g ardei iute.

CONTRIBUȚII PRIVIND DETERMINISMUL GENETIC AL UNOR CARACTERE DE PRODUCȚIE LA ARDEIUL IUTE

Comparativ cu media părinților doar la șase hibridi s-au înregistrat sporuri semnificative ale lungimii fructului cuprinse între 5,85 % la Cayenne x Ar 4 și 71,90 % la Cs 3 x Cayenne. În ceea ce privește heterozisul „trans”, la combinațiile hibride: Cs 3 x Cayenne, Cs 3 x Sigaretta bionda, Cs 3 x Ico, Cs 2 x Sigaretta bionda și Ar 4 x Sigaretta bionda, s-a constatat o lungime a fructului semnificativ mai mare cu 10,27-56,93 % față de părintele superior. Hibridii recurenți ai populației Cs 3 și ai soiului Sigaretta bionda au prezentat o lungime a fructelor semnificativ superioară față de hibridii populațiilor Cs 2, Ar 4 și Ico.

Cele mai mari efecte semnificativ pozitive pentru lungimea fructului s-au întâlnit la hibridii: Cs 3 x Cayenne (6,73 cm), Ar 4 x Sigaretta bionda (4,72), Cs 3 x Ico (2,45). Expresia heterozisului manifestat de acești hibridi confirmă o acțiune preponderentă a efectelor genice aditive, care poate spori eficiența selecției pentru acest caracter.

Majoritatea hibridilor (63,5 %) au fost superiori mediei părinților din punct de vedere al greutateii fructului, pe fondul unei amplitudini de variație de 177,23 %, însă doar în cazul a șase combinații diferențele au fost asigurate statistic. Cele mai ridicate valori ale heterozisului de tip „cis” au fost înregistrate la hibridii combinației Cs 3 x Cayenne (183,56 %) și ai combinației Cs 3 x Ico (92,66 %). Hibridii populației Cs 3 au manifestat o greutate medie a fructului semnificativ superioară cu 8,98-12,76 g față de hibridii celorlalți părinți.

Cele mai mari efecte combinate generale și asigurate statistic pentru greutatea fructului le-au înregistrat populațiile Cs 3 și Ico care posedă un potențial ridicat de transmitere ereditară a genelor implicate în expresia fenotipică a acestui caracter. Combinația Cs 3 x Cayenne provine din părinți cu capacitate generală contrastantă, fapt ce atestă că cei doi părinți sunt diferențiați genetic pentru greutatea fructului. Astfel, la acest hibrid apariția heterozisului se datorează acțiunii complementare a genelor în urma căreia se manifestă genele aditive favorabile ale părintelui superior.

Comparativ cu media părinților doar la trei hibridi s-au înregistrat sporuri asigurate statistic ale numărului de fructe cuprinse între 19,08 % la Sigaretta bionda x Ico și 25,98 % la Cs 2 x Ico. În ceea ce privește heterozisul „trans”, doar la combinația Cs 2 x Ico s-a constatat un număr de fructe/plantă semnificativ mai mare cu 25,51 % față de părintele superior. Hibridii recurenți ai populației Cs 3 au realizat un număr de fructe/plantă semnificativ inferior față de hibridii celorlalte populații.

Populația Ar 4 este recomandată în vederea folosirii ca genitor pentru obținerea de hibridi F₁ care să manifeste efecte transgresive pentru numărul fructelor/plantă. Populația Cs 3 prezintă efecte combinate generale semnificativ negative, care indică faptul că acest genitor posedă gene aditive ce determină reducerea numărului fructelor/plantă. Cele mai mari efecte combinate specifice și semnificativ pozitive s-au întâlnit la hibridii: Cs 3 x Cs 2 (10,67), Cs 2 x Ico (8,27), Ar 4 x Ico (8,48) și Sigaretta bionda x Ico (8,43).

Cele mai ridicate valori ale heterozisului de tip „cis” au fost înregistrate la hibridii combinației Cs 3 x Cayenne (122,81 %) care a manifestat o intensitate a acestui fenomen semnificativ superioară față de celelalte combinații. De asemenea, combinațiile Cs 3 x Cs 2 și Ar 4 x Sigaretta bionda au înregistrat un heterozis important de 14,41-20,65 % față de media părinților. Hibridii recurenți ai populației Ico au manifestat o productivitate semnificativ superioară cu 106,1-163,5 g față de hibridii populațiilor, Cs 2, Ar 4 și soiului Cayenne.

Populația Ico care posedă valori ridicate ale producției, efectelor și varianței aditive, pe fondul unei superiorități a varianței aditive față de cea neaditivă, este recomandată ca principal genitor pentru obținerea unor hibridi valoroși sub aspectul producției. Efecte neaditive semnificativ pozitive au fost înregistrate de combinațiile: Cs 3 x Cayenne (446,8) și Ar 4 x Sigaretta bionda (106,4). Aceste combinații oferă posibilitatea obținerii unor genotipuri valoroase sub aspectul producției/plantă în generațiile segregante.

