

# FIZIOLOGIA ȘI BIOCHIMIA PLANTELOR

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.07>

## EFECTUL UNOR COMPUȘI DE TIP CITOKININIC ASUPRA CAPACITĂȚII DE AUTOREGLARE A STATUS- ULUI APEI PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE VARIAȚIE NEFAVORABILĂ A UMIDITĂȚII ȘI STRES HIDRIC REPETAT

Ștefîrță Anastasia<sup>1,2</sup>, Bulhac Ion<sup>2</sup>, Voloșciuc Leonid<sup>1</sup>, Brînză Lilia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

<sup>2</sup>Institutul de Chimie

### Rezumat

S-a studiat efectul utilizării exogene a citokininei, tioureei și preparatului complex Polyel+F asupra capacității de autoreglare a status-ului apei, fotosintezei și eficienței utilizării apei de către plante în condiții de fluctuație a umidității și secetă repetată. Ca obiect de studiu au servit plante de *Glycine max* (L.) Merr., cultivarele Nadejda, Moldovița și Magia crescute în vase de vegetație Mitcherlich cu volum de 40 kg sol și expuse acțiunii secetei la fazele „prima frunză trifoliată” și „înflorire-formare a păstăilor”. S-a stabilit, că compușii studiați au însușirea de a majora rezistența plantelor la fluctuația nefavorabilă a umidității și condiții de secetă moderată repetată. Plantele, care au suportat o secetă moderată la etapele inițiale ale ontogenezei devin mai tolerante la stresul hidric moderat din timpul înfloririi și formării păstăilor. Efectul de inducere a toleranței la plantele pre-tratate cu compușii respectivi se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură parcurgerea normală a proceselor de asimilare. După restabilirea fondului optimal de umiditate plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F mai deplin î-și restabilesc procesele funcționale. Datele investigațiilor permit de presupus, că schimbările care se petrec la nivel celular la fazele inițiale de dezvoltare, cauzate de o insuficiență moderată de umiditate, și care conferă rezistență, sunt inițiate la scăderea conținutului de apă și pot fi consolidate, când pierderea apei nu este prea drastică. *Cuvinte-cheie*: plante, stres hidric, homeostaza hidrică, capacitate de reținere a apei, fotosinteza

Depus la redacție 19 iulie 2021

-----  
*Adresa pentru corespondență*: Ștefîrță Anastasia, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al MEC, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chișinău, Republica Moldova: anastasia.stefirta@gmail.com; tel. (+ 373 22) 535 990

### Introducere

Schimbarea Climei pe Terra și încălzirea globală a condus la creșterea nu numai a intensității dar și a frecvenței fenomenelor naturale extreme. Impactul negativ produs de schimbarea Climei pe Terra, secetele repetate în timp, însoțite de arșițe, grindine și căderi de temperatură, fluctuațiile extreme de precipitații, dezechilibrul nutritiv, este deseori catastrofal pentru productivitatea plantelor. În condiții de câmp, ca urmare a impactului negativ produs de secetele repetate în timp, însoțite de arșițe, grindine și căderi de temperatură, recolta plantelor atinge o medie de numai 50% din randamentul

potențial [2]. În ultimul timp o atenție deosebită se acordă elucidării mecanismelor implicate în reacțiile de răspuns și toleranța plantelor la stresul repetat în timp în vederea optimizării adaptabilității plantelor la fluctuația condițiilor de mediu și eficientizării utilizării apei și elementelor de nutriție în procesul de producție.

