UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

INSTITUTUL DE GENETICĂ, FIZIOLOGIE ȘI PROTECȚIE A PLANTELOR

Cu titlu de manuscris:

CZU: [635.64:631.52]:575 (043.3)

MAKOVEI MILANIA

POTENȚIALUL GENETIC AL GENOFONDURILOR TOMATELOR DE CULTURĂ ȘI MUTANTE (*Solanum lycopersicum* L.), METODE DE CERCETARE ȘI UTILIZARE ÎN AMELIORARE

411.04. Ameliorarea plantelor și producerea semințelor

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe biologice

Chișinău, 2023

Teza a fost elaborată în laboratorul *Resurse genetice vegetale* din cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Universității de Stat din Moldova

Consultant științific:

LUPAȘCU Galina, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător,
membru corespondent al AȘM

Referenți oficiali:

GONCEARIUC Maria – doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător
PÎNTEA Maria – doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător
BUTNARU Gallia – doctor în genetică și ameliorarea plantelor, profesor Emerit hc., Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I" din Timișoara, Membru al Academiei Oamenilor de Știință din România
MUNTEANU Neculai – doctor în agronomie, profesor, Universitatea de Științele Vieții "Ion Ionescu de la Brad", Iași, România

Componența Comisiei de Susținere Publică:

ANDRONIC Larisa – *președinte,* doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător
MIHNEA Nadejda – *secretar,* doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător
LUPAȘCU Galina – *consultant științific,* doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător, membru corespondent al AȘM
GONCEARIUC Maria – *referent,* doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător
PÎNTEA Maria – *referent,* doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător
BUTNARU Gallia – *referent,* doctor în genetică și ameliorarea plantelor, profesor Emerit hc., Universitatea de Științele Vieții „Regele Mihai I" din Timișoara, Membru al Academiei Oamenilor de Știință din România
MUNTEANU Neculai – *referent,* doctor în agronomie, profesor, Universitatea de Științele Vieții "Ion Ionescu de la Brad", Iași, România

Susținerea va avea loc la ***30. 11. 2023***, ora ***10^{00}*** în ședința Comisiei de Susținere Publică la specialitatea ***411.04. Ameliorarea plantelor și producerea semințelor*** din cadrul Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM, MD – 2002, str. Pădurii, 20, Chișinău, Republica Moldova.

Teza de doctor habilitat și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM și pe pagina web a ANACEC (anacec.md).

Rezumatul a fost expediat la "_____» _____» 2023

Secretar al Comisiei de Susținere Publică,
MIHNEA Nadejda, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător

Consultant științific,
LUPAȘCU Galina, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător,
membru corespondent al AȘM

Autor
MAKOVEI Milania

©MAKOVEI Milania, 2023

CUPRINS

CARACTERISTICA GENERALĂ A LUCRĂRII 4

INTRODUCERE 7

1. REVIUL LITERATURII LA TEMA TEZEI 7
2. MATERIALE ŞI METODE 7
3. SELECTAREA GENOTIPURILOR DE TOMATE REZISTENTE LA STRESUL TERMIC PE BAZA MICROGAMETOFITULUI 9
4. POTENȚIALUL GENETIC AL FORMELOR MUTANTE DE TOMATE CA SURSĂ NOUĂ DE GERMOPLASMĂ VALOROASĂ 10
4.1. Particularitățile de manifestare și gradul expresiei fenotipice a genelor marker în etape ontogenetice timpurii 10
4.2. Reacția genotipică a polenului formelor mutante de tomate la acțiunea factorilor abiotici de stres (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) 13
4.3. Potențialul formelor mutante de tomate pe baza caracterelor agronomic valoroase 14
5. TEHNOLOGII GAMETICE ȘI UTILIZAREA LOR ÎN CERCETĂRILE GENETICO-AMELIORATIVE A TOMATELOR 17
5.1. Variabilitatea caracterelor morfologice ale nucleilor vegetativ (V) și generativ (G) ai celulelor polenului de tomate la linii și hibrizi F_1 sub influența temperaturilor de stress 17
5.2. Variabilitatea și heritabilitatea conținutului de ADN și dispersia cromatinei 18
5.3. Heritabilitatea rezistenței caracterelor gametofitului mascul la temperaturi ridicate și scăzute la generația F_1 de tomate 21
5.4. Influența formelor parentale a tomatelor asupra heritabilității caracterelor de rezistență la stresul de temperature 22
5.5. Rolul transgresiilor în ameliorarea rezistenței tomatelor la temperatură ridicată 24
5.6. Valoarea ameliorativă a descendenților din populațiile F_3 și F_4, obținuți din recombinanți transgresivi rezistenți, pe baza caracteristicilor polenului 26
5.7. Influența selecției combinate asupra intensificării procesului de ameliorare la tomate 28
5.8. Particularitățile genotipice al soiurilor omologate de tomate 32
6. AMELIORAREA PRIN HETEROZIS – CREAREA MATERIALULUI INIȚIAL LA TOMATE 35
6.1. Previziunii asupra eficacității selectării formelor parentale alese pentru încrucișare 35
6.2. Crearea materialului inițial cu sterilitate funcțională 40
6.3. Genele mutante *ls, br* și implicarea în variabilitatea genetică a populațiilor hibride F_2, F_3 de tomate 43
6.4. Liniile de tomate multi-marker și gradul de manifestare a caracterelor controlate de genele *ls* și *br* în populațiile F_3 - F_5 48
6.5. Variabilitatea calității și cantității de polen la liniile de tomate multi-marker în funcție de nivelul de fixare a inflorescenței și de temperatură ridicată 51

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI PRACTICE 55
BIBLIOGRAFIE 58
LISTA PUBLICAȚIILOR LA TEMA TEZEI 62
ADNOTĂRI (română, rusă, engleză) 68

CARACTERISTICA GENERALĂ A LUCRĂRII

Actualitatea temei. Tomatele (*Solanum lycopersicum* L.) sunt unele din cele mai solicitate culturi legumicole la nivel mondial datorită înaltelor calități alimentare, tehnologice și gustative [36]. În ultimul timp, amelioratorii au înregistrat succese importante în crearea soiurilor și hibrizilor F_1 cu productivitate ridicată, însă multe aspecte au rămas nesoluționate, în special cele ce țin de toleranță la factorii ambientali nefavorabili [42]. Actualitatea problemei devine tot mai stringentă și din motivul că în Republica Moldova seceta survine peste fiecare 2-3 ani, fenomenul fiind însoțit de diverse viroze, ceea ce determină intensificarea eroziunii genetice. Din acest motiv, a apărut necesitatea elaborării de noi metode și tehnologii în procesul de ameliorare la crearea soiurilor și hibrizilor F_1 de tomate, menite să corespundă predilecțiilor producătorilor și consumatorilor. Probabilitatea succesului în crearea genotipurilor valoroase depinde în mare măsură de fundamentarea științifică a utilizării materialului initial care poate fi identificat în colecțiile existente, dar și create pe cale artificială prin implicarea în încrucișări a formelor indepărtate genetic sau geografic [15]. În contextul vizat, un interes aparte prezintă formele mutante obținute pe diferite căi [14, 33]. Deținerea unui număr considerabil de gene marker mutante care pot fi ușor identificate, poate contribui la soluționarea unui spectru larg și divers de probleme în domeniul ameliorării practice [3, 5, 21, 30]. Eficiența utilizării genelor mutante de tomate în procesul creării genotipurilor cu caractere complexe, soiurilor și hibrizilor de tomate, depinde de informația deținută cu privire la particularitățile de manifestare și gradului de expresie fenotipică a markerilor mutanți în arealul natural de cultivare [33]. Nivelul de cunoștințe acumulate și domesticirea a formelor mutante determină în mare măsură, succesul pronosticului și eficiența procesului de ameliorare [15].

În prezent este destul de actuală problema intensificării și optimizării procesului de ameliorare, ceea ce presupune utilizarea combinată a metodelor selecției clasice și celor moderne (moleculare, gametice, biotehnologice etc.). În acest sens, sunt deosebit de relevante tehnologiile gametice care oferă oportunități de explorare rapidă și eficientă a populațiilor mari de polen pe fundalul stresului creat artificial, contribuind astfel la intensificarea procesului de identificare și selectare a genotipurilor rezistente în etape timpurii (și cele mai vulnerabile) ale ontogenezei plantelor [29, 46, 48, 50]. Cercetările legate de controlul ambiental al dezvoltării polenului, atât la etapele de formare [40, 51, 54], cât și de funcționare a polenului matur [19, 22, 23, 35, 41, 53, 57], au pus în evidență manifestarea unor reacții cu specificitate genotipică la diverși factori de stres, ceea ce conduce la diferențierea microgametofiților în grupuri de răspuns [29, 30, 35, 58]. Pornind de la rezultatele cercetărilor autorilor menționați, dar și ale altor autori, ajungem la concluzia că pentru aplicarea eficientă a metodelor de selecție clasică în combinație cu selecția gametică, sunt necesare cunoștințe profunde cu privire la: particularitățile variabilității și heritabilității caracterelor polenului în generația F_1 în funcție de nivelul de rezistență a formelor parentale și de acțiunea factorilor ecologici [17, 24]; ponderea influenței genitorilor și a interacțiunii acestora în heritabilitatea rezistenței caracterelor la hibrizii F_1, la temperaturi ridicate sau scăzute [28]; variabilitatea recombinării transgresive în generația F_2 și valoarea de ameliorare a descendenților –

populațiilor F_3, F_4, F_5, obținuți din recombinanți transgresivi rezistenți [25, 27]. Pentru acest deziderat de bază, dar și ale unui șir de alte aspecte importante, au fost întreprinse cercetările prezentei lucrări.

Scopul cercetări. Evidențierea potențialului genetic al tomatelor de cultură și a mutanților la nivel gametofitic și sporofitic, prin analiza variabilității și heritabilității rezistenței la factori abiotici nefavorabili și altor caracteristici agronomic valoroase în vederea creării materialului inițial nou, soiurilor și hibrizilor performanți.

Obiectivele cercetări:

- Crearea și optimizarea condițiilor artificiale de stres (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) pentru *screening*-ul rezistenței formelor mutante și ale altor genotipuri de tomate pe baza caracterelor gametofitului mascul în condiții de *in vitro.*
- Cercetarea potențialului genetic al genofondului tomatelor de cultură și a celor mutante în calitate de sursă nouă de germoplasmă pentru rezistență la factori abiotici de stres, cu estimarea concomitentă a manifestării caracterelor biologice, agronomic valoroase și marker mutanți.
- Efectuarea încrucișărilor între mai mulți părinți, inclusiv cu utilizarea genelor mutante, pentru crearea populațiilor hibride și elaborarea metodelor eficiente în ameliorare.
- Studiul variabilității și heritabilității caracterelor biologice, citochimice și altor caractere ale polenului la hibrizii F_1 care determină rezistența la stresul abiotic, cu optimizarea ulterioară a procedeelor de selecție a genitorilor și obținerii genotipurilor rezistente.
- Determinarea ratei de influență a formelor parentale și interacțiunii acestora asupra heritabilității caracterelor de rezistență a polenului la temperatură ridicată și scăzută în generația F_1.
- Elaborarea metodei de selecție a recombinanților transgresivi din populația F_2 pe baza caracterelor de rezistență a polenului și a tuburilor polenice, determinarea valorii de ameliorare a descendenților recombinanți rezistenți în generațiile F_3- F_5.
- Elaborarea metodelor de selecție combinată prin asocierea metodelor tradiționale cu tehnologiile gametice.
- Pe baza metodelor dezvoltate, crearea:

a) materialului inițial de nouă generație de tomate cu potențial ridicat de rezistență la unul, sau simultan, la 2-3 factori abiotici de stres, în combinație cu mai multe caractere agronomic valoroase, pentru utilizarea în diverse domenii de ameliorare;
b) materialului inițial de tomate cu caractere mutante marcate, pentru utilizare în selecția pe baza de heterozis;

- Crearea soiurilor și hibrizilor de tomate cu producție ridicată și rezistență la factorii de stres abiotic ce îmbină caractere agronomic valoroase inclusiv marker mutant.

Ipoteza de cercetare. Prezența în genofondul tomatelor de cultură și a celor mutante, a genotipurilor cu rezistență la factorii de stres abiotic în combinație cu alte trăsături valoroase din punct de vedere economic, evaluarea și studiul acestora, vor

permite elaborarea unei metodologii de selectare a formelor parentale pentru combinațiile hibride, punând în evidență potențialul genetic al variabilității și heritabilității caracterelor, valorificate în crearea de soiuri și hibrizi performanți de tomate.

Metodologia cercetării. La baza cercetărilor au fost metodele de cultivare *in vitro* a polenului de tomate [8] pentru a se determina: i) rezistența la stresul abiotic (temperaturi ridicate și scăzute și respective la secetă) [29]; ii) variabilitatea și heritabilitatea caracterelor de interes; iii) a variabilității recombinanților și a celei transgresive [11, 12, 14]. Au fost cercetate particularitățile de manifestare și gradul de expresie fenotipică a genelor mutante conform nomenclaturii genelor de la tomate [14, 59]. Au fost efectuate diferite încrucișări clasice: *simple* (*unidirecționale* și *reciproce*) și *complexe, în trepte*. Pentru cercetarea caracterelor morfologice și citochimice ale celulelor generative și vegetative ale polenului de tomate s-au utilizat preparatele citologice. Genotipurile de tomate experimentale au fost clasificate pe baza unei scale de rezistență dezvoltate, după un set de caracteristici ale polenului. [29]. S-a stabilit eficiența combinării metodelor tradiționale cu cea a tehnologiilor gametice pentru intensificarea procesului de ameliorare la tomate [29]. Prelucrarea statistică și reprezentarea grafică a datelor obținute s-a efectuat prin metoda analizei variației, distanței genetice, clusteriene, a corelațiilor, prin utilizarea pachetelor de analize *Statgraf*, *Statistica 7* și *Excell.*

Rezutatele științifice principale înaintate spre susținere:

- Crearea și optimizarea condițiilor de stres modelate (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) pentru *screening*-ul *in vitro* a rezistenței genotipurilor de tomate pe baza caracterelor gametofitului mascul.
- Potențialul genetic al genofondului tomatelor de cultură și mutantelor ca sursă nouă de germoplasmă pe baza unui complex de caractere morfobiologice și agronomic valoroase, inclusiv a rezistenței la stresul abiotic (temperaturi ridicate, scăzute, secetă).
- Heritabilitatea rezistenței la factori abiotici de stres, pe baza caracterelor gametofitului mascul de tomate (viabilitatea polenului, rezistența la temperaturi ridicate și scăzute, conform germinării polenului și creșterii tuburilor polenice) la hibrizii F_1 și analiza populațiilor segregante în generațiile F_2, F_3, etc.
- Fundamentarea teoretică a selectării genitorilor de tomate în încrucișările multicomponente pentru obținerea generațiilor hibride rezistente la stresuri abiotice (temperaturi ridicate, scăzute) pe baza caracterelor gametofitului mascul: viabilitatea polenului, creșterea tuburilor polenice, particularitățile morfologice și citochimice ale nucleilor vegetativ (V) și generativ (G) ale polenului de la diferite genotipuri de tomate.
- Utilizarea complexă a metodelor de selecție gametică, tradițională și a efectului lor asupra optimizării procesului de ameliorare.
- Material inițial al selecției pe baza de heterozis la tomate.
- Noi soiuri, hibrizi F_1 și linii de tomate, inclusiv cu mai multe gene marker.

Direcția științifică nouă propusă spre susținere: elaborarea și valorificarea tehnologiilor gametofitice în toate etapele ameliorării tomatelor pentru sporirea eficienței și preciziei procesului de identificare și selectare a genotipurilor rezistente la stres ambiental/abiotic (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) asociate cu caracteristici fenotipice specifice ale sporofitului.

CONȚINUTUL TEZEI

INTRODUCERE. În partea introductivă este argumentată direcția cercetărilor, se prezentată succint conținutul lucrării, inclusiv scopul, obiectivele, ipoteza de lucru și metodologia cercetărilor. Este prezentat suportul științific și practic al rezultatelor obținute, importanța practică și ipotezele lucrării.

1. REVIUL LITERATURII LA TEMA TEZEI

Din literatura de specialitate se arată că ameliorarea tomatelor cu privire la plasticitatea ecologică rămâne un deziderat de bază a cercetărilor fundamentale și aplicative la această specie. Este evidențiat interesul crescut pentru crearea soiurilor și hibrizilor de tomate care întrunesc în același genotip, caracterele de precocitate, productivitate, calitate a fructelor, rezistență la stresul biotic și abiotic. Se argumentează preocupările din ce în ce mai numeroase pentru explorarea, identificarea, selecția și crearea de noi surse genetice și completarea genofondului, ceea ce ar permite soluționarea multor probleme cu privire la ameliorarea tomatelor. Este menționat și interesul sporit pentru *metodele moderne,* de ameliorare asistată de markeri moleculari, de evidențiere a genelor marker, selecția gametică în asociere cu *metodele clasice* ceea ce contribuie la succesul ameliorării tomatelor la un nou nivel calitativ. De aceasta, se confirmă actualitatea și validitatea științifică a direcției de cercetare, urmărită în lucrare.

2. MATERIALE ȘI METODE

Sunt indicate locul, condițiile de lucru și este descris materialul experimental folosit pentru efectuarea cercetărilor. Detaliat sunt prezentate metodele de lucru utilizate în studiile efectuate în diferite etape ontogenetice ale plantelor. Au fost elaborate și/sau optimizate: i) condiții artificiale de stres (temperaturi ridicate și scăzute, secetă) pentru *screening*-ul și cercetarea potențialului genetic al tomatelor de cultură și a celor mutante (*Solanum lycopersicum* L.) pe baza caracterelor polenului [29]; ii) metoda de determinare a potențialului adaptiv al genotipurilor de tomate la temperaturi ridicate [26]; iii) scala de evaluare a rezistenței care ia în calcul 2/două caractere ale gametofitului mascul, care face posibilă diferențierea și sistematizarea rezultatelor *screening*-ului colecțiilor pe baza tipului și gradului de expresie a caracterelor cea determină rezistența (Tab. 1).

A fost stabilit coeficientul de rezistență la stres (K_{rs}) care include 2/doi parametri într-un singur indicator [47] și asigură un singur criteriu generalizat al rezistenței genotipului la factorul de stres:

$$\boldsymbol{Krs} = \frac{\boldsymbol{Pgpe} \times \boldsymbol{Ltpe}}{\boldsymbol{Pgpm} \times \boldsymbol{Ltpm}} \times \mathbf{100}\%$$

în care: ***Krs*** – coeficientul de rezistență la stres, exprimat în %; $\boldsymbol{P_{gpe}}$ – numărul grăuncioarelor de polen în experiență, $\boldsymbol{L_{tpe}}$ – lungimea tuburilor polenice în experiență (u.o.m), $\boldsymbol{P_{gpm}}$ – numărul grăuncioarelor de polen din varianta martor, $\boldsymbol{L_{tpm}}$ – lungimea tuburilor polenice în varianta martor (u.o.m).

Tabelul 1. Scala rezistenței tomatelor, bazată pe criteriul a două caractere ale gametofitului mascul: *rata de germinare a polenului* și *lungimea tuburilor polenice*

Grupa	Rezistență %		Caracteristica rezistenței genotipului
	Creșterea polenului %	Lungimea tuburilor polenice (u.o.m.)	
	Limite, %		
I	0 – 11	0 – 20	Nerezistent
II	12 – 23	21 – 41	Rezistență scăzută
III	24 – 35	42 – 62	Rezistență medie
IV	36 – 47	63 – 83	Rezistent
V	48 – 59	84 – 104	Rezistență ridicată
VI	60 și >	105 și >	Rezistență foarte bună
VII	0 – 23	63 și >	Scăzută a polenului și ridicată a tubului polenic
VIII	48 și >	0 – 31	Ridicată a polenului și scăzute a tubului polenic

A fost elaborat *design*-ul de studiu al cercetărilor pentru colecția de genotipuri mutante ale tomatelor care acoperă toate etapele și fazele ciclului vital al fiecărui genotip mostre (Fig. 1).

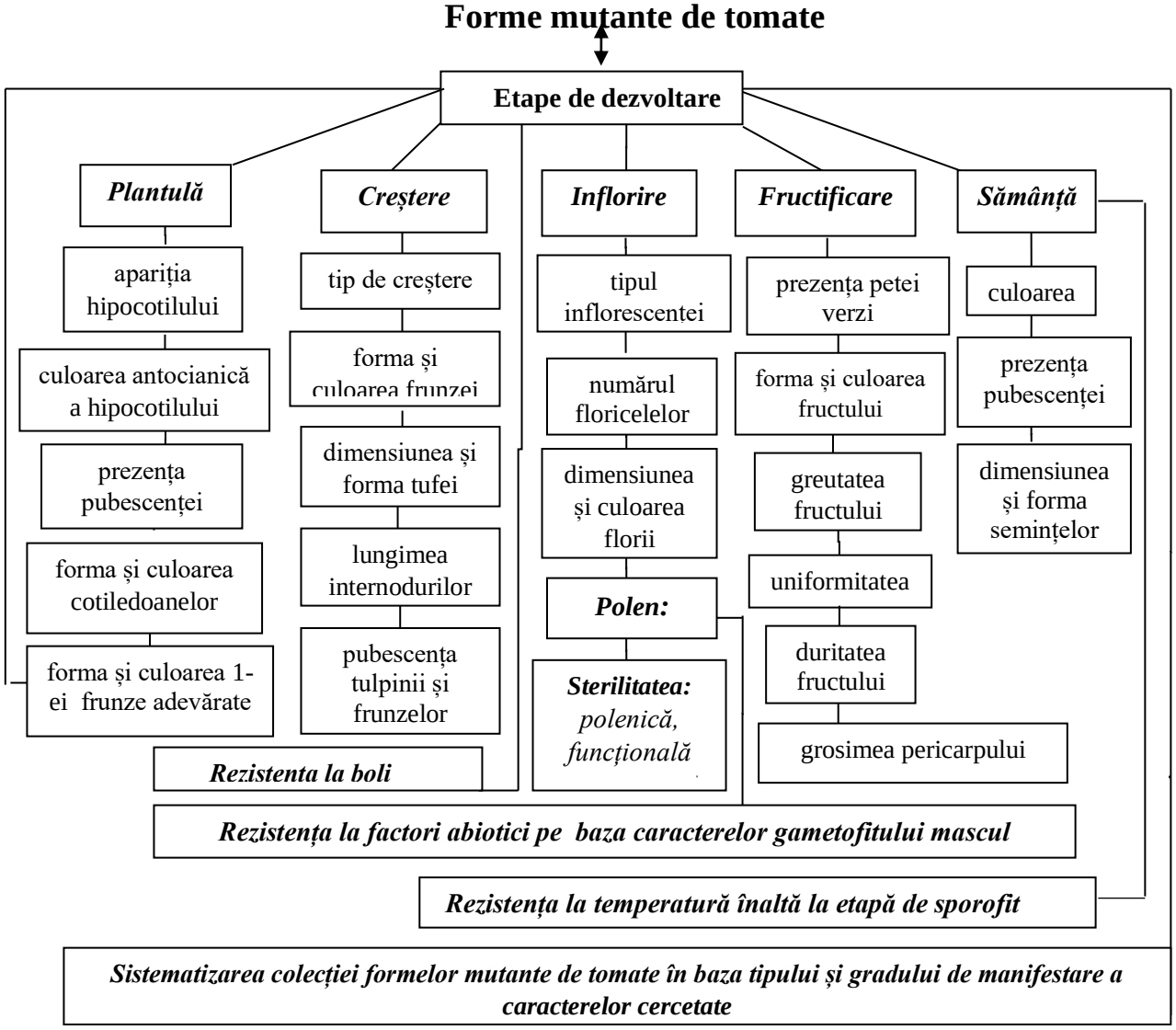


Fig. 1. Schema de lucru cu colecția formelor mutante de tomate

3. SELECȚIA GENOTIPURILOR DE TOMATE REZISTENTE LA STRESUL TERMIC PE BAZA MICROGAMETOFITULUI

În acest capitol, sunt prezentate rezultatele *screening*-ului materialului din colecția de tomate, cu privire la rezistența la temperatură ridicată și scăzută, în una din cele mai vulnerabile etape ale ontogenezei – gametofitul mascul matur (polenul).

Screening-ul probelor din colecție și de selecție al tomatelor (85 genotipuri) în condițiile de temperatură ridicată, la temperatura de 45˚C timp de 6 ore. În ceea ce privește aprecierea rezistenței la temperatură scăzută, au fost analizate 96 genotipuri de tomate prin cultivarea polenului *in vitro* pe fondul temperaturii de +6˚C timp de 24 ore. Mediul de cultură artificial preparat a cuprins 15% zaharoză și 0,006% acid boric. Conform coeficientului de rezistență la stres, s-a constatat că genotipurile de tomate manifestă o reacție individuală pronunțată la fiecare nivel de temperatură, ceea ce a permis sistematizarea acestora în grupuri de rezistență (Tab. 2), și a asigurat o informație completă cu privire la rezistența genotipului la factorul de stres. Un interes deosebit, prezintă genotipurile din grupurile 4/patru și 5/cinci, deoarece au evidențiat rezistență bună la stres. Aceste genotipuri reprezintă potențiali donatori de rezistență pentru utilizarea în ameliorare.

Tabelul 2. Caracteristica probelor de tomate de cultură pe baza rezistenței la stresul termic ridicată

Grupul de rezistență	Variantă	Viabilitatea polenului, %	Rezistența polenului, %	Lungimea tuburilor polenice, (u.o.m.)	Rezistența tuburilor polenice, %	Coeficientul de rezistență la stres
1. Nerezistent	Martor	30,2 ± 2,4		79,0 ± 1,1		
	Experiență	9,3 ± 0,7	30,8	32,5 ± 0,4	40,5	12,7
2. Rezistență scăzută	Martor	37,8 ± 1,4		59,0 ± 1,3		
	Experiență	22,5 ± 1,2	53,3	50,0 ± 0,9	83,9	44,7
3. Rezistență medie	Martor	31,0 ± 2,0		52,0 ± 0,5		
	Experiență	25,4 ± 2,2	81,9	47,0 ± 0,7	84,6	72,0
4. Rezistent	Martor	27,3 ± 1,7		32,5 ± 0,3		
	Experiență	25,3 ± 2,0	87,6	31,5 ± 0,8	97,0	84,9
5. Rezistență foarte bună	Martor	25,2 ± 1,4		30,0 ± 0,6		
	Experiență	25,3 ± 1,7	100,0	32,5 ± 0,9	108,3	116,6

În condițiile de temperatură scăzută (+6˚C/24 ore), proporția polenului germinat a variat de la 1,4% la 76,2%. Acest areal larg, relevă reacția specifică la factorii de stres în etapa de germinare a polenului și creșterii tubului polenic. Pe baza reacției la stresul termic, majoritatea 61,5% genotipuri din 96 analizate, s-au dispus în primele 3/trei grupuri – nerezistente, slab și mediu rezistente. Valorile limită ale caracterelor în cadrul grupurilor sunt largi (Tab. 3). În paralel, au fost identificate genotipuri care se caracterizează prin uniformitate înaltă a polenului în ceea ce privește germinarea și creșterea tubului polenic în condiții de temperatură scăzute, ceea ce caracterizează ca fiind cu rezistență bună și foarte rezistente (grupurile 4 și 5).

Tabelul 3. Grupurile de rezistență a tomatelor în baza reacției polenului la temperatură scăzută (+6˚C/24 ore)

Grup de rezistență	Numărul de genotipuri în grupuri	Limitele valorilor coeficienților de rezistență în grupuri
1. Nerezistente	28	0 – 21
2. Mediu rezistente	31	28 – 50
3. Rezistente	15	51 – 73
4. Rezistență bună	12	78 – 100
5. Rezistență foarte bună	10	101 – 132

Calitatea polenului dependent de timpul de păstrare la temperatură scăzută. La 16 genotipuri de tomate s-a urmărit capacitatea polenului de a rămâne funcțional timp de 60 zile la temperatură de +6˚C. S-a constatat că unele genotipuri își păstrează viabilitatea 10-12% și capacitatea de a forma tuburi polenice de 28-36 u.o.m. lungime [49]. Rezultatele obținute demonstrează eficiența metodei de "selecție microgametofitice" elaborată pentru relevarea formelor de tomate rezistente la stresul termic. Metoda poate fi aplicată și în producerea semințelor de hibrizi heterotici, dar și în cazul păstrării a polenului pentru utilizare în polenizări multiple.

4. POTENȚIALUL GENETIC AL FORMELOR MUTANTE DE TOMATE CA SURSĂ NOUĂ DE GERMOPLASMĂ VALOROASĂ

4.1. Particularitățile de manifestare și gradul de expresie fenotipică a genelor marker în etape ontogenetice timpurii. Sunt prezentate rezultatele investigațiilor privind particularitățile de manifestare a markerilor, controlați de gene mutante în diferite etape ale ontogenezei – plantulă, creștere juvenilă, înflorire, fructificare, semințe. Sunt descrise ***genele marker ce controlează sinteza antocianului,*** identificate la apariția plantulelor ***în baza culorii hipocotilului.*** Identificarea timpurie, crează premize reale de selectare a genotipurilor care prezintă interes, pentru control al hibrizilor la răsărite, reducând astfel semnificativ volumul și durata selecției. A fost identificat grupul de forme mutante (12,8% dintre cei studiați) la care hipocotilul nu are culoarea antocianică, reprezintând mutanți ale unui singur marker: Mo 588 (*aa*); Mo 305 (*aw*); Mo 343 (*aw*); 581 (*ag*); Mo 585 (*al*); Mo 651 (*al*); Mo 787 (*a, hl*); Mo 952 (*bls*) și cu mai mulți markeri: Mo 500 (*wo, d, aw, c, m-2*); Mo 504 (*aw, bk, d, o, p, s, wo*); Mo 632 (*ag, h, t, u, pl, e*); Mo 638 (*V-2, c, a, u, ut, gs, gf, u, ms*); Mo 755 (*aa, wv, d*); Mo 779 (*ms-31, l, bu, dl, al*); Mo 851 (*clau, di, inc, ag*); Mo 924 (*lg, vi,y*). Culoare antocianică puternică s-a înregistrat la 25,6% forme mutante de la culoare violet intens până la bordo întunecat, cu trecere în negru, celelalte caracterizându-se prin diferite grade de manifestare a caracterului (Fig. 2, *a*). Heterogenitatea ridicată a formelor mutante conform specificității de manifestare a caracterului, demonstrează utilitatea lor în cercetările genetico-ameliorative [30].

Investigațiile și analiza manifestării ***genelor marker ale cotiledoanelor și primelor frunze adevărate*** au pus în evidență marea lor diversitate (Fig. 2, *b*).

Deosebirile în baza dereglărilor formei, culorii cotiledoanelor și primelor frunze adevărate (galben-aprinse, galbene, alb-galbui, galben-verzui, alb-gri, verde-deschis, verde-închis etc.), sunt determinate de combinarea mai multor gene mutante: *aut, apn, alb; afl, gil, Cu, cg, c, dt, fu, inf, inta, lur/$^{+}$, lut, ltf, lg-2, Me, marm, marm^{2}, marm^{3}, nv, oc, Op, pu^{2}, pl, res, ru, sf, sy, syv, Tor, ver, vo, V-5/$^{+}$,wv, Xan/$^{+}$; Xan-4.*

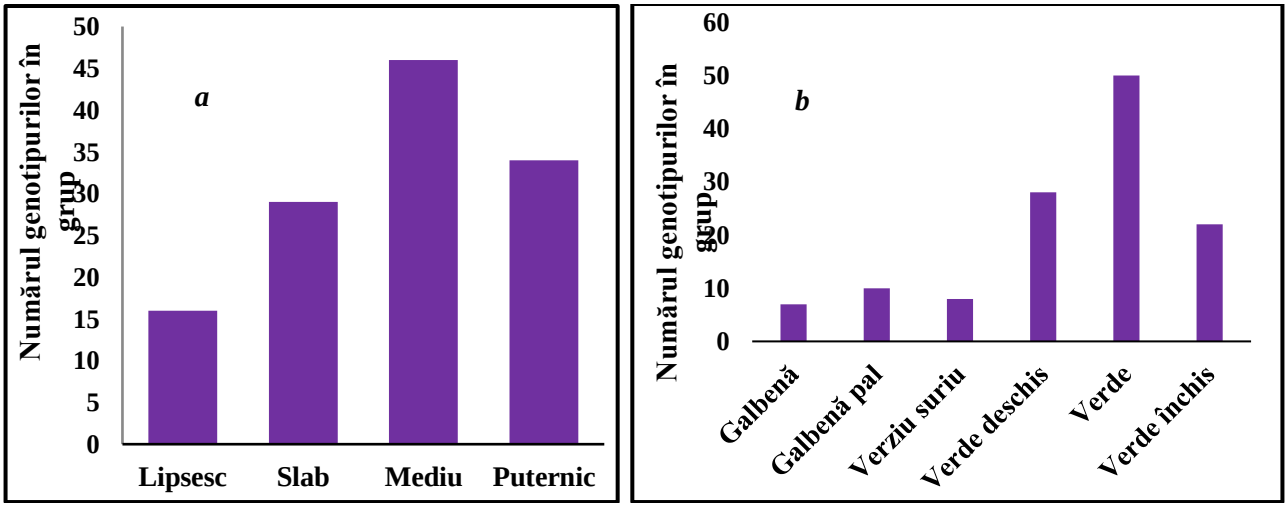


Fig. 2. Distribția formelor mutante de tomate în grupuri: *a*) *culoare antocianică a hipocotilului; b*) *culoarea frunzei cotiledonare*

Variațiile în ceea ce privește ***forma, culoarea, tipul limbului foliar, gradul de sectată, prezența lobilor și lobilor mici la frunzele principale, gofrarea, gradul de pubescență la planta adultă*** sunt determinate de următoarele gene: *fu; me; div; dt; res; aut; d; Op; m-2; coa; Ver; inc; c; a; lut; ch; marm; Wo^{m}; Ven; wt; nv; l-2; wd; Xan/$^{+}$; Xa-3; bls; ful; mua; alf; spl; ag; ta; inta; apn; lur; pl; per; ug-6; clau; oc; alb; ig; vo; etf; lg; Tor; bul; V-3; hl; syv; Cu; e; ra.* Urmărind manifestarea și gradul de expresie fenotipică formele mutante s-au distribuit în grupuri, pentru utilizarea lor eficientă în ameliorare (Fig. 3).

