

## INFLUENȚA PATOGENILOR FUNGICI *ALTERNARIA ALTERNATA* ȘI *FUSARIUM OXYSPORUM* ASUPRA HERITABILITĂȚII CARACTERELOR DE CREȘTERE ȘI DEZVOLTARE LA TOMATE

Grigorcea Sofia, *doctorand*, Lupașcu Galina, *doctor habilitat*, Mihnea Nadejda *doctor, cercetător științific coordonator*, Coșalâc Cristina, *Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM*, Grati Vasile, *Universitatea de Stat din Tiraspol, cu sediul la Chișinău*

In the article are describes the particularities of interaction of tomatoes genotypes with pathogens *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*, and their influence on the characters heritability of growth and development of plant.

**Key words:** *tomatoes, cultured fillets, fungi, heritability, Fusarium oxysporum* var. *Orthoceras, Alternaria alternata*.

### INTRODUCERE

Ciupercile se consideră cei mai răspândiți agenți patogeni cauzali pentru circa 70% de maladii la plantele de cultură [2], numărul acestora estimându-se la 10-15 mii de specii [3]. În condițiile Republicii Moldova, printre cei mai răspândiți agenți cauzali ai maladiilor fungice la un spectru larg de culturi agricole, inclusiv și la tomate, se remarcă în ultimul timp speciile: *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*, ce cauzează putrezirea frunzelor, rădăcinilor, tulpinilor, pețiolurilor [6, 8, 12] și *Alternaria alternata* care, de rând cu acestea provoacă și pătarea brună a frunzelor, tulpinilor, fructelor [6]. Între plantă și patogen se stabilesc diverse relații, definite de rezistența genotipului, virulența fungilor, condițiile ambientale ș.a. [8].

Conform unor opinii selecția tomaterelor pentru rezistența la alternarioza și fuzarioză nu a înregistrat succese notabile din cauza expresiei cantitative și moștenirii poligenice dependente de condițiile de mediu, dar și datorită faptului că sursele de rezistență adesea mai transmit și caractere nedorite, motiv pentru care donorii de rezistență nu sunt acceptabili din punct de vedere practic [1].

Pentru aplicarea managementului genetic al rezistenței plantelor la patogeni, o mare importanță o are atât elucidarea factorilor de bază implicați în reacția la agenții cauzali, cât și particularitățile de transmitere ereditară a caracterului. În ultimul timp, se acordă o mare atenție implicării factorilor genetici materni în formarea caracterelor cantitative, inclusiv a rezistenței la patogenii fungici. Efectele maternale combină elementele de dezvoltare inductivă, homeostază, selecție naturală, moștenire epigenetică și persistență istorică [4, 5, 9, 10, 11].

În contextul vizat, **scopul cercetărilor** a constat în determinarea influenței patogenilor fungici *Alternaria alternata* și *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* asupra heritabilității caracterelor de creștere și dezvoltare la tomate.

### MATERIAL ȘI METODE

În calitate de material pentru cercetare au servit 4 genotipuri în calitate de forme parentale – Katerina, L 310, MilOrange, Luci și 3 hibridi reciproci F<sub>1</sub> de tomate – Katerina x MilOrange/ MilOrange x Katerina, Katerina x Luci/ Luci x Katerina, L-310 x MilOrange/ F<sub>1</sub> MilOrange x L-310.

Pentru infectare au fost utilizate filtratele de cultură (FC) ale fungilor *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* preparate prin inocularea miceliului în mediul lichid Czapek-Dox [13]. Semințele de

tomate au fost tratate cu FC timp de 18 ore. În calitate de martor au servit semințele menținute în apă distilată. Cultivarea plantulelor a avut loc în cutii Petri pe hârtie de filtru umectată cu apă distilată, la temperatura: 22-24°C, timp de 6 zile. Ca indici-test ai reacției plantelor, au servit importante caractere de creștere și dezvoltare ale tomatelor la etapă timpurie a ontogenezei – germinația semințelor, lungimea rădăcinii și lungimea tulpiniței.