Informația recentă din literatura de specialitate demonstrează, că răspunsul plantelor la cicluri repetate de stres ecologic sunt diferite de cele care se accesează la incidente unice [4, 8, 11, 17, 18]. Prin investigații proprii [11, 12] s-a argumentat concepția, că o secetă moderată și de scurtă durată la fazele incipiente de dezvoltare declanșează mecanisme care majorează toleranța la oscilațiile extreme a condițiilor mediului – la apariția repetată a insuficienței de umiditate, stres hipo- și/sau hipertermic. Aceste constatări sunt în concordanță cu lucrările [7] despre corelația dintre schimbarea presiunii hidrostatice, închiderea stomatelor și toleranța plantelor la reducerea potențialului apei în sol, - lucrări realizate în special pe plante din flora spontană. La schimbarea umidității și majorarea presiunii osmotice a soluției solului plantele reacționează aproape instantaneu prin modificarea status-ului apei în tot organismul cu repercusiune asupra proceselor metabolice, creșterii și productivității. În condiții de secetă cauza principală a dereglării proceselor funcționale este perturbarea mediului apos intern, inhibării reacțiilor metabolice și biosintezelor [3, 9, 11, 14, 15]. Deshidratarea condiționează micșorarea nivelului fitohormonilor nu numai prin inhibarea transportului acestora, dar și prin blocarea sintezei lor. Micșorarea gradului de hidratare a țesuturilor activează auxinoxidaza și citokininoxidaza, ce conduce la o scădere bruscă a auxinei și citokininei și reducerea absorbției apei de către rădăcini și conductibilității stomatelor, și, deci, transpirației frunzelor [21]. La o insuficiență moderată de umiditate în sol, atunci când potențialul apei în lăstar încă nu este afectat și producerea auxinelor nu este inhibată, transportul lor în rădăcini continuă condiționând accelerarea/sau stabilizarea creșterii acestora spre straturile mai umede ale solului, asigurându-se în așa mod absorbția apei și livrarea ei în lăstar. Împreună cu fluxul apei din rădăcini spre lăstar are loc și transferul citokininelor prin intermediul cărora este reglată starea stomatelor și, prin consecință, consumul apei, procesul de asimilare a dioxidului de carbon și formare a aparatului foliar, precum și creșterea prin alungire a celulelor. Totodată citokininele măresc capacitatea de atracție a apei spre frunze și spre organele în creștere. Acțiunea atractivă a lor se explică prin proprietatea fitohormonului, pe de o parte, de a deschide osteolile stomatelor și de a intensifica transpirația, pe de altă parte - de a stimula procesele de creștere și biosintezele în celule. Intensificarea transpirației mărește forța de aspirație datorită coeziunii moleculelor de apă, iar intensificarea biosintezelor condiționează majorarea concentrației molare a fotoasimilatelor în frunze, ceea ce conduce la diminuarea potențialului osmotic și la absorbția osmotică a apei. Posibilitatea reglării reacțiilor adaptive prin utilizarea exogenă a fitohormonilor a fost demonstrată în multiple investigații [10, 11].

Reieșind din cele relatate *obiectiv* cercetărilor a constat în elucidarea efectului unor compuși de tip citokininic asupra capacității de autoreglare a status-ului apei plantelor în condiții de fluctuație a umidității și secetă episodică repetată.

### **Materiale și metode de cercetare**

În calitate de *obiecte de studiu* au servit plante de *Glycine max* (L.) Merr., soiurile *Magia* și *Moldovița*, selectate în Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp "Secția" și soiul *Nadejda*, selectat în IGFPP (autor dr., Budac Alexandru). Testarea

efectului inductorilor toleranței în condiții de umiditate fluctuantă controlată și stres hidric repetat s-a efectuat în experiențe de vegetație cu plante crescute în containere Mitcherlich cu capacitatea de 40 kg sol abs.us.