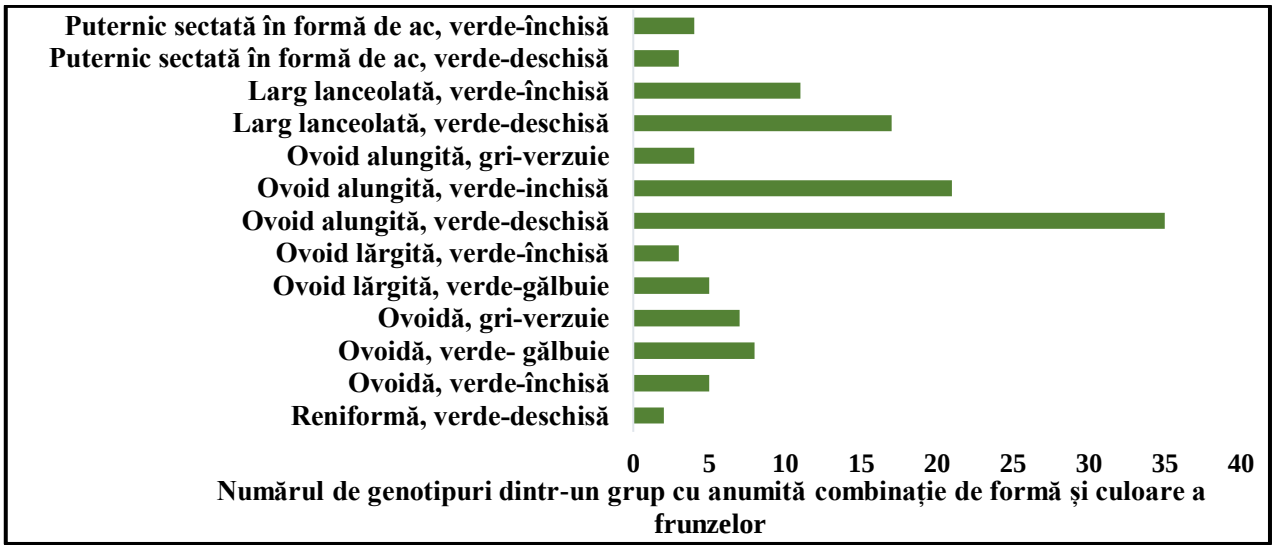


Fig. 3. Distribuția formelor mutante din colecția de tomate pe baza formei și culorii frunzelor

Sistemul de reproducere și genele mutante ce controlează manifestarea fenotipică. Deosebirile între formele mutante în ceea ce privește mărimea florii, numărul de lobi, raportul dintre numărul sepalelor și al petalelor, lungimea acestora (petalelor și sepalelor), prezența pubescenței și culoarea florilor sunt principalele caractere distinctive care diferențiază evident mutanții. În colecția noastră, există forme mutante cu inflorescențe puternic ramificate *(s, mult, mup, mux, mua),* reduse *(hg, di),* cu o singură floare (*uf*) și fasciate. Au fost identificate și descrise diferite tipuri de sterilitate – Mo544 (*ds*), Mo (*ex*), Mo432 (*Ge*), Mo638 (*ms*), Mo787 (*ms-2*), Mo779 (*ms-31),* Mo732 (*psu*), Mo504 (*s*), Mo732 (*ste*), Mo738 (*ste*), Mo756 (*st*), Mo822 (*spl*). Mutantele manifestă o variabilitate considerabilă în ceea ce privește numărul de elemente ale periantului și androceului. Lungimea sepalelor din caliciu poate fi mai mică decât a petalelor din corolă, egală sau considerabil mai mare. Aceste gene prezintă un interes deosebit pentru orientarea și implicarea lor activă în procesul de ameliorare prin heterozis cu scopul creării formelor androsterile la tomate. Conform gradului de expresie fenotipică a caracterelor sistemului reproductiv, genotipurile din genofondul de mutanți (125 probe) au fost sistematizate în diferite grupuri (Tab. 4).

Tabelul 4. Diversitatea formelor mutante de tomate în baza manifestării caracterelor sistemului reproductive

Gradul de manifestare a caracterului	Limitele valorilor caracterelor	Numărul genotipurilor în grup
Nivelul de fixare a primei inflorescențe		
Frunza, sub care se fixează prima inflorescență	4 - 5	15
	6 - 8	33
	9 - 12	59
	13 și mai sus	23
Tipul inflorescenței		
Flori solitare	1 - 3	6
Inflorescență simplă	4 - 10 flori în inflorescență	59
Inflorescență simplă cu pubescență puternică	1 - 7 flori în inflorescență	11
Intermediar (1-2 axe)	10 - 18 flori în inflorescență	32
Compus (3-4 sau mai multe axe)	19 și mai mult (până la 60 floricele)	15
Dimensiunea și culoarea florii		
Puține componente – cinci elemente	Mici, galbene deschis, pubescență slabă	3
	Mici, galbene deschis, cu pubescență	6
	Mari, galbene deschis, fără pubescență	13
	Mari, galbene deschis, cu pubescență	11
	Mici, galbene, cu pubescență	15
	Mari, galbene, cu pubescență	41
Multe componente – mai mult de cinci elemente	Mici, galbene, fără pubescență	12
	Mari, galbene, cu pubescență	24

4.2. Reacția genotipică a polenului formelor mutante de tomate la acțiunea factorilor abiotic de stress (temperaturi ridicate, scăzute și secetă)

Pentru prima dată s-au efectuat lucrări de apreciere a formelor mutante de tomate (125 genotipuri), de testare în condiții de stres, artificial create (temperatură ridicată, scăzută, secetă) pe baza unui complex de caractere a gametofitului mascul. Conform indicilor caracterelor analizate – viabilitatea polenului, lungimea tuburilor polenice, rezistența în etapa de germinare a polenului și creștere a tuburilor polenice, precum și particularităților de manifestare în diferite condiții de stres, au fost identificate forme mutante cu diferite tipuri de rezistență, genetic determinate:

– Forme mutante, caracterizate prin ***rezistență ridicată a polenului la factorii de stres studiați (temperatură ridicată, scăzută, secetă).***

– Forme mutante cu ***reacție ridicată (sensibilitate) a polenului la acțiunea factorilor de stres sus-menționați.***

– Mutanți care combină rezistența ***la temperaturi ridicate și scăzute.***

– Mutanți care combină rezistența ***la temperatură ridicate și secetă.***

– Mutanți care combină rezistența ***la temperatură scăzută și secetă.***

– Forme mutante, polenul cărora este ***rezistent doar la temperatură ridicată.***

– Forme mutante, polenul cărora este ***foarte rezistent doar la temperatură scăzută.***

– Forme mutante, polenul cărora este ***foarte rezistent doar la secetă.***

– ***Forme mutante de tomate cu variabilitate intrapopulațională largă a caracterelor analizate ale polenului în diferite condiții de stres termic artificial create****:*

a) genotipuri, *la care în condiții de stres crește un număr nesemnificativ de grăunciori de polen, însă cele germinate formează tuburi polenice foarte lungi si uniforme*.

b) genotipuri, *la care grăunciorii de polen cresc activ, dar pe fonduri de stres nu formează tuburi polenice suficient de lungi pentru a fi funcționale în fecundare (tuburile sunt foarte scurte, cu grad diferit de deformații*).

Pe baza datelor obținute, putem concluziona că rezistența la acești trei factori de stres abiotici – temperatură ridicată, scăzută și secetă este determinată de *diferite sisteme genetice, cu diferențe chiar și în cadrul unei forme mutante pentru două caractere diferite de polen: i) germinarea polenului, ii) capacitatea grăunciorilor de polen germinați, de a forma tuburi suficient de lungi pentru a asigura fecundarea.*

Conform reacției polenului fiecărei forme mutante la acțiunea a trei factori abiotici de stres și manifestării caracterelor, acestea au fost sistematizate conform scalei de rezistență (Fig. 4).

Nu s-au constatat dependențe între tipul, nivelul de rezistență a polenului și setul de gene marker mutante. De exemplu, unii mutanți cu mai multe gene marker – Mo 500 (*Wo^m, aw, d, o, r, m-2*); Mo 519 (*r, c, wd*); Mo 632 (*g, h, t, l-2, u, pl, lg*); Mo 924 (*uf, vi, y*) manifestă rezistență ridicată a polenului pe baza ambelor caractere, în timp ce mutanții – Mo 308 (*a, c, d, l*); Mo 451 (*sp, hp, u, og*), Mo 638 (*a, v-2, c, u, y, t, gs, gf, r, mc*); Mo 663 (*rvt, vo, d, gf, ssp*) înregistrează sensibilitate ridicată. Analiza influenței condițiilor de mediu asupra variabilității caracterelor polenului, a evidențiat

reacții diferite ale acestora, însă indicii au respectat norma de reacție, proprie formei mutante concrete la ambii factori de stres, ceea ce poate fi utilizat în ameliorare chiar la primele etape de selecție. Totodată, aceasta demonstrează oportunitatea și eficiența utilizării fondurilor de stres cu scopul identificării și selecției genotipurilor rezistente de tomate.

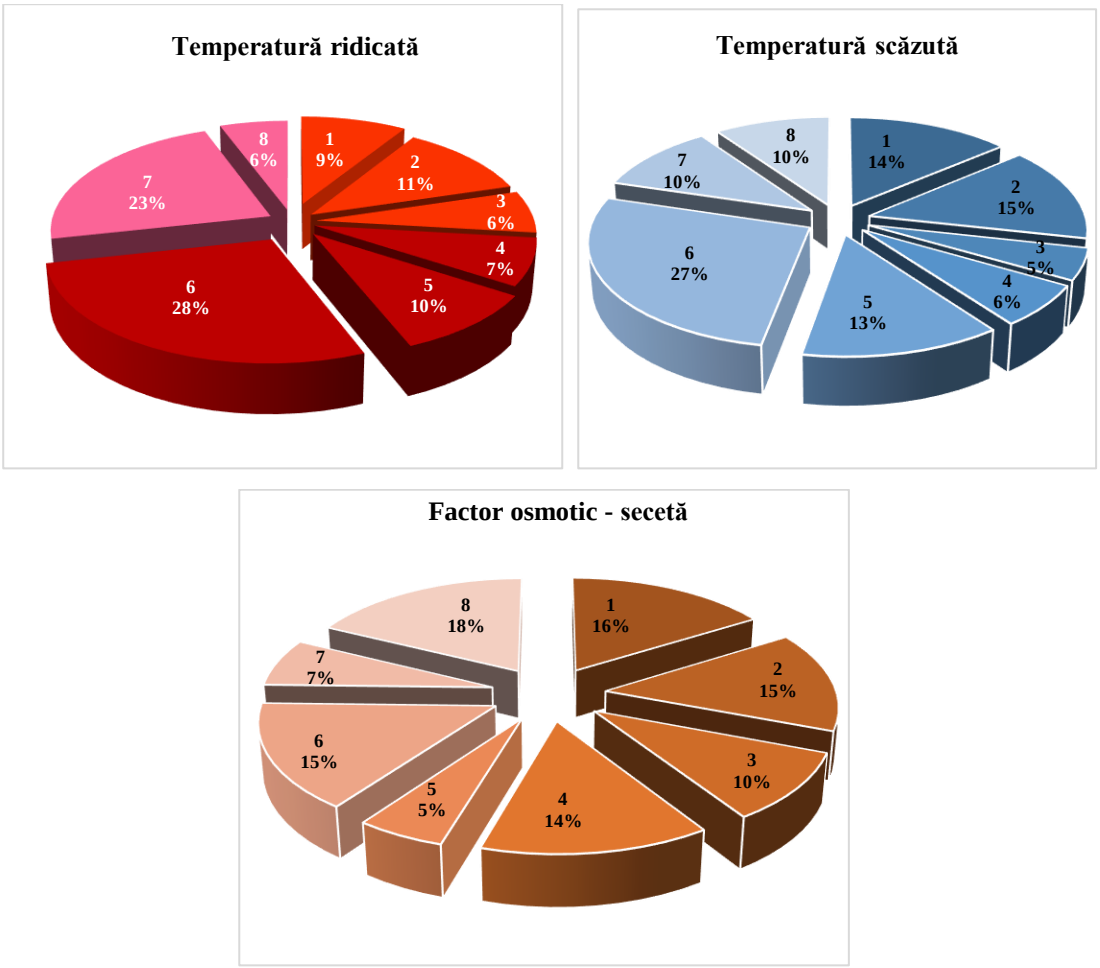


Fig. 4. Distribuția formelor mutante de tomate în grupuri pe baza rezistenței polenului la temperaturi ridicate, scăzute și la stresul osmotic (secetă)

Legendă: ***1*** *– forme nerezistente;* ***2*** *– slab rezistente pe baza ambelor caractere ale polenului;* ***3*** *– mediu rezistente;* ***4*** *– rezistente;* ***5*** *– ridicat rezistente;* ***6*** *– foarte rezistente;* ***7*** *– forme nerezistente pe baza germinării polenului, dar, rezistente conform creșterii tubului polenic;* ***8*** *– forme rezistente pe baza germinării polenului, dar nerezistente conform creșterii tubului polenic.*

4.3. Potențialul formelor mutante de tomate pe baza caracterelor agronomice valoroase

Tipul de creștere a plantelor și durata perioadei de vegetație. Diversitatea formei tufelor de tomate este determinată în special de dimensiunea acestora (*d, dd, dmp, dmd, ssp, sp, sp*$^{+}$, *sp*$^{\pm}$), numărul lăstarilor laterali (*ls*), gradul de ramificare (*atn, bu, br, cg, bip, com, sd, bls, wd*, etc.). În dependență de manifestării, gradul de expresie fenotipică a caracterelor controlate de genele menționate și durata perioadei de vegetație, formele mutante au fost sistematizate în grupuri de creștere:

nedeterminat: *timpurii* (98-108 zile), *semitimpurii* (110-118 zile), *tardive (*121 -134 zile); ***determinat:*** *extratimpurii* (89-99 zile), *timpurii* (104-109 zile), *semitimpurii* (110-118 zile), *tardive* (121-137 zile), *extratardive* (154-158 zile); ***semideterminat*:** *timpurii* (102-109 zile), *semitimpurii* (110-117 zile), *tardive* (121-132 zile); ***superdeterminat***: *extratimpurii* (87-98 zile), *timpurii* (100-109 zile), *semitimpurii* (111-119 zile); ***forme pitice***: *extratimpurii* (79-99 zile), *timpurii* (101-109 zile), *semitimpurii* (112-119 zile), *tardive* (121-147 zile). Astfel, genofondul formelor mutante de tomate are un spectru larg de forme vitale, cu tip diferit de creștere și termen de coacere a fructelor, și valorificat în calitate de material inițial al acestor caractere la soluționarea problemelor teoretice și practice în ameliorarea formelor pentru teren deschis și protejat.

Identificarea și sistematizarea formelor mutante de tomate pe baza caracterelor fructului. Genofondurile aflate în studiu, sunt larg prezentate de genele marker care controlează diferite caractere ale fructului [30]. ***Culoarea fructului*** este determinată de mai multe gene mutante: *o, at, ep, dg, gf, hp, t, u, ug, Ip, l, r, sh, y* ce controlează caracterul, intensitatea culorii fructului în procesul coacerii și gradul de deosebire a fructelor mature. Conținutul de ***licopen*** și ***β-caroten*** în fructe este controlat de genele *β, $β^c$, $β^{og}$, Del*. De rând cu însușirile biochimice, în special ale pigmenților fructului, aceste gene influențează și calitățile gustative, dietetice și capacitatea de transport a fructelor [1, 43, 55]. Genele culorii, cel mai mult influențează compoziția pigmenților fructelor. Este de menționat că unele gene mutante – *r, at, sh,* diminuează conținutul general al carotenoizilor [60], pe când altele – *hp, hp-1, hp-2, Ip, dg,* îl măresc [61], iar genele *β, $β^c$, Del, t, gs, fg* schimbă compoziția și raportul acestoră, fără să influențeze conținutul general. O importanță deosebită pentru imbunătățirea compoziției chimice a fructelor de tomate are gena *β*, care mărește conținutul de *β*-caroten – precursorul de bază al vitaminei A. Genotipurile cu gena *β,* ca rezultat al substituției licopenului cu *β*-caroten, au culoare oranj sau roș-oranj a fructelor [39, 55]. Textura ***cărnoasă*** și ***elasticitatea*** bună a fructelor este atribuită genelor *pat* și *pat-2*. Utilizarea acestora în ameliorare îmbunătățește formarea și dimensiunea fructelor, cu precădere la cultivarea tomatelor în condiții nefavorabile. ***Gradul pubescenței*** diferitelor părți ale plantei este determinată de genele *Ln, p, vi, Wo^m*. ***Fructele care nu se coc*** se întâlnesc la formele mutante, purtătoare ale genelor *rin, nor, alc*. ***Forma fructului*** la tomate, ca și ***culoarea*** sunt unele din însușirile de bază luate în considerare în ceea ce privește direcția și destinația în crearea noilor soiuri [1]. Specificitatea colecției pe baza formei fructului este determinată și de un alt grup de gene – *O^l, o, obl, el, n*. ***Suprafața fructului*** la formele studiate este netedă sau cu striații de grad diferit, vârful fructului – neted, uneori alungit care proeminează într-un năsuc mai mult sau mai puțin ascuțit. Conform gradului de expresie fenotipică a acestor caractere, sunt descrise genele mutante care controlează particularitățile de manifestare – *ep, o, el, crl, f, y, bk, lc, O^l, n, n-2, ck, anr, ptb* [30]. Au fost identificate și sistematizate forme mutante de tomate în ceea ce privește ***forma, culoarea, structura logelor seminale, abaterile de la durata coacerii fructelor*** și ***prezenței semințelor*** – *an, aw, e, ds, Ge, at, Bog, Lc, Ip, Del, Abg, at, gf, Gr, hp-1, lo, loc, Nr, r, t, fi, bs* [30]. Luând în

considerare natură manifestării caracterelor fructului pentru utilizarea lor în ameliorare, formele mutante au fost distribuite în următoarele grupuri:

Grupul I – fructe rotunde cu diferită intensitate a culorilor (16 varietăți, în ceea ce privește gama de culori ale fructului): 1 – roșu, 2 – roșu intens, 3 – roșu-oranj, 4 – oranj, 5 – galben și galben-maro, 6 – roz, 7 – alb, 8 – verde întunecat și verde-gălbui, 9 – verde intens cu pubescență, 10 – roșu-bordo-negriu, 11 – maro-negru, 12 – roșu cu dungi roze, 13 – roz cu dungi galbene, 14 – roșu cu dungi galbene, 15 – verde cu dungi galbene, 16 – oranj cu dungi roze.

Grupul II – fructe aplatisate (separate în 3 varietăți în ceea ce privește suprafața fructului, în corelare cu culoarea): ***A*** – *suprafață netedă* (1 – roșu aprins, 2 – roșu întunecat, 3 – verde); ***B*** – *suprafață semistriată* (1 – roșu, 2 – roșu intens); ***C*** – *puternic striată* (1 – roșu, 2 – roșu întunecat, 3 – roz intens cu dungi oranj).

Grupul III – fructe alungite (împărțite în 5 subgrupuri, după forma fructului): ***A*** – *formă de pară* (1 – roșu, 2 – gaben ca lămâiul, 3 – oranj intens, 4 – roz); ***B*** – *pruniforme* (1 – roșu, 2 – oranj, 3 – oranj-maro); ***C*** – *cilindrice* (1 – roșu, 2 – oranj); ***D*** – *cordiforme* (1 – roșu, 2 – roz); ***E*** – *elipsoidale* (1 – roșu).

Aceste forme prezintă o sursă inepuizabilă de germoplasmă care oferă largi oportunități pentru utilizarea lor multidimensională la crearea noilor soiuri și hibrizi de tomate pentru diferite destinații, inclusiv în scopuri decorative.

În opinia Stubbe H., autorului a 500 forme mutante de tomate [33], pentru utilizarea targhetată și eficientă a acestora în cercetările genetico-ameliorative, este necesară o informație amplă despre variabilitatea fenotipică a caracterelor marker în arealul concret de cultivare. Cercetările noastre [30] au demonstrat că manifestarea și fiabilitatea identificării genelor mutante, depind atât de particularitățile genotipului, cât și de condițiile de mediu. S-a constatat că diferite caractere marker, în condiții fluctuante de mediu (câmp), se manifestă diferit. Cea mai sensibilă la acțiunea factorilor abiotici este sinteza antocianului în hipocotil și diferite organe ale plantei de tomate (*a, aa, aw, at, al, ag, bls, cla,* etc). În unele cazuri, culoarea antocianică se manifestă puternic, în alte cazuri – lipsește. O situație similară s-a constatat pentru modificarea pubescenței, controlată de genele *h, hl, hr, hrt, hs, vi, Ln*, etc. Într-o oarecare măsură, aceasta se referă și la mutanții care se caracterizează prin culori și forme deosebite ale fructului, pete neuniforme și necroze ale frunzelor (*Abg, af, at, B, bk, coa, ctr, cul, dg, alb, v-2, imp^{dia}, psu,* etc). O magnitudine largă a variabilității caracterului și a gradului de manifestare fenotipică s-a înregistrat și în cazul markerilor sterilității (*ex, ex-2, ps, ps-2, s, sl-2, st, ste*), genelor marker *mup, mux, mua, ms-2, uf* ce controlează tipul inlorescenței și numărul de flori. Un alt grup de gene – *alb, ch, cv, lur, lut, marm, spl, scf* se identifică foarte ușor la etapa frunzei cotiledonale pe durata creșterii și dezvoltării răsadului în seră, însă, după plantare în câmp, caracterele controlate de aceste gene nu s-au manifest. La cultivarea formelor mutante de tomate, purtătoare ale acestor gene – Mo 328 (*lut*), Mo 634 (*alb*), Mo 781 (*marm*), Mo 791 (*alb*) doar în condiții de seră, markerii se identifică până la sfârșitul vegetației plantelor. În funcție de condițiile de cultivare, caracterele marker *div, gq, dl* se manifestă diferit. În cadrul cercetărilor nu s-a reușit identificarea genelor marker *ven, apn,* nici în condiții de camp, nici de seră. Multe caractere marker se manifestă doar la o anumită etapă de creștere și dezvoltare (germinare-plantulă, cotiledoane,

primele frunze adevărate, înflorire, coacere completă a fructelor, etc), ceea ce stă la baza recomandărilor autorului (Stubbe H., 1966) pentru utilizarea lor în ameliorare doar având o informație exhaustivă despre gradul de expresie fenotipică a markerului.

Ca rezultat al cercetării exhaustive a genofondului mutant de tomate, au fost identificate forme cu rezistență genetică determinată la unul, doi sau toți factorii de stres aflați în studiu. A fost elucidată variabilitatea largă a caracterelor morfo-biologice și agronomic valoroase: tipul de creștere, culoarea, forma, dimensiunea, numărul de loge, epoca de coacere și calitatea fructelor, durata vegetației, sterilitatea, formarea limitată a lăstarilor laterali, lungimea internodurilor, productivitatea. S-a demonstrat că potențialul genetic al formelor mutante de tomate (gene mutante) este unica sursă de germoplasmă care determină spectrul larg al formelor de plante, ceea ce poate fi utilizat activ în soluționarea problemelor teoretice și practice ale selecției (crearea materialului inițial de nouă generație, liniilor, soiurilor, hibrizilor heterozigoți), dar și aplicat, ca instrument (obiect) pentru efectuarea cercetărilor fundamentale genetice, fiziologice și biochimice [30].

5. TEHNOLOGII GAMETICE ȘI UTILIZAREA LOR ÎN CERCETĂRILE GENETICO-AMELIORATIVE A TOMATELOR

5.1. Variabilitatea caracterelor morfologice a nucleilor vegetativ (V) și generativ (G) a celulelor polenului de tomate la linii și hibrizii F_1, sub influența temperaturilor de stres. Sunt prezentate rezultatele cercetării caracterelor morfologice – diametrul, perimetrul, suprafața nucleilor ***vegetativ (V)*** și ***generativ (G)*** a celulelor polenului de la tomate sub acțiunea temperaturii ridicate (45ºC) și scăzute (+7ºC) la formele parentale (P_1, P_2) și hibrizii F_1. S-a constatat că nucleii V și G reacționează diferit la acțiunea temperaturilor menționate. O explicație plauzibilă a diferenței de reacție ar fi particularitățile de structură – nucleul celulelor V este mare și vacuolizat, spre deosebire de nucleul G care este mai mic și dens. Nucleii V și G ai polenului la genotipurile homo- și heterozigote se deosebesc și după componența factorilor ereditari. Nucleii celulelor **V**, pe baza caracterelor morfologice în populațiile tuturor hibrizilor F_1 sunt mai uniformi, decât la genitori și dimpotrivă, în celulele **G** variabilitatea acestora la genitori, în special în variantele experimentale, este mai ridicată decât în populațiile F_1.

Gruparea în clastere a genotipurilor de tomate conform caracterului de manifestare a însușirilor morfologice al nucleilor **V** al polenului la temperatura 25ºC (martor), a demonstrat următoarea distribuție: în clusterul 1 s-au localizat genotipurile cu valori medii ale caracterelor (diametru, perimetru, suprafața nucleilor), în clusterul 2 – cu valori joase, iar în clusterul 3 – cu valori înalte. Răspunsul diferențiat al polenului la temperatura 45ºC a evidențiat gradul de similitudine a genotipurilor, ele repartizându-se în clustere diferite. Este de menționat faptul că temperatura 7ºC n-a avut o influență semnificativă asupra variabilității caracterelor nucleilor în celulele V, iar gradul de similitudine comparativ cu martorul, aproape că nu s-a schimbat (Fig. 5). Manifestarea însușirilor celulelor polenului în generația F_1 este determinată cu preponderență de forma paternă.

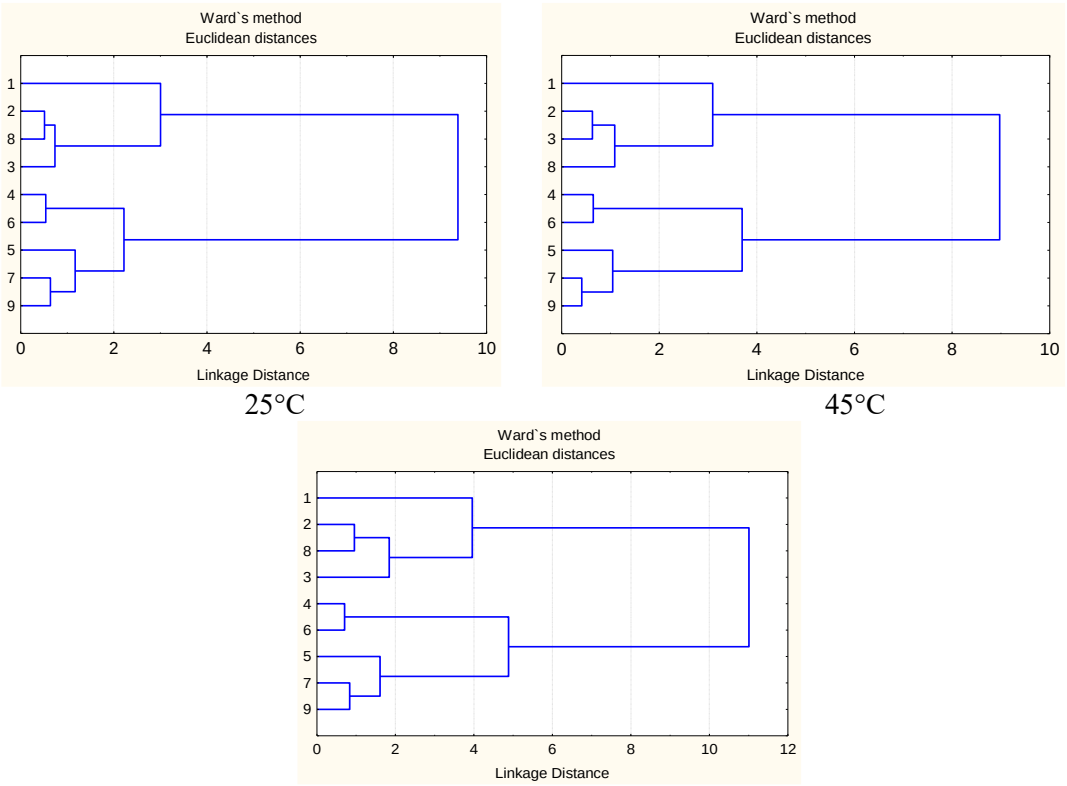


Fig. 5. Dendrograma de distribuție a genitorilor și hibrizilor F_1 de tomate pe baza caracterelor morfologice ale nucleilor celulelor V a polenului, la temperaturi ridicate și scăzute: 1. *L 187(1);* **2.** *L 965;* **3**. *F_1 Irok;* **4**. *L 187(2);* **5**. *L 828;* **6**. *F_1 Crasnaia strela;* **7**. *L 965;* **8**. *L 214;* **9.** *F_1 Severnii express*

Analiza caracterelor morfologice ale nucleilor **G** celulelor polenice pe trei condiții termice diferite (25ºC, 45ºC, 7ºC) au demonstrat o variabilitate mai largă, comparativ cu nucleii V. Clusterele au manifestat însușiri specifice pronunțate (Fig. 6). Astfel, în varianta martor (25ºC), mărimea și caracterul de manifestare a însușirilor sunt determinate de influența genitorului patern la toți hibrizii, însă la temperaturile 45ºC și 7ºC, acestea au fost determinate puternic de genitorii materni. Reacția formelor parentale și a hibrizilor F_1 de tomate la acțiunea factorilor de stres s-a manifestat diferențiat. Cu toate acestea, genotipurile provenite din populațiile diferitelor încrucișări, conform nucleilor **G** la ambele temperaturi (45ºC și 7ºC), au demonstrat o distribuție similară în clustere (Fig. 6). Probabil că selecția conform rezistenței la un factor, contribuie la sporirea toleranței și la un alt factor.

5.2. Variabilitatea și heritabilitatea conținutului de ADN și dispersia cromatinei

Au fost cercetate influențele temperaturii ridicată (45ºC) și a celei scăzută (7ºC) asupra variabilității caracterelor conținutului de ADN și dispersia cromatinei al nucleilor vegetative **(V)** și generative **(G)** al celulelor polenice al hibrizilor F_1 de tomate și formelor parentale (trei combinații hibride).

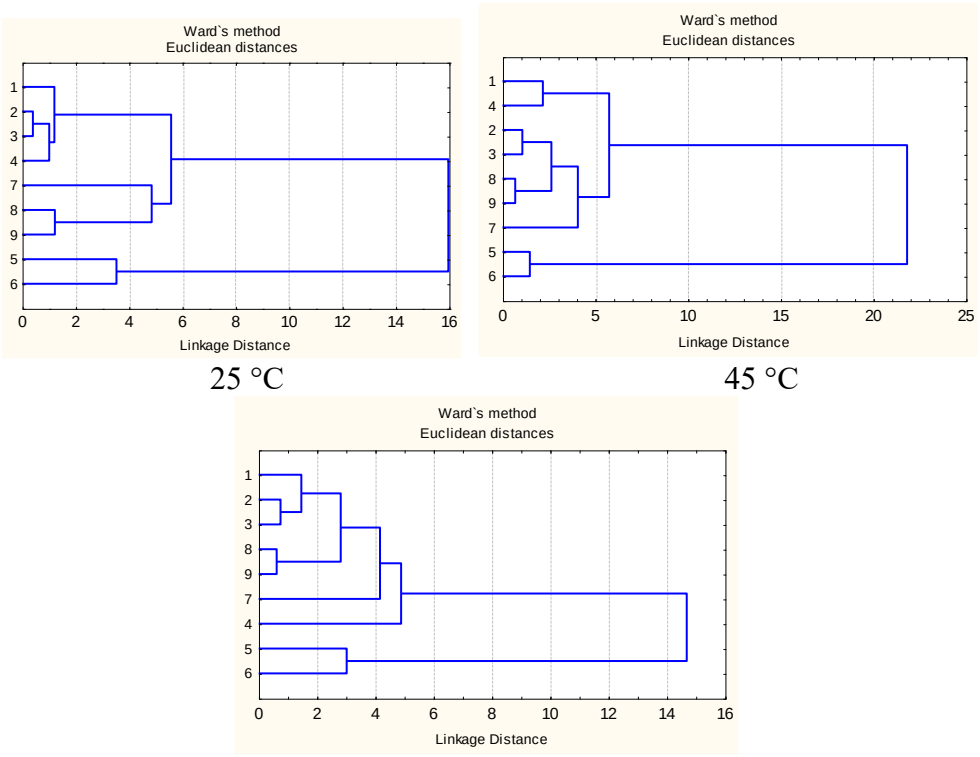


Fig. 6. Dendrograma de distribuție a genitorilor și hibrizilor F_1 de tomate pe baza caracterelor morfologice ale nucleilor celulelor G al polenului, la temperaturi ridicate și scăzute: 1. *L 187(1);* **2.** *L 965;* **3**. *F_1 Irok;* **4**. *L 187(2);* **5**. *L 828;* **6**. *F_1 Crasnaia strela;* **7**. *L 965;* **8**. *L 214;* **9**. *F_1 Severnii express*

În ceea ce privește conținutul de ADN în nucleii V și G, au fost observate deosebiri distincte între hibrizi și genitori. În mod deosebit, diferențele au fost mai evidente pe fondul stresului termic. Este posibil, ca aceasta este determinată de faptul că gameții genotipurilor heterozigote sunt de diferite tipuri, cu componență diferită a factorilor ereditari, în felul acestea a fost creat un spectru mai larg al variabilității, determinat de reacția diferită la stresul termic. Pornind de la faptul că nucleul G al celulei este purtător al informației ereditare, rezultă că el determină variațiile genomice, pe când nucleul celulei vegetative prezintă o sursă a activității metabolice.