Influența factorului matern, determinată prin efectul reciprocității ( $r_e$ ) asupra reacției la patogenii *A.alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* s-a calculat în baza formulei elaborată de Reinhold (2002) în care semnul "-" semnifică influența maternă, iar "+" - paternă [7, 11]. Gradul de dominație a fost stabilit conform autorului Brubaker (1966) [14].

Procesarea datelor obținute s-a efectuat prin analize descriptive ale statisticii, în pachetul de soft STATISTICA 7.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prin analiza reacției unor genotipuri de tomate la FC ale fungilor *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* s-a constatat că răspunsul la infecție a fost diferențiat – specific genotipului/hibridului  $F_1$ , caracterului analizat și speciei de fungi.

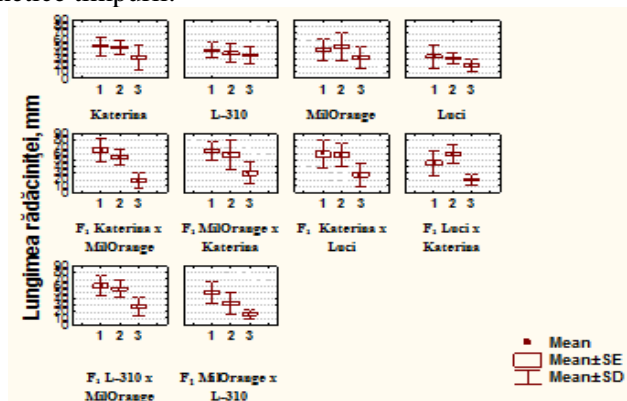
De exemplu, la tomate sub influența FC *A. alternata*, pentru caracterul germinația semințelor, s-a constatat o inhibiție relativ slabă la genotipul Luci, cu -1,7%, la celelalte genotipuri/populații hibride s-a atestat lipsă de reacție sau stimulare a caracterului examinat. FC *F. oxysporum* var. *orthoceras* în majoritatea cazurilor a produs inhibare, cu excepția combinațiilor  $F_1$  Katerina x Luci, Luci x Katerina, L-310 x MilOrange la care s-a atestat lipsă de reacție (Tabelul 1).

Tabelul 1. Influența filtratelor de cultură *Alternaria alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* asupra germinației semințelor unor soiuri și hibrizi reciproci  $F_1$  de tomate (%)

Nr.	Genitori/populații $F_1$	Martor (H <sub>2</sub> O)	<i>A. Alternata</i>	<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>
1	Katerina	100,0	100,0	91,7
2	L 310	100,0	100,0	76,7
3	MilOrange	78,3	100,0	93,3
4	Luci	100,0	98,3	86,7
5	$F_1$ Katerina x MilOrange	93,3	93,3	93,3
6	$F_1$ MilOrange x Katerina	100,0	100,0	96,7
7	$F_1$ Katerina x Luci	100,0	100,0	100,0
8	$F_1$ Luci x Katerina	100,0	100,0	100,0
9	$F_1$ L-310 x MilOrange	100,0	100,0	100,0
10	$F_1$ MilOrange x L-310	96,7	100,0	86,7

În cazul lungimii rădăcinii și a tulpiniței genotipurile părinți au prezentat valori medii diferite, atât în varianta martor, cât și în cea cu FC. Aceasta relevă corectitudinea selectării componentelor de hibridare pentru cercetarea modului de moștenire a caracterelor. De exemplu, în varianta martor valorile lungimii rădăcinii au variat în limitele 34,2..49,9 mm, iar ale tulpiniței – între 23,7...32,6 mm la soiurile Luci și Katerina, respectiv.