La combinația Cs 3 x Cayenne supradominanța este asociată cu alele pozitive pentru lungimea, greutatea fructului și producția/plantă, în timp ce numărul fructelor/plantă este controlat de efecte de dominanță incompletă cu efect negative. În cazul combinației Cs 3 x Ar 4 ereditatea caracterelor studiate este controlată de efecte de dominanță incompletă cu efecte pozitive asupra greutății fructului și producției/plantă și cu efecte negative asupra lungimii fructului și numărului fructelor/plantă.

Pentru combinațiile Cs 2 x Cayenne și Cs 2 x Ar 4, se observă că supradominanța acționează cu efect negativ asupra lungimii fructului, numărului fructelor și producției/plantă, în timp ce dominanța incompletă acționează cu efect pozitiv asupra greutății fructului. În cazul combinației Cayenne x Sigaretta bionda dominanță incompletă acționează cu efect negativ în ereditatea celor patru caractere.

La combinația Cayenne x Ico atât supradominanța ce acționează asupra lungimii fructului și numărul fructelor/plantă cât și dominanța incompletă care este prezentă în determinismul greutății fructului și producției/plantă, sunt asociate cu efecte negative. Pentru combinațiile Ar 4 x Ico și Sigaretta bionda x Ico supradominanța acționează cu efect negativ asupra lungimii fructului în timp ce dominanța incompletă este asociată cu efecte negative asupra greutății fructului și producției/plantă, respectiv cu efecte negative asupra numărului fructelor/plantă.

Cel mai ridicat potențial de ameliorare îl prezintă combinația Cs 3 x Cayenne, care oferă astfel posibilitatea selecționării a 50 % linii recombinante cu fructe de minim 17,5 cm lungime, o greutate a fructului de peste 15 g și o producție/plantă de peste 700 g. Combinația Cs 3 x Ico prezintă o valoare selectivă de 50 % pentru ameliorarea greutății fructului (peste 15 g) și producției/plantă (peste 700 g), asociată cu un potențial de obținere a 24,2 % linii recombinante cu fructe de peste 17,5 cm.

Combinația Sigaretta bionda x Ico manifestă un potențial ridicat pentru ameliorarea numărului și producției/plantă, oferind posibilitatea selecționării a 50 % linii recombinante cu peste 55 de fructe recoltabile cu o greutate cumulată de peste 700 g. În cazul combinației Ar 4 x Sigaretta bionda, este posibilă selecționarea a 50 % linii recombinante cu peste 55 fructe recoltabile/plantă, alături de selecția a 34,46 % linii cu o producție/plantă de peste 700 g și respectiv 31,56 % linii cu fructe de minim 17,5 cm lungime.

Atât efectele de dominanță cât și cele aditive au manifestat un rol important și semnificativ în determinismul genetic al celor patru caractere, pe fondul unei contribuții majore a efectele de dominanță pentru lungimea și greutatea fructului, în timp ce contribuția efectelor aditive este mai ridicată în cazul numărului fructelor și producției/plantă. Influența mediului asupra determinismului celor patru caractere de producție a fost prezentă, dar considerabil mai redusă comparativ cu cea a efectelor aditive și de dominanță.

Supradominanța are un rol major în determinismul lungimii și greutății fructului, respectiv a producției/plantă în timp ce numărul fructelor/plantă este controlat preponderent de efecte de dominanță incompletă. Efectele cumulate de dominanță ale locilor heterozigoți au manifestat o influență redusă și nesemnificativă asupra tuturor caracterelor, pe fondul unei frecvențe mai mari de alele dominante cuprinsă între 53 și 57,6 %, cu excepția lungimii fructului unde genele recesive au o contribuție de 51,5 %. În cazul lungimii fructului, numărului fructelor și producției/plantă se manifestă efecte de dominanță neechilibrate, determinate de expresia unor poligene individuale în sensuri diferite, cu efecte pozitive și negative.

La populația Ar 4, alelele dominante prezente într-o frecvență mai ridicată de 56,5-93,6 %, acționează în direcția reducerii greutății fructelor și a producției/plantă, în timp ce alelele recesive acționează preponderent (57,5-80,1 %) cu efect negativ asupra lungimii fructului și cu efect pozitiv asupra numărului fructelor/plantă. În cazul populației Cs 2, se constată o proporție mai ridicată de alele dominante cuprinsă între 64,9 % pentru lungimea fructului și 99,3 % pentru greutatea fructului, care manifestă un efect negativ asupra celor patru caractere.