Deosebiri mari s-au înregistrat între formele parentale și hibrizii F_1, atât în nucleii V, cât și G al celulelor polenului, în ceea ce privește dispersia cromatinei, ceea ce reflectă activitatea ei funcțională. Mărirea acestui indice indică o structură mai compactă a cromatinei și diminuarea activității ei [34]. Nu s-a constatat o anumită relație strictă a influenței factorilor de stres termic asupra variabilității caracterelor – *conținutul de ADN* și *dispersia cromatinei.* Manifestarea acestor caractere la hibrizii F_1 de tomate a fost determinată cu precădere de particularitățile genotipice ale genitorilor.

Un criteriu relativ al rezistenței termice a genotipurilor poate fi considerat raportul conținutului ADN în nucleii V și G (G/V) ale celulelor polenului, care caracterizează procesul de sinteză al ADN [13]. De menționat este faptul că, polenul a fost obținut de la plante cultivate în seră, în care temperatura în perioada de vară a depășit 30ºC, motiv pentru care raportul G/V în varianta martor a fost în favoarea rezistenței, în timp ce, ulterioara tratare termică prezenta un stres suplimentar. S-a constatat că rezistența polenului a cei trei hibrizi F_1 la temperaturile de stres (45ºC și 7ºC), a fost mai joasă

decât la genitorul rezistent sau, practic coincidea cu acesta (Tab. 5). Fenomenul denotă că liniile parentale dețin o rezistență genetică diferită. Deci, în cadrul hibridărilor pe lângă indicătorii de rezistență ai gametofitului mascul, este necesar de selectat genitori cu capacitate combinativă ridicată și rezistență similară la stresul termic

Tabelul 5. Raportul conținutului de ADN în nucleii G și V ai celulelor polenului la liniile parentale și hibrizii F_1 de tomate, la acțiunea diferitelor temperaturi

Hibridul F_1	t = 25ºC (martor)			t = 45ºC			t = 7ºC		
	P_1	P_2	F_1	P_1	P_2	F_1	P_1	P_2	F_1
Iroc	1,20	1,15	1,09	1,28	1,04	0,96	1,38	1,21	1,19
Crasnaia strela	1,14	1,09	1,18	1,23	0,91	0,85	1,32	1,08	1,08
Severnii express	1,35	1,25	1,24	1,31	1,21	1,31	1,01	1,22	1,06

În paralel, s-a analizat influența genotipului și factorilor de temperatură asupra variabilității conținutului de ADN în nucleii V și G ale celulelor polenului. S-a constatat că în varianta cu temperatură ridicată, rata de influență a interacțiunilor a doi factori asupra variabilității cantității de ADN este considerabil mai evidentă în celulele G – 78,4%, comparativ cu celulele V – 47,4% (Tab. 6). Pe fondul temperaturii scăzute, atât în celulele V, cât și G, influența interacțiunii *genotip x temperatură* este destul de ridicată și a fost de 62,6% respectiv 60,6% (Tab. 6). Aceasta relevă potenţa genotipurilor în cadrul selecției insușirilor de adaptare.

Influența genotipului, a temperaturii și a interacțiunii acestora asupra variabilității dispersiei cromatinei este diferită în mică măsură. Variabilitatea largă a dispersiei cromatinei s-a observat la interacțiunea acestor factori în varianta în care polenul a fost supus acțiunii temperaturii ridicate – 45ºC: în celulele V – 66,1%, în celulele G – doar 38,6% şi este determinată de genotip în 23,1%. Pe fondul de temperatură scăzută, cota de influență a genotipului a fost 32,8% în celule V și 32,1% în celulele G; a temperaturii: 32,8% în celule V și 44,8% în celule G) a fost înaltă (Tab. 6), ceea ce a permis diferențierea exactă a genotipurilor. Probabil, rezistența polenului este determinată de activitatea funcțională a cromatinei.

Tabelul 6. Gradul de influență a diferiților factori asupra conținutului de ADN și dispersiei cromatinei în nucleii V și G ale celulelor de polen sub influența stresului termic

Factor	Conținut ADN				Dispersia cromatinei			
	t = 45ºC		t = 7ºC		t = 45ºC		t = 7ºC	
	V	G	V	G	V	G	V	G
Genotip	16,0	18,3	23,2	29,3	9,0	23,1	32,8	32,1
Temperatură	23,4	4,1	8,1	1,8	5,9	9,4	32,8	44,8
Interacțiune *genotip x temperatură*	47,4	78,4	62,6	60,6	66,1	38,6	26,6	10,0

Pornind de la cele menționate, putem concluziona că manifestarea caracterelor citochimice – conținutul de ADN și dispersia cromatinei în nucleii V și G ale celulelor polenice, la toți hibrizii F_1 de tomate, au fost sau intermediare sau similar cu

genitorul mai puțin rezistent, ceea ce denotă ***caracterul recesiv al heritabilității rezistenței la factorii de stres termic.***

Rezultate asemănătoare s-au obținut și de alți autori [6, 56], conform cărora la hibrizii F_1 de porumb, au loc modificări genomice, ceea ce denotă instabilitatea conținutului ADN-ului nuclear. S-a constatat de asemenea că la hibrizii interliniari cu heterozigoție înaltă, cantitatea de ADN nuclear este la nivelul mediu între genitori, iar la F_1 cu heterozis diminuat, cantitatea de ADN a fost mai înaltă cu 5% [37]. Variabilitatea largă a conținutului de ADN dependent de condițiile de mediu, au fost înregistrate la alopoliploizii de triticale și grâu [2, 4].

5.3. Heritabilitatea rezistenței caracterelor gametofitului mascul la temperaturi ridicate și scăzute în generația F_1 de tomate

A fost cercetată heritabilitatea rezistenței caracterelor gametofitului mascul (viabilitatea polenului, lungimea tubului polenic, rezistența la etapele de germinare a polenului și creștere a tubului polenic) la temperaturi ridicată (45ºC) și scăzută (7ºC) la hibrizii F_1 obținuți în încrucișări directe și reciproce la linii cu nivel diferit de rezistență.

S-a stabilit că în încrucișarea a două linii rezistente (L187 x L828), a avut loc o supradominanță negativă (depresie) la hibrizii F_1 – direcți și indirecți, atât în ceea ce privește rezistența la temperatură ridicată cât și scăzută, ceea ce denotă caracterul recesiv al acestor trăsături.

La hibridul L187 x L 965, în care unul din componenții parentali este rezistent la ambele temperaturi, iar celălalt este suprasensibil, se constată o dominanță și supradominanță negativă în ceea ce privește rezistența la temperaturile extreme. Un fenomen similar s-a manifestat în cazul rezistenței tuburilor polenice (Tab. 7). Concluzia legată de caracterul recesiv al rezistenței caracterelor aflate în studiu fiind valabilă și în acest caz.

Dacă ambele forme parentale – L558 și L965 al hibridului F_1 sunt sensibile la temperaturi experimentale extreme, se observă o supradominanță în ceea ce privește rezistența polenului în etapa de germinare și de creștere a tubului polenic. La încrucișarea directă, rezistența polenului la temperatură joasă în etapa de germinare se moștenește intermediar, iar la încrucișarea indirectă – conform tipului dominant al celui mai bun părinte (Tab. 7). Manifestarea caracterelor este mai puternică pe fondul temperaturii ridicate. Se poate presupune că liniile luate în studiu sunt înrudite, iar încrucișarea lor a condus la combinarea alelelor celor două genomuri și amplificarea rezistenței la hibrizii F_1.

Hibrizii reciproci F_1 – L469 x L186 și L186 x L479, creați cu participarea genitorilor care au un nivel similar – cu rezistență medie a caracterelor gametofitului mascul la factorii de stres termic, produc polen mai rezistent la temperatură înaltă decât formele parentale. Aceasta se observă și la caracterul de rezistența la frig, la germinarea polenului și la creșterea tubului polenic (Tab. 7). Probabil că liniile L469 și L186, implicate în încrucișare, dețin diferite gene de rezistență echivalente, combinarea cărora într-un genotip – F_1, a fost amplificat, fenotipul caracterelor fiind o rezistență sporită a genotipurilor.

Tabelul 7. Heritabilitatea rezistenței gametofitului mascul la temperaturi ridicate și scăzute în generația F_1 de tomate

Combinație hibridă	Coeficientul de heritabilitate – h_p					
	Polen proaspăt recoltat (martor)		Rezistență la temperatură ridicată		Rezistență la temperatură scăzută	
	1	2	3	4	5	6
L187 × L828	- 1,4	+ 2,0	- 0,55	- 1,5	- 6,0	- 7,1
L828 × L187	- 1,6	+ 3,3	- 1,21	- 2,65	- 5,2	- 7,2
L187 × L965	+ 3,9	+ 6,4	- 0,71	- 0,86	- 1,0	- 153,8
L965 × L187	- 1,5	+ 3,7	- 0,82	- 0,30	- 0,70	- 139,6
L558 × L965	- 1,2	- 0,06	+ 16,4	+ 2,2	+ 0,33	- 0,94
L965 × L558	- 5,5	- 0,13	+ 26,9	+ 2,8	+ 1,0	- 1,20
L469 × L186	+ 1,5	+ 0,89	+ 1,43	+ 24,0	+ 4,9	+ 0,06
L186 × L469	+ 0,4	+ 0,56	+ 3,0	+ 79,6	+ 8,3	+ 1,4
L965 × L214	- 1,0	- 0,33	+ 1,1	+ 0,28	+ 41,0	+ 0,42
L214 × L965	- 0,5	- 0,06	- 0,18	+ 3,3	+ 12,8	- 0,68
L189 × L965	- 2,6	+ 0,6	+ 67,7	+ 4,48	+ 0,69	- 3,7
L965 × L189	- 2,0	- 1,0	+ 49,8	+ 0,40	- 0,94	- 9,4

Notă: **1.** Viabilitatea polenului proaspăt recoltat; **2.** Lungimea tuburilor polenice; **3.** Rezistența la temperatura ridicată în etapa de germinare a polenului; **4.** Rezistența tubului polenic la temperatură ridicată; **5.** Rezistența la temperatură scăzută în etapa de germinare polenului; **6.** Rezistența tubului polenic la temperatură joasă.

Nu s-au constatat deosebiri semnificative în ceea ce privește moștenirea caracterelor gametofitului mascul la hibrizii reciproci F_1. Relațiile stabilite pentru heritabilitatea rezistenței caracterelor gametofitului mascul la temperaturi ridicată și scăzută la hibrizii F_1, la încrucișarea genotipurilor ce se deosebesc prin rezistență sau au rezistență similară, *denotă caracterul recesiv al heritabilității caracterelor pe fondul temperaturilor de stres,* ceea ce este în concordanță cu concluzia din capitolul 5.2 și cu afirmațiile unor autori [17, 24, 52]. Aceste rezultate prezintă un interes deosebit în vederea aplicării practice în ameliorarea tomatelor și pot servi ca premiză pentru selecţia partenerilor de hibridare în selecția pentru heterozis.

5.4. Influența formelor parentale a tomatelor asupra heritabilității caracterelor de rezistență la stresul de temperatură

Influența formelor parentale asupra manifestării rezistenței la temperaturi extreme în generația F_1, a fost stabilită prin analiza statistică bifactorială, și calculul concomitent al coeficientului de heritabilitate în sens larg (h^2). Evaluarea formelor parentale și a hibrizilor F_1 (14 combinații) în ceea ce privește rezistența la temperatură ridicată a fost efectuată pe diferite trepte de temperatură: 35˚C, 38˚C, 45˚C și 48˚C, cu durată diferită de expunere a polenului: 3, 5 și 7 ore. Rezistența la frig a fost determinată prin germinarea polenului *in vitro* în condiţii de temperaturi scăzute: +6˚C și +10˚C. Gradul de influență fiecărui părinte și a interacțiunii lor, asupra eredității rezistenței la factorii de stres termic, a fost calculată în funcție de trăsăturile gametofitului mascul [28].

În general, conform experienței cu 14 combinații de hibrizi F_1, la expunerea polenului la temperaturi de 35˚C, 38˚C, 45˚C și 48˚C, cu timp de expunere de 5 și 7

ore, influența interacțiunilor A x B (*matern* x *patern*) asupra eredității hibrizilor F_1 a fost semnificativă în ceea ce privește *rezistență polenului* la temperatură ridicată. În evaluarea individuală a fiecărei combinații F_1, s-a constatat că influența formei materne (A) a fost mai pregnantă, în special când aceasta a fost mai rezistentă.

Manifestarea caracterului *viabilitatea polenului proaspăt recoltat* (martor) la hibrizii F_1 este determinată de interacțiunea formelor materne și paterne (A x B) (Tab. 8).

Acţiunea termică de 35˚C asupra polenului hibrizilor F_1 timp de 5 ore a demonstrat influența considerabilă a genitorului matern, de 55,4%, asupra manifestării caracterului. La o păstrare mai îndelungată a polenului (7 ore) la aceeași temperatură, valorile se modifică. Rezultate similare au fost obținute și în cazul la temperaturii de 38˚C pe durata de 5 ore. Acțiunea temperaturii asupra polenului timp de 7 ore conduce la intensificarea interacțiuni A x B – 68,0% (Tabelul 8).

S-a constatat că pe fondul temperaturii de 45˚C timp de 5 ore, rezistența hibrizilor F_1 este determinată în special de părintele matern (52,4%). Prelungirea duratei de expunere până la 7 ore, determină micșorarea influenței factorului matern (A) și intensificarea influenței interacțiunii genitorilor matern și patern (A x B) asupra rezistenței polenului hibrizilor F_1 la temperatură înaltă (Tab. 8). O influență puternică asupra heritabilității caracterului în generația F_1 la temperatura 48˚C și de durată diferită de timp de acțiune (5 și 7 ore) o are interacțiunea factorilor A x B, ponderea cărora a fost de 61,6% și respectiv 71,2%, din sursa de variație a acestuia. Proporţia de influență a formei parentale (B) în variantele aflate în studiu a fost nesemnificativă (Tab. 8).

Tabelul 8. Heritabilitatea caracterului de *rezistență a polenului la temperatură ridicată* la hibrizii F_1

Componenții de încrucișare	h^2, %				
	25˚C – 3 ore (martor)	35˚C	38˚C	45˚C	48˚C
	5 ore				
A ♀	12,4	55,4	44,0	52,4	28,6
B ♂	16,2	7,5	15,2	9,2	7,2
A × B (♀ × ♂)	66,7	35,1	39,3	37,9	61,6
	7 ore				
A ♀	12,4	37,6	21,9	35,9	19,0
B ♂	16,2	9,4	10,0	9,5	7,5
A × B (♀ × ♂)	66,7	52,7	68,0	54,4	71,2

***Notă*:** ♀ – L 5 și L 7; ♂ – L 302, L 304, L 305, L 311, L 324, L 327, soiul Viza.

În cadrul a două experiențe, s-a analizat heritabilitatea caracterului *rezistența polenului la frig* la hibrizii F_1 obținuți în diferite combinații. În acest scop, polenul a fost cultivat *in vitro* pe fondul de temperatură +6˚C și +10˚C. S-a calculat rata de influență a fiecărui părinte și a interacțiunii genitorilor asupra heritabilității rezistenței caracterelor gametofitului mascul [28]. Astfel, s-a constatat că rata de influență a factorului matern (A) a constituit 40,6% pe fondul de temperatură +6˚C, și 18,0% – la temperatura +10˚C. În ambele variante: +6˚C și +10˚C, rolul interacțiunilor *genitor matern x genitor patern* a fost semnificativ – 55,7-78,8% (Tab. 9).

Tabelul 9. Heritabilitatea caracterului *rezistența polenului la frig* în generația F_1

Componenții de încrucișare	h^2, %		
	25˚ C – 3 ore (martor)	**10˚C – 24 ore**	**6˚ C – 24 ore**
A ♀	31,6	18,0	40,6
B ♂	4,6	3,2	3,6
A × B (♀ × ♂)	62,5	78,8	55,7
***Notă*:** ♀ – L 5 и L 7; ♂ – L 302, L 304, L 305, L 311, L 324, L 327, soiul Viza.			

S-a constatat că la hibrizii F_1 cercetați (14 combinații) în ceea ce privește rezistența la temperatură înaltă și temperatură joasă, aportul genitorului patern în heritabilitatea caracterelor a fost nesemnificativă, mai importantă fiind influența formei materne (A) și a interacțiunilor acesteia cu forma paternă (A x B). În această experiență, s-a demonstrat că mărimea coeficientul de heritabilitate nu este doar o caracteristică a plasticității trăsăturilor studiate, ci și a condițiilor de mediu artificiale (de fond termic) în care au fost studiate formele parentale și hibrizii F_1.

5.5. Rolul transgresiilor în ameliorarea rezistenței tomatelor la temperatură ridicată

Sunt prezentate rezultatele analizei populațiilor F_2 (nouă combinații), obținute pe baza încrucișărilor unor genitori care manifestă același nivel de rezistență a caracterelor gametofitului mascul (viabilitatea polenului, lungimea tuburilor polenice, rezistența la temperatură ridicată pe baza germinării și a creșterii tubului polenic) la temperatură înaltă (45˚C). În calitate de criteriu al variabilității caracterelor aflate în studiu a servit indicele variației medii (S^2) în populația hibridă [12]. S-a demonstrat că variabilitatea intrapopulațională a caracterelor polenului în fiecare combinație este diferită: mare S^2–8015, S^2–5848, S^2–5764, S^2–5035; medie S^2–4645, S^2–4620, S^2–4502 și redusă S^2–2647, S^2–1702. În populațiile segregante F_2 au fost identificate genotipuri cu abateri-limită ale valorilor caracterelor: inferioare ambelor forme parentale; la nivelul mediei genitorilor; depășesc sau inferior unuia din părinți; recombinanți transgresivi, care în ceea ce privește rezistența polenului și a tuburilor polenice la temperatură înaltă depășesc ambii părinți. În Figurile 7 *a, b, c, d* este prezentată variabilitatea transgresivă intrapopulațională a caracterelor polenului la hibrizii cu variantă diferită (S^2) în cadrul populației F_2.

La combinația hibridă F_2 (L5 x L305), la care s-a înregistrat cea mai înaltă variantă în populație (S^2-8015), s-a constatat un spectru larg al variabilității intrapopulaționale pentru caracterele studiate. Astfel, în ceea ce privește *rezistența polenului* la temperatură înaltă, indicele a variat în limitele 1,0 - 89,9%. S-a înregistrat o frecvență ridicată a genotipurilor (50,8%) cu valori mici ale caracterului (1,0 - 29,9%). Valori medii (30,0-49,9%) au avut 32,3%, și doar 16,9% s-au evidențiat prin rezistență bună a polenului (50,0-89,9%) la temperatură ridicată. În populație nu s-au constatat genotipuri cu valori ridicate ale caracterului (90,0% - 109,9%) (Fig. 7 *a*). Analiza *rezistenței tuburilor polenice* a demonstrat că 53,8% din genotipuri s-au grupat în clase cu valori medii și mari ale caracterului (39,9%-69,9%). În populație nu s-au înregistrat genotipuri cu valori foarte mici (0-9,9%), dar s-au constatat unele excepţii cu valori foarte mari (100-119,9%) ale caracterului. Au fost identificate doar doi recombinanți, cu valori mari

pentru ambele însușiri, depășind formele parentale. În populație s-au constatat multe genotipuri la care s-a manifestat o corelație inversă între rezistența la etapa de germinare a polenului și etapa de creștere a tubului polenic (Fig. 7 *a*).

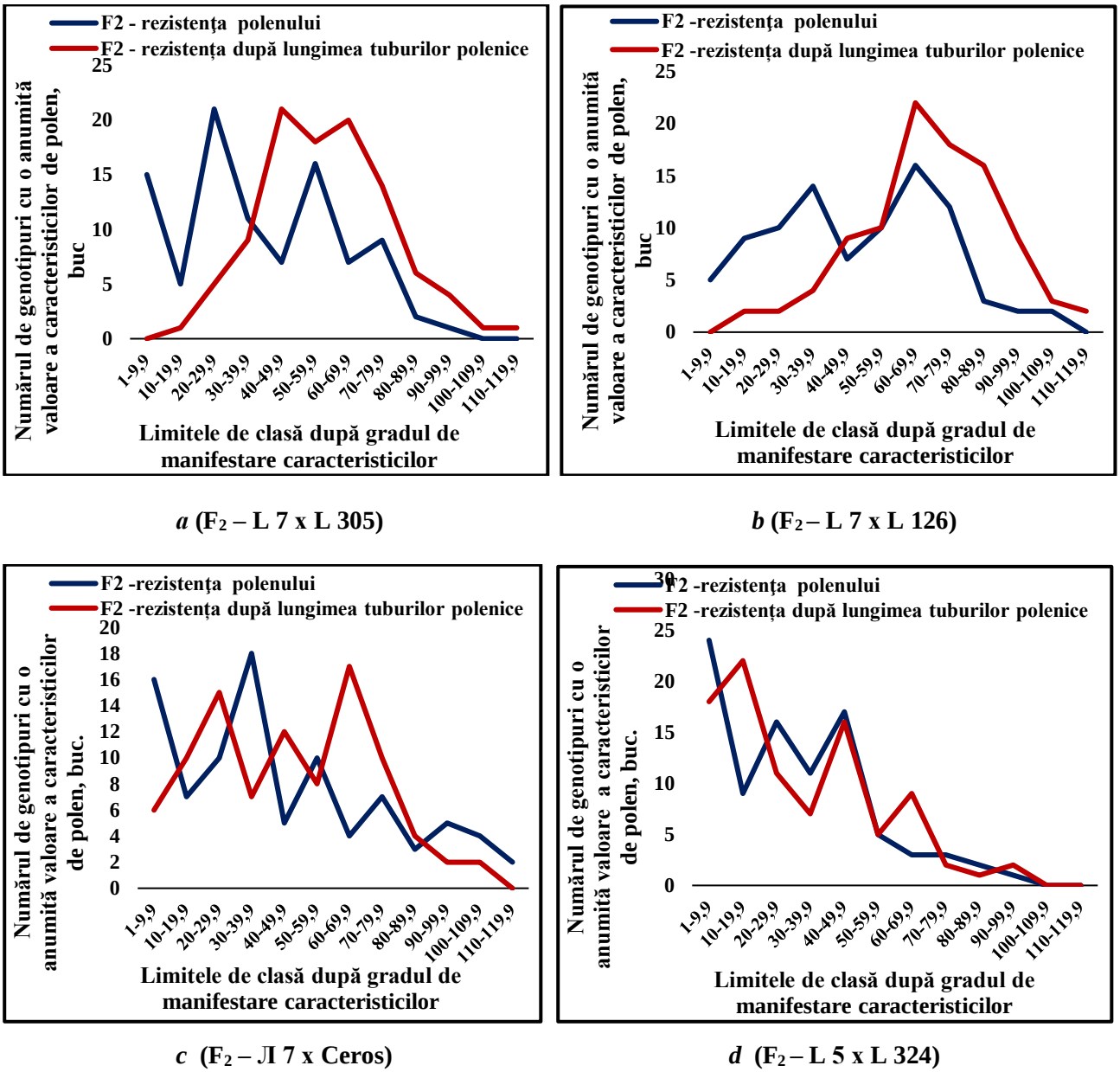
Variabilitatea recombinativă intrapopulațională a ambelor caractere polenice a fost destul de înaltă și la combinația F_2 – L7 x L126, varianța medie în cadrul familiei hibride a fost S^2–2647, de trei ori mai joasă decât a combinației precedente. În populație au existat multe genotipuri (9,2%) cu polen foarte rezistent (90,0-109,9%) și un număr considerabil de recombinanți (26,1%) care au depășit cel mai bun părinte în ceea ce privește rezistența tuburilor polenice (90,0 -119,9%). Din Fig. 7 *b*, se vede clar că curba de distribuție a genotipurilor în cadrul populației este deplasată în direcția claselor cu valori mari la ambele caractere (50,0-89,9%), frecvența lor constituie 61,2%, și doar 12,7% au înregistrat valori mici (10-29,9%) și medii (30-49,9%) ale caracterului (Fig. 7 *b*). Nu s-au constatat genotipuri cu valori mici (1-9,9%). Frecvența formelor recombinante transgresive cu valori mari ale ambelor însușiri – *rezistența polenului la etapa de germinare* și *rezistența tuburilor polenice* în această combinație este mai ridicată decât la celelalte.

Un spectru larg al variabilității intrapopulaționale a fost constatat și la combinația L7 x Ceros (S^2–5764) în ceea ce privește ambele caractere ale polenului (Fig. 7 *c*). Genotipurile din populație au fost prezentate de toate clasele fenotipice: 28,7% – care manifestă rezistență redusă la etapa de *germinare a polenului* (1-9,9%); 45,2% – rezistență medie (19,9-39,9%); 23,1% – rezistență ridicată (40-89,9%) și 2,9% – rezistență foarte ridicată (90-119%). Rezistență mică (1-19,9%) a *tuburilor polenice* s-a înregistrat la 33,6% genotipuri, în timp ce frecvența formelor transgresive (50-89,9%) a constituit 41,3%. Rata genotipurilor cu valori mari (90-119%) a rezistenței a fost de 8,6% (Fig. 7 *c*), însă forme recombinante cu indici ridicaţi pentru ambele caractere care ar fi depășit cel *mai bun părinte* sau ar fi fost la același nivel cu acesta nu s-au înregistrat.

În ceea ce privește *variabilitatea* caracterelor, populația F_2 – L5 x L324 (S^2–5848) s-a deosebit puternic de cele menționate (Fig. 7 *d*). Astfel, s-a constatat o frecvență foarte numeroasă a genotipurilor care s-au distribuit în clase cu valori extrem de mici (1-19,9%), mici (20-39,9%) și medii (40-49,9%) a rezistenței ambelor însușiri – *rezistența polenului la etapa de germinare* și *rezistența tuburilor polenice.* Însă, tocmai în această populație au fost identificate forme recombinante, la care ambele caractere cercetate au fost la nivelul celui mai bun părinte sau chiar l-au depășit. După acțiunea temperaturii ridicate, polenul acestora crește repede și formează tuburi polenice, lungimea cărora este la același nivel sau mai mare decât în varianta martor (100-119,9%). Deci, indicii tubului polenic pot servi în calitate de criteriu de bază la selectarea genotipurilor rezistente de tomate.

Studiul comparativ al variabilității recombinative intrapopulaționale pe baza rezistenței polenului la etapele de *germinare* și *formare a tuburilor polenice* la combinații cu magnitudine diferită a varianței (S^2), a demonstrat diferențierea semnificativă a populațiilor în ceea ce privește particularitățile de segregare a recombinanților transgresivi. Din cele nouă populații segregante F_2 au fost selectate 23 genotipuri, în genomul cărora se combină factorii genetici ce controlează în condiții de stres termic viabilitatea bună a polenului, creșterea tuburilor polenice și rezistența acestora. Luând în considerare variabilitatea acestor două caractere ale

polenului, absolut necesare pentru o fecundație reușită, se recomandă ca ambele să fie luate în calcul în cadrul selectării gametice.



a (F_2 – L 7 x L 305)

b (F_2 – L 7 x L 126)

c (F_2 – Л 7 x Ceros)

d (F_2 – L 5 x L 324)

Fig. 7. Structura genetică a populațiilor segregante F_2 de tomate pe baza frecvenței genotipurilor rezistente – *germinarea polenului și creșterea tubului polenic*

5.6. Valoarea ameliorativă a descendenților populațiilor F_3 și F_4, obținuți din recombinanți transgresivi rezistenți aleşi pe baza caracterelor polenului

Reacția populațiilor hibride la selecţia (R), pentru una din însușirile importante ale valorii ameliorate [9], a fost determinată în populațiile F_3 și F_4 pe baza raportului valorilor medii ale caracterelor întregii populații (X_{ip}), la cele ale generațiilor selectate (X_{gs}) în generația precedentă. S-a constatat un progres real al expresiei cantitative a caracterului în cadrul selectanţilor. Înregistrarea generațiilor s-a efectuat conform plantei selectate în generația precedentă. Semințele celor mai bune plante

selectate în F_2, au fost utilizate pentru obținerea populațiilor F_3, iar din F_3 s-au selectat cele mai bune pentru crearea generației F_4.

Datele valorii ameliorative pe baza reacției populațiilor hibride la selectare (R) a demonstrat, că schimbarea reală a rezistenței polenului în *etapa de germinare* la temperatură ridicată în generația F_3 în raport cu F_2 a fost nesemnificativă (0,92), dar a fost și mai mică în generația F_4 în raport cu F_2 – 0,65 (Tab. 10). Heterogenitatea populațiilor hibride din diferite combinații, conform rezistenței polenului în generațiile F_3 și F_4, rămâne mare. O selecție eficientă s-a înregistrat în populația F_3 în comparaţie cu F_2 numai la combinațiile L7 x L305 și L7 x Ceros, la aceştia în F_4 s-a înregistrat o schimbare descendentă a indicatorilor (Tab. 10).

Tabelul 10. Reacția populațiilor hibride F_3 şi F_4, selectate din generația F_2 pe baza caracterelor polenului

Populație hibridă	F_2, % (media populației)	Coeficientul eficienței selecției în populațiile hibride în succesiunea descendenților			
		F_3	F_4	F_3/F_2	F_4/F_2
	Rezistența polenului la temperatură ridicată în populațiile hibride				
L 7 × L 305	45,8	1,50	0,86		
L 7 × L 126	63,7	0,50	0,35		
L 7 × Ceros	53,4	1,11	0,76		
L 5 × L 324	51,5	0,86	0,69	0,92	0,65
L 7 × Lider	67,7	0,45	0,37		
L 5 × Ceros	43,3	0,54	0, 33		
	Rezistența tuburilor polenice la temperatură ridicată în populațiile hibride				
L 7 × L 305	44,4	1,76	1,91		
L 7 × L 126	81,1	0,96	0,98		
L 7 × Ceros	64,8	1,16	1,29		
L 5 × L 324	112,4	0,59	0,84	0,99	1,15
L 7 × Lider	86,7	0,89	1,08		
L 5 × Ceros	51,2	0,67	0,76		

Luând în considerare aprecierea populațiilor hibride din diferiți ani, este evident că la schimbarea condițiilor de formare a polenului, nu toți descendenții "buni" selecţionaţi în populațile F_2, vor înregistra aceleași peformanțe în generația ulterioară. Este de menționat că din populațiile diferitelor combinații, s-a reușit identificarea unor forme rezistente la temperatură ridicată.

O schimbare considerabilă a indicilor în dinamica generațiilor F_2, F_3 și F_4 – succesoare ale diferitelor combinații hibride, s-a observat în cazul rezistenței tuburilor polenice: 0,99 (F_3 în raport cu F_2) și 1,15 (F_4 / F_2). Cel mai evident trend pozitiv al caracterului analizat pentru F_3 și F_4 în raport cu F_2 s-a înregistrat la trei combinații (R – 1,91, 1,29 și 1,08) (Tab. 10). Uniformitatea acestor populații în ceea ce privește genotipurile cu rezistență ridicată a tuburilor polenice, demonstrează eficiența selecţiei atunci când se iau în calcul criteriile acestui caracter în succesiunea generațiilor F_2, F_3, F_4.

Rezultatele obținute demonstrează că valoarea ameliorativă a descendenților din generațiile F_3 și F_4, obținuți din recombinanții transgresivi F_2, pe baza caracterelor *rezistența la temperatură* ridicată *a polenului la etapa de germinare* și *etapa de creștere a*

tubului polenic nu este destul de semnificativă precum se aștepta. Posibil ca modelul de manifestare a fost determinat de o multitudine de însușiri genotipice și fenotipice, exprimate specific, în diferite etape ontogenetice al plantei, ceea ce relevă natura poligenică a caracterelor.

5.7. Influența selecţiei combinate asupra intensificării procesului de ameliorare la tomate

Combinația metodelor selecției clasice, tradiționale și gametice a fost orientată spre mărirea variabilității genotipice în populații, în scopul alegerii genotipurilor cu productivitate ridicată și rezistente. S-au efectuat alternanța treptată a aprecierii și selecţiei în diferite etape ontogenetice pe fondul de temperatură ridicată (sporofit – 43˚C, gametofit – 45˚C) și studiul simultan al manifestării caracterelor agronomic valoroase (durata perioadei de vegetație, înălțimea de fixare a primei inflorescențe, precocitatea, recolta, etc.). Au fost analizate 11 combinații hibride.

Pornind de la generația F_1, formarea și aprecierea descendenților generațiilor, până la F_5, s-au efectuat folosind trei abordări metodologice: **1** – *alternanța treptată a selecţiei sporofito-gametofitice* supuse temperaturii ridicată (**experiența 1**); **2** – *doar selecţia gametofitică*, folosind polen tratat termic pentru polenizare (45˚C) **(experiența 2)**; **3** – *selecţia tradițională* în timpul autopolenizării, conform indicelui ridicat al caracterelor analizate (**martor**). Cele mai rezistente și productive plante, izolate din diferite combinații hibride, în fiecare variantă de cercetare, au fost unite într-o populație, la care s-a făcut o analiză comparativă a liniilor obținute prin diferite metode de selecție. În calitate de criteriu a servit indicele de ameliorare [14], care a facut posibilă aprecierea calitativă a liniilor, a eficienței de selecţie, a influenței de intensificare a procesului de ameliorare și randamentului de obținere a noilor linii și soiuri de tomate, productive și rezistente la temperatură ridicată.

S-a demonstrat că alternarea selecţiei sporofite și gametofite, la utilizarea regimurilor de temperatură ridicată (43°C, 45°C) la etape timpurii (F_1-F_3), conduce la obținerea generațiilor F_5-F_7 mai rezistente și productive decât în cazul aplicării doar a generației gametofite, aceste deosebiri fiind mai pronunțate față de liniile obținute prin selectări tradiționale (martor).

Evaluarea descendenților generațiilor F_5- F_7 în stadiul de sporofit, conform răspunsului creșterii pe fondul de temperatură ridicată (germinarea semințelor, lungimea plantulei), a demonstrat că liniile izolate prin aplicarea selecţiei sporofito-gametofite se caracterizează prin rezistență mai bună în raport cu liniile obținute prin utilizarea altor 2 metode în mod separat. Aceasta este deosebit de evident în special pentru lungimea plantulei (Fig. 8 *a, b*).

Studiul liniilor selectate din populațiile aceloraşi combinații, dar prin diferite metode, conform caracterelor gametofitului mascul (germinarea polenului, lungimea tuburilor polenice) nu a pus în evidență o influență semnificativă a metodei de selecție (Fig. 9 *a, b*), mai evidente fiind deosebirile dintre caractere. Polenul liniilor obținute prin selecţia sporofito-gametofitice este mai puțin rezistent la temperatură ridicată decât a liniilor create prin selectări gametofitice, însă polenul germinat al liniilor din selecţia sporofito-gametofitice formează tuburi polenice mai lungi (91-214 u.o.m.), decât polenul liniilor din selecțiile gametofitice (67-121 u.o.m.). Cele mai

scurte tuburi polenice (44,3-87,5 u.o.m.) s-au format din grăunciorii de polen colectat de la liniile izolate prin utilizarea selecţiei tradiționale (martor).

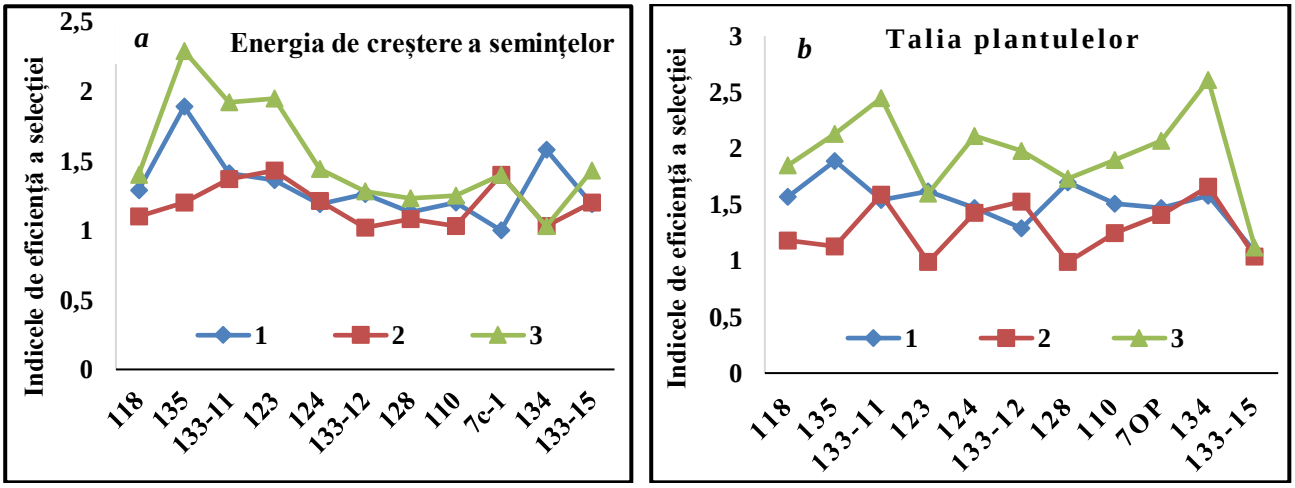


Fig. 8. Indicii de eficiență a selectărilor tomatelor pe baza *energiei de creștere a semințelor (a)* și *taliei plantulelor (b)*

Legendă: ***1*** *– indicii de eficiență între selectări sporofito-gametofitice și selectări doar gametofitice;* ***2*** *– între selectări gametofitice și martor;* ***3*** *– eficiența de alternare a selectărilor sporofitice și gametofitice față de martor.*

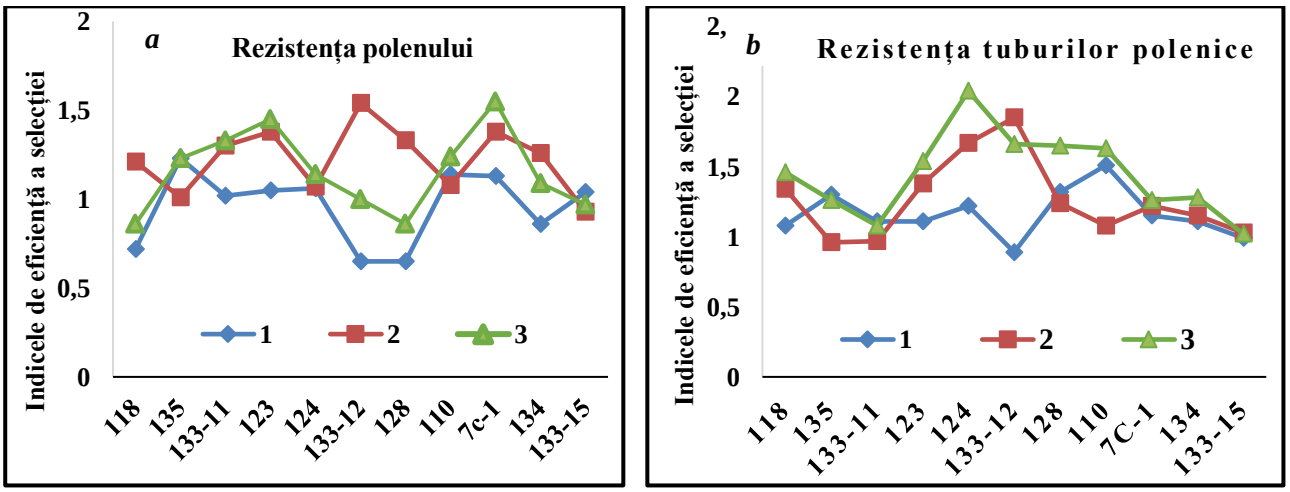


Fig. 9. Indicii de eficiență a selectărilor pe baza *germinării polenului (a)* și a *lungimii tubului polenic (b)*

Legendă: ***1*** *– indicii de eficiență între selectări sporofito-gametofitice și selectări doar gametofitice;* ***2*** *– între selectări gametofitice și martor;* ***3*** *– eficiența de alternare a selectărilor sporofitice și gametofitice față de martor*

Manifestarea stabilă și coincidența ridicată a rezistenței în populațiile generațiilor F_5-F_7 la liniile provenite din diferite combinații, pe fondul de temperatură ridicată în ceea ce privește sporofitul (germinația semințelor, talia/înălţimea plantulelor) și variabilitatea largă a caracterelor gametofitului mascul (rezistența în etapele de germinare a polenului și de formare a tubului polenic) în succesiunea

generațiilor, evidenţiază că stadiului diploid este mai decisiv în formarea rezistenței la temperatură ridicată decât haploid.

Eficiența combinării metodelor de selecție tradiționale cu cele gametice, a fost confirmată și în cazul unor caractere agronomic valoroase.

La liniile L 110/1 și L118/1, create prin alternanța selecţiei sporofito-gametofitice, ***durata perioadei de vegetație*** a fost mai mică cu 10 și 11 zile, respectiv, decât la liniile obținute prin selecţie gametică, și cu 9 și 8 zile mai scurtă compartiv cu liniile martor. Rezultate similare au fost obținute și pentru alte linii, dar deosebirile nu sunt atât de pronunțate. Analiza caracterelor ***înălțimea de inserție a primei inflorescențe*** și ***lungimea internodurilor*** a demonstrat că liniile 133-11/1, 133-12/1, 124/1, 110/1 și 7/1 create prin selecţie sporofito-gametofitice au avut ***înălțimea de inserție a primei inflorescențe*** mai joasă cu 1-2 frunze, comparativ cu cele izolate prin alte două metode. Aceste diferențe sunt mai evidente la liniile 110/1, 118/1 și 124/1, selecționate în combinațiile de forme cu coacere ultratimpurie și din încrucișările formelor timpurii cu cele semitimpurii. Influența selecţiei sporofito-gametofitice asupra scurtării ***lungimii internodurilor*** s-a remarcat la liniile 133-11/1, 133-12/1, în timp ce la liniile izolate din populațiile unora și acelorași combinații, dar prin alte două metode (gametofitică și tradițională), asemenea diferențe nu s-au înregistrat.

Evaluarea ***elementelor de formare a fructelor*** – numărul de flori în primele cinci inflorescențe și numărul de fructe legate în funcție de nivelul de fixare a inflorescenței pe plantă, a demonstrat o schimbare a valorilor medii al acestor caractere în funcție de particularitățile genitorilor implicați în încrucișare, dar și de metoda de selecţie. La liniile obținute prin selecţie sporofito-gametofitice (118/1, 124/1, 110/1, 7/1), rata de avort al florilor, indiferent de poziție, a fost mai mică, crescând astfel numărul de fructe legate. Indicele de eficiență a selecţiei în raport cu liniile martor a fost mare cu 1,32; 1,43; 1,21; 1,29, la liniile menționate (Tab. 11). Valorile au fost mai mici pentru raportul liniilor *sporofito-gametofitice* faţă de cele *gametofitice*: 1,15; 1,20; 1,13 și 1,17. Indici aproape egali: 1,14; 1,18; 1,07; 1,11 s-au înregistrat pentru raportul liniilor din variantele gametofit : martor (Tab. 11). Probabil pentru aceste linii, orientarea alternanței selecţiei în etape timpurii ale fazelor de dezvoltare (*sporofit – gametofit*), în cadrul utilizării fondului de temperatură ridicată, a prezentat factor cu pondere importantă în procesul de formare a rezistenței, determinată de diferențierea genetică și de mediu a liniilor, ceea ce se manifestă prin gradul de expresie a caracterelor.

La un alt grup de linii – 135/1/2/k, 123/1/2/k, 128/1/2/k și 133-15/1/2/k, s-a constatat o legare slabă a fructelor, din cauza avortului sever al florilor din inflorescențele superioare (a IV-a –a VI-a). Cu toate acestea, între linii au existat deosebiri semnificative, determinate de metoda de selecţie prin care au fost obținute (Tab. 11). De exemplu, linia 135/1 se evidențiază prin legare ridicată și uniformă a fructelor în toate inflorescențele, comparativ cu liniile obținute prin selecţie gametofitică (135/2) și tradițională (135/k). Rezultate similare, s-au obținut și în cazul liniilor 123/1, 123/2, 123/к care au avut indicii 1,14 : 1,09 : 0,96, respectiv. Indici similari în cazul celor trei metode de selectare s-au înregistrat, practic, la liniile 133-12/1/2/k (1,01 : 1,04 : 1,03) și 128/1/2/k (1,03 : 1,02 : 0,99). Este necesar de menționat că nu s-a constatat influența metodei de selecţie la unele linii, cum ar fi – 133-15/1 și 133-15/2 (Tab. 11).

Tabelul 11. Legarea fructelor și recolta generală a noilor linii de tomate, create prin diferite metode de selecţie

Nr. liniei	Avortul florilor și legarea fructelor, indicii de eficiență a metodei de selecţie	Producția generală, indicii de eficiență a metodei de selecţie
	a:b – a:c – b:c	**a:b – a:c – b:c**
L118/1/2/k	1,15 : 1,32 : 1,14	1,05 : 1,13 : 1,03
135/1/2/k	1,10 : 1,20 : 1,07	1,07 : 1,09 : 0,98
133-11/1/2/k	1,10 : 1,06 : 0,96	1,04 : 1,07 : 1,04
123/1/2/k	1,14 : 1,09 : 0,96	1,07 : 1,06 : 0,99
124/1/2/k	1,20 : 1,43 : 1,18	1,08 : 1,14 : 1,06
133-12/1/2/k	1,01 : 1,04 : 1,03	1,06 : 1,12 : 1,05
128/1/2/k	1,03 : 1,02 : 0,99	1,00 : 1,01 : 1,01
110/1/2/k	1,13 : 1,21 : 1,07	1,09 : 1,11 : 1,03
7-1/1/2/k	1,17 : 1,29 : 1,11	1,04 : 1,05 : 1,01
134/1/2/k	1,13 : 1,12 : 0,99	1,06 : 1,09 : 1,03
133-15/1/2/k	1,03 : 0,94 : 0,92	1,03 : 1,02 : 0,99

Legendă: ***Experiența 1 (a –*** selecţia *sporofito-gametică****); Experiența 2 (b –*** selecţia *gametică****); Martor (c –*** selecţia *tradițională pe baza valorilor ridicate al indicilor caracterelor****)***

În ceea ce privește ***producţia generală*** a liniilor obținute din cadrul aceleiași combinații, dar prin aplicarea diferitelor metode de selecţie, s-au înregistrat diferențe evidente (Tab. 11). Liniile 124/1 și 133-12/1 obținute prin selecţia sporofito-gametofitică, au înregistrat o recoltă generală de 9,9 și 7,1 t/ha – mai mult decât la linile-martor. Diferența de producţie la liniile 134/1, 133-11/1, 118/1, 7/1, 123/1 și 135/1, raportat la martor, a fost de 4,7 t/ha, 3,9 t/ha, 3,6 t/ha, 2,5 t/ha, 2,4 t/ha și respectiv 2,0 t/ha. Comparând recolta generală între liniile obținute prin selectări *sporofito-gametofitică* și a celor din varianta *gametofitică,* se poate constata că acest indice este mai mic – cu 0,3-6,0 t/ha, dar mai mare cu 0,3-3,9 t/ha decât la varianta *martor*. Indici mai mari în varianta cu selecţie gametofitică comparativ cu martorul, s-au înregistrat doar la liniile 124/2 – cu 3,9 t/ha, 133-12/2 – 3,1 t/ha; 133-11/2 și 134/2 – 1,4 t/ha; 118/2 – 1,3 t/ha. Diferențele între alte linii n-au fost foarte mari – 0,1 și 0,9 t/ha, indicii de eficiență a metodelor de selecţie confirmând aceast aspect (Tab. 11).

Deosebirile între linii, conform caracterelor analizate – *elementelor de productivitate*, în etapa reproductivă din procesul de formare, cât și datelor *producţiei generale,* oferă o imagine completă asupra rezistenței la temperatura ridicată în experiențele de câmp, aceasta confirmând oportunități de diferențiere a metodelor de selecţie.

Evaluarea, analiza și selecția materialului de reproducere, divers din punct de vedere genetico-ameliorativ, prin combinarea metodelor tradiționale de selecție și a celor gametice la descendenții hibrizi F_1-F_7, au asigurat crearea genotipurilor cu caractere valoroase (peste 100 linii), dintre care multe sunt incluse în programele de cercetare genetico-ameliorativă, sau au fost utilizate în calitate de donatori ai caracterelor agronomice prețioase. Unele linii sunt în proces de testare în încercările de control și de concurs, altele au fost aprobate, omologate de Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a Republicii Moldova și incluse în Catalogul soiurilor de plante din Republica Moldova [38].

5.8. Particularitățile genotipice al soiurilor omologate de tomate

Caracteristica generală a soiurilor. Abordarea integrată a cercetărilor, cu aprecierea simultană a rezistenței la stresul termic și caracterelor agronomic-valoroase, în succesiunea generațiilor hibride (F_1-F_7), a făcut posibilă obținerea de noi linii și soiuri de tomate: *MilOranj, MaKrist, Stefani, Vivat, Prichindel, Cireaşca, Matriona, Dimetra, Ilica, Petramak* care posedă o combinare optimală și originală a caracterelor morfo-biologice și agronomic valoroase.

Soiurile sunt destinate consumului proaspăt și au o perioadă diferită de maturitate. Astfel, soiurile *Prichindel* (*dd*) și *Cireaşca* (*ssp*) au creștere pitică, superdeterminată, aparțin formelor decorative și delicate de tomate, formează fructe mici (10-18 g), sunt destinate cultivării în logii, pe balcon, cât și în câmp deschis aplicând schemă compactă. Soiul *Dimetra* are tufă foarte compactă, erectă și face parte din grupul tomatelor extratimpurii. Aceste soiuri combină reușit, caracterele morfo-biologice cu rezistență la stresuri abiotic și la cele mai răspândite boli.

Un alt grup de soiuri de tip salată, destinate amatorilor de tomate – *MilOranj, MaKrista, Stefani, Ilica, Petramak* au creștere supradeterminată, determinată și nedeterminată. Plantele dețin patru-şapte inflorescențe pe tulpina principală, primele alternează după două frunze, celelalte se formează una după alta. Se deosebesc soiurile *Stefani,* de tip de creștere nedeterminată, puțini lăstari subdimensionat, internoduri scurte, și soiul *Vivat* – extratimpuriu, cu creștere determinată. Fructele acestui grup au un aspect foarte plăcut, culoare oranj sau roz, de intensitate diferită; cu calități gustative deosebite, combinații bune și nivel de rezistență la factori de stres, biotic şi abiotic.

Două soiuri cu fructe roșii – *Matriona* (semitimpuriu) și *Mary Gratefully* (semiprecoce) sunt de tip intensiv. Plantele cu fructele de culoare roșie, rotunde, netede cu productivitatea ridicată și stabilă. Soiurile manifestă rezistență ridicată la temperatură scăzută în etapele timpurii ale ontogenezei, sunt recomandate pentru cultivare timpurie prin semințe.

Rezistența soiurilor de tomate la factori abiotici de stres conform caracterelor polenului. Ameliorarea dirijată a rezistenței la asemenea factori de stres, ca: temperatură ridicată, scăzută, secetă a făcut posibil crearea soiurilor cu diferite combinări de însușiri și grad de manifestare a rezistenței conform caracterelor gametofitului mascul – rezistența la etapa de germinare a polenului și rezistența la etapa de formare a tubului polenic (Fig. 10 *a, b*). Soiurile *MaKrista, Matriona, Ilica, Petramak* se caracterizează prin rezistență înaltă, similară pentru cei trei factori de stres în ceea ce privește ambele caractere menționate ale polenului (Fig. 10 *a, b*).

Rezistență bună în ceea ce privește germinarea polenului pe diferite fonduri (54,1% – temperatură ridicată, 77,7% – scăzută 63,6% – secetă) a manifestat soiul *Stefani* (Fig. 10 *a*). O diferenţă foarte mare, s-a evidenţiat prin natura manifestării caracterului – *lungimea tuburilor de polen* sub influența diferiților factorii de stres. Lungimea tuburilor polenice pe fondul stresului osmotic a fost foarte mic (6-10 u.o.m.), în timp ce sub acțiunea temperaturilor ridicate și scăzute polenul a format tuburi lungi – 90 u.o.m. (70,2%) și respectiv 79 u.o.m. (77,7%). Aprecierea rezistenței la temperatură scăzută (+10ºC) în fază de sporofit, conform lungimii radicelei embrionare, de asemenea s-a demonstrat o rezistență ridicată (88,6%).

Coincidența indicilor de rezistență la diferite etape al ciclului de viață (*sporofit – gametofit*) este în concordanță cu producţivitatea ridicată a soiului *Stefani*, în cultură timpurie în solarii neîncălzite. O reacție pozitivă a soiului *Stefani* s-a observat și la cultivarea în condiţii de temperatură ridicată pe terenuri deschise și protejate.

Soiul *Vivat* se evidențiază prin rezistență ridicată la temperatură scăzută conform ambelor caractere (58,0% și respectiv 79,8%), în timp ce indicii de rezistență la alți doi factori – temperatură ridicată și secetă sunt nesemnificativi (Fig. 10 *a, b*). Reacție diferită a polenului s-a manifestat la soiurile *Prichindel* și *Cireașca* – ele sunt rezistente la temperatură ridicată și secetă, atât în ceea ce privește germinarea, cât și capacitatea de formare a tuburilor polenice. Totodată, polenul lor este destul de sensibil la acțiunea temperaturilor scăzute (Fig. 10 *a*). Datorită rezistenței la temperatură ridicată și secetă, trecerea perioadelor interfazice este stabilă. Asocierea reușită a caracterelor morfo-biologice și agronomic valoroase, cu rezistența la factorii nefavorabili, a creat oportunități ridicate de valorificare a potenţialului de productivitate și a calităților tehnologice, la cultivarea acestora în diferite condiții.

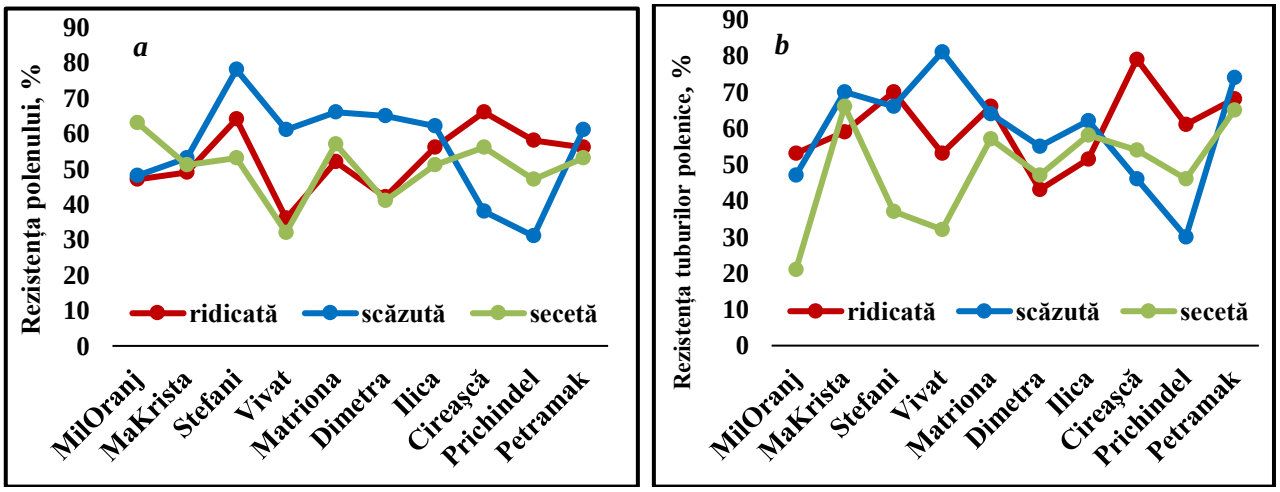


Fig. 10. Rezistența soiurilor de tomate la factori abiotici de stres: *a*) *etapa de germinare a polenului; b*) *etapa de creștere a tuburilor polenice*

Productivitatea și însușirile biochimice ale soiurilor de tomate. Evaluarea și analiza comparativă a noilor soiuri de tomate *MilOranj, MaKrista, Stefani* și *Matriona*, a fost efectuată folosind ca standarde soiurile omologate *Solaris* și *Iuliana*. În cazul soiurilor *Vivat, Dimetra, Ilica,* în calitate de martor a fost ales soiul *Peto*. Datele obținute pentru *Cireaşcă* și *Prichindel* au fost comparate cu cele ale soiului *Barnaulischi conservnâi* care a fost genitor patern la incrucișările din care au provenit aceste soiuri. Datele cu privire la producţia generală, recolta marfă și recolta timpurie ale soiurilor (X_{medie} pentru 3 ani) sunt prezentate în Figura 11.

La soiul *MilOranj*, recolta în trei ani diferiți, conform condițiilor anului (mediile anilor 2015-2017), a fost mai ridicată decât la ambele soiuri martor. Recolta timpurie (care este comparabilă cu producţia obținută de la primele trei inflorescențe) au înregistrat indici ridicaţi. Fructele se caracterizează printr-un conținut ridicat de substanță uscată (5,78%) și zahăr total (4,98%), calități gustative foarte bune, consistente, de culoare oranj intens, greutatea unui fruct – până la 300 g. Prin recoltă ridicată se

evidențiază și soiul *MaKrista* – 66,1 t/ha, în timp ce soiurile martor *Solaris* și *Iuliana* au înregistrat 52,2 t/ha și respectiv 58,0 t/ha, respectiv. Fructele sunt deosebit de gustoase, datorită conținutului înalt de substanță uscată – 5,2% și zahăr total – 5,0%, sunt de culoare roz intens, mari – de 140-200 g. Se evidenţiază prin termen îndelungat de păstrare pe plantă (20-25 zile) şi de depozitare, fără să se înmoaie (gena *nor*).

Un alt soi – *Stefani*, este foarte productiv – 74 t/ha, rata fructelor marfă – 96,1%; aproape o treime din recoltă este asigurată de primele trei inflorescențe – 27,5 t/ha. Soiul se evidențiază prin fructe mari, roze, netede, cărnoase (pe primele inflorescente – până la 500-700 g fructe), formare îndelungată a fructelor (până la 78 zile).

Soiurile *Matriona* și *Petramak* depășesc soiurile standard în ceea ce privește producţia generală și recolta marfă (Fig. 11). Ele se deosebesc prin sensibilitate redusă la factorii de mediu, ceea ce determină obținerea unor recolte înalte, relativ stabile, în ani cu condiții climatice diferite: *Matriona* – 2015 - 67,5 t/ha; 2016 - 65,8 t/ha; 2017 - 66,3 t/ha; *Petramak* – 64,9 t/ha, 68,4 t/ha, şi respectiv 64,3 t/ha. Fructele soiului *Matriona* sunt mari (140-200 g), roșii, cu pulpa zaharată şi un gust foarte fin, conținut ridicat de substanță uscată (5,8%) și zahăr total (5,04%).

Însușiri deosebite are și soiul *Petramak*, ale cărui fructe sunt roz intens, consistente, cu excelente calități gustative și conțin 5,0-5,7% substanță uscată și 4,8-5,4% zahăr total. Soiurile menționate se evidențiază prin capacitate bună de legare a fructelor chiar și în condiții de temperatură ridicată, și secetă.

Caractere oarecum mai diferite au soiurile cu coacere timpurie *Vivat*, *Dimetra* și *Ilica* (Fig. 11), cu tip de creștere superdeterminat. Greutatea fructelor – 90-140 g, cu calități gustative foarte bune, de culoare diferită: – roz, roșii, oranj. Coacerea fructelor este simultană, fiind – timpurie și uniformă.

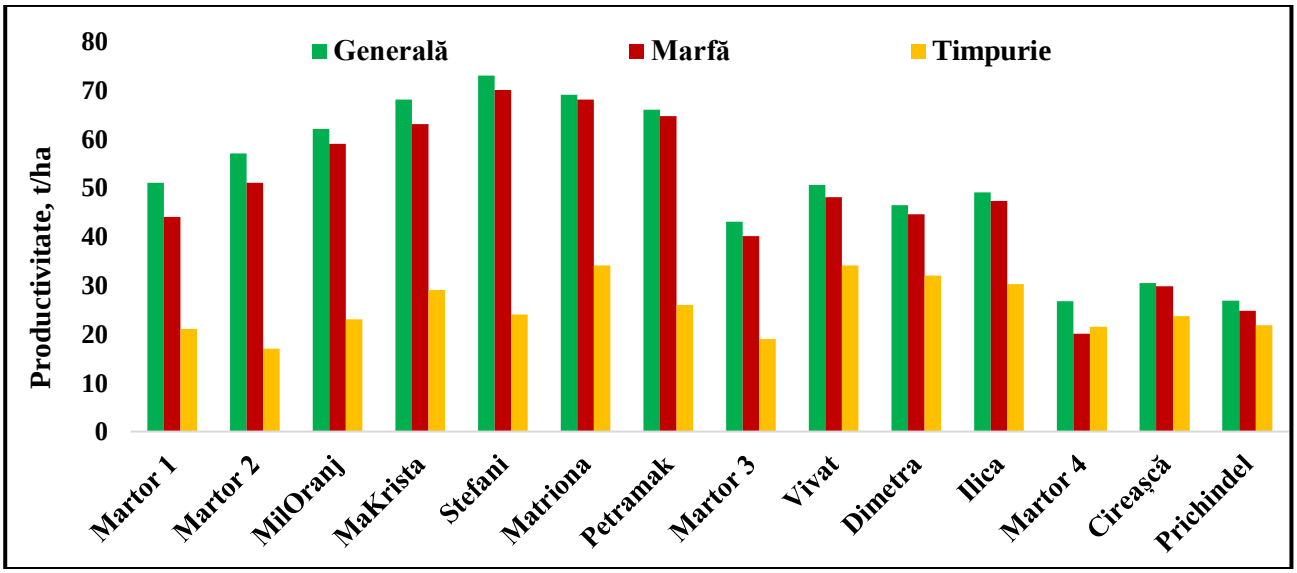


Fig. 11. Productivitatea soiurilor de tomate (media pentru 3 ani, DLS_{05} = 4,03 t/ha pentru soiurile cu martorii 1 – *Solaris* și **2 –** *Iuliana*; **DLS_{05} = 2,16 t/ha soiurile cu martorul 3 –** *Peto;* **DLS_{05} = 1,12 t/ha soiurile *Cireaşcă* și *Prichindel* cu martorul 4 –** *Barnaulischii concervnâi*)

Soiurile *Prichindel* și *Cireaşcă* fac parte din tipul decorativ. Sunt destinate amatorilor de tomate neobișnuite. Recolta este mare pentru acest tip de forme (*Prichindel* – 250-350 g/plantă, *Cireaşcă* – 400-750 g/plantă). Aspectul original al acestor soiuri este determinat de arhitectonica compactă a plantei, de forma inflorescențelor și de greutatea și culoarea fructelor.

Aceste soiuri se evidențiază prin capacitate de valorificare a potențialului genetic al productivității și ratei mari a fructelor marfă în condiții nefavorabile de mediu. Fructele lor sunt frumoase, uniforme în ceea ce privește culoarea, forma, masa, paleta cromatică a fructelor și calitățile gustative. Sunt omologate și incluse în Catalogul soiurilor de plante al Republicii Moldova [38] (Tab.12), protejate cu Brevete de soi, acordate de AGEPI a R. Moldova.

Tabelul 12. Soiurile omologate de tomate

Denumirea de soi/hibrid	Perioada de vegetație, nr. zile	Greutatea fructului, g	Anul omologării	Autori
Mary Gratefully (B)	106-113	80-100	2014	Mihnea N., Grati V., Lupașcu G., Botnari V., **Makovei M.**
MaKrista (B)	114-119	140-200	2014	**Makovei M.,** Guseva L., Beleaev P., Botnari V., Lupașcu G.
MilOranj (B)	113-117	200-300	2014	**Makovei M.,** Guseva L., Beleaev P., Botnari V.
Stefani (B)	111-117	200-500	2015	**Makovei M.,** Guseva L., Beleaev P., Botnari V., Ștefîrță A.
Vivat (B)	90-98	90-120	2016	**Makovei M.,** Guseva L.
Prichindel (B)	79-85	12-16	2016	**Makovei M.,** Guseva L., Botnari V.
Cireașcă (B)	90-97	10-12	2018	**Makovei M.**
Matriona (B)	106-111	110-140	2019	**Makovei M.,** Botnari V., Ganea A.
Dimetra (B)	96-100	80-100	2020	**Makovei M.,** Botnari V.
Iliuca (B)	104-107	90-110	2020	**Makovei M.**, Botnari V.
PetraMak (B)	110-115	120-180	2022	**Makovei M.**
F_1 Ingstar	113-117	100-120	În testare din a. 2022	**Makovei M.,** Lupașcu G., Ganea A.
F_1 RozaMak	110-115	110-120	În testare din a. 2022	**Makovei M.,** Lupașcu G., Ganea A.

6. AMELIORAREA PRIN HETEROZIS – CREAREA MATERIALULUI INIȚIAL LA TOMATE

6.1. Previziuni asupra eficacității selectării formelor parentale alese pentru încrucișare

În prezent, fenomenului de heterozis se acordă o mare atenție în activitățile de exploatare a tomatelor. Crearea hibrizilor F_1 trebuie să se bazeze pe un material genetic bine studiat [44] și identificarea continuă de donatori de următoarelor caractere utile: andro-sterilitate, rata de reproducere ridicată (calitatea și cantitatea polenului), îmbinare reușită a caracterelor morfobiologice și agronomicvaloroase; rezistență bună la stresul biotic și abiotic, coacere timpurie, productivitate, capacitate

combinativă înaltă [7, 10, 16, 20, 29]. Un interes deosebit în acest sens este disponibilitatea donatorilor cu control genetic determinat de gene mutante cu expresie fenotipică pronunțată, identificarea cărora în etape ontogenetice timpurii, ar permite obţinerea plantelor hibride [30]. Cu scopul de a prevedea eficiența de selecţie a perechilor de genitori în procesul de creare a hibrizilor F_1 de tomate, s-au efectuat hibridări între formele care nu prezintă diferențe pronunțate și, din contra – folosind forme mutante și semimutante, care sunt foarte diferite ca fenotip și genotip (Tab. 13).

Tabelul 13. Schema de selecţie a formelor parentale pentru încrucișări în etapa de creare a hibrizilor F_1 și analiza ulterioară a paternului de heritabilitate a caracterelor

Genotipul genitorilor		
Combinație hibridă	**A formei materne**	**A formei paterne**
L 11069 x L 111	*sp⁺, u, nor, Tm-2ª, ls, br, j-2*	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*
L 111 x L 11069	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*sp⁺, u, nor, Tm-2ª, ls, br, j-2*
L 111 x L 8	- // -	*sp±, u, nor*
L 8 x L 111	*sp±, u, nor*	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*
L L 8 x L 11069	*sp±, u, nor*	*sp⁺, u, nor, Tm-2ª, ls, br, j-2*
L 111 x L 28	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*sp, Mi, g, Tm-2, rin*
L 28 x L 111	*sp, Mi, g, Tm-2, rin*	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*
L 111 x Fachel	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*sp, j-2, u*
L 111 x Makrista	- // -	*sp, j-2, u rin,*
L 111 x MilOranj	- // -	*ssp, u, t, rin*
L 111 x L 1185	- // -	*dw, u*
L 1185 x L 111	*dw, u*	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*
L 1185 x Makrista	- // -	*sp, j-2, u rin,*
L 11069 x L 28	*sp⁺, u, nor, Tm-2ª, ls, br, j-2*	*sp⁺, Mi, Tm-2, rin*
L 11069 x Raiscoe naslajdenie	- // -	*sp⁺, loc, , u⁺, s*
L 11069 x Dicaia roza	- // -	*sp⁺, ep, loc, u⁺, s*
L 11069 x Stefani	- // -	*sp⁺, u*
L 111 x Raiscoe naslajdenie	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*sp⁺, loc, , u⁺, s*
L 111 x Dicaia roza	- // -	*sp⁺, ep, loc, u⁺, s*
L 111 x Mo 443	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*ssp, ls*
Mo 443 x Makrista	*ssp, ls*	*sp, j-2, u rin,*
Mo 443 x MilOranj	*ssp, ls*	*ssp, u, t, rin*
Mo 446 x Zagadca	*sp±, op, u⁺*	*ssp, u,*
Mo 446 x Raiscoe naslajdenie	- // -	*sp⁺, loc, , u⁺, s*
Fachel x Mo 632	*sp, j-2, u*	*ssp, ag, h, t, l, u, pl, lg*
Fachel x L 135	*sp, j-2, u*	*sp, u⁺,j*
L 111 x Mo 409	*ssp, nor, u, hp-1, j-2*	*sp, nv*

În schema de încrucișări au fost incluse linii semimutante cu un set diferit de gene mutante: L 8 (*sp±, u, nor*); L 28 (*sp⁺, Mi, Tm-2, rin*); L 111 (*sp±, nor, j-2*); L 1185 (*dw, u, al*); L 135 (*sp, y, br*); L 202 (*sp⁺, bk, u, ep*); L 11069 (*sp⁺, nor, br, Tm-2ª, ls, j*), forme mutante – Mo 409 (sp, *nv*); Mo 443 (*ssp, ls*); Mo 446 (*sp±, o*, r); Mo 632 (*ag, h, t, l, u, pl, lg*); soiuri cu productivitate înaltă de selecție proprie – MaKrista, MilOranj, Stefani, din selecția ICȘAT: Zagadca, Fachel, Raiscoie naslajdenie și Dicaia roza, care de asemenea sunt purtătoare a markerilor *sp, s, u, nor, rin, t, j-2*) (Tab. 13).

A fost studiată heritabilitatea, efectul heterozigoției privind trăsăturile valoroase din punct de vedere economic la hibrizii F_1. S-a constatat că heritabilitatea

caracterului ***durata perioadei de vegetație*** în generația F_1 (încrucișări reciproce), obținută prin încrucișarea genitorilor – purtători ai unei gene de păstrare *nor* – L11069 x L111; L111 x L8; L111 x L28 a fost de tip *dominanță pozitivă* în cazul încrucișărilor directe (h_p = 1,0-0,87), și *supradominanță* – la încrucișarea indirectă (h_p = 1,2-1,8-2,3) (Tab. 14), şi heterozigoție de nivel mediu s-a determinat la toate combinațiile –116,7%, 120,4%, 105,6% și 154,3% (Tab. 15). La combinațiile L111 x L28 (*directă*) și L28 x L111 (*indirectă*), în care formele parentale sunt purtătoare a două gene diferite – *nor* şi *rin*, hibrizii reciproci au manifestat supradominanță pozitivă h_p = 2,0 - 2,3. În paralel, a fost stabilit efectul înalt al heterozigoției – 168,6 și 208,4%, respectiv (Tabele 14 și 15). Datele obținute, denotă că două gene diferite ale capacității de păstrare în stare heterozigotă, rețin mai mult coacerea fructelor, rezultate similare fiind raportate și de alți autori [20, 21].

La încrucișările cu forma mutantă Mo 443, durata perioadei de vegetație a fost moștenită în generația F_1 conform tipului de supradominantă pozitivă (h_p = + 2,0) la combinația Mo 443 x MaKrista, în timp ce la Mo443 x MilOranj – a tipului de supradominanță negativă (h_p = - 1,8) (Tab. 14), efectul mediu al heterozigoției la aceste combinații fiind 101,4 şi 99,2% (Tab. 15).

La hibridul F_1 – Mo 446 x soiul timpuriu Zagadca, moștenirea a fost intermediară (h_p = + 0,35), însă, în combinația cu soiul tardiv Raiscoe naslajdenie – a fost dominanță negativă incompletă (h_p = - 0,56) a părintelui cu vegetație mai îndelungată (Tab. 14). De interes deosebit este combinația hibridă a soiului Fachel, cu forma mutantă multimarker Mo 632, la care în trei ani diferiți – 2014, 2015, 2016 s-a manifestat dominanță negativă stabilă (h_p = -3,1; -4,2; şi respectiv -3,8), adică a genitorului cu o perioadă de vegetație mai scurtă. De asemenea, a fost stabilit un effect heterozis negativ, practic pentru toate caracterele prezentate în tabelul 15 – 87,1%, 52,2%, 90,7%, 90,4% și respectiv 93,6. Caracterul *durata perioadei de vegetație,* la hibrizii F_1, s-a moștenit fiind de la tip *intermediar* cu abateri spre *negativ*, sau *pozitiv* până la supradominare – atât spre *pozitiv* cât și *negativ* (Tab. 14).

Datele de observație și analiza particularităților de manifestare și moștenire a caracterului ***numărul de flori în inflorescență*** au demonstrat că gradul de dominanță (h_p) a variat în limite largi – de la supradominanță negativă până la supradominanță pozitivă (Tab. 14). La 61,2% de combinații hibride F_1, s-a înregistrat o heritabilitate intermediară a caracterului. Supradominanță negativă s-a înregistrat la 5 hibrizi F_1 (L11069 x Dicaia roza, L111 x Raiscoie naslajdenie, L11069 x Stefani, L111 x Dicaia roza și Fachel x Mo 632). Acestea sunt combinații hibride, la care unul din genitori dețin două, uneori trei inflorescențe axiale ce se moștenesc conform modelului dominant (Tab.14). Deoarece fructificarea depinde nu doar de numărul de flori, dar și de ***numărul de fructe legate în inflorescență*** și ***a greutății lor medii***, s-a făcut analiza detaliată a acestor caractere la hibrizii F_1 și formele lor parentale (media de trei ani 2014-2016), ceea ce a condus la stabilirea particularităților lor de manifestare. De exemplu, la combinațiile hibrizilor L111 x L28, L28 x L111, L111 x MilOranj, Mo446 x Zagadca s-a constatat dominanță pozitivă (h_p = 0,95; 0,64; 0,85; şi respectiv 0,55), iar la L111 x MaKrista – supradominanță pozitivă (h_p = 1,05) (Tab. 14).

Tabelul 14. Heritabilitatea caracterelor valoroase de selecție la hibrizii F_1 de tomate media pentru anii 2014-2016

Combinația hibridă	Gradul de dominanță (h_p)				
	Durata perioadei de vegetație	Numărul de flori în inflorescență	Numărul de fructe în ciorchine	Greutatea unui fruct	Grosimea pericarpului
L 11069 x L 111	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,45	+ 2,0	+ 1,8
L 111 x L 11069	+ 1,2	- 0,35	- 0,17	+ 2,4	+ 3,2
L 111 x L 8	+ 0,54	+ 0,62	+ 0,21	- 0,81	+ 0,72
L 8 x L 111	+ 1,8	+ 0,22	+ 0,02	- 0,68	+ 0, 57
L 111 x L 28	+ 2,0	+ 0,13	+ 0,95	+ 1,4	+ 4,1
L 28 x L 111	+ 2,3	+ 0,24	+ 0,64	+ 1,7	+ 3,5
L 111 x Fachel	+ 0,56	+ 0,15	+ 0,20	+ 0,60	+ 0,38
L 111 x MaKrista	- 1,32	+ 0,40	+ 1, 05	+ 1,40	+ 1,12
L 111 x MilOranj	- 1,0	+ 0,25	+ 0,85	+ 2,1	+ 7,4
L 111 x L 1185	+ 0,64	+ 0,11	+ 0,48	- 0,32	- 0,41
L 11069 x R.N.	- 0,81	- 0,50	- 0,14	- 0,61	- 0,57
L 11069 x D.R.	- 0,9	- 1,38	- 0,21	- 0,80	- 0,33
L 11069 x Stefani	+ 0,42	- 1,10	- 0,63	- 0,27	- 0,61
L 111 x R.N.	+ 0,5	- 1,31	- 0,04	- 0,74	+ 0,12
L 111 x D.R.	+ 0,64	- 4,0	- 0,42	- 0,25	+ 0,03
Mo 443 x MaKrista	+ 2,0	- 0,5	+ 0,27	- 0,40	- 0,28
Mo 443 x MilOranj	- 1,8	- 0,28	+ 0,4	- 0,25	- 0,54
Mo 446 x Zagadca	+ 0,35	+ 0,12	+ 0,55	- 0,40	+ 0,14
Mo 446 x R.N.	- 0,56	- 0,86	+ 0,07	+ 0,53	+ 1,0
Fachel x Mo 632	- 3,70	- 3,0	- 1,86	- 2,38	- 0,51
L 111 x Mo 443	+ 1,8	+ 0,23	+ 0,17	+ 0,5	+ 0,02
L 111 x Mo 409	+ 0,53	- 0,47	- 0,4	+ 0,48	- 0, 51

La aceiași hibrizi, efectul mediu al heterozisului în anii de studiu a fost destul de mare și a fost de 107,8%, 131,6%, 121%, şi respectiv 126,3% (Tab. 15). Efect heterozis ridicat și stabil s-a manifestat și pentru alte caractere. În ceea ce privește ***numărul de fructe în inflorescență***, s-a constatat heritabilitate intermediară a caracterului la 62,0% combinații. Supradominanța negativă s-a manifestat doar la hibridul F_1 creat cu participarea formei mutante Mo 632 (h_p = -1,86) (Tab. 14). Studiul caracterului ***greutatea fructului*** a demonstrat că la 33,2% hibrizi F_1 are loc o supradominanță pozitivă, iar la ceilalți – moștenire intermediară (Tab. 14). Ca excepție poate fi menționat hibridul F_1 Fachel x Mo 632, la care s-a înregistrat supradominanță negativă (h_p = -2,38) pentru greutatea fructului și dominanță negativă (h_p = -0,51) – grosimea pericarpului. Majoritatea hibrizilor (63,0%) au moștenit caracterul ***grosimea pericarpului*** conform tipurilor ca fiind de dominanță și supradominanță pozitivă, iar la alte 37,0% au relevat heritabilitate intermediară (Tab. 14). Cei mai mari indici ai grosimii pericarpului (0,60-0,90 cm) s-au înregistrat la hibrizii F_1 – L111 x MilOranj, L111 x Makrista, L111 x L28, L28 x L111, L 111 x L 11069. Dominanță și supradominanță negativă s-a înregistrat mai frecvent la combinațiile, în care unul din genitori a prezentat forma nemutantă, cu inflorescență semicompusă și fructe mari (L11069 x Raiscoie naslajdenie, L11069 x Dicaia roza, L11069 x Stefani). Caracterele menționate, s-au moștenit în limitele de

supradominanță negativă – dominanță pozitivă, la combinațiile în care au participat formele mutante Mo 409, Mo 443 şi Mo 446 (Tab. 14).

Dominanța și supradominanța pozitivă, stabilă la caracterele menționate, s-au manifestat în anii de studiu, la hibrizii F_1 creați cu participarea liniilor semimutante: L11069 x L111, L111 x L11069, L111 x L28, L111 x MaKrista și L111 x MilOranj. La acești hibrizi F_1, pentru toate caracterele menționate s-a înregistrat un heterozis ridicat (Tab. 15).

Tabelul 15. Efectul heterozis (X) pentru caracterele valoroase de selecție la hibrizii F_1 (medie pentru anii 2014-2016)

Combinația hibridă	Heterozis, %				
	Durata perioadei de vegetație	Numărul de flori în inflorescență	Numărul de fructe în ciorchine	Greutatea unui fruct	Grosimea pericarpului
L 11069 x L 111	116,7	100,1	124,5	204,1	156,7
L 111 x L 11069	120,4	92,4	97,32	223,7	204,6
L 111 x L 8	105,6	112,7	103,3	98,4	104,2
L 8 x L 111	154,3	109,4	100,2	92,3	103,8
L 111 x L 28	168,6	103,1	107,1	138,6	166,7
L 28 x L 111	208,4	110,2	131,6	141,4	164,8
L 111 x Fachel	98,6	94,1	102,4	112,3	93,7
L 111 x Makrista	96,1	131,2	126,3	140,7	116,2
L 111 x MilOranj	99,1	113,3	121,0	186,8	226,3
L 111 x L 1185	103,2	99,7	107,2	96,2	90,1
L 11069 x R.N.	93,1	84,3	90,0	93,5	96,2
L 11069 x D.R.	100,2	68,7	86,3	91,4	98,0
L 11069 x Stefani	96,4	100,1	97,8	92,7	101,2
L 111 x R.N.	100,3	90,4	98,2	96,7	100,4
L 111 x D.R.	102,0	77,2	88,4	96,6	99,7
Mo 443 x Makrista	101,4	80,2	93,8	95,2	94,2
Mo 443 x MilOranj	99,2	94,7	100,4	90,1	98,8
Mo 446 x Zagadca	101,1	104,5	109,7	88,2	96,3
Mo 446 x R.N.	92,3	81,4	96,3	102,7	102,0
Fachel x Mo 632	87,1	52,2	90,7	90,4	93,6
L 111 x Mo 443	132,4	102,3	100,4	96,7	100,3
L 111 x Mo 409	111,2	69,8	77,0	100,3	102,4

S-a constatat o supradominanță negativă pentru câteva caractere valoroase de selecție: h_p = -3,7 – durata perioadei de vegetație; h_p = -3,0 – numărul florilor pe plantă; h_p = -1,86 – numărul fructelor legate; h_p = -2,38 – greutatea medie a fructului și h_p = - 0,51 – grosimea pericarpului la hibridul F_1 Fachel x Mo 632 (Tab. 14). Particularitatea de scădere a trăsăturilor menționate s-a manifestat cu stabilitate în anii de studiu. Este posibil ca aceasta să fi fost determinat de influența unui număr mare de gene mutante (*ag, h, t, l, u, pl, lg*), deținute de forma Mo 632.

Studiul manifestării caracterelor de producţie la hibrizii F_1 a demonstrat că la combinațiile L11069 x L111, L111 x L8, L111x L28, L111 x MaKrista, L111 x MilOranj, Mo 446 x Zagadca și L111 x Mo 409, producţia ridicată se bazează pe heterozisul mărimei *numărului de fructe pe plantă* și *a greutății medii a fructului*; la combinațiile L111 x L11069 și Mo 446 x Raiscoe naslajdenie; – pe mărirea doar a *greutății medii a fructului,* iar la L111 × L1185 și Mo 443 x MilOranj; – pe mărirea

numărului de fructe per plantă. Hibrizii menționați se recomandă pentru cultivare pe teren deschis și protejat în Republica Moldova.

Au fost identificate și alte combinații – L11069 x Raiscoe naslajdenie, L11069 x Dicaia roza, L11069 x Stefani, la care s-a înregistrat un heterozis negativ pentru componenții de productivitate. Se poate presupune că *linkage*-ul genelor sp^{+}, *u, nor, Tm-*2^{a}, *ls, br,* deținut de linia 11069, cu genele de tardivitate și inflorescenţă semicompusă al celorlalți componenți parentali ai hibrizilor, au determinat efectul negativ la aceştia. Supoziția, [21] că genele de maturitate târzie au un efect negativ asupra precocității, productivității generale, greutății fructului, maturizării uniforme și altor caractere agronomice valoroase, a fost confirmată și în cazul altor hibrizi F_1. S-a demonstrat că gradul de dominanţă și nivelul efectului heterozis la diferitele combinații F_1, pentru caracterele valoroase cercetate, sunt determinați de particularitățile genetice ale genitorilor implicați în încrucișări și specificul de interacțiune a celor două genomuri.

6.2. Crearea materialului inițial cu sterilitate funcțională

In al doilea bloc de încrucișări s-au utilizat forme cu diferite tipuri de sterilitate: Micado (*ps-positional sterile*), L 1751 (*pis-pistilate*), L 1132 (*ms* 10^{35}*- male sterile*) cu gene marker ale frunzei de tipul cartofului (*c*), L 708/69 (*ps-2*) cu tufa de tip erect (*d*), cât și liniile 1151 și 11069 care se caracterizează prin sterilitate parțială (17,8% - 11,2%) și sunt purtătoarele genelor *ls* (*lateral suppressor*) și *br* (*brachytic*). Cu participarea acestora s-au obținut opt combinații de hibrizi: L 1132 × L 708/69, L 1132 × L 1751, Micado × L 708/69, L 1751 × Micado, L 1151 × L 708/69, L 11069 × L 708/69, L 708/69 × L 1751, L 11069 × L 1751. În cadrul analizei populațiilor segregante F_2 și F_3, a fost apreciat gradul de manifestare a caracterelor sistemului productiv: tipul inflorescenței, tipul de sterilitate a florii – poziția pistilului față de conul de stamine, mărimea florii și numărul de elemente ale acesteia. În același timp, s-a studiat și gradul de manifestare a însușirilor valoroase din punct de vedere economic – perioada de vegetație, tipul de creștere și habitusul plantei, dimensiunea, forma şi culoarea fructului.

Ansamblul variabilității genotipice în populațiile F_2 ***în ceea ce privește manifestarea caracterelor care determină tipul de sterilitate***. În populațiile segregante F_2 al diferitelor combinații de încrucișare s-a constatat o heterogenitate intrapopulațională ridicată pentru *tipul inflorescenței* și *structura florii*. Au fost identificate două clase de genotipuri – cu inflorescență simplă (5-9 flori) și cu inflorescență compusă (11-40 flori). Conform poziției pistilului față de conul de stamine și numărului de elemente ale periantului și androceului, a fost identificat un spectru larg de variabilitate în cadrul fiecărei combinații (Tab. 16).

S-a constatat o variabilitate recombinațională mare după tipul de sterilitate la populația L1132 × L708/69, din care au segregat conform aspectului morfologic 11 plante. Trei dintre ele au avut o inflorescență complexă cu flori 100% sterile, alte 8/opt – inflorescență simplă combinată cu diferite grade de sterilitate, însă doar 5/cinci din ele corespundeau obiectivelor propuse în ceea ce privește poziția pistilului față de stamine (Tab. 16). Majoritatea florilor studiate (36,5%), aveau grad diferit de stamine deformate, pale, cu o cantitate mică de polen zbârcit. De rând cu aceasta, au fost descrise 16,3% flori cu pistil scurt și conul de stamine deformate cu polen steril,

19,4% dintre flori au avut un pistil înalt proeminent, lung și polen cu viabilitate bună, și doar 4% se deosebeau prin lipsă totală a conului stamine (*sl*), sau, florile aveau stamine solitare dar erau lipite de pistil (*sl-2*). Alte 23,8% de flori au fost fertile cu polent foarte viabil (58,3%) (Tab. 16). În populația segregantă F_2 a acestei combinații s-a constatat o variabilitate ridicată în ceea ce privește tipul de creștere a plantelor: erectă, nedeterminată și determinată, cu frunze de cartof; determinată cu gena *c*, flori dezvoltate normal, productive cu fructe uniforme; forme cu frunze de cartof, inflorescențe complexe ramificate multiplu, flori mărunte galben-pal cu pistil lung proeminent, polen steril și fructe galbene (combinație rar întâlnită).

În populația segregantă a combinației L1751 × soi Micado, spectrul variabilității în ceea ce privește prezența formelor cu sterilitate de diferite tipuri este mai restrâns. Au fost identificate 7/şapte plante cu inflorescențe uniforme, fără deformări ale florilor, la care pistilul iese dintre stamine în stadiul de culoare galben-lămâie, adică înainte de înflorire. Cea mai mare parte din florile analizate (71,2%) au avut pistile înalte proeminente (2-3 mm) (Tab. 16). Acest tip de sterilitate, este cel mai interesant pentru selecția de heterozis, întrucât autopolenizarea nu are loc din cauza că anterele nu plesnesc. Există opinia că la asemenea flori, la temperatura 35ºC și mai mult, are loc plesnirea spontană a anterelor [31]. Variabilitatea ridicată a raportului dintre florile cu pistile lungi și scurte a fost înregistrată în populația L1751 x L708/69. Rata florilor cu pistile lungi și conul de stamine dezvoltat normal (sterilitate funcțională) a constituit 53%. Pistil lung, dar stamine scurte lipite, s-a determinat la 14,8% flori, iar filamentul scurt cu grad diferit de deformare a staminelor – la 16,5% flori (Tab. 16).

Tabelul 16. Segregarea în populațiile de tomate F_2 conform manifestării diferitelor tipuri de sterilitate

Combinație hibridă F_2	Flori studiate, nr.	Frecvența florilor cu diferite tipuri de orientare a pistilului, %				
		Pistil scurt, fixare puternică a filamentelor cu stamine, polen viabil	Pistil lung, polen cu viabilitate bună (*ps*)	Pistil lung, stamine deformate și lipicoase, alb-gălbui (*ex-2*)	Pistil scurt, stamine deformate (*ex*)	Pistil lung, stamine lipite de pistil, concrescute sau lipsa totală a staminelor (*pis*)
L 1132 × L 708/69	252	23,8	19,4	36,5	16,3	4,0
L 1751 × Micado	220	20,3	71,2	0	3,1	5,4
L 1751 × L 708/69	200	15,7	53,0	14,8	16,5	0
L 11069 × L 708/69	159	62,7	25,8	7,2	6,3	0
L 1151 × L 708/69	194	62,9	17,5	19,6	0	0

Au fost identificate cinci plante cu variabilitate nesemnificativă a mărimii florii și poziția pistilului față de stamine în cadrul inflorescenței, sau a inflorescențelor în funcție de nivelul poziției lor pe tulpina principală a plantei. În combinațiile hibrizilor L11069 × L708/69 și L1151 × L708/69, la care în calitate de formă maternă s-au

utilizat linii cu sterilitate parțială (11,2-17,8%), procesul morfogenetic în ceea ce privește manifestarea sterilității a fost semnificativ mai represat. În populația F_2 a avut loc segregarea plantelor în *fertile, semisterile, solitare, sterilitate ridicată* (Tab. 16).

Rezultatele obținute relevă caracterul complex al heritabilității părților componente ale flori, ceea ce sugerează necesitatea selectării formelor cu anumită combinație a lungimii pistilului și staminelor. Pentru ameliorare, prezintă interes deosebit formele la care pistilul are o lungime optima, în corelare cu filamentele scurte ale staminelor.

Următoarea etapă de studiu a fost cercetarea ***gradului de expresie a caracterelor sterilității la descendenții populațiilor F_3***, obținuți din plantele F_2. Nivelul de sterilitate a fost evaluat prin înregistrarea fructelor legate în cadrul polenizării libere [31]. S-a constatat o segregare largă în populațiile F_3, izolate din descendența F_2 a combinației L1132 × L708/69. Totodată, populațiile F_3, provenite din alte două plante (17/16 și 18/16) ale aceleiași combinații, au manifestat un grad ridicat de sterilitate, indiferent de nivelul poziției inflorescenței pe plantă și a florilor în inflorescențe (Tab. 17). Un grad ridicat de sterilitate s-a înregistrat în populațiile F_3 – plante selectate în generația F_2 a combinațiilor L1751 × Micado și L1751 × L708/69, din care s-au selectat linii cu combinare optimală a lungimii pistilului și conului de stamine. Din combinația L1751 × Micado au fost izolate două linii – 27/16 și 33/16, al cărui nivel de sterilitate este de aproape 100% pentru toate inflorescențele. Alte două linii – 44/16, 45/16, au fost obținute din combinația L1751 × L708/69 (Tab. 17).

Au fost izolate 8/opt linii de perspectivă (Tab. 17) care în doi ani diferiți au manifestat un grad înalt de sterilitate conform ratei de legare a fructelor în polenizarea liberă (86 - 99%). Cinci linii (18/6, 27/16, 33/16, 44/16 şi 45/16) au sterilitate funcțională, alte trei (9/16, 11/16, 17/16) se caracterizează prin inflorescențe uniforme cu flori care au pistile lungi și grad diferit de deformare a unor stamine sau a filamentelor staminale.

Tabelul 17. Legarea fructelor la genotipurile de tomate sterile în populațiile F_3 în dependență de nivelul de fixare a inflorescenței pe tulpina principală (polenizare liberă)

Genotip/număr	Procentul de legare a fructelor dependent de nivelul de fixare a inflorescenței					
	Infloriscențele					
	1	2	3	4	5	6
9/16 (L1132xL708/69)	0,02	0,01	0,02	0,05	0,04	-
11/16 (L1132xL708/69)	0	0,02	0,02	0,04	0,03	-
17/16 (L1132xL708/69)	0	0	0,01	0	0	-
18/16 (L1132xL708/69)	0,01	0	0,01	0,04	0	-
27/16 (L1751xMicado)	0	0	0	0,01	0	-
33/16 (L1751xMicado)	0	0	0	0,01	0,01	0
44/16 (L1751xL708/69)	0,01	0,01	0	0,02	0,02	0
45/16 (L1751xL708/69)	0	0	0	0,01	0,02	0,03

Caracteristica morfobiologică a liniilor sterile din generația F_4. În cadrul selecțiilor formelor sterile, o atenție deosebită s-a acordat și prezenței caracterelor complementare: tipul de creștere, intensitatea de formare a lăstarilor laterali, lungimea internodurilor și însușirile fructului. Liniile izolate, au un tip simplu de inflorescență. Număr minim de flori în inflorescență (3-5) s-a înregistrat la liniile L 11/16 şi L 18/16, iar maximal (7,5 flori) la L 33/16 (Tab. 18), dar numărul lor poate varia în dependență de poziția inflorescenței pe planta. De exemplu, la L 33/16, paralel cu mărirea dispunerea înflorescenței pe plantă, se observă ramificarea lor și prezența unui număr mai mare de flori, la alte linii se observă un fenomen invers (9/16 și 45/16). Unele linii – 9/16, 11/16, 17/16/ 18/16, 27/16/ 44/16 au un tip determinat de creștere, cu înălțimea tulpinii principale de 59-90 cm (Tab. 18). Alte linii – 33/16 și 45/16 fac parte din formele cu creștere semideterminată. La L33/16, cea mai mare parte din plantele examinate (53%), după formarea a 5-6 inflorescențe încetează să crească. Alături de acestea se remarcă plante (11,7%) care au finalizat creșterea tulpinii principale în stadii anterioare (inflorescența 4-5), iar creșterea lor ulterioară a avut loc pe seama lăstarilor laterali. Rezultate similare s-au semnalat și la L 45/16, la care 50% din plante au finalizat creșterea după formarea a 5-6 inflorescențe, ceea ce relevă influența condițiilor de mediu asupra formării caracterului *tip semideterminat de creștere.* Liniile diferă și în funcție de caracteristicile fructului: unele – 9/16, 11/16, 17/16, 18/16 sunt roșii, netede, cu formă plat-rotundă, rotund-ovală, de mărimi medii și coacere semitimpurie; altele – 27/16 și 33/16 au fructe mari, de culoare roz-intens; 44/16 și 45/16 – fructe roșu-intens, rotunde (Tab. 18). Aceste linii, cu o combinație favorabilă de trăsături valoroase din punct de vedere economic și diferite tipuri de sterilitate, prezintă un interes deosebit pentru selecția heterotică.

Tabelul 18. Caracteristica morfobiologică a liniilor de tomate din generația F_4 cu diferite tipuri de sterilitate (media anilor 2014-2016)

Linia	Durata perioadei de vegetație (zile)	Inflorescențe pe tulpină (nr.)	Flori în inflorescență (nr.)	Frunze între inflorescențe (nr.)	Înălțimea plantei (cm)	Greutatea fructului (g)
9/16	107 ± 1,4	4 - 5	4 - 5	2,1 - 1,4	70 - 80	68
11/16	104 ± 0,9	4	3 - 5	2,0 - 1,4	65 - 86	80
17/16	106 ± 1,2	3 - 4	4 - 5	2,0 - 1,0	59 - 81	75
18/16	106 ± 1,7	3 - 4	4 - 5	2,2 - 1,2	60 - 76	65
27/16	117 ± 1,9	4 - 5	5 - 7	2,0 - 1,5	81 - 90	120
33/16	115 ± 1,1	5 - 7	5 - 7 - 9	2,5 - 1,8	95 - 110	125
44/16	102 ± 1,3	5 - 6	5 - 7	2,1 - 1,5	71 - 90	110
45/16	104 ± 2,1	6-8	5 - 9	2,4 - 2,0	89 - 118	98

6.3. Genele mutante *ls, br* și implicarea lor în variabilitatea genetică a populațiilor hibride F_2 - F_3 de tomate.

Pentru a crea hibrizi heterotici cu capacitate redusă de formare a lăstarilor laterali și internoduri scurte, capabili să utilizeze eficient, tehnologia de cultivare cât

şi progresul câştigat prin ameliorare în programul de cercetării s-au inclus genotipurile (L 11069 – *sp*$^{+}$, *ls, br, j-2, Tm*^{2a} şi Mo 443 – *ssp, ls*), purtătoare ale genelor *ls* (*lateral suppressor*) și *br* (*brachytic*) care controlează caracterele menționate. Folosind aceste forme și linii – L28, L111, L187, L828, L556, cu un set de trăsături cantitative și calitative valoroase și cu capacitate diferită de formare a lăstarilor, având genele *sp*$^{+}$, *sp*$^{\pm}$, *sp, ssp, u, nor, rin, j-2*, și soiuri foarte productive, cu fructe mari – MilOranj, MaKrista, Fachel, prin încrucișări/lor a fost creată o serie de combinații hibride: L11069 × L111, L11069 × L828, L11069 × L187, L11069 × L28, L11069 × L556, Mo443 × MaKrista, Mo443 × MilOranj și Mo443 × Fachel.

Analiza hibrizilor din prima generație (F_1), a demonstrat că formele parentale cultivate au manifestat o dominație de 100% pentru capacitatea de formare a lăstarilor. Dimensiunea lăstarilor laterali a fost diferită, în dependență directă de gradul de dezvoltare a acestora la formele parentale de cultură. Caracterul *lungimea internodurilor* a fost moștenită conform tipului intermediar. Diferențele dintre hibrizii F_1, în ceea ce privește sistemul de reproducere, sunt dependente direct de caracteristicile genotipice ale liniilor utilizate în hibridare**.**

Variabilitatea recombinativă în populațiile F_2 segregante, linii mutante și cultivare mutante pentru caracterele controlate de genele ls și br. Au fost studiate populațiile segregante F_2: L11069 x L187, L11069 x L828, L11069 x L556, L11069 x L28, L11069 x L111, provenite din încrucișarea formelor nedeterminate și semideterminate – grupul I: Mo443 x s. MaKrista, Mo443 x s. MilOranj și Mo443 x s. Fachel; descendenți din încrucișarea formelor cu creştere determinată – grupul II. S-au analizat patru caractere: intensitatea formării lăstarilor laterali, lungimea internodurilor, schimbări morfologice în structura florii și greutatea fructelor (150 de plante în fiecare combinație). În funcție de modul de manifestare și gradul de exprimare, pentru fiecare caracter s-au examinat indicii:

– *Intensitatea formării lăstarilor laterali*: **1** – grad ridicat (71-100% – lăstarul se formează la fiecare nod sau peste unul; **2 –** mediu (40-70 % – peste fiecare 2-3 noduri); **3 –** jos (10-40% – un lăstar revine la 4 noduri) și **4 –** foarte jos (<10% – lăstarii lipsesc sau sunt solitari și reduși);

– *Lungimea internodurilor*: **1 –** internoduri lungi (9,1-12,5 cm și mai mult); **2 –** internoduri de lungime medie (6,1-9,0 cm); şi **3 –** scurte (<6,0 cm);

– *Dereglări morfologice în structura florii* (structurii integrale a florii, elementelor particulare, inclusiv *heterostilia*): **1 –** grad ridicat (70-100%); **2 –** mediu (40-70 %); **3 –** scăzut

(10-40%); **4 –** flori dezvoltate normal (<10%);

– *Greutatea fructului*: **1 –** medie-mare (71-120 g); **2 –** mică-medie (40-70 g); **3 –** foarte mică-mică (10-40 g).

Conform, tuturor caracterelor studiate, la combinațiile hibride s-a constatat un spectru larg de variabilitate recombinativă intrapopulațională (Fig. 12 *a, b*).

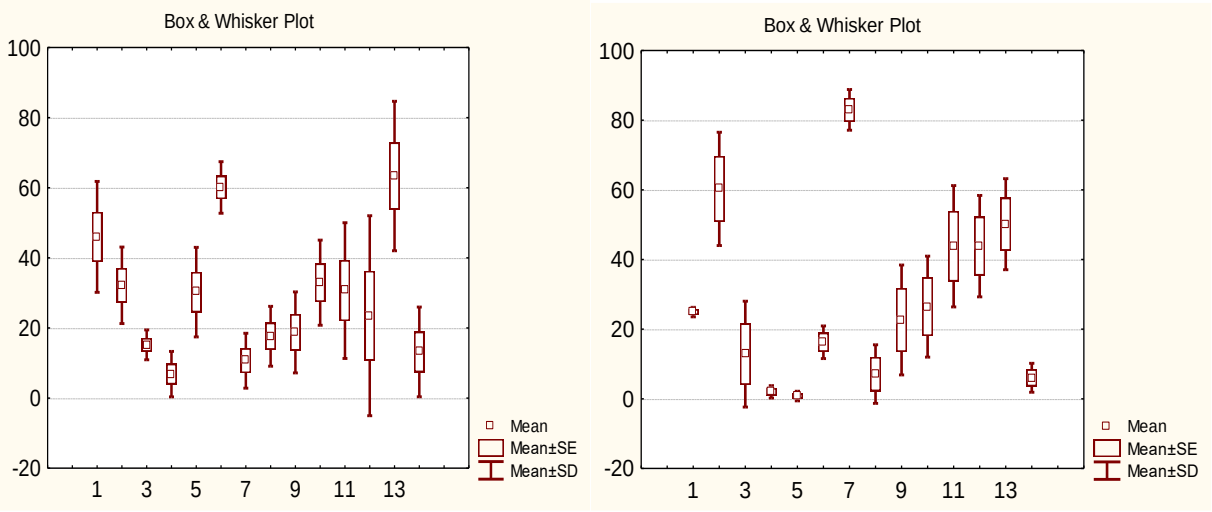
În populațiile hibrizilor din grupul I, frecvența genotipurilor care formează lăstari laterali la fiecare nod sau peste unul, în funcție de combinația hibridă este ridicată și variază în limitele 30,7- 60,4%, media în grup fiind de 46%. Genotipuri fără lăstari sau care formează lăstari solitari în populațiile fiecărei combinații sunt foarte puține – 4,8%, 1,4%, 2,3%, 8,3% și respectiv 7,4%, în combinațiile sus-menționate (Fig. 12 *a*).

Analiza caracterului lungimea internodurilor a demonstrat că 60% din genotipuri au internoduri de lungime medie (6,1-9 cm), formează mai multe inflorescențe pe tulpină. Internodurile lungi (10,6-12,5 cm și 9,8-12,5 cm) au format 36,5% plante din populația segregantă a combinației L11069 x L556 și 47,8% – în combinația L11069 x L111, în timp ce numărul plantelor cu internoduri foarte scurte (<6 cm) în populațiile hibride a fost nesemnificativă (în medie 5,8%). Un spectru larg de variabilitate a fost marcat de morfologia florii (Fig. 12 *a*). În populațiile hibrizilor L11069 x L556 și L11069 x L111 s-au înregistrat cele mai puține genotipuri – 11,4 și 8,4% cu diferite tipuri de deformări, rata florilor cu dezvoltare normală fiind de 42,3 şi respectiv 56,4%. S-au obținut date diametral opuse pentru combinațiile L11069 x L828 și L11069 x L187, în populațiile la care 65,9% și 41,5% dintre genotipuri au manifestat perturbări puternice sau moderate ale structurii florii, sau ale elementelor sale particulare. La circa 1/3 din genotipuri s-a înregistrat fenomenul de *heterostilie* sau chiar *partenocarpie*. Ca rezultat, legarea fructelor a fost slabă, semințele nu s-au format deloc sau numărul acestora a fost foarte mic (până la 25), ceea ce denotă manifestarea efectelor pleiotropice. Au fost identificate și plante la care lipseau în totalitate lăstarii laterali, sau erau câte unul, cu internoduri scurte (între 22,7 și respectiv 50,1%). În populațiile hibrizilor din primul grup, cea mai mare parte din genotipuri a format fructe mici (40-70 g). Limitele variabilității în populațiile diferitelor încrucișări sunt largi. Fructe mari s-au format la 69,5% genotipurile din combinația L11069 x L 28 și 32,1% din combinația L11069 x L111.

La hibrizii din grupa doi, în populații s-au semnalat multe genotipuri care au format lăstari laterali după fiecare două-trei noduri (Fig. 12 *b*). Nu s-au înregistrat plante fără lăstari laterali în populația combinației Mo443 x s. Fachel. O rată mică de genotipuri (2,6 și 3,4%), cu unu-doi lăstari laterali slab dezvoltați, s-au determinat și în populațiile Mo443 x MaKrista, Mo443 x MilOranj. Majoritatea genotipurilor din populațiile de hibrizi din acest grup au avut internoduri scurte (Fig. 12 *b*). Probabil că determinismul genetic al acestui tip de creștere a fost factorul decisiv în modelul fenotipic al acestuia. S-au stabilit diferențe puternice atât între combinațiile hibride, cât și în spectrul variabilității intrapopulaționale în ceea ce privește gradul de perturbări în structura florilor. De exemplu, în populațiile F_2 – Mo443 x MaKrista și Mo443 x Fachel, frecvența genotipurilor cu flori dezvoltate normal este mare (60,2% și 45,7%), în timp ce în populația Mo443 x s. MilOranj acestea sunt mai puține – 25,5%, dar frecvența de apariție a genotipurilor cu diferite tipuri de deformații ale florii și elementelor sale, inclusiv cele sterile, este de 56,7%. În ceea ce privește greutatea fructului, spectrul variabilității a fost mai redus – în populații predominând genotipurile cu fructe mai mari şi uniforme (Fig. 12 *b*).

Spectrul larg al variabilității recombinative în cadrul populației F_2, cu privire la gradul de manifestare a caracterelor controlate de genele mutante *ls* și *br* relevă necesitatea sistematizării genotipurilor cu o anumită combinație de însușiri în gruparea Euclidiană/clusteriană. La genotipurile localizate în clustere diferite, s-a constatat o combinare complexă și specifică a caracterelor (Fig. 13 *a, b*), dar totodată s-au manifestat similitudini și deosebiri intrapopulaționale. Ele sunt destul de pronunțate atât în ceea ce privește caracterele studiate și combinarea lor într-un

singur genotip, cât și în populațiile de hibrizi obținuți din încrucișarea formelor cu creştere nedeterminată (grupul 1) și a formelor cu creştere determinată (grupul 2).



a ***b***

Fig. 12. Variabilitatea recombinativă a caracterelor controlate de genele marker mutante *ls* și *br* în populațiile segregante F_2 provenite din încrucișarea liniei *11069 (a)* cu formă mutantă *Mo 443 (b)*

Caractere: 1. Grad ridicat de formare a lăstarilor laterali (71-100%), **2.** Grad mediu (41-70%), **3.** Grad scăzut (10-40%), **4.** Grad foarte scăzut (<10%); **5**. Internoduri lungi (9,1-12,5 см), **6.** Internoduri medii (6,1-9,0 см), **7**. Internoduri scurte (<6 cm); **8.** Grad ridicat de dereglări morfologice în structura florilor (71-100%), **9.** Grad mediu (41-70%), **10.** Grad scăzut de dereglări morfologice în structura florilor (10-40%), **11.** Flori, normal dezvoltate (<10%); **12.** Greutatea fructelor – medie-mare (71-120 g), **13.** Greutatea – mica-medie (40-70 g), **14.** Greutatea – foarte mica-mică (10-40 g).

Conform primului grup de hibrizi, clusterul 1 – cel mai numeros a inclus genotipuri cu o capacitate puternică de formare a lăstarilor (de la 71 la 100%, practic la nodul fiecărei frunze a plantei), internoduri de lungime medie (6,1-9,0 cm), greutatea fructelor – mică și mijlocie (41-70 g) (Fig. 13 *a*). Asemenea combinație de caractere, denotă influența neunivocă a acestor gene în manifestarea fenotipică în populațiile descendente. Într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcție de capacitatea de formare a lăstarilor, la formelor parentale, trăsăturile analizate sunt determinate de genomul cultivarului. Al doilea cluster a inclus genotipuri cu o combinație mai complexă de trăsături: grad mediu de formare a lăstarilor laterali (41-70%) cu internoduri lungi (9,1-12,5 cm), mai puține abateri morfologice în structura florilor (0-40%) și fructe mari (până la 120 g). În al treilea cluster, au fost distribuite genotipurile cu cea mai complexă combinație de însușiri: capacitate scăzută de formare a lăstarilor laterali (unul la 4 noduri) sau absența lor completă pe tulpina principală (0-40%), internoduri scurte (<6 cm), un grad ridicat de perturbări în structura florilor (între 41 și 100%) și fructe mici (10-40 g) (Fig. 13 *a*). Din cele mai sus-menționat, rezultă concluzia – *cu cât se formează mai puțini lăstari laterali şi cu cât internodurile sunt mai scurte pe plantă, cu atât sunt mai multe abateri morfologice în structura florilor şi se constată că fructele fiind mai mici. Aceasta indică efectul multiplu (pleiotrop) al genelor* ***ls*** *și* ***br****, din cauza domesticirii insuficiente a acestora, sau posibil că aceste efecte secundare se datorează interacțiunilor cu alte gene care au un efect indirect,*

ceea ce intensifică modul de manifestare a însușirilor mutante. La tomate, multe gene mutante controlează trăsături importante pentru selecție și acționează pleiotrop [21, 32], iar suprimarea efectelor negative este posibilă printr-o cultivare mai activă a formelor mutante, purtătoare ale acestor gene.

Clasificarea genotipurilor celui de-al 2-lea grup de hibrizi cu forma mutantă Mo 443 (*ls*) a evidențiat un grad diferit de similaritate și diferențe între genotipurile din populațiile de hibrizi separaţi, în funcție de anumite combinații de însușiri, inclusiv, în funcție de caracteristicile formelor parentale folosite în încrucișări. După gradul de manifestare a caracterelor și combinarea lor specifică, într-un singur genotip, acestea s-au distribuit în trei clustere (Fig. 13 *b*).

Cele mai interesante sunt genotipurile celui de-al treilea cluster, cu grad mediu de formare a lăstarilor laterali (41-70%), internoduri scurte (<6 cm), flori dezvoltate normal și greutatea fructelor – de la mijlocii la mare (70-140 g).

Variabilitatea recombinativă ridicată în ceea ce privește modul de manifestare și gradul de expresie a caracterelor controlate de genele *ls* și *br* în populațiile segregante F_2, și clasificarea genotipurilor conform anumitor combinații de trăsături, au arătat că cele două genele ***ls*** și ***br***, împreună au un efect negativ mai puternic asupra manifestării caracterelor sistemului reproductiv decât o singură genă ***ls***, ceea ce relevă acțiunea lor complementară.

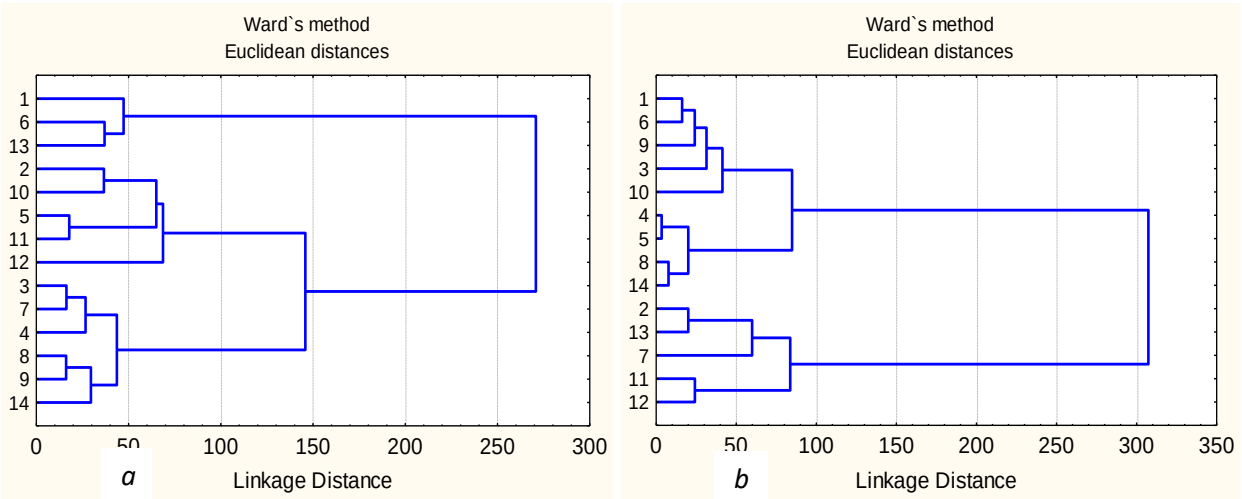


Fig. 13. Dendrograma cu repartizarea pe baza similitudinilor/ deosebirilor caracterelor controlate de gene marker mutante la genotipurile izolate din populațiile segregante ale diferitelor combinații cu linia *L 11069 (a)* și cu mutanta *Mo 443 (b)*

Caractere: 1. Grad ridicat de formare a lăstarilor laterali (71-100%), **2.** Grad mediu (41-70%), **3.** Grad scăzut (10-40%), **4.** Grad foarte scăzut (<10%); **5**. Internoduri lungi (9,1-12,5 см), **6.** Internoduri medii (6,1-9,0 см), **7**. Internoduri scurte (<6 cm); **8.** Grad ridicat de dereglări morfologice în structura florilor (71-100%), **9.** Grad mediu (41-70%), **10.** Grad scăzut de dereglări morfologice în structura florilor (10-40%), **11.** Flori, normal dezvoltate (<10%); **12.** Greutatea fructelor – medie-mare (71-120 g), **13.** Greutatea – medie-mică (40-70 g), **14.** Greutatea – foarte mică-mică (10-40 g).

Analiza variabilității genotipice la descendenții F_2 din diferite combinații (8) în ceea ce privește parametrii caracterelor studiate (4) cu grad diferit de manifestare (14 indicatori), controlate de genele mutante *ls* și *br*, a demonstrat depășirea variației

intraclusteriene de către cea interclusteriană, ceea ce denotă deosebirile semnificative ale: i) clusterelor formate pe baza caracterelor analizate; ii) combinațiilor hibride analizate și iii) variabilității recombinaționale ridicate în cadrul populațiilor segregante (Tab. 19). Sistematizarea caracterelor pe baza valorii de ameliorare, oferă înalte oportunități de optimizare a programelor de creare a materialului inițial.

Tabelul 19. Analiza variabilității genotipice în populațiile de tomate segregante F_2 pe baza caracterelor controlate de genele mutante *ls* și *br*

Combinația hibridă F_2	Varianța interclusteriană	df	Varianța intraclusteriană	df	F	P
	Combinația nedeterminat x nedeterminat					
11069 x 187	4763,371	2	1419,867	11	18,45141	0,000306
11069 x 828	4284,437	2	2577,780	11	9,14136	0,004585
11069 x 556	8005,041	2	10,53,736	11	41,78250	0,000007
11069 x 28	2616,694	2	1733,123	11	8,30398	0,006338
11069 x 111	3347,385	2	1649,203	11	11,16334	0,002251
	Combinația determinat x supradeterminat					
Mo 443 x MaKrista	6024,723	2	1553,766	11	21,32623	0,000164
Mo 443 x MilOranj	5093,761	2	2428,767	11	11,53494	0,001994
Mo 443 x Fachel	8916,381	2	2945,368	11	16,64991	0,000470

6.4. Liniile de tomate multi-marker și gradul de manifestare a caracterelor controlate de genele *ls* și *br* în populațiile F_3 - F_5

În a treia generație a descendenței genotipurilor izolate în F_2, din diferite combinații de hibrizi din primul grup, s-au constatat segregări pe baza tuturor caracterelor. Acest lucru este cel mai evident la formarea lăstarilor laterali și abaterile morfologice în structura florilor a descendenței F_3 din combinația L11069 × L556 (segregarea a fost similară cu cea din populația F_2). Fenomenul demonstrează instabilitatea sistemelor genetice la formele inițiale, precum și efectele secundare ale genelor *ls* și *br*, datorită legăturii cu alte gene care au un efect indirect, intensificând, în același timp, manifestarea caracterelor mutante. În populațiile F_3 din combinațiile L11069 x L187 și L11069 x L828 au existat mai multe genotipuri de tip semidomestic cu fructe mici (32-45 g), lăstari laterali solitari și abateri pronunțate în structura florii. În același timp, au segregat și genotipuri cu însușiri ale liniilor cultivate – mai mulți lăstari de dimensiuni medii, internoduri lungi, fructe mai mari. Descendenți uniformi în ceea ce privește caracterele selectate în F_3, au fost obținuți din genotipuri izolate din populațiile L11069 x L28 și L11069 x L111. Linia 28 și Linia 111 au tip de creștere semideterminat ($sp^{\pm}$) și sunt purtătoare ale genelor de calitate *rin* și *nor*. În populațiile F_3 ale acestor combinații, au fost identificate mai multe genotipuri (linii) care combină cu succes formarea limitată a lăstarilor laterali, lungimea internodului scurtă sau medie, florile normal formate, fructele de mărime medie sau mare și manifestarea stabilă a acestor însușiri în generația F_4.

Populații mai uniforme, în ceea ce privește gradul de manifestare a caracterelor la descendența F_3 formează genotipurile, izolate din combinațiile hibride ale grupului

al 2-lea. Caracterul stabil al manifestării trăsăturilor selectate a fost observat la populațiile din Mo 443 × MaKrista și Mo 443 × Fachel. O segregare puternică a caracterelor sistemului reproductiv s-a înregistrat în populațiile descendenței F_3 din genotipurile combinației Mo 443 × MilOranj.

Liniile multi-marker 196, 197, 204, 224, 228 (Tab. 20) izolate în descendența F_4 din combinațiile L11069 x L28 și L11069 x L111 sunt valoroase din punct de vedere ameliorativ. Aceste plante sunt de tip semideterminat de creștere, semiprecoce (101-110 zile), cu o lungime a tulpinii principale de 110-138 cm, creștere slabă autolimitată a lăstarilor laterali. Numărul de lăstari laterali de pe tulpina principală este de 3,0-6,4 la 18,2-21,7 noduri, internoduri de lungime medie – de la 6,7 la 9,6 cm (Tab. 20). Aceste linii în generațiile F_4, F_5, în anii cu condiții climatice diferite (2015, 2016), au demonstrat un caracter stabil al însușirilor analizate, dar totuși la unii descendenți au segregat în plante cu puține fructe, dar fără lăstari laterali. Habitusul plantei se caracterizează printr-o tulpină verticală, semierectă, cu un raport bun al masei frunze-fructe. Frunzele au culoare verde închis, și diferite forme: ovate, alungit-ovate, larg lanceolate. Au fost constatate diferențe în ceea ce privește forma și morfologia florii: dezvoltate normal și flori cu o corolă completă, dar petale concrescute care formează un tub.

Un alt grup de linii: 186, 205, 237, 241, 10/16 – descendenți ai genotipurilor izolate din combinațiile hibride L11069 x L187, L11069 x L828 și L11069 x L556. Au un tip nedeterminat de creștere cu o combinație optimă de însușiri valoroase (Tab. 20). De exemplu, linia 186 formează un număr limitat de lăstari laterali pe plantă (3,3-3,8 la 28,8-32,9 noduri), are fructe mari (110 g sau mai mult) și dense. Însușiri identice manifestă linia 237. Liniile 205, 241 și 10/6 se caracterizează printr-o creștere nedeterminată slab viguroasă, aproape de semideterminată, dar nu autolimitată, cu aranjare densă a inflorescențelor. Au 3,8 - 6,1 lăstari laterali la 21,4 - 29,4 noduri, iar pe unele noduri s-au înregistrat de la 3 la 7 lăstari laterali foarte scurți, reduși (3-4 cm).

Din încrucișările cu forma mutantă de Mo 443 (*ls*), au fost alese liniile 110, 164, 178, 181, 183, 188, 193, 195, cu tipuri de creștere supradeterminată și determinată, cu inflorescențe uniforme, flori formate normal, și uniforme după formă, culoarea fructelor și capacitatea scăzută de formare a lăstarilor laterali (Tab. 20). Acest lucru indică faptul că forma inițială mutantă (Mo 443) a avut un determinism poligenic înalt pentru caracterele aflate în studiu, deoarece gena *ls* nu are un efect negativ puternic asupra manifestării lor. O analiză a populațiilor descendenților generațiilor F_4 și F_5 demonstrează că în 2016, comparativ cu 2015, manifestarea caracterelor a fost mai stabilă (Tab. 20).

A fost creat materialul inițial (linii multi-marker) cu diferite combinații de gene (*sp*$^+$, *sp, sp, ssp, rin, nor, ls, br, pis, ex, sl* etc.) care formează un număr limitat de lăstari laterali cu internoduri scurte, diferit prin tipul de creștere și habitusul plantelor, durata sezonului de vegetație, tipuri de inflorescențe și sterilitate, mărimea, forma, culoarea şi calitatea fructelor, oferind posibilitatea reproducerii lor. Aceste linii corespund obiectivelor cercetării și sunt incluse în programele de lucru pentru studierea capacității de combinare și crearea hibrizilor pe baza de heterozis la tomate F_1.

Tabelul 20. Indicii caracterelor controlate de genele *ls, br* la noile linii de tomate multi-marker și stabilitatea manifestării lor în generațiile F_4 (2015) și F_5 (2016)

Linie, genotip	Media numărului de internoduri pe plantă, nr.		Media lungimii internodurilor, cm		Numărul lăstarilor laterali pe plantă		Numărul de inflorescențe pe planta		Producţia kg/parcelă		Greutatea fructului, g	
	2016	%, la 2015	2016	%, la 2015	2016	%, la 2015	2016	%, la 2015	2016	%, la 2015	2015	2016
L 110 *(ssp, u, j, ls, nor, br)*	7,0	100,1	6,8	97,1	4,1	136,2	4,3	97,7	9,4	90,3	91,7	106,4
L 183 *(ssp, u, nor, ls)*	6,8	97,0	6,4	91,4	3,0	115,3	3,7	115,5	10,2	102,5	81,0	70,5
L 188 *(ssp, u, t, ls)*	9,0	100	7,0	97,2	3,3	97,3	4,1	124,5	9,7	104,3	68,0	80,7
L 164 *(sp, u, ls, j-2, rin)*	10,1	98,0	8,5	98,8	3,1	103,0	5,4	101,9	11,6	97,7	68,6	75,8
L 178 *(sp, u, ls)*	9,0	96,6	9,0	91,6	4,2	89,4	4,7	104,4	13,8	100,3	94,7	101,0
L 181 (*sp, hp-2, j-2, u*)	10,3	97,0	8,1	87,7	3,2	91,4	4,5	102,4	12,6	97,9	78,0	88,6
L 193 *(sp, ls, u, nor)*	9,6	91,4	8,5	88,2	3,1	103,3	5,1	124,3	11,9	92,2	64,3	73,2
L 195 *(sp, u, ls, nor)*	10,1	96,2	7,0	97,1	3,5	95,8	4,2	105,0	13,5	101,5	65,0	76,0
L 196 *(sp$^{\pm}$, ps, r, c, ls, br)*	21,2	100,7	9,6	110,2	3,0	115,3	4,6	109,5	12,3	99,7	67,0	78,4
L 197 *(sp$^{\pm}$, ls, t, rin)*	21,3	87,3	8,6	89,7	5,1	83,7	6,1	96,8	14,6	95,6	85	92
L 228 *(sp$^{\pm}$, ls, u, ex)*	21,7	88,2	9,0	100	6,4	78,3	7,4	98,2	12,9	96,6	63,7	76,2
L 234 *(sp$^{\pm}$, u, nor, ls, br)*	21	115,3	6,7	94,8	3,4	77,3	7,1	110,9	14,7	113,7	74,6	86,8
L 186 (*sp^{+}, ls, br, u, nor*)	30,1	101,0	8,3	100	3,8	106,6	11,5	121,3	21,7	103,3	111,3	119,3
L 205 (*sp^{+}, ls, u*)	29,4	104,6	9,0	86,3	5,3	106,0	9,8	101,2	18,6	99,8	43,8	61,5
L 237 (*sp^{+}, rin, ls, u*)	28,2	102,4	10,5	98,0	4,4	104,7	9,4	100,8	19,1	95,6	72,8	89,2
L 241 (*sp^{+}, ls, u, rin*)	28,4	88,0	8,8	105,6	6,1	101,8	8,9	96,7	15,9	103,5	112	118,3
L 10|16 (*sp^{+}, ls, gs, rin*)	21,4	87,3	8,4	96,7	5,2	92,8	7,0	94,6	11,0	96,5	20	14,5

6.5. Variabilitatea calității și cantității de polen la liniile de tomate multi-marker în dependență de nivelul de fixare a inflorescenței și de temperatură ridicată.

Caracterele marker (*ssp, sp, sp+, sp±, br, ls, pis, nor, rin, u, gs. j, j-2)*, deținute de liniile create, sunt ușor de identificat în teren deschis sau protejat (seră), în diferite etape de creștere și dezvoltare a plantelor. Un impediment pentru includerea lor activă în programele de ameliorare poate fi calitatea polenului, deoarece liniile sunt obținute din încrucișarea cu formele purtătoare ale genei *ls*, care este în *linkage* cu genele care determină perturbările morfologice în structura florii.

Pornind de la aceasta, au fost studiată fertilitatea și viabilitatea polenului, caracteristicile morfologice ale grăuncioarelor de polen, cantitatea de polen, influența nivelului de fixare a inflorescenței pe plantei și influenţa temperaturii ridicate asupra variabilității acestor trăsături.

Au fost studiate liniile multi-marker, la care s-a determinat raportul dintre grăunciorii de polen sterili și fertili. S-a constatat că fertilitatea a fost ridicată la aproape toate liniile (variind de la 70,4 la 96,1%). Studiul și analiza viabilității polenului care caracterizează capacitatea de fecundare a polenului, nu au elucidat relația directă între fertilitate și viabilitatea polenului. De exemplu L234, cu fertilitatea polenului de 93,6%, are o viabilitate de 16,7%, în timp ce L204 cu fertilitate de 78,5%, are viabilitatea polenului de 45,9%. Liniile 196 şi 228 cu cea mai scăzută fertilitate a polenului, au o viabilitate de 19,9% și respectiv 30,0%, ceea ce demonstrează că în populațiile de polen al liniilor studiate, grăunciorii de polen capabili să germineze și să fecundeze sunt mult mai puțini decât cele fertili. În același timp, polenul liniilor de tomate multi-marker a fost evaluat în ceea ce privește rezistența la temperaturi ridicate și secetă. Diferențele genotipice pronunțate între linii au fost constatate prin răspunsul polenului la acțiunea temperaturii ridicate și a factorului osmotic. Deosebirile în cazul temperaturii ridicate au variat de la 18,0% (L234) la 83,1% (L193). Contrastanți au fost parametrii de germinare a liniilor de polen și pe fondul factorului osmotic – de la 0,1% (L183) la 55,9% (L110). Analiza varianței şi a surselor de variabilitate a rezistenței polenului la factorii de stres abiotic a relevat ponderea influenței genotipului, factorilor de stres și interacțiunii acestora în variabilitatea generală a caracterelor (Fig. 14).

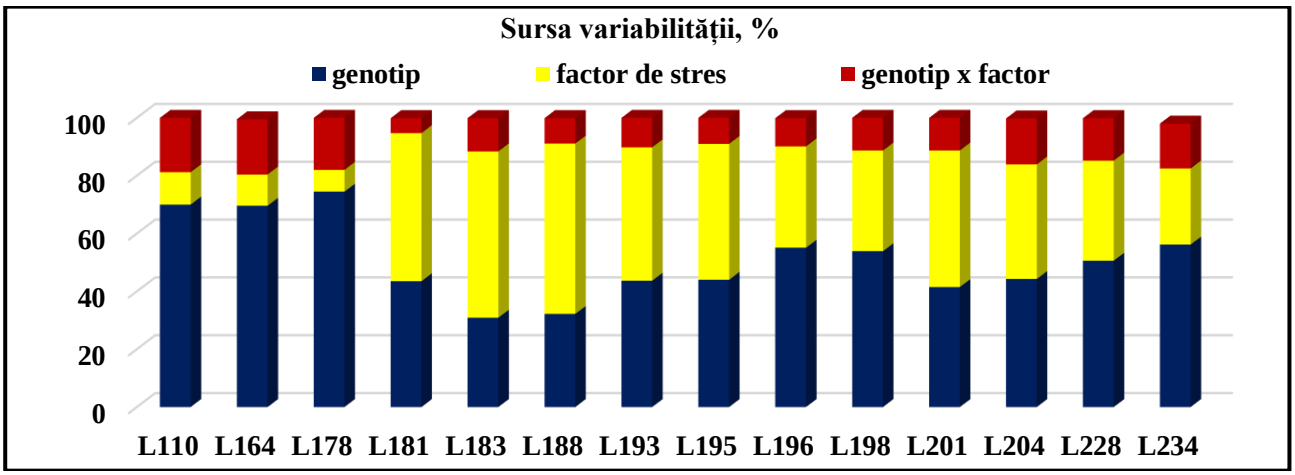


Fig. 14. Analiza factorială a variabilității rezistenței polenului liniilor multi-marker la stresuri abiotice

Pe lângă aceste caracteristici, a fost studiată ***influența nivelului de formare a inflorescențelor pe tulpina principală a plantei asupra viabilității polenului și a rezistenței acestuia la temperaturi ridicate.***

S-au stabilit diferențe în viabilitatea polenului proaspăt colectat (martor) atât între linii, cât și în funcție de nivelul de inserție a inflorescenței. Polenul obținut din florile inflorescențelor de la nivel inferior (1-2 inflorescență) a avut o viabilitate ridicată – 55,2%, 40,6%, cele din inflorescențele 3-4 acest indice a fost mai mare – 64,3%, 58,8%, și de două, sau de mai multe ori mai scăzută (14,5%, 26,0%, respectiv) la inflorescențele a 5-a și a 6-a. La toate liniile studiate, polenul obținut din florile inflorescențelor nivelului mijlociu (3-4) s-au caracterizat printr-o viabilitate ridicată, cea mai scăzută remarcându-se la toate liniile pentru inflorescențele nivelului superior al plantei. (Fig. 15 *a*). Aceeași regularitate a fost stabilită și pentru *lungimea tuburilor de polen* (Fig. 15 *b*). Este de menționat că inflorescențele nivellului mijlociu (3-4) se formează și înfloresc în cele mai favorabile condiții de mediu, în timp ce inflorescențele nivelelor superioare (5-6) se dezvoltă în condiții de temperatură înaltă și deficiență de umiditate.

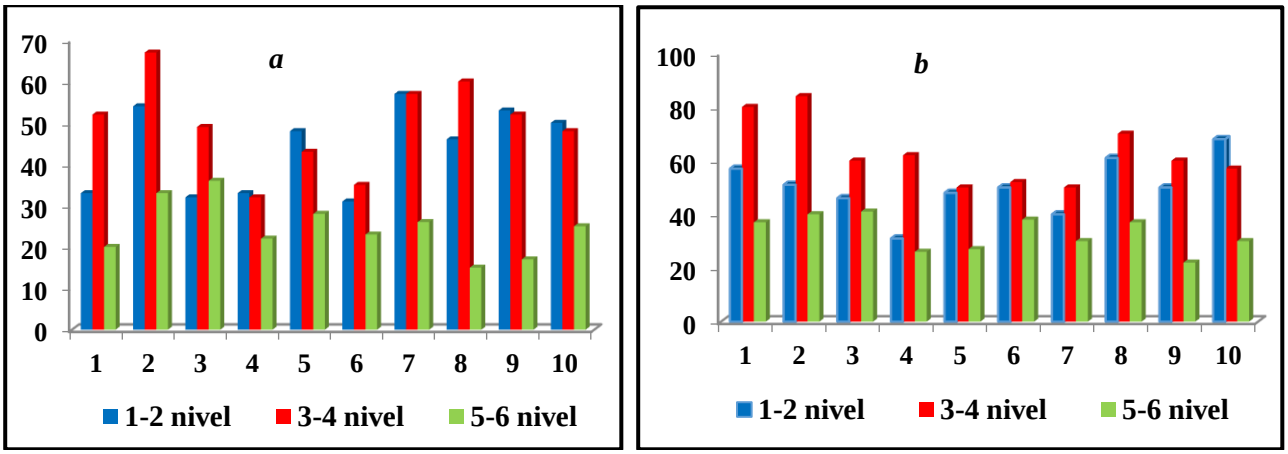


Fig. 15. Valorile caracterelor polenului la liniile de tomate în funcție de nivelul de inserție a inflorescenței pe tulpina principală (martor): *a – viabilitatea polenului %; b – lungimea tuburilor de polen, u.o.m.*

Modele relativ diferite au fost puse în evidență la tratarea polenului din liniile obținute din flori ale inflorescențelor de la diferite nivele la o temperatură de 45°C timp de 8 ore. S-a constatat un răspuns diferențiat al polenului la încălzire și, în special, în funcție de locul de inserție a inflorescenței pe plantă (Fig. 16 *a, b*). Analiza caracterului *rezistența tuburilor polenice* demonstrează că polenul din florile inflorescențelor nivelului superior (5-6) după tratamentul termic (45°C) germinează mai repede (Fig. 16 *a*), formând simultan tuburi foarte lungi (Fig. 16 b), în timp ce în varianta martor au fost cele mai scurte (Fig. 15 *b*). Aceasta denotă că polenul din inflorescențele nivelului superior, formate la temperaturi ridicate, au un număr mai mare de gameți rezistenți, care la germinare formează tuburi polenice lungi și pot asigura procesul de fecundare în condiţii de stres termic.

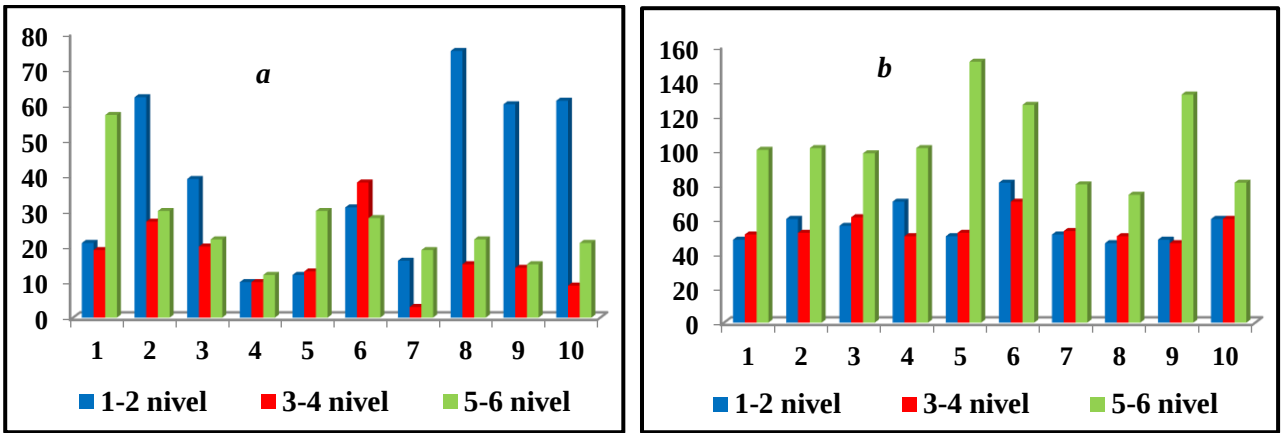


Fig. 16. Acțiunea stresului termic asupra polenului liniilor de tomate în funcție de nivelul de inserție a inflorescenței pe tulpina principală: *a – rezistența polenului la etapa de germinare, %; b – rezistența tuburilor polenice, u.o.m.*

Studiul și analiza ***caracteristicilor morfobiologice ale grăunciorilor de polen din liniile de tomate, înainte și după tratamentul termic, în funcție de nivelul de inserție a inflorescenței***, au evidențiat particularitățile fiecărei linii, atât în funcție de localizarea inflorescenței, cât și de răspunsul la stresul termic (Tab. 21). Nu s-a stabilit o legătură certă în ceea ce privește variabilitatea caracterului *mărimea grăunciorilor de polen* în funcție de poziția inflorescenței pe plantă și de reacția polenului a liniilor la temperatură ridicată. Diferențele sunt determinate de caracteristicile genotipice ale liniilor. Unele (1, 2, 10) formează grăunciori mari în toate inflorescențele plantei, dar reacționează puternic la temperaturi ridicate, scăzând în dimensiune. Altele (6, 7) dimpotrivă, având polen de dimensiuni foarte mici, sunt mai puțin sensibile la temperaturi ridicate. Totodată, au fost identificate și linii (5 și 8), ale căror grăunciori de polen scad în dimensiuni pe măsura creșterii dispunerii inflorescenței pe plantă, această legitate menținându-se și după expunerea la temperaturi ridicate (Tab. 21).

Tabelul 21. Mărimea grăunciorilor de polen la liniile de tomate înainte și după tratamentul termic, în funcție de nivelul inflorescenței pe tulpina principală a plantei

Linie	Diametrul grăunciorilor de polen proaspăt recolat (µm)			Diametrul grăunciorilor de polen după expunerea termică (µm)		
	Inflorescențele			Inflorescențele		
	1-2	3-4	5-6	1-2	3-4	5-6
1. L 166	28,9±0,11	30,0±0,14	30,0±0,12	22,0±0,20***	29,0±0,16*	27,0±0,11***
2. L 167	30,0±0,18	32,9 ±0,16	28,0±0,14	30,0±0,19	27,6±0,19***	27,6±0,17
3. L 168	26,0±0,20	27,0 ±0,16	27,4±0,18	26,0±0,11	25,0±0,18***	27,0 ±0,14
4. L 169	25,0±0,16	26,3 ±0,21	22,0±0,20	23,0±0,17**	23,0±0,15***	22,0 ±0,15
5. L 170	29,0±0,15	28,0 ±0,11	27,0±0,17	25,0±0,14***	24,0±0,19***	22,0 ±0,12***
6. L 171	20,0±0,10	21,0 ±0,13	20,0±0,10	21,0±0,10*	20,0±0,13*	21,1 ±0,17**
7. L 172	23,0±0,15	23,0 ±0,14	24,0±0,13	23,2±0,18	22,6±0,21	24,0 ±0,13
8. L 173	33,1±0,21	26,0 ±0,15	23,0±0,11	29,0±0,18***	25,6±0,19*	22,4 ± ,12*
9. L 174	26,1±0,17	21,0 ±0,11	25,0±0,15	26,1±0,15	20,8±0,23	24,9±0,11
10. L175	28,0±0,10	29,0 ±0,18	29,0±0,21	19,6±0,10***	20,0±0,13***	23,0±0,09***
Deosebiri veridice: DL * 0,05%, ** 0,01% și * 0,001% nivel, respectiv.**						

În baza caracterului ***cantitatea de polen***, care este de o importanță deosebită pentru liniile de tomate utilizate în selecția heterotică, în calitate de polenizatori, s-au evidențiat diferențe semnificative atât între liniile studiate, cât și în cadrul acestora, în funcție de nivelul de fixare a inflorescențelor pe plantă. Liniile 7 (172) și 10 (175) produc o cantitate mare de polen cu caracteristici diferite în ceea ce privește dimensiunea grăunciorilor de polen (7 – mici, 10 – mari). Au fost înregistrate valorile scăzute pentru liniile 1 (166), 3 (168) și 6 (171) (Tab. 22). Cantitatea de polen produsă în flori, variază de la prima până la ultima inflorescență, cel mai mult polen formându-se în florile inflorescențelor de la nivelul mediu (3-4). Sunt destul de pronunțate și diferențele dintre linii în ceea ce privește cantitatea polenului și volumul de polen funcțional, determinate de cantitatea de polen produs și de viabilitatea acestuia. Deosebirile sunt semnificative și în raport cu locația inflorescenței pe plantă, fiind mai pronunțate între nivelurile mijlocii (3-4) și superioare (5-6) (Tab. 22).

Tabelul 22. Cantitatea de polen și volumul de polen funcțional la liniile de tomate în funcția de nivelul de inserție a inflorescenței pe plantă

Linii	Cantitatea de polen, mg/floare				Volumul polenului funcțional, %			
	Inserția inflorescenței pe plantă							
	1-2	3-4	5-6	Medie	1-2	3-4	5-6	Medie
1. L 166	0,311	0,314	0,395	0,340	9,8	15,7	7,3	10,9
2. L 167	0,564	0,571	0,509	0,548	31,1	36,6	16,5	28,1
3. L 168	0,396	0,434	0,318	0,382	12,7	22,6	11,6	15,6
4. L 169	0,660	0,702	0,612	0,658	21,2	20,2	13,3	18,2
5. L 170	0,531	0,546	0,404	0,494	25,3	18,2	11,0	18,2
6. L 171	0,276	0,309	0,268	0,284	7,7	10,8	5,7	8,1
7. L 172	1,081	1,280	1,020	1,127	59,2	70,8	26,5	52,2
8. L 173	0,840	0,760	0,893	0,831	34,1	44,7	12,9	30,6
9. L 174	0,712	0,686	0,511	0,636	37,5	35,4	9,2	27,4
10. L175	1,280	1,420	1,296	1,332	62,5	61,9	32,4	52,3
Medie	0,665	0,720	0,623	0, 667				
DLS_{05}	**0, 043**			**0,094**				

Analiză multidimensională a liniilor multi-marker de tomate a demonstrat că nivelul de inserție a inflorescenței pe plantă și factorul de temperatură au influențat particularitățile de variabilitate a caracterelor gametofitului mascul: viabilitatea polenului, lungimea tuburilor polenice, rezistența în etapa de germinare a polenului, rezistența tuburilor polenice, dimensiunea grăunciorului de polen, cantitatea de polen și volumul polenului funcțional. S-a stabilit că fiecare linie se caracterizează printr-un determinism genetic al variabilității indicilor caracterelor studiate, a căror magnitudine depinde simultan de particularitățile de vârstă al plantei și de factorii de mediu, şi fiecare caracter al unuia și aceluiași genotip variază diferit, având anumite limite. Pe lângă factorii genotipici și de mediu care influențează caracterelor gametofitului mascul, valorile acestora mai depind și de factorul arhitectural (nivelul de inserție a inflorescenței la plantă), ceea ce este necesar de avut în considerare la utilizarea liniilor de tomate în ameliorarea pentru obținerea hibrizilor F_1.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI PRACTICE

Concluzii generale

1. Au fost elaborate și optimizate fondurile de stres artificial (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) pentru *screening*-ul rezistenței mostrelor de tomate de colecție și selecție pe baza caracterelor gametofitului mascul (polen) în condiții de *in vitro;* au fost elaborate scale ale rezistenței, în vederea diferențierii și sistematizării rezultatelor *screening*-ului și, a mai fost alcătuită schema de organizare a cercetărilor genofondului mutanților de tomate (cap. 2, [146]).

2. A fost elaborată metoda de determinare a potențialului adaptiv al genotipurilor de tomate la stresul de temperaturi ridicate aplicându-se condiții severe: 38˚C; 45˚C; 48˚C cu durată diferită de expunere a polenului: 3, 5 și 7 ore, care poate fi utilizată eficient pe scară largă în selecția formelor rezistente în etapele inițiale de dezvoltare a plantelor (cap. 3, [130]).

3. S-a stabilit că polenul genotipurilor de tomate este capabil să suporte acțiunea temperaturii joase (+6˚C) timp îndelungat (60 de zile) păstrând un procent relativ înalt al viabilității (10,0-12,0%), funcționalității polenului (lungimea tubului 28-36 u.o.m.), ceea ce denotă eficacitatea metodei pentru selecţia formelor rezistente pe baza microgametofitului și pentru utilizarea ei în producerea semințelor de hibrizi heterotici, şi în cazul păstrării polenului pentru efectuarea polenizărilor multiple (cap. 3, [339]).

4. *Screening*-ul rezistenței formelor mutante cu un singur marker și multimarker de tomate (125 de mostre) la trei factori de stres abiotic – temperaturi ridicate, scăzute, secetă, după un complex de caractere a gametofitului mascul, a demonstrat că rezistența la acești factori este determinată de sisteme genetice diferite, fiind puse în evidență diferențe chiar și în cadrul aceluiași genotip mutant conform *germinării polenului* și *formării tuburilor polenice suficient de lungi pentru procesul de fecundare* (cap. 4, [134]).

5. S-a demonstrat potențialul genofondului formelor mutante de tomate conform caracterelor ameliorative prețioase: ***în stadiul apariției plantulelor, cotiledoanelor și primelor frunze adevărate,*** controlate de un număr mare de gene (*a, aa, aw, ag, al, hl, ls* – etapa de apariție a plantulelor) și *(aut, apn, alb; gil, Cu, cg, c, inta, lur, ltf; lg-2, Me, marm, nv, pu*^{2}*, pl, res, sf, sy, V-5/*$^+$*, Wo*^{m} – forma, culoarea cotiledoanelor și a primelor frunze adevărate); ***creșterea și habitusul plantelor*** *– sp*$^+$*, sp*$^\pm$*, sp, ssp, d, dd, dmd, wd, ls, atn, br, cg, bip*; ***durata perioadei de vegetație*** – extratimpurii (83-99 zile) până la cele extratârzii (131-158 zile); ***sterilitate*** *– ex, ps, ps-2, pi, pi-2, sl, sl*^{2}*, ch, glf, cs-2, Ge;* gene care controlează ***densitatea, culoarea, forma, mărimea, gustul*** și ***calitățile comerciale ale fructelor*** (*rin, nor, alc, β, u, t, r, o, gs, gf* etc.), ce determină un spectru larg de forme vitale care reprezintă un mare interes și valoare în calitate de germoplasmă nouă pentru valorificare în cercetările genetico-ameliorative ulterioare (cap. 4, [135]).

6. Manifestarea caracteristicilor morfologice (diametru, perimetru, suprafață) și citochimice (cantitatea de ADN, densitatea cromatinei) a nucleilor celulelor vegetative (V) și generative (G) al polenului la hibrizii F_1 care depind atât de însușirile formelor parentale, cât și de acțiunea factorilor de stres termic asupra polenului (45ºC și +7ºC), şi care la majoritatea hibrizilor F_1 de tomate studiați au fost

intermediare sau apropiate de forma parentală mai puțin rezistentă, ceea ce indică caracterul recesiv al heritabilității acestora (cap. 5, [123, 126]).

7. S-au stabilit modelele de moștenire (h_p) a rezistenței la temperaturi ridicate și scăzute de către hibrizii de tomate F_1 conform caracteristicilor gametofitului mascul. Analiza heritabilității acestora (h^2) a demonstrat că rezistența hibrizilor F_1 este determinată de formele materne, iar în condiții de temperatură mai severă și expunere îndelungată a polenului la acțiunea factorului de stres, crește influența interacțiunii formelor parentale, aportul formelor paterne fiind nesemnificativ. Aceasta poate servi drept bază pentru fundamentarea alegerii formelor parentale în crearea soiurilor și hibrizilor heterotici cu rezistență înaltă la stresul termic (cap. 5, [127, 132]).

8. A fost elaborată metoda de selecție recombinanților transgresivi rezistenți din populațiile segregante F_2 de tomate după un complex de caractere ale gametofitului mascul pe fondul de temperatură ridicată (45ºC), pe baza particularităților de corelare a caracterelor, relevată de indicele variației medii pentru familia hibridă (S^2), ceea ce permite identificarea și selectarea recombinanților rezistenți în etapele inițiale ale ameliorării, luând în considerare și alte caractere economic valoroase (cap. 5, [128, 149]).

9. A fost fundamentată științific eficacitatea utilizării combinate a metodelor tradiționale și gametice, aplicând principiul alternării selecţiei sporofitice și gametofitice pe fond de stres al temperaturilor ridicate (43˚C și 45˚C) în etape inițiale din F_1, F_2, F_3, ceea ce conduce la intensificarea procesului de ameliorare și obținere în F_4 - F_6 a descendenților (liniilor) mult mai rezistente, productive, cu perioadă scurtă de vegetație, formare joasă a primei inflorescențe, diminuare a căderii florilor și legare bună a fructelor în condiții de temperaturi ridicate (cap. 5, [146, 148]).

10. S-a constatat o variabilitate recombinativă având în vedere caracterul manifestării și gradul de expresie fenotipică a caracterelor controlate de genele mutante *ls* (*supressor lateral*) și *br* (*brahitic*) în populațiile segregante F_2, a căror clasificare a demonstrat că acțiunea lor concomitentă (*ls* și *br*) are un efect negativ mai puternic asupra manifestării caracterelor sistemului reproductiv decât o singură genă *ls*, ceea ce relevă acțiunea lor complementară (cap. 6, [135]).

11. S-a stabilit că formarea unui număr mai mic de lăstari laterali și a internodurilor mai scurte pe plantă, determină mărirea frecvenței abaterilor morfologice în structura florilor și micșorarea dimensiunii fructelor, ceea ce relevă controlul pleiotropic multiplu al caracterelor, manifestat de genele *ls* și *br* – fenomen determinat probabil de domesticirea insuficientă a acestora. Efectele negative ale genelor *ls* și *br* pot fi determinate și de *linkage*-ul cu alte gene care sporesc gradul de manifestare a caracterelor mutante (cap. 6, [135]).

12. Au fost create linii multimarker (>50) cu o combinație originală de caractere controlate de genele: *sp^+, $sp^{\pm}$, sp, ssp, c, rin, nor, ls, br, pis, ex, sl, gs, hp -1, j- 2, j,* care se manifestă în diferite stadii al ontogenezei, ce caracterizează tipul de creștere și arhitectonica plantei, lungimea internodurilor, intensitatea formării lăstărilor (lipsa lăstărilor, puțini lăstări), sistemul reproducător (tipul sterilității), caracteristicile fructelor (mărime, formă, culoare etc) și producţia generală. Calitatea polenului, cantitatea de polen și procentul de polen funcțional al acestor linii depinde de nivelul de formare a

inflorescențelor pe plantă și acțiunea factorului de temperatură ridicată, gradul de variabilitate a indicilor caracterelor fiind determinat de genotip (cap. 6, [135, 150]).

13. Capacitatea diferențiată a metodelor elaborate privind aprecierea rezistenței la factorii de stres abiotic, după caracteristicile gametofitului mascul; studiul variabilității și heritabilității caracterelor în combinații cu diferită asociere a cultivarelor și a mutantelor de tomate; analiza descendenților (F_1-F_{10}) în diferite stadii de dezvoltare (sporofit-gametofit), a permis obținerea a peste 100 de linii purtătoare de gene ale trăsăturilor valoroase pentru ameliorare, soiuri noi de tomate – *MaKrista, MilOranj, Stefani, Prichindel, Vivat , Dimetra, Ilica, Cireașca, Matriona*, *Petramak* (cap. 5 [151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160]), precum și de hibrizi heterotici, doi dintre care – *Ingstar* și *Rozamak*, se află pentru testare la Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante a Republicii Moldova (cap. 6, [161, 162]).

Recomandări practice

1. Se recomandă utilizarea formelor mutante de tomate în procesul de ameliorare în calitate de germoplasmă nouă, care să contribuie la extinderea spectrului de variabilitate genotipică în populații și soluționarea multor altor probleme: obținerea unor forme de plante cu arhitectură nouă (creştere determinată, nedeterminată, cu o singură tulpină, cu internoduri scurtate etc.); diferite după structura organelor reproductive; caracteristicile fructelor – culoare, formă, mărime și păstrare îndelungată a calității lor de marfă.

2. Pentru intensificarea procesului de ameliorare la crearea soiurilor timpurii și cu maturare semitimpurie capabile să realizeze potențialul genetic de productivitate în condiții de temperaturi înalte se recomandă utilizarea metodelor combinate cu asocierea selecției sporofit-gametofit concomitent cu aprecierea rezistenței și caracterelor valoroase din punct de vedere economic.

3. La selectarea componentelor de hibridare în procesul de creare a hibrizilor de heterozis F_1 de tomate rezistenți la temperaturi ridicate și scăzute, se recomandă utilizarea genotipurilor rezistente la stres în calitate de componentă maternă; la hibrizii F_1 creați cu participarea unor astfel de forme se înregistrează o rezistența ridicată.

4. La efectuarea încrucișărilor, și în deosebi la înmulţirea hibrizilor F_1 și producerea semințelor hibride industriale, se recomandă să se țină cont de poziția florii pe inflorescență și a inflorescenței pe tulpina principală a plantei formei paterne, întrucât schimbările legate de vârsta plantelor în combinație cu condițiile meteorologice afectează gametofitul mascul (polenul).

5. În calitate de sursă de caractere ameliorative valoroase pentru ameliorarea de heterozis, se recomandă utilizarea liniilor multimarker: cu diferite tipuri de sterilitate, oferind posibilitatea reproducerii lor; diferite după tipul creșterii şi durata perioadei de vegetaţie; cu formare redusă a lăstărilor și internodurilor scurte; care se diferă după mărime, formă, culoare, pretabilitate de comercializare a fructelor și o serie de alte caractere agronomic-valoroase, inclusiv producţia.

6. Se recomandă pentru cultivare:

a) în condiții de cultivare în teren deschis și solarii neîncălzite soiuri destinate pentru consum proaspăt, cu creștere nedeterminată și determinată sunt – *Stefani,*

MaKrista, MilOranj, Matriona, Petramak, Vivat, Dimetra, Ilica (fructe mari de culoare roză, oranj și roșie);

b) pentru cultivare în logii, balcoane și teren deschis aplicând o cultivare compactată se recomandă soiuri de tip decorativ – *Prichindel* și *Cireaşcă* (fructe mici pentru consum proaspăt, decorarea bucatelor și conservarea fructelor întregi);

c) în serele de tip intensiv – se vor utiliza hibrizii heterotici F_1, cu coacere timpurie și semitimpurie, cu tip de creștere nedeterminată, în condiţii de înaltă tehnologie și foarte productive – *Ingstar* și *Rozamak* cu fructe roșii și respectiv roz.

BIBLIOGRAFIA

1. АВДЕЕВ, А.Ю. Спонтанные мутации томата по размеру, форме, массе плода и эволюции признака. В: *Доклады РАСХН.* 2014. № 1. с. 16-19. ISSN: 0869 – 6128.
2. АЛИЕВ, Р. Т., ГАДЖИЕВА, П. И., ДЖАВАДОВА, Л. Г. и др. Изменение структурного состояния ДНК в листьях пшеницы в связи с засухой В: *3-й Съезд Всероссийского общества физиологов растений.* С.-Петербург, 24-29 июня, 1993. Вып. 1. с. 5.
3. БЕКОВ, Р.Х. *Создание исходного материала томата с использованием генетических маркеров и эффективные пути его применения в селекции:* Дисс. докт с.-х. наук. Москва. 2012. 461 с.
4. БОЙКО, Е. В., БАДАЕВ, И. С., МАКСИМОВ, Н. Т., ЗЕЛЕНИН, А. В. Изменение количества ДНК при аллополиплоидизации (Закономерности становления и организации генома злаков). Сообщение 1. В: *Генетика.* 1988. 24, № 1. с. 89-97. ISSN: 0016 – 6758.
5. БОЧАРНИКОВА, Н.И. *Генетическая коллекция мутантных форм томата и её использование в селекционно-генетических исследованиях.* Москва. 2011. 120 с. ISBN: 978-5-901695-46-3.
6. ВОЛКОВ, Р.А, КОСТЫШИН, С.С, МИРОШНИЧЕНКО, Г.П. Изменения повторяющихся последовательностей ДНК растений при межвидовой гибридизации. In: *Общая биология*. 1989. Т. 50, № 4. с. 446-457. ISSN: 0044 – 4596.
7. ГАНЕВА, Д., ДАНАИЛОВ, Ж. Успехи болгарской гетерозисной селекции томата. В: *Селекция семеноводство овощных культур.* Москва. 2015. с. 201-208. ISBN: 978-5-901695-65-4.
8. ГОЛУБИНСКИЙ, И.Н. *Биология прорастания пыльцы*. Киев: Наукова думка, 1974. 368 с.
9. ГУСЕВА, Л.И. *Методы селекции томата для интенсивных технологий*. Кишинев. 1989. 223 с. ISBN: 5-376-00180-6.
10. ДАНАИЛОВ, Ж. *Селекция и семеноводство на домати – история, методы, постижения и тенденции.* Изд-во Марин Дринов при Болгарской АН, 2012. 265 с.
11. ДОСПЕХОВ, Б.А. *Методика опытного дела*. Москва. 1985. 416 с. ISBN: 978-5-458-23540-2.
12. ДРАГАВЦЕВ, В.А Новые подходы к экспрессной оценке генетической (аддитивной) дисперсий свойств продуктивности растений. В: *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 2. с. 427-436. ISSN: 2079 – 0597.

13. ЕРМАКОВ, И.П., МОРОЗОВА, Е.М., КАРПОВА, Л.В. О содержании ДНК в ядрах мужского гаметофита некоторых цветковых растений. В: *Доклады АН СССР.* 1990. 251. № 4. с. 1023-1024. ISSN: 0869 – 5652.
14. ЖУЧЕНКО, А.А. *Генетика томатов*. Кишинев. 1973. 664 с.
15. ЖУЧЕНКО, А. А. *Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации.* Москва. 2012. 581 с. ISBN: 978-5-85941-452-9.
16. ИГНАТОВА, С.И., БАБАК, О.Г., БАГИРОВА, С.Ф. Создание высоколикопиновых гибридов томата для теплиц с использованием традиционных методов селекции и молекулярных маркеров. В: *Овощи России*. 2020. № 5. с. 22-28. ISSN: 2072 – 9146.
17. КИЛЬЧЕВСКИЙ, А.В., АНТРОПЕНКО, Н.Ю., ПУГАЧЕВА, И.Г. Изучение наследования урожайности и холодостойкости томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) В: *ИНАН Беларуси (Серия Аграрных наук)*. 2007. № 4. с. 68-72. ISSN: 1817 – 7204.
18. КРАВЧЕНКО, А.Н. Методика приготовления цитологических препаратов для их анализа на «Морфокванте» В: *Рекомбиногенез: его значение в эволюции и селекции:* Мат. Всес. конф., 22-24 октября 1985. Кишинев: Штиинца. 1986. с. 264-265.
19. КРАВЧЕНКО, А.Н., ЛЯХ, В.А., ТОДЕРАШ, Л.Г., и др. *Методы гаметной и зиготной селекции томатов.* Кишинев. 1988. 140 с. ISBN: 5-376-00414-7.
20. КРАВЧЕНКО, В.А. Гетерозис в селекции томата. В: *Сборник науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции.* Ленинград: ВИР. 1991. Т. 145. с. 37-40. ISSN: 0202 – 3628.
21. КУЗЕМИНСКИЙ, А.В**.** *Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата.* Харьков. 2004, 391 с. ISBN: 966-8431-00-6.
22. ЛЫСКО, И.А. *Особенности функционирования репродуктивной системы видов рода Lycopersicon Tourn:* Дисс. канд. биол. наук. Москва. 2013. 156 с.
23. ЛЯХ, В.А., СОРОКА, А.И. Пыльцевой отбор как способ интенсификации селекции масличных культур. В: *Науково-технічний бюллетень Інституту олійних культур НААНУ*. 2014. № 20. p. 72-80. ISSN: 2078 – 7316.
24. **МАКОВЕЙ, М.Д**. Изучение наследования устойчивости к температурному стрессу у гибридов F_1 по признакам мужского гаметофита. В: *Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни.* 2008. № 3 (306). с. 57 - 66. ISSN: 1857 – 064X.
25. **МАКОВЕЙ, М.Д**., КРАВЧЕНКО, А.Н. Анализ гибридов F_2 томата по признакам мужского гаметофита и отбор лучших рекомбинантов. В: *Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур.* Межд. науч-практ. конф. Москва. 2008. Т. 2. с. 171-175.
26. **МАКОВЕЙ, М.Д**., ИГНАТОВА, С.И. Характер проявления адаптивности по признакам мужского гаметофита томата к температурному стрессу при выращивании растений в разные годы. В: *Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур.* II Межд. научн. - практ. конф. Москва. 2010. Т.1. с. 391 - 400. ISBN: 978-5-901695-42-5.
27. **МАКОВЕЙ, М.Д.** Селекционная ценность гибридных популяций томата, полученных из трансгрессивных рекомбинантов устойчивых к

температурному стрессу. В*: Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни.* 2010. № 1 (310). с. 53 - 61. ISSN: 1857 – 064X.
28. **МАКОВЕЙ, М. Д**. Доля влияния родительских компонентов скрещивания на наследуемость устойчивости к температурным стрессам у томатов. В: *Известия Академии наук Молдовы, Науки о жизни.* 2011. № 1 (313). с. 88-94. ISSN: 1857 – 064X.
29. **МАКОВЕЙ, М.Д**. *Селекция томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам с использованием гаметных технологий.* Кишинев. 2018. 473 с. ISBN: 978-9975-56-565-3.
30. **МАКОВЕЙ, М.Д.** *Потенциал мутантных форм томата для селекционно-генетических исследований.* Tipografia "Print-Caro" 2022. 208 p. ISBN 978-9975-165-22-8.
31. УЗУН, И. В. Изучение функциональной мужской стерильности у томата и методы ее определения В: *Селекция на адаптивность и создание нового генофонда в современном овощеводстве (VI Квасниковские чтения).* Межд. научно-практ. конф. ВНИИО. Москва. 2013. с. 321-324. ISBN: 978-5-902946-19-9.
32. ЧЕСНОКОВ, Ю.В., КОСОЛАПОВ, В.М., САВЧЕНКО, И.В. Морфологические генетические маркеры у растений. В: *Генетика*. 2020. Т. 56. № 12. с. 1366-1377. ISSN: 0016 – 6758.
33. ШТУББЕ, Г. О связях между естественным и искусственно полученным многообразием мутантных форм и о некоторых экспериментальных исследованиях по эволюции культурных растений. В: *Генетика.* 1966. № 11. с. 9-30. ISSN: 0016 – 6758.
34. ШУЛАЕВ, В.К. *Структура хроматина клеток мужского гаметофита в связи с их функциональной активностью*. Автореф. дисс. к. б. н. Кишинев. 1985. 19 с.
35. ANOKHINA, V. The use of gametophytic selection for differentiation of lupin tolerance to stress. /V. Anokhina, V. Duksina, I Sauk. In: *Proceeding of the 13th International Confer. Lupin.* Poznan, Polan. 6-10 June 2011. pp. 285-287. ISBN: 978-605-9831-95-6.
36. AtlasBig. com (2018-2020). https://www.atlasbig.com/en-ie/countries-by-tomato-production
37. BIRADAR, D.P., RAYBURN, A. L. Heterosis and nuclear DNA content in maize In: *Heredity*. 1993. Vol. 71, No 3. pp. 300-304. ISSN: 0018 – 067X.
38. CATALOGUL SOIURILOR de PLANTE a REPUBLICII MOLDOVA *pentru anii* – 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022. Chișinău.
39. CONG, B., TANKSLEY, S.D. FW2.2 and cell cycle control in developing tomato fruit: a possible example of gene co-option in the evolution of a novel organ. In: *Plant Molecular Biologic.* 2006. 62. pp. 867-880. ISSN: 0167 – 4412.
40. DE STORME, N, GEELEN, D. The impact of environmental stress on male reproductive development in plants: biological processes and molecular mechanisms. In: *Plant Cell Environ.* 2014. No 37(1). pp. 1-18. ISSN: 1532 – 298X (web).
41. DOMINGUES, E. Breeding tomato for pollen tolerance to low temperatures by gametophytic selection /Domingues, J. Cuartero, R. Fernandez-Munoz In: *Euphytica.* 2005. Vol. 142. Iss. 3. pp. 253- 263. ISSN: 1573 – 5060.

42. KANG, M.S. Breeding: Genotype-by-environment interaction. In: R.M. Goodman (ed.). *Encyclopedia of Plant and Crop Science.* New York: Marcel-Dekker; 2004. pp. 218-221. ISBN: 0491334386.
43. KIMURA, S. Tomato (*Solanum lycopersicum*): A Model Fruit-bearing Crop. In: *Emerging Model Organisms:* Laboratory Manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2008. Vol. 1. pp. 119-138. ISBN: 978-0879698720.
44. KHOTYLEVA, L.V., KILCHEVSKY, A.V., SHAPTURENKO, M.N. Theoretical aspects of heterosis. In: *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016. №. 20(4). pp. 482-492. ISSN: 2500 - 0462.
45. LUSSER, M., PARISI, C., PLAN, D., RODRIGUEZ-CEREZO, E. Deployment of new biotechnologies in plant breeding. In: *Nature biotechnology*. 2012. No 30. pp. 231-239. ISSN: 1087 – 0156.
46. LYAKH, V.A. Influence of pollen heating on the qyality of resulting sporophyte generation in sunflower /V.A. Lyakh, N. V. Gasenko, A.I. Soroka. In: *Helia*. 1998. Vol. 21. Iss. 29. pp. 103-108. ISSN: 2197 – 0483.
47. IGNATOVA, S., **MAKOVEI, M**. Development and use of abiotic stress tolerance coefficient in tomato breeding. In: *XVIIIth EUKARPIA Meeting on Genetics and Breeding on Tomato. Vegetable Section. Tomato Working* - Abstracts. Avignon 2014. pp. 22-25.
48. MAISONNEUVE, B., HOGENBOOM, N.G., DEN NIJS A.P.M. Pollen selection in breeding tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for adaption to low temperature. In: *Euphytica*. 1986. Vol.35. No. 3. pp. 983-992. ISSN: 1573 – 5060.
49. **MAKOVEI M.** Impact of the term of storage of tomato pollen at low temperature on its quality. In: *XIth International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova. Abstract Book.* Chisinau, 2021, p. 98. ISBN: 978-9975-933-56-8.
50. MASCARENHAS, G.P., MITCHEL ALTSHULER. The response of pollen to high-temperatures and its potential applications. In: *Pollen: Biology and Implications for Plant Breeding.* (Ed. Mulcahy D.L., Ottaviano Ercole). New-York. 1982. P. 3-8. ISBN-10: ISBN: 978-0444007384.
51. MULCAHY, D.L., MULCAHY, G.B., ROBINSON, R.W. Evidence for postmeiotic genetic activity in pollen og Cucurbita Species. In: *J. of Heredity*. 1979. V.70. No. 6. pp. 365-368. ISSN: 0022–1503.
52. MORISHIMA, H. Inheritance of low temperature resistance at the young seedling stage in rice. In: *Annual Report of the National Instute of Genetics*. Jap. 1991, No. 42. pp. 103-104. ISSN: 0077–4995.
53. OTTAVIANO, E., SARI-GORLA, M. Gametophytic and sporophytic selection. In: *Plant Breeding Principles and Prospects*. Chapman and Hall, 1993. pp. 333-352. ISBN: 978-0412433900.
54. PFAHLER, P.L. Comparative effectiveness of pollen genotype selection in Higher plants. In: *Polen: Biology and Implications for Plant Breeding*. N.Y. 1982. pp. 361-366. ISBN: 978-0444007384.
55. RAIGON, D. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and

composition. In: *Scietia Horticulturae*. 2011. Vol. 128, Issue 1. pp. 112-119. ISSN: 0304 – 4238.
56. RAUBURN, A. L, BIRADAR, D. P., BULLOCK, D. G.T., McMURPHY, I. M. Nuclear DNA content in F_1, hybrids of Maize In: *Heredity.* 1993. V.71, No 3. pp. 294-300. ISSN: 0018 – 067X.
57. SALEM, MA, KAKANI, VG, KOTI, S, REDDY, KR. Pollen-based screening of soybean genotypes for high temperatures. In: *Crop Science*. 2007. No 47. pp. 219-231. ISSN: 1435 – 0653.
58. SALTANOVICI, T.; ANTOCI, L. Evidențierea genotipurilor de tomate rezistente la stresul hidric prin analiza grăuncioarelor de polen. *Mat. conf. șt. intern. (ediția a VI-a) «Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor».* Chișinău. 2017. pp. 68-71. ISBN: 978-9975-56463-2.
59. TANKSLEY, S.D., MUTSCHLER, M.A. Linkage map of the tomato (*Lycopersicon esculentum* L). In: *Genetic maps.* 1989. pp. 6.3 - 6.15. ISSN: 0738 – 5269.
60. TANKSLEY, S.D. The genetic, developmental and molecular bases of fruit size and shape variation in tomato. In: *The Plant Cell.* 2004. Vol. 16. pp. 181-189. ISSN: 1040 – 4651.
61. WANN, E.V., JORDAN, E.L., PRESSEY, R., LYON, B.G. Efect of mutant genotype *hp, og^c* and *dg, og^c* on tomato fruit quality. In: *J. Amer. Hort. Sci*. 1985. V. 110. pp. 212-215. ISSN: 0003 – 1062.

LISTA PUBLICAȚIILOR LA TEMA TEZEI

1. Cărți de specialitate

1.1. Cărți de specialitate monoautor

МАКОВЕЙ, М.Д. *Селекция томата на устойчивость к стрессовым абиотическим факторам с использованием гаметных технологий.* Кишинев: Print-Caro, 2018. 473 с. ISBN 978-9975-56-565-3

МАКОВЕЙ, М.Д. *Морфобиологические основы выращивания томата*. Кишинев: Print-Caro, 2021. 156 с. ISBN 978-9975-56-841-8

МАКОВЕЙ, М.Д. *Потенциал мутантных форм томата для селекционно-генетических исследований.* Кишинев: Print-Caro, 2022. 208 с. ISBN 978-9975-165-22-8

2. Articole în reviste științifice

2.1. în reviste internaționale cotate in SCOPUS

МАКОВЕЙ, М.Д., КРАВЧЕНКО, А.Н., ИГНАТОВА, С.И. Изменчивость содержания ДНК и дисперсии хроматина в ядрах генеративных клеток пыльцы при воздействии температурного фактора. В: *Сельскохозяйственная биология.* Москва. 2001. № 3. с. 67-72. ISSN 0131 – 6397.

MAKOVEI Milania, LUPASCU Galina. Formation recombination of variability in tomato F_2 population with the partipation mutant marker genes. In: *Bulgarian Journal of Agricultural Science* (expediat pe 31 mai 2023)

MAKOVEI Milania, LUPASCU Galina. Variability of morphological traits of tomato vegetative and generative pollen cell nuclei in lines and F_1 hybrids under stress temperatures. In: *Acta Agriculturae Slovenica* (expediat pe 25 iulie 2023, nr. registrar 15085)

2.2. în reviste științifise din străinătate recunoscute

МАКОВЕЙ, М.Д., Игнатова, С.И. Микрогаметофитный отбор при селекции томата на устойчивость к стрессам. В: *Картофель и овощи.* Москва. 2010. № 1. с. 27-28. ISSN: 0022 –9148.

SÎROMEATNICOV, I., COTENCO, E., CIOBANU, R., JACOTĂ, A., ŞVEŢ, Ş., **MAKOVEI, M.** The efficiency of natural bioregulators in the selection of valuable tomato genotipes. In: *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii şi comunicări. Ştiinţele Naturii.* 2010. T. 26. N.1. pp. 19-24. ISSN: 1454 + 6914.

МАКОВЕЙ, М. Д. Внутрипопуляционная вариабельность в потомствах F_3 и F_4 томата полученных от рекомбинантов F_2 устойчивых к высокой температуре по признакам мужского гаметофита. В: *Овощи России.* Москва. 2019. № 4. с. 37-43. ISSN: 2072 –9146.

МАКОВЕЙ, М. Д. Метод отбора и его влияние на интенсификацию селекционного процесса. В: *Овощи России.* Москва. 2020. № 5. с. 21-25. SSN: 2072 – 9146.

МАКОВЕЙ М.Д. Характер воздействия мутантных генов на проявление селекционно-ценных признаков у томата. В: Агрофизика. Санкт-Петербург, 2022. № 2. с. 13-20. ISSN: 2222 – 0666. DOI: 10.25695/AGRPH.2022.02.03.

2.3 în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

МАКОВЕЙ, М.Д. Влияние опыления предварительно прогретой пыльцой на устойчивость гибридов F_1 томатов. В: *Известия Академии Наук Молдовы. Биологические, химические и сельскохозяйственные науки.* 2003. № 2. с. 94-97. ISSN: 1857–064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М. Д. Изучение наследования устойчивости к температурному стрессу у гибридов F1 по признакам мужского гаметофита. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii*, 2008, nr. 3(306), pp. 57-66. ISSN: 1857–064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М., ГРАТИ, М., МИХНЯ, Н., ГРАТИ, В. Скрининг культурного генофонда томатов на устойчивость к высокотемпературному стрессу по признакам пыльцы. In: *Ştiinţa Agricolă*, 2009, nr. 2, pp. 18-22. ISSN: 1857–0003 (Cat. B).

MIHNEA, N., GRATI, M., **MAKOVEI, M.,** JACOTĂ, A. Potenţialul genetic de rezistenţă la arşiţă al soiurilor şi liniilor valoroase de tomate. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii*, 2009, nr. 2(308), pp. 64-69. ISSN: 1857–064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М. Д. Селекционная ценность гибридных популяций томатов, полученных из трансгрессивных рекомбинантов, устойчивых по признакам

пыльцы. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii.* 2010. N.1 (310). pp. 53-61. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Доля влияния родительских компонентов скрещивания на наследуемость устойчивости к температурным стрессам у томатов. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2011, N.1 (313), pp. 88-94. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Генетическая разнородность мутантных форм томата по устойчивости мужского гаметофита к жаре, засухе и холоду. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2012, N. 2 (317), pp. 76-84. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д., ГАНЯ, А. И. Мутантные формы томатов, как источники хозяйственно ценных признаков для селекции. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2012, N. 2 (317), pp. 91-100. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Современные тенденции в селекции томата. În: *Agricultura Moldovei.* 2014. N. 3-4, p. 34-37. ISSN 0582 5229 (Cat. C).

МАКОВЕЙ, М.Д., ГАНЯ, А.И. Генетический потенциал коллекции мутантов томата и его значение для решения задач практической селекции. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii.* 2015. N. 1(325), pp. 110-119. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Генотипическая вариабельность по основным селекционно-ценным признакам в потомстве сортолинейного гибрида томата. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii.* 2016. N. 2 (329), pp. 61-69. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д., БОТНАРЬ, В.Ф. Новые сорта томата с комплексом хозяйственно-ценных признаков для выращивания в условиях Молдовы. In: *Ştiinţa Agricolă.* 2016. N. 1. pp. 60-65. ISSN: 1857 – 0003 (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д., БОТНАРЬ, В.Ф. Прогнозирование эффективности подбора исходных родительских форм при создании гетерозисных гибридов F_1 томата путем определения степени доминирования селекционно-ценных признаков. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2017. N.1 (331), pp. 73-82. ISSN: 1857–064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д., БОТНАРЬ, В.Ф. Создание исходного материала томата с функциональной стерильностью для использования в гетерозисной селекции. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2017. N. 2 (332), pp. 76-85. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Изменчивость признаков мужского гаметофита у перспективных линий томата в зависимости от уровня закладки соцветия на вегетирующем растении. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii.* 2017. N. 3 (333), pp. 96-106. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Сравнительный анализ эффективности использования сочетания традиционных и нетрадиционных методов отбора в селекции томата. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii*. 2018. N.3 (336), pp. 115-124. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

МАКОВЕЙ, М.Д. Изменчивость некоторых признаков пыльцы у мутантных форм томата под действием абиотических стрессов. In: *Buletinul*

Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2019. N. 1 (337), pp. 81-91. ISSN: 1857 – 064X (Cat. B).

3. Articole în culegeri științifice internaționale/naționale

МАКОВЕЙ, Милания. Создание стерильных форм томата для гетерозисной селекции. In: *International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova*, Ediția 10, 28 June - 1 Juliy 2015, Chisinau, Republic of Moldova: 2015, pp. 153-154. ISBN 978-9975-4126-1-2.

МАКОВЕЙ, Милания. Фенотипическая изменчивость субкомпонентов урожайности у мутантных форм томата. In: *Genetica, fiziologia şi ameliorarea plantelor: conferinţă ştiinţifică internaţională,* Ediția 6, 23-24 octombrie 2017, Chişinău. Chişinău: Tipogr. "PrintCaro", 2017, pp. 132-136. ISBN 978-9975-56-463-2.

МАКОВЕЙ, Милания. Генотипические особенности линий томата носителей мутантных маркерных генов. In: *Horticultură, Viticultură şi vinificaţie, Silvicultură şi grădini publice, Protecţia plantelor: Simpozionului Ştiinţific Internaţional „Horticultura modernă – realizări şi perspective”*, 1-2 octombrie 2018, Chișinău, Republica Moldova: Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2018, Vol. 47, pp. 137-142. ISBN 978-9975-64-296-5.

МАКОВЕЙ, Милания. Метод отбора и его влияние на получение жаростойких потомств томата на разных стадиях онтогенеза. In: *Horticultură, Viticultură şi vinificaţie, Silvicultură şi grădini publice, Protecţia plantelor: Simpozionului Ştiinţific Internaţional* „Horticultura modernă – realizări şi perspective”, 1-2 octombrie 2018, Chișinău, Republica Moldova: Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 2018, Vol. 47, pp. 142-148. ISBN 978-9975-64-296-5.

MAKOVEY, Milania. Peculiar features of the inheritance of the trait vegetation duration by F_1 hybrids derived from crossing of *RIN* and *NOR* mutant gene forms. In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective: Simpozionul ştiinţific naţional cu participare internaţională*, Ediția 5, 21-22 octombrie 2019, Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2019, p. 163. ISBN 978-9975-56-695-7.

МАКОВЕЙ, Милания. Приоритетные направления в селекции томата и генотипические особенности сортов, предназначенных для выращивания в условиях Молдовы. In: *Ştiinţă, educaţie, cultură* , 15 februarie 2020, Comrat, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Comrat, 2020, Vol.1, pp. 388-395. ISBN 978-9975-83-091-1.

МАКОВЕЙ, Милания. Селекция на гетерозис и частота повторяемости типов наследования основных хозяйственно-ценных признаков томата гибридами F_1. In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ediția 4, 26-27 iunie 2019, Balti, Republic of Moldova: Tipogr. „Indigou Color”, 2020, pp.73-78. ISBN 978-9975-3382-6-4.

MAKOVEY, Milania. Impact of the term of storage of tomato pollen at low temperature on its quality. In: *International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova*, Ediția 11, 15-16 iunie 2021, Chișinău, Republica

Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al Universităţii de Stat din Moldova, 2021, p. 98. ISBN 978-9975-933-56-8.

МАКОВЕЙ, Милания. Использование мутантных генов томата при селекции на гетерозис. In: *Genetica, fiziologia şi ameliorarea plantelor*, Ediția 7, 4-5 octombrie 2021, Chişinău: Tipogr. "PrintCaro", 2021, pp. 229-232. ISBN 978-9975-56-912-5.

МАКОВЕЙ, Милания, ГАНЯ, Анатолий. Разнородность мутантной коллекции томата по типу роста и габитусу растений. In: *Genetica, fiziologia şi ameliorarea plantelor*, Ediția 7, 4-5 octombrie 2021, Chişinău: Tipogr. "PrintCaro", 2021, Ediția 7, pp. 233-236. ISBN 978-9975-56-912-5.

МАКОВЕЙ, Милания. Влияние уровня закладки соцветия на показатели пыльцы томата и её устойчивость к высокой температуре. In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ediția 6, 20-21 mai 2022, Balți. Balti, Republic of Moldova: Tip. Indigou Color, 2022, pp. 84-87

MAKOVEY, Milania. The splitting of traits controlled by *Ls* and *Br* genes in F_2 populations of tomato. In: *Biotehnologii avansate – realizări şi perspective*, Ediția 6, 3-4 octombrie 2022, Chişinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic al USM, 2022, pp. 306-308. ISBN 978-9975-159-81-4.

MAKOVEY, Milania. Phenotypical variability of fetal traits in mutant tomato forms. In: *Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community*, Ediția 2, 29-30 septembrie 2022, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Moldova State University, 2022, R, p. 47. ISBN 978-9975-159-80-7.

MAKOVEY, Milania. Using mutant *ls* and *br* genes of tomato to create a new sourse material. In: *Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community*, Ed. 2, 29-30 septembrie 2022, Chişinău, Republica Moldova: Moldova State University, 2022, p. 48. ISBN 978-9975-159-80-7.

МАКОВЕЙ, Милания. Мутантные формы томата и их значение для селекционно-генетических исследований. In: *Ştiinţa în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective*, Ediția 7, 19-20 mai 2023, Balti, Republic of Moldova: Bons Offices, 2023, pp. 88-93. ISBN 978-9975-81-128-6.

MAKOVEI Milania. The genotypic reaction of pollen of mutant tomato forms, to the action of stressful abiotic factors**.** *Second International Scientific Conference "Plants Stress and Adaptation"* dedicated to the 125th anniversary of the birth of Prof. *F.P. Matskov* Kharkov, June 7-8, 2023. P. 138-139.

MAKOVEI Milania. Mutant genes controlling traits of the reproductive system of tomato. *The National Conference with international participation "Natural sciences in the dialog of generation".* The conference will be held in Chisinau, on 14-15 September 2023 *ABSTRACT BOOK***.** P. 50. ISBN 978-9975-3430-9-1

Brevete pentru soi de plante

MIHNEA, N., GRATI, V., LUPAŞCU, G., BOTNARI, V., **MAKOVEI, M.** Brevet pentru soi de plantă. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *MARY GRATEFYLLY*. MD 149 din 2014.01.31. In: *BOPI* nr. 5, 2014, p. 42. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., GUSEVA, L., BELEAEV, P., BOTNARI, V., LUPAŞCU, G. Brevet pentru soi de plantă. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *MAKRISTA*. MD 157 din 2014.06.30. In: *BOPI* nr. 6, 2014, p. 46. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., GUSEVA, L., BELEAEV, P., BOTNARI, V. Brevet pentru soi de plantă. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *MILORANJ*. MD 158 din 2014.06.30. In: *BOPI*, nr. 6, 2014, p. 46. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., GUSEVA, L., BELEAEV, P., BOTNARI, V., ŞTEFÎRŢĂ, A. Brevet pentru soi de plantă. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *STEFANI*. MD 159 din 2014.06.30. In: *BOPI*, nr. 4, 2014, p. 46. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., GUSEVA, L., BOTNARI, V. Brevet pentru soi de plantă. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *PRICHINDEL*. MD 242 din 2017.08.31. In: *BOPI*, nr. 4, 2017. p. 48. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., GUSEVA, L., BOTNARI, V. Brevet pentru soi de planta. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *VIVAT*. MD 243 din 2017.08.31. In: *BOPI*, nr. 4, 2017, p. 49. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M. Brevet pentru soi de planta. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *CIREAŞCĂ*. MD 307 din 2019.12.31. In: *BOPI*, nr. 8, 2019, p. 63. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., BOTNARI, V., CANEA, A. Brevet pentru soi de planta. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *MATRIONA***.** MD 309 din 2019.12.31. In: *BOPI*, nr. 8, 2019, p. 63. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., BOTNARI, V. Brevet pentru soi de planta. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *DIMETRA***.** MD 372 din 2021.05.18. In: *BOPI*, nr. 7, 2021, p. 66. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M., BOTNARI, V. Brevet pentru soi de planta. TOMATE (*S. lycopersicum* L.) Soiul *ILICA***.** MD 375 din 2021.05.18. In: *BOPI*, nr. 7, 2021, p. 66. ISSN: 1810 – 7095.

MAKOVEI, M. ***Cereri de brevet depuse la AGEPI*** TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) Soiul PETRAMAK **– V 2020 0013 din 24. 07. 2020**

MAKOVEI, M., LUPAŞCU, G., GANEA, A. ***Cereri de brevet depuse la AGEPI*** TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) Гибрид F_1 ***RozaMak*** Nr. Cererii: ***575 din 2022. 04. 13.***

MAKOVEI, M., LUPAŞCU, G., GANEA, A. ***Cereri de brevet depuse la AGEPI*** TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) Гибрид F_1 ***Ingstar*** Nr. Cererii: ***576 din 2022. 04. 13.***

ADNOTARE

MAKOVEI Milania, "**Potențialul genetic al genofondurilor tomatelor de cultură și mutante (*Solanum lycopersicum* L.), metode de cercetare și utilizare în ameliorare".**

Teză de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2023

Structura tezei: introducere, 6 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografia cuprinde 437 titluri, teza este completată cu 10 anexe, are 256 pagini de text, 49 de tabele, 44 figuri. Rezultatele obținute sunt publicate în 172 lucrări științifice.

Domeniul de cercetare: Ameliorarea plantelor și producerea semințelor.

Cuvinte cheie: tomate, genofond, ameliorare, rezistență, microgametofit, factori abiotici de stres, variabilitate, heritabilitate, gene mutante, heterozis, linii, soiuri.

Scopul cercetărilor: evidențierea potențialului genetic al cultivarelor de tomate și a mutanților la nivel gametofitic și sporofitic, prin analiza variabilității și heritabilității rezistenței la factori abiotici nefavorabili și altor caracteristici agronomic valoroase în vederea creării materialului inițial nou, a soiurilor și a hibrizilor performanți.

Obiectivele studiului: crearea și optimizarea fondurilor artificiale de stres (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) pentru *screening*-ul rezistenței formelor mutante și altor genotipuri de tomate pe baza caracterelor gametofitului mascul în condiții de *in vitro*; cercetarea potențialului genetic al genofondului tomatelor de cultură și a celor mutante în calitate de sursă nouă de germoplasmă pentru rezistență la factori abiotici de stres, cu estimarea concomitentă a manifestării caracterelor biologice, agronomic valoroase și marker mutanți; efectuarea încrucișărilor între mai mulți părinți, inclusiv cu utilizarea genelor mutante, pentru crearea populațiilor hibride; studiul variabilității și heritabilității caracterelor biologice, citochimice și altor caractere al polenului la hibrizii F_1 care determină rezistența la factorii de stres abiotic pentru optimizarea ulterioară a procedeelor de selecție a genitorilor și obținerea genotipurilor rezistente; determinarea ratei de influență a formelor parentale și interacțiunii acestora asupra heritabilității caracterelor de rezistență a polenului la temperatură ridicată și scăzută în generația F_1; elaborarea metodei de selecție a recombinanților transgresivi rezistenți din populațiile F_2 pe baza caracterelor gametofitului mascul; elaborarea metodelor de selecție combinată prin asocierea metodelor tradiționale cu tehnologiile gametice; crearea materialului inițial la tomate cu caractere mutante marcate, pentru utilizare în selecția heterotică; crearea soiurilor și hibrizilor de tomate cu producție ridicată și rezistență la factorii de stres abiotic ce îmbină caractere agronomic valoroase, inclusiv marker mutant.

Noutatea și originalitatea științifică: pentru prima dată a fost studiată o colecție de forme mutante cu un singur marker și multimarker la tomate în vederea decelării rezistenței la factori de stres abiotic (temperaturi ridicate, scăzute, secetă) pe baza caracterelor gametofitului mascul. S-a demonstrat că rezistența la arșiță, frig și secetă este determinată de diferite sisteme genetice. Au fost: i) elucidate particularitățile variabilității și legitățile heritabilității caracterelor citochimice, biologice și agronomic valoroase, în dependență de genotip și condițiile de mediu; ii) elaborată metodologia de eficientizare a procesului de ameliorare la tomate prin asocierea procedeelor de selecție gametică și clasică.

Rezultatele principiale noi pentru știință și practică. A fost: i) obținut material inițial de nouă generație cu asociere diferită a rezistenței la trei factori de stres abiotic (temperaturi ridicate și scăzute, și secetă), inclusiv a complexelor de caractere agronomic valoroase și însușiri marker al mutanților; ii) este argumentată științific importanța utilizării asociate a metodelor de selecție gametică și clasică: iii) sunt create soiuri (11), hibrizi heterotici (2) și linii ameliorate de tomate, diverse din punct de vedere genetic (>50).

Semnificația teoretică. Au fost: i) stabilite limitele variabilității și legitățile heritabilității caracterelor biologice, citochimice și ale unor însușiri marker al mutanților sub influența temperaturilor ridicate și scăzute, ceea ce au făcut posibilă stabilirea nivelului de adaptibilitate a genotipurilor de tomate și s-a optimizat selecția formelor parentale pentru încrucișare; ii) a fost demonstrată rata de influență a formelor parentale asupra rezistenței hibrizilor F_1 la arșiță și la frig; iii) au fost elucidate particularitățile variabilității transgresive în populațiile F_2, fiind demonstrată posibilitatea de prevedere timpurie a eficienței de selecție a recombinanților rezistenți și valoarea ameliorativă a descendenților în generațiile F_3-F_4.

Valoarea aplicativă. Au fost obținute populații hibride de tomate (mai mult de 140) cu un spectru larg al variabilității caracterelor agronomic valoroase. Au fost create soiuri și hibrizi heterotici F_1 de tomate pentru teren deschis și protejat, ce se evidențiază prin tipul de creștere, arhitectura plantei, forma, culoarea, greutatea fructului și asociere diversă a caracterelor marker al mutanților – *dw, ssp, sp, sp$^{\pm}$, sp^{+}, rin, nor, ex, ps, hp, ls, br, j-2* etc.

Implementarea rezultatelor științifice. Materialul inițial, soiurile și hibrizii F_1 de tomate nou create, au fost incluse în programele de ameliorare ale unor laboratoare ale Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor din cadrul Universității de Stat din Moldova și în Federația Rusă, pentru obținerea unor noi forme de tomate; se mai folosesc în colecțiile de lucru ale Laboratorului Resurse Genetice Vegetale (IGFPP, USM) și sunt cultivate în diverse gospodării individuale și de fermieri.

АННОТАЦИЯ

МАКОВЕЙ Миланья Дмитриевна, «Генетический потенциал культурного и мутантного генофондов томата (*Solanum lycopersicum* L.), методы исследования и использования в селекции». Диссертация на соискание ученой степени доктора хабилитат биологических наук, Кишинев, 2023

Структура диссертации: введение, 6 глав, общие выводы и рекомендации, список литературы из 437 наименований, 10 приложений, 256 страниц основного текста, 49 таблиц, 44 рисунка. Полученные результаты опубликованы в 172 научных работах.

Область исследования: Селекция растений и семеноводство.

Ключевые слова: томат, генофонд, селекция, устойчивость, мужской гаметофит, абиотические стресс-факторы, изменчивость, наследование, мутантные гены, гетерозис, линии, сорта.

Цель исследования: выявление генетического потенциала культурных и мутантных форм томата на гаметофитном и спорофитном уровне путем анализа изменчивости и наследуемости устойчивости к стрессовым абиотическим факторам и других хозяйственно-ценных признаков для создания нового исходного материала, высокопродуктивных сортов и гибридов.

Задачи: создать и оптимизировать искусственные стрессовые фона (высокие, низкие температуры, засуха) для *скрининга* мутантных и других генотипов томата по признакам мужского гаметофита в условиях *in vitro;* изучить генетический потенциал культурного и мутантного генофондов томата как источника новой зародышевой плазмы на устойчивость к абиотическим стрессам с одновременной оценкой проявления биологических, хозяйственно-ценных и мутантных маркерных признаков; получить новые гибридные популяции; изучить изменчивость и наследование гибридами F_1 биологических, цитохимических и других признаков пыльцы, детерминирующих устойчивость к стресс-факторам для последующей оптимизации способов эффективного подбора родительских пар и получения устойчивых генотипов; определить долю влияния родительских форм и их взаимодействия на наследуемость признаков жаро- и холодостойкость пыльцы гибридами F_1; разработать метод отбора устойчивых трансгрессивных рекомбинантов из популяций F_2 по признакам мужского гаметофита; разработать методы комбинированных отборов в сочетании традиционной селекции с гаметными технологиями; создать исходный материал с мутантными маркерными признаками для гетерозисной селекции; создать высокопродуктивные и устойчивые к стрессовым абиотическим факторам сорта и гибриды томата с разным сочетанием хозяйственно-ценных признаков, включая мутантные маркерные.

Научная новизна и оригинальность работы: впервые изучена коллекция одно- и многомаркерных мутантных форм томата на устойчивость к абиотическим стрессам (высокая, низкая температуры, засуха) по признакам мужского гаметофита. Показано, что устойчивость к этим стресс-факторам детерминируется разными генетическими системами. Выявлены: 1) особенности изменчивости и закономерности наследования цитохимических, биологических и хозяйственно-ценных признаков томата гибридами F_1 в зависимости от генотипа и условий среды; 2) разработана методология интенсификации селекции при комплексном использовании гаметных и классических подходов.

Основные результаты для науки и практики: 1) получен исходный материал нового поколения с разным сочетанием устойчивости к трем абиотическим стрессорам (высокие, низкие температуры, засуха), включая комплекс хозяйственно-ценных и маркерных признаков; 2) научно обоснована значимость сочетания методов пыльцевой и классической селекции; 3) созданы новые сорта (11), гетерозисные гибриды (2) и генетически разнокачественные селекционные линии томата (>50).

Теоретическая значимость работы. Установлены: 1) лимиты изменчивости и закономерности наследования биологических, цитохимических и некоторых мутантных маркерных признаков под действием высоких и низких температур, позволяющие определить уровень адаптивности генотипов и оптимизировать подбор пар для скрещивания; 2) доля влияния родительских форм на устойчивость к жаре и холоду гибридов F_1; 3) особенности трансгрессивной изменчивости в популяциях F_2 и возможность раннего прогнозирования эффективности отборов устойчивых рекомбинантов и селекционная ценность их потомств в поколениях F_3-F_4.

Прикладная значимость. Получены гибридные популяции (более 140) с широким спектром изменчивости селекционно-ценных признаков. Созданы линии, сорта и гетерозисные гибриды F_1 томата, отличающиеся по типу роста и архитектонике куста, формой, цветом и массой плода, с разным сочетанием маркерных признаков – *dw, ssp, sp, sp$^{\pm}$, sp^{+}, rin, nor, ex, ps, hp, ls, br, j-2* и другие.

Внедрение научных результатов. Созданный исходный материал, сорта и гибриды F_1 томата включены в селекционные программы некоторых лабораторий Института генетики, физиологии и защиты растений Государственного Университета Молдовы и Российской Федерации для получения новых форм томата; используются в активных коллекциях Лаборатории генетических ресурсов растений (ИГФиЗР, ГУМ), а также внедрены в различные производственные и фермерские хозяйства.

ANNOTATION

MAKOVEI Milania, " Genetic potential of the cultivated and mutant gene pool of tomato (S*olanum lycopersicum* l.), methods of research and use in breeding

Doctor habilitatus thesis in biological sciences, Chisinau, 2023

Structure of the thesis: introduction, 6 chapters, general conclusions and recommendations; the bibliography includes 437 titles, the thesis is completed with 10 annexes, has 256 text pages, 49 tables, 44 figures. The results are published in 172 scientific works.

Research area: Plant breeding and seed production.

Key words: tomato, gene pool, breeding, resistance, microgametophyte, abiotic stress factors, variability, heritability, mutant genes, heterosis, lines, varieties.

The aim of the research: identification of the genetic potential of tomato cultivars and mutants at the gametophytic and sporophytic level by analyzing the variability and heritability of the resistance to unfavorable abiotic factors and other economically valuable traits in order to develop new initial material, high performance varieties and hybrids.

Study objectives: development and optimization of artificial stress backgrounds (high, low temperatures and drought) for resistance *screening* of mutant forms and other tomato genotypes based on the traits of the male gametophyte under *in vitro* conditions; studies on the genetic potential of the gene pool of cultivated and mutant tomatoes as a new source of germplasm to enhance the resistance to abiotic stress factors, with the simultaneous assessment of the manifestation of biological, economically valuable, and mutant marker traits; carrying out crosses between several parents including the use of mutant genes to produce new hybrid populations; studies on the variability and inheritance by F_1 hybrids of the biological, cytochemical, and other traits of the pollen that determine the resistance to abiotic stress factors for the subsequent optimization of the selection procedures of the parents and production of resistant genotypes; estimation of the rate of the influence of parental forms and their interaction on the heritability of pollen heat and cold resistance traits in F_1; development of the selection method of resistant transgressive recombinants from F_2 populations based on the traits of the male gametophyte; development of combined selection methods simultaneously employing traditional ones and gametic technologies; development of tomato initial material with mutant marker traits to be used in heterotic breeding; development of tomato varieties and hybrids with high producing capacity and resistance to abiotic stress factors that combine economically valuable traits, including mutant marker ones.

Scientific novelty and originality: for the first time, a collection of tomato single- and multi-marker mutant forms has been evaluated for the resistance to abiotic stress factors (high, low temperatures, drought) based on male gametophyte traits. The resistance to above factors has been shown to be determined by different genetic systems. Have been: i) elucidated the particular features of variability and heritability of cytochemical, biological, and economically valuable traits depending on genotype and environmental conditions; ii) developed a methodology to make the tomato breeding process more efficient by combining gametic and classical selection approaches.

Principal results for science and practice. i) New generation initial material with different combination of resistance to three abiotic stress factors (high and low temperatures, and drought), including complexes of economically valuable traits and mutant marker properties; ii) the importance of combined employment of gametic and classical breeding methods has been scientifically substantiated; iii) varieties (11), heterotic hybrids (2), and improved tomato lines have been developed, that are diverse genetically (>50).

Theoretical significance. i) The limits of variability and heritability of biological and cytochemical traits and some marker properties of mutants under the influence of high and low temperatures have been estimated, which allowed the assessment of adaptability level in tomato genotypes and the optimization of parental form selection for crossings; ii) the rate of parental influence on drought and cold resistance in F_1 hybrids has been demonstrated; iii) the peculiar features of transgressive variability in F_2 populations have been found, allowing early prediction of the selection efficiency of resistant recombinants and the breeding value of the offspring in F_3-F_4.

Application value. Tomato hybrid populations (more than 140) with a wide range of variability of economically valuable traits have been developed. F_1 heterotic varieties and hybrids of tomato which differ in the growth type, plant architectonics, shape, color, fruit weight, and diverse combination of mutant marker traits – *dw, ssp, sp, sp*$^{\pm}$, *sp*$^{+}$, *rin, nor, ex, ps, hp, ls, br, j-2,* etc. have been developed for open and protected soil.

Implementation of scientific results. The newly developed tomato initial material, varieties, and F_1 hybrids have been included in the breeding programs of some laboratories of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the State University of Moldova and in the Russian Federation to produce new forms of tomatoes; they are still used in the working collections of the Plant Genetic Resources Laboratory (IGFPP, USM) and are cultivated in various individual households and by farmers.

MAKOVEI MILANIA

POTENȚIALUL GENETIC AL GENOFONDURILOR TOMATELOR DE CULTURĂ ȘI MUTANTE (*Solanum lycopersicum* L.), METODE DE CERCETARE ȘI UTILIZARE ÎN AMELIORARE

411.04. Ameliorarea plantelor și producerea semințelor

Rezumatul tezei de doctor habilitat în științe biologice

Aprobat spre tipar: 10.09.2023
Hârtie ofset. Tipar digital
Coli de tipar.: 2

Formatul hârtiei A4
Tiraj 60 ex
Comanda nr. 160

Tipografia Print - Caro
MD -2069 Chișinău, str. Columna, 170