Sub influența FC *A. alternata*, s-a constatat stimularea creșterii lungimii rădăcinii și a tulpiniței în 20% cazuri. Stimulare s-a atestat la soiul MilOrange (+10,8%) și hibridul  $F_1$  Luci x Katerina (+29,4%), pentru caracterul lungimea rădăcinii, iar pentru tulpiniță –  $F_1$  Luci x Katerina (+46,8%) și  $F_1$  L-310 x MilOrange (+10,2%), (Fig. 1). FC *F. oxysporum* var. *orthoceras* a produs în toate cazurile inhibări evidente ale caracterelor, ceea denotă o virulență mai sporită a acestui patogen fungic asupra dezvoltării tomatelor la etape ontogenetice timpurii.



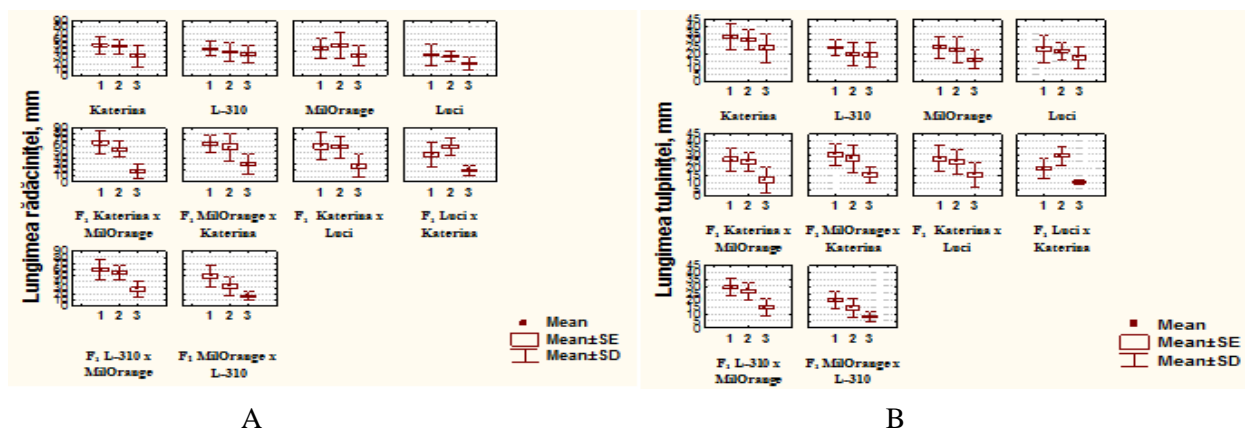


Fig. 1. Influența filtratelor de culturi *Alternaria alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* asupra creșterii rădăcinii (A) și tulpinii (B) la plantule de tomate.

Pe orizontală: 1 – martor (H<sub>2</sub>O), 2 – *A. alternata*, 3 – *F. oxysporum* var. *orthoceras*

Calculul gradului de dominație ( $h_p$ ) a sensibilității/rezistenței a demonstrat că acesta a fost puternic influențat de acțiunea FC, variind de la valori pozitive la valori negative și de la nivel nul până la supradominație puternică (Tabelul 2). De exemplu pentru germinație, ( $h_p$ ) a cuprins valori de la 0,0 ... +0,92; 0,0 ... +1,0; +0,2 ... +4,3, respectiv, variantelor martor, FC *A. alternata* și FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*. În cazul rădăcinii, s-a constatat că în varianta martor  $h_p$  a înregistrat valorile +0,4 ... +24,5, iar în variantele cu FC *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* – -2,3... +14,8 și - 19,0 ... - 97,0, respectiv. Pentru caracterul lungimea tulpinii, parametrul  $h_p$  a variat în limitele - 22,5 ... +23,0; -4,3 ... +23,0; -6,0... -1,1, respectiv, variantelor martor, FC *A. alternata* și FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*.

Deosebiri veridice ale  $h_p$  între hibridii reciproci F<sub>1</sub>, pentru toate cele 3 caractere cercetate, s-au constatat sub influența FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*, cu excepția combinației F<sub>1</sub> Katerina x Luci/ Luci x Katerina în cazul germinației.