Schema experienței la faza „*I-ei frunze trifoliolate*”:

1. Martor – plante pe fond de umiditate permanentă 70% CTA (capacitatea totală pentru apă a solului);
2. Plante pe fond de umiditate 40% CTA (secetă moderată);
3. Plante pre-tratate cu soluție de citokinină și expuse secetei moderate (40% CTA);
4. Plante pre-tratate cu soluție de tiouree și expuse secetei moderate (40% CTA);
5. Plante pre-tratate cu soluția compoziției Polyel + F (fitohormonii AIA, Gb, CK) și expuse secetei moderate (40% CTA);

Schema experienței la faza „*înflorire – formarea păstăilor*”:

1. variantă – martor, umiditate 70% CTA;
2. variantă – 70-40% CTA (primul ciclu de secetă);
3. variantă – 70-40-70-40% CTA (2 cicluri de secetă);
4. variantă – plante pre-tratate cu CK și expuse la umiditatea 70- 40 -70- 40% CTA (2 cicluri de secetă);
5. variantă – plante tratate cu tiouree și expuse la umiditatea 70- 40-70- 40% CTA (2 cicluri de secetă);
6. variantă – plante tratate cu complexul Polyel + F și expuse la umiditatea 70-40-70-40% CTA (2 cicluri de secetă).

În experiențe plantele au fost expuse la cicluri consecutive de deficit de apă, fiecare ciclu urmat de o perioadă de recuperare, iar în fiecare ciclu au fost analizate frunze noi, complet dezvoltate, formate în condițiile stresului corespunzător.

Analizele parametrilor status-ului apei s-au realizat după fiecare ciclu de secetă (în a VII-ea zi de stres hidric) și după 7 zile de recuperare în perioada post-stresorică prin metode clasice [16, 20]; intensitatea transpirației (E), intensitatea fotosintezei (A), conductibilitatea stomatelor (gs) – prin utilizarea analizatorului de gaze portativ LCproSD (ADC biotech-scientific Limited, UK).

Rata netă a fotosintezei, conductanța stomatelor și transpirația sau determinat în conformitate cu schema experiențelor la radiația activă fotosintetic (PAR) de la 1000 μmol de densitate a fluxului fotonilor m-2s-1, în timp ce temperatura frunzei, umiditatea aerului și concentrația de CO<sub>2</sub> - după valorile acestora din mediul înconjurător. Măsurările sau efectuat la orele 8-11 dimineața.

Rezultatele au fost analizate statistic, utilizând pachetul de programe „Statistica 7” pentru computere. Parametrii conținutului de apă, deficitului de saturație, capacității țesuturilor de reținere a apei, precum și intensitatea fotosintezei și eficiența utilizării apei au fost utilizați ca indicatori pentru cuantificarea intensității stresului și toleranței plantelor la fluctuația umidității și secetei moderate repetate în timp.

### Rezultate și discuții

În virtutea faptului, că organismul vegetal ca sistem biologic deschis păstrează legătura strânsă cu mediul înconjurător, iar apa în plantă reprezintă un continuu al apei din sol, insuficiența de umiditate se răsfrânge în primul rând asupra status-ului apei din plană, iar deshidratarea țesuturilor este o consecință directă a acțiunii factorului extern [5, 6]. Totodată, grație capacității de autoreglare, plantele pot asigura o anumită autonomie a proceselor metabolice indiferent de condițiile mediului extern, și cu cât

stabilitatea proceselor funcționale este mai mare cu atât rezistența acestor plante este mai mare. Stresul hidric condiționat de reducerea aprovizionării cu apă a plantelor la faza „I-ei frunze trifoliată” a provocat în mod firesc o reducere a gradului de hidratare a țesuturilor frunzelor și majorarea deficitului de saturație (tab. 1).

**Tabelul 1. Modificarea status-ului apei în frunzele plantelor de soia la faza „I-ei frunze trifoliată” sub influența compușilor de tip citokininic și secetei moderate**

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
<b>Martor, 70</b>	77,87 ±0,51		11,23 0,30		50,06±0,56	
<b>Secetă, 70-40</b>	67,88 ±0,85		28,56±0,56		50,29±0,69	
<b>CK, 70-40</b>	68,72 ±0,58	1,24	27,35±0,33	-4,32	52,85±0,43	5,09
<b>Tiouree, 70-40</b>	69,34 ±0,48	2,15	26,80 0,27	-6,16	53,36±0,35	6,10
<b>Polyel + F, 70-40</b>	70,22±0,55	3,45	25,51 0,21	-10,68	55,74±0,33	10,84

\*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă.