La soiul Cayenne alelele recesive prezente într-o frecvență de 51,5-87 % au efect unilateral fiind asociate cu reducerea lungimii și greutății fructelor. Alelele dominante controlează într-o măsură de 71,5-72,4 %

determinismul celorlalte două caractere, fiind asociate cu efecte pozitive asupra numărului fructelor și cu efecte negative asupra producției/plantă. Alelele dominante au o contribuție majoră (51,2-93,1 %) în determinismul acestor caractere la soiul Sigaretta bionda, fiind asociate cu efecte pozitive asupra lungimii fructului și producției/plantă, respectiv cu efecte negative asupra greutateii fructului. Alelele recesive acționează preponderent în direcția creșterii numărului fructelor/plantă.

La populația Cs 3 se observă o acțiune predominantă (57,6-93,7 %) a alelelor recesive care acționează în direcția creșterii lungimii și greutateii fructului, respectiv a reducerii producției/plantă. Numărul fructelor/plantă la acest genotip este controlat într-o proporție de 84 % de alele dominante cu efect negative. În cazul populației Ico se constată o proporție mai ridicată de alele dominante (55,9 %) care determină o creștere a lungimii fructului, în timp ce alelele recesive au contribuții ridicate (78,9-99,3 %) în determinismul celorlalte caractere, fiind asociate cu efecte pozitive pentru greutatea fructului și producția/plantă și respectiv cu efecte negative asupra numărului fructelor.

Pentru toate caracterele studiate, eritabilitatea în sens real are valori ridicate (0,803-0,977) nivelul de 0,5, la care selecția se consideră a fi eficientă, indicând astfel o bună stabilitate a efectelor de dominanță implicate în determinismul acestor caractere, față de condițiile de mediu. Valoarea ridicată a eritabilității în sens larg indică faptul că o parte considerabilă (94-98,5%) din variabilitatea celor patru caractere este condiționată genetic. Ca atare, selecția unor genotipuri valoroase poate fi realizată eficient pe bază fenotipică.

Valorile mai reduse ale eritabilității în sens restrâns, cuprinse între 0,395 pentru producția/plantă și 0,689 pentru numărul fructelor/plantă, confirmă faptul că sistemul genetic care controlează aceste caractere este puternic influențat la nivelul efectelor aditive de condițiile de mediu. Diferențele mari dintre cele două tipuri de eritabilitate se datorează faptului că doar o mică parte din variație genetică este fixabilă, fiind de tip aditiv.

Soiul Sigaretta bionda are gene aditive ce determină o sporire semnificativă a lungimii fructului și numărului de fructe/plantă, în cazul utilizării sale ca genitor. De asemenea, soiul respectiv are o valoare redusă ca formă parentală pentru greutatea fructului. Populația Ico posedă un potențial ridicat de transmitere ereditară a genelor implicate în manifestarea fenotipică a greutateii fructului și a producției/plantă. Această populație are o valoare redusă ca genitor pentru lungimea fructului și numărul fructelor/plantă.

Genele aditive ale populației Ar 4 sunt asociate cu o creștere semnificativă a numărului fructelor/plantă pe fondul unei reduceri semnificative a celorlalte caractere. Populația Cs 3 posedă un potențial ridicat de ameliorare a lungimii și greutateii fructului, respectiv o valoare redusă ca genitor pentru numărul fructelor și producția/plantă. Populația Cs 2 și soiul Cayenne au valoare redusă ca genitori având în vedere că posedă gene aditive ce determină o reducere a tuturor caracterelor și în special a greutateii fructului și producției/plantă.

Hibridul Cs 2 x Sigaretta bionda prezintă o capacitate combinativă specifică ridicată pentru lungimea și greutatea fructului, fiind provenită din părinți cu capacitate combinativă generală contrastantă. Ca atare, la nivelul acestor caractere se manifestă interacțiuni de tip aditiv dominant care atestă caracterul nefixabil al performanțelor acestei combinații în descendență.

În cazul hibridului Cs 2 x Sigaretta bionda s-au înregistrat efecte combinate specifice ridicate pentru lungimea și greutatea fructelor, pe fondul unor părinți contrastanți sub aspectul capacității combinate generale pentru lungimea fructului, respectivi a unor părinți cu valoare ridicată ca genitori pentru greutatea fructului. Ca atare, lungimea fructului la această combinație este controlată de interacțiuni genice de tip aditiv x dominant, în timp ce greutatea fructului se găsește sub influența unor interacțiuni de tip aditiv x aditiv.

La hibridul Cs 2 x Ar 4 care manifestă o capacitate combinativă specifică ridicată pentru greutatea fructului, provenit din părinți cu capacitate combinativă generală redusă, masa fructului se datorează efectelor favorabile ale interacțiunilor de tip aditiv x dominant sau dominant x dominant. Capacitatea combinativă specifică ridicată pentru numărul fructelor/plantă la hibridul Ar 4 x Ico, se datorează unor interacțiuni de tip aditiv dominant având în vedere capacitate combinativă generală contrastantă a celor doi genitori. Obținerea unor segregante valoroase în descendență este posibilă doar când efecte aditive ale populației Ar 4 și efectele epistatice ale populației Ico, acționează în aceeași direcție.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Contribuțiile proprii ale autorului:

Cercetările efectuate au permis obținerea unor rezultate valoroase atât sub aspectul potențialul productiv al genotipurilor studiate cât și în ceea ce privește informații despre determinismul genetic al unor caractere de producție și respectiv potențialul de ameliorare al combinațiilor hibride.

În ceea ce privește reacția față de efectul unor factori de stres biotic și abiotic pe parcursul vegetației, s-au evidențiat soiul Dracula alături de populația Ar 2 care au prezentat valori superioare de 79-80 % pentru randamentul producției comerciale. De asemenea, populațiile Tm 1 și Ar 5 au manifestat o bună adaptare față de condițiile de cultură realizând randamente ale producției comerciale de peste 75 %.

Luând în considerare faptul că nivelul ridicat al producției/plantă la populațiile Ico, Cs 6 și soiul Dracula prezintă o structură diferită în ceea ce privește contribuția caracterelor componente față de structura aferentă populațiilor Ar 3 și Sbv, se recomandă folosirea acestor genotipuri ca forme parentale în hibridare în vederea obținerii unor combinații de gene favorabile.

Având în vedere contribuția majoră a efectelor de dominanță în determinismul celor patru caractere, se recomandă orientarea lucrărilor de ameliorare în vederea obținerii de hibrizi comerciali care ar permite o valorificare mai eficientă a acestui material biologic, comparativ cu soiurile.

Combinatia Ar 4 x Sigaretta bionda care manifestă o capacitate combinativă specifică ridicată pentru lungimea, greutatea fructului și producția/plantă, provenită din părinți cu capacitate combinativă generală contrastantă, prezintă interacțiuni de tip aditiv dominant care pot fi valorificate prin selecție genealogică. De asemenea, această combinație oferă o probabilitate ridicată de apariție a unor forme transgresive în generațiile segregante.

Combinatia Cs 3 x Cayenne care a înregistrat cele mai ridicate efecte heterotice și ale capacității combinative specifice pentru lungimea și greutatea fructului, respectiv producția/plantă, este recomandat a fi utilizată pentru producerea unor hibrizi comerciali care să manifeste valori ridicate ale heterozisului. De asemenea, combinația respectivă poate fi utilizată și ca bază de selecție pentru obținerea în generațiile segregante a unor linii recombinante valoroase pentru aceste caractere.

Direcțiile în care trebuie continuată cercetarea:

- lărgirea acestui sortiment prin colectarea și ulterior caracterizarea altor populații de ardei iute din zonă, având în vedere existența unei bogate tradiții locale pentru cultura acestei specii;
- testarea genotipurilor colecției în diferite condiții de climă și sol pentru a evalua măsura interacțiunii genotip x mediu și respectiv stabilitatea principalelor caractere și însușiri;
- extinderea variabilității de la nivelul colecției prin realizarea unor alte combinații hibride între diferite genotipuri și ulterior caracterizarea acestor hibrizi la nivel fenotipic și genetic;
- evaluarea toleranței la boli a genotipurilor de ardei iute, în vederea identificării celor care pot fi utilizate eficient în culturile ecologice;
- genotipurile puternic diferențiate genetic pot fi utilizate ca și populații de mapare în vederea evaluării diversității la nivel molecular și obținerii de informații utile pentru selecția asistată de markeri.

ELEMENTE DE ORIGINALITATE

Un prim element de originalitate al acestor cercetări constă în faptul că au fost studiate și caracterizate un număr de 18 populații locale de ardei iute, colectate din județele Timiș, Arad și Caraș-Severin, obținându-se informații utile atât referitoare la potențialul de producție al acestora cât și în ceea ce privește eventuala lor utilizare în programele de ameliorare a acestei specii.

Un alt element important sub aspectul originalității acestui studiu este reprezentat și de crearea unor noi genotipuri, respectiv cei 15 hibrizi care pot fi utilizați atât ca baza de selecție în vederea obținerii unor linii recombinante valoroase sub aspectul potențialului de producție, cât și pentru testarea lor în vederea omologării ca și hibrizi comerciali.

Pe baza studiului genetic realizat s-au obținut în premieră informații despre efectele genice și interacțiunile dintre acestea care sunt implicate în determinismul caracterelor de producție la cei șase genitori, respectiv a modului cum pot fi valorificate aceste informații pentru adoptarea celor mai eficiente strategii de ameliorare a ardeiului iute.