Tabelul 2. Gradul de dominație a unor indici de creștere la hibridii reciproci F<sub>1</sub> de tomate sub influența filtratelor de cultură *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras*

Hibrid F <sub>1</sub>	Variantă	Germinație	Lungimea rădăcinii	Lungimea tulpinii
F <sub>1</sub> Katerina x MilOrange	H <sub>2</sub> O	+0,92	+6,8	-0,6
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	+9,2	-0,6
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+1,0	-97,7	-2,1
F <sub>1</sub> MilOrange x Katerina	H <sub>2</sub> O	+1,0	+6,1	+0,3
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	+14,8	+0,1
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+5,3	-19,0	-1,1
F <sub>1</sub> Katerina x Luci	H <sub>2</sub> O	0,0	+2,1	-0,2
	FC <i>A. alternata</i>	+1,0	+2,1	-0,4
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+4,3	+0,1	-1,5
F <sub>1</sub> Luci x Katerina	H <sub>2</sub> O	0,0	+0,4	-1,8
	FC <i>A. alternata</i>	+1,0	+2,2	+0,8
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+4,3	-1,1	-3,1
F <sub>1</sub> L-310 x MilOrange	H <sub>2</sub> O	+1,0	+24,5	+23,0
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	+2,1	+3,3
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+1,8	-4,4	-1,9
F <sub>1</sub> MilOrange x L-310	H <sub>2</sub> O	+0,7	+17,0	-22,5
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	-2,3	-4,3
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+0,2	-12,1	-6,0

Faptul că majoritatea hibridii reciproci F<sub>1</sub>, au înregistrat diferite valori ale  $h_p$  pentru caracterele germinație, lungimea rădăcinii și a tulpinii, în toate cele 3 variante (martor, *A. alternata*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*) este o dovadă sigură că heritabilitatea caracterelor a fost influențată și de capacitatea combinativă specifică, determinată precum se știe de interacțiunile genice epistatice.

Prin cercetarea rolului componentelor de hibridare în reacția plantelor de tomate la patogenii fungici aflați în studiu, s-a constatat că la acțiunea FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*, s-a manifestat în mod semnificativ influența factorului matern asupra fenotipului caracterelor cercetate (Tabelul 3).

Tabelul 3. Efectul parental ( $r_e$ ) asupra unor indici de creștere la hibridi reciproci  $F_1$  de tomate sub influența filtratelor de cultură *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras*

Hibrid $F_1$	Variantă	Germinație	Lungimea rădăcinii	Lungimea tulpiniței
$F_1$ Katerina x MilOrange	H <sub>2</sub> O	+0,3	-0,3	+0,46
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	-2,8	+0,33
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	-2,1	-39,3	+0,48
$F_1$ Katerina x Luci	H <sub>2</sub> O	0,0	-0,9	-0,80
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	+0,02	+0,56
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	0,0	-0,63	-0,77
$F_1$ L-310 x MilOrange	H <sub>2</sub> O	-0,2	+14,85	+18,20
	FC <i>A. alternata</i>	0,0	+2,18	+3,78
	FC <i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	+0,8	-3,71	-2,06

Conform datelor prezentate, cel mai puternic efect matern s-a manifestat la combinația  $F_1$  Katerina x MilOrange în cazul germinației (-2,1) și lungimii rădăcinii (-39,3) la acțiunea FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*, iar cel mai semnificativ efect patern – la combinația  $F_1$  L-310 x MilOrange în cazul lungimii rădăcinii (+14,85) și lungimii tulpiniței (+18,20) în varianta martor. Aceasta denotă că manifestarea factorului parental în formarea caracterelor cantitative depinde, în cel mai direct mod, de combinația concretă și condițiile biotice, iar în scopul creării genotipurilor de tomate cu rezistență înaltă la fuzarioză urmează a fi efectuat un studiu comparativ al comportării genitorilor în calitate de formă maternă pentru identificarea surselor sigure de rezistență.