Valorile componentelor status-ului apei, ca indicatori de stres, la plantele din semințe pre-tratate cu compuși de tip citokininic, se schimbă sub influența deficitului de umiditate în mod diferit. Seceta moderată la etapa ”I frunză trifoliată” induce deshidratarea frunzelor și diminuarea conținutului de apă cu 12,8 % la plantele netratate și cu 9,8 -11,7% - la plantele din semințe pre-tratate cu compușii cu acțiune citokininică. La plantele pre-tratate cu tiouree, dar, în deosebi, la cele pre-tratate cu preparatul complex Polyel + F, gradul de hidratare se menține la un nivel veridic mai înalt. Insuficiența moderată de umiditate în sol a cauzat o majorare a deficitului de saturație la plantele pre-tratate cu compușii studiați considerabil mai mică comparativ cu impactul produs asupra plantelor ne tratate. Ca rezultat turgescența frunzelor la plantele netratate a scăzut cu 19,5-20,5% comparativ cu plantele din varianta bine aprovizionate cu umiditate, iar la plantele pre-tratate cu Polyel + F impactul secetei a constituit 15,0 - 16,0 la sută.

Unul din factorii interni de reglare a homeostazei apei este capacitatea de reținere apei. S-a stabilit, că frunzele plantelor de soia de pe fond optimal de umiditate după 2 h de ofilire experimentală rețin în țesuturi circa 50,0% din conținutul inițial de apă; plantele expuse condițiilor moderate de secetă – 50,3% și plantele pre-tratate cu CK, Tiouree și Polyel + F rețin respectiv: 52,9; 53,41 și 55,8% din rezerva inițială de apă din țesuturi. Frunzele plantelor din varianta ” Polyel + F”, în condiții de insuficiență moderată de umiditate (70-40% CTA) se caracterizează prin valori maxime ale capacității de reținere a apei. Se știe, că caracterul modificării *parametrilor status-ului apei* – conținutul relativ de apă, capacitatea de reținere a apei în țesuturi, poate fi utilizat ca test-criterii de apreciere a toleranței sau sensibilității plantelor la secetă [13]. Plantele pre-tratate cu tiouree și, în deosebi, cu Polyel + F în condiții de insuficiență moderată de umiditate (40% CTA), se caracterizează prin proprietatea de a păstra la un nivel relativ

stabil hidratarea ţesuturilor. Deci, datele conduc spre concluzia, că compușii utilizați pentru pre-tratarea semințelor înainte de semănat și aparatului foliar în timpul creșterii, sporesc rezistența plantelor la secetă. Rezultatele obținute coincid cu cele stabilite de Argueso C.T. și coaut. [1], și de Veselov D. și coaut. [19]. La ameliorarea condițiilor de umiditate plantele, preventiv tratate cu compuși cu acțiune citokininică, mai repede și mai complet își restabilesc mediul apos intern (tab. 2). Mai deplin își

**Tabelul 2. Gradul de restabilire a status-ului apei în frunzele plantelor de soia, preventiv expuse stresului hidric, la ameliorarea condițiilor de umiditate**

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
<b>Martor, 70</b>	76,51±0,36		10,20±0,08		49,58±0,52	
<b>Secetă, 70-40-70</b>	72,01±0,23		12,65±0,27		49,54±0,29	
<b>CK, 70-40-70</b>	73,99±0,65	2,75	11,75±0,05	-7,11	50,55±0,60	2,04
<b>Tiouree, 70-40-70</b>	74,68±0,52	3,71	11,11±0,22	-12,17	54,25±0,45	9,50
<b>Polyel + F, 70-40-70</b>	76,62±0,34	6,40	10,55±0,18	-16,60	57,56±0,37	16,19

\*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

restabilesc gradul de hidratare plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F. Acestea se deosebesc prin valori mai mari ale turgescenței relative a frunzelor datorită faptului că plantele preventiv tratate cu compușii de tip citokininic își păstrează la un nivel mai înalt capacitatea de reținere a apei în ţesuturi și după optimizarea umidității solului (tab. 2). Plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F în perioada post-stres rețin în ţesuturi cu 10,1 și 16,1% respectiv mai mult decât plantele martor și cu 9,5 și 16 2% mai mult decât plantele netratate și expuse preventiv acțiunii unei secete moderate.

Deci, compușii studiați au însușirea de a majora rezistența plantelor la condiții de secetă moderată. Efectul de inducere a toleranței se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură o mai bună parcurgere a proceselor vitale. În investigațiile curente s-au obținut argumente noi, care confirmă formarea „stres-memoriei” la plantele pre-expuse acțiunii stresului hidric moderat la faza juvenilă (tab. 3). O deshidratare ușoară, cauzată de un stres hidric moderat (40% CTA, 7 zile) la fazele inițiale de dezvoltare (faza I-ei frunze trifoliolate) are drept urmare majorarea toleranței plantelor la o secetă repetată în timp. La apariția condițiilor de secetă repetată la faza „începutul înfloririi - formarea păstăilor” s-a depistat o reacție mai adecvată a plantelor, care au suportat un stres hidric moderat la faza „primei frunze trifoliolate”. Plantele, care au suportat o secetă moderată la etapele inițiale ale ontogenezei devin mai tolerante la stresul hidric moderat din timpul înfloririi și formării păstăilor. Aceasta permite de presupus, că schimbările care se petrec la nivel celular la fazele inițiale de dezvoltare, cauzate de o insuficiență moderată de umiditate, și care conferă rezistență, sunt inițiate la scăderea conținutului de apă și pot fi consolidate, când pierderea apei nu este prea rapidă.

Totodată s-a înregistrat efectul de co-activare a potențialului de formare a stres-memoriei la seceta repetată a plantelor de *Glycine max* (L.) Merr., prin utilizarea citokininei, tioureei și, în deosebi a preparatului complex Polyel + F.

**Tabelul 3. Parametrii status-ului apei în frunzele plantelor de soia, s Nadejda, în condiții de secetă repetată la etapa „înflorire - formarea păstăilor”**

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
<b>Martor,70</b>	71,16±0,46		12,95±0,28		55,75±0,41	
<b>Secetă, un ciclu 70-40</b>	66,42±0,08		31,65±0,63		56,30±0,13	
<b>Secetă, două cicluri 70-40-70-40</b>	67,30±0,33	1,32	30,67±0,57	-3,09	56,95±0,28	1,15
<b>CK, două cicluri de secetă 70-40-70-40</b>	67,87±0,41	2,18	29,25±0,09	-7,64	57,24±0,41	1,67
<b>Tiouree, două cicluri de secetă, 70-40-70-40</b>	68,08±0,36	2,50	27,52±0,27	-13,05	58,06±0,35	3,12
<b>Polyel + F, două cicluri de secetă, 70-40-70-40</b>	68,77±0,29	3,54	26,03±0,48	-17,75	58,78±0,28	4,40

\*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

Plantele pre-tratate cu compușii respectivi se deosebesc prin o capacitate de homeostatare a mediului apos intern semnificativ mai înaltă comparativ cu plantele netratate. Astfel deficitul de saturație a plantelor netratate în condiții de secetă repetată este cu 3,09% mai mic comparativ cu valoarea deficitului de saturație expuse pentru prima dată condițiilor de secetă, pe când valoarea deficitului de saturație a plantelor pre-tratate cu tiouree și Polyel + F este respectiv cu 13,05 și cu 17,75 % mai mică (tab. 3). Acești compuși condiționează o co-activare mai semnificativă a manifestării stres-memoriei în condiții de secetă repetată cu 10,27 și 15,13 % comparativ cu stres-memoria plantelor netratate. Simptomele de perturbare a activității funcționale la aceste plante se manifestă semnificativ mai slab la apariția repetată a condițiilor de secetă comparativ cu plantele netratate, și în deosebi cu cele expuse prima dată la acțiunea stresului hidric, - plante neadaptate. La plantele pre-tratate cu compușii de tip citokininic stres-memoria și efectul de adaptare este mai bine pronunțat drept urmare a proprietății de autoreglare a status-ului apei prin majorarea capacității de reținere a apei în celule. Datele obținute demonstrează, că la apariția repetată a secetei capacitatea de reținerea a apei în țesuturile frunzelor este mai mare comparativ cu plantele expuse pentru prima dată la stres. Valorile capacității de reținere a apei în frunzele plantelor pre-tratate în condiții de secetă repetată sunt mai mari comparativ cu plantele netratate (tab. 3). Investigațiile au confirmat existența la plante a memoriei despre incidentele cauzate de stresul precedent și că reacția de răspuns a plantelor de soia pre-tratate cu compușii de tip citokininic și

expuse acțiunii stresului repetat este mai adecvată comparativ cu plantele netratate. În formarea stres-memoriei un rol important aparține potențialului de autoreglare a statusului apei prin activarea mecanismelor de stabilizare/majorare a capacității de reținere a apei, păstrare a turgescenței și gradului de hidratare la nivelul necesar pentru parcurgerea normală a proceselor vitale. Plantele preventiv expuse stresului prin secetă î-și păstrează la un nivel mai înalt capacitatea de reținere a apei în țesuturi și după optimizarea umidității solului (tab. 4).

**Tabelul 4. Influenta SFA asupra parametrilor status-ului apei în frunzele plantelor de soia în condiții de ameliorare a umidității solului**

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
<b>Martor, 70</b>	73,02±0,91		7,63±0,10		58,50±0,66	
<b>Secetă, un ciclu 70-40-70</b>	72,01±0,66		10,23±0,25		57,16±0,49	
<b>Secetă, două cicluri, 70-40-70-40-70</b>	72,54±0,07	0,73	7,26±0,14	-29,03	58,02±0,27	1,77
<b>CK, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70</b>	72,65±0,20	0,89	7,09±0,11	-30,69	59,20±0,22	3,57
<b>Tiouree, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70</b>	72,70±0,21	0,96	6,80±0,09	-33,52	59,15±0,25	3,48
<b>Polyel + F, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70%</b>	73,41±0,47	1,94	6,45±0,16	-36,95	60,53±0,42	5,89

\*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

După ameliorarea condițiilor de umiditate plantele după o secetă repetată rețin în țesuturi o cantitate de apă mai mare cu circa 2,0% comparativ cu plantele ce au suportat un singur ciclu de secetă, iar plantele tratate cu citokinină, tiouree și Polyel + F continuă s-ă rețină în țesuturi cu – cu 3,5 – 6,0% mai multă apă decât plantele netratate. Prin această particularitate se poate explica capacitatea plantelor, preventiv expuse unui stres hidric moderat, de a suporta mai ușor o secetă repetată.

În lucrarea curentă s-a demonstrat, că stresul provocat de o secetă moderată și de scurtă durată (40% CTA, 7 zile) condiționează închiderea stomatelor și diminuarea proceselor de sinteză, inclusiv, de fotosinteză (tab. 5).

S-a depistat o diminuare a aperturii stomatelor frunzelor plantelor Moldovița și Magia corespunzător de 6,45 și de 7,72 ori comparativ cu apertura stomatelor plantelor bine aprovizionate cu apă. În același timp intensitatea transpirației la aceste plante scade de 2,4 ori și de 2,6 ori respectiv, în timp ce intensitatea fotosintezei se reduce cu 59,4 și 63,8 la sută de la valoarea intensității procesului la plantele de pe fond optim de umiditate. Prin urmare, plantele de soia soiul