#### CONCLUZII:

1. Reacția plantulelor de tomate la fungii *A. alternata* și *F. oxysporum* var. *orthoceras* a fost diferențiată – specifică genotipului, caracterului analizat: germinație, lungimea rădăcinii și tulpiniței, răspunsul încadrându-se în categoriile: lipsă de reacție, inhibare, stimulare.
2. S-a constatat că la etape ontogenetice timpurii de creștere și dezvoltare a plantelor de tomate fungul *F. oxysporum* var. *orthoceras* manifestă virulență mai înaltă decât *A. alternata*.
3. Un rol semnificativ al factorului matern în reacția plantelor de tomate la patogenii fungici s-a atestat la acțiunea FC *F. oxysporum* var. *orthoceras*.
4. Deosebirile de reacție a hibridilor reciproci  $F_1$  la patogeni, denotă că gradul/modalitatea de ereditabilitate a rezistenței este puternic influențată de direcția încrucișării și acțiunea FC.

#### Bibliografie:

1. Chaerani, R.; Voorrips, R.E. *Tomato early blight (Alternaria solani): the pathogen, genetics, and breeding for resistance*. In: J. Gen.Plant Pathol., 2006, vol. 72, pp. 335-347.
2. Deacon, J. *Fungi as plant pathogens*. Blackwell Publishing, 2005, pp. 279-308.
3. Fernandez-Acero, F.; Carbu, M.; Garrido, C.; Vallejo, I.; Cantoral, J. *Proteomic Advances in Phytopathogenic Fungi*. In: Current Proteomics, vol. 4, N 2, 2014, pp. 79-88.
3. Galloway, L.F. *Maternal effects provide phenotypic adaptation to local environmental conditions*. In: New Phytol., 2005, N 166, pp. 93-99.
4. Grigorcea, S.; Lupascu, G.; Mihnea, N. *Maternal factor involvement of tomato genotypes in the regulation of enzymes activity as a response to Alternaria alternata infection*. In: 5<sup>th</sup> Congr. on Biotech. „Meet. the Needs of a Chang. World”, June 25-27, 2014, Spain, 2014, N 1856.
5. Grigorcea, S.; Lupașcu, G.; Mihnea, N.; Zamorzaeva, I. *Causative agents of leaf brown staining and root rot on tomato in conditions of the Republic of Moldova*. În: Conferința științifică internațională „Muzeul și cercetarea științifică”, Craiova, 2016, p. 45-50.
6. [http://www.geodakian.com/ru/53\\_Paternal\\_effect\\_ru.htm](http://www.geodakian.com/ru/53_Paternal_effect_ru.htm).
7. Lupașcu, G.; Sașco, E.; Gavzer, S. ș.a. *Maladii fungice la grâul comun de toamnă (Triticum aestivum L.) în condițiile Republicii Moldova. Particularități de ereditabilitate a rezistenței*. În: Controlul genetic al caracterelor de rezistență și productivitate la grâul comun. Chișinău: Tipografia AȘM, 2015, p. 10-63.
8. McAdam, A.G.; Boutin, S. *Maternal effects and the response to selection in red squirrels*. In: Proc. R. Soc. Lond., 2003, 271, pp. 75-79.

9. Nieuwhof, M.; Garretsen, F.; Van Oeveren, J.C. *Maternal and Genetic Effects on Seed Weight of Tomato, and Effects of Seed Weight on Growth of Genotypes of Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)* In: *Plant Breeding*, 1989, vol. 102, Issue 3, pp. 248-254. Article first published online: 28 APR 2006.
10. Reinhold, K. *Maternal effects and the evolution of behavioural and morphological characters: a literature review indicates importance of extended maternal care.* In: *Journal of Heredity*, 2002, 93 (6), pp. 400-405.
11. Rotaru, L. *Particularitățile controlului genetic al rezistenței tomatelor la fuzarioza radiculară.* Autoref. tezei de dr. șt. biologice. Chișinău, 2011. 20 p.
12. Tuite, J. *Plant pathological Methods.* Minneapolis: Burgess Publ. Company, 1969. 239 p.
13. Брюбейкер, Дж. *Сельскохозяйственная генетика.* Москва, 1966. 223 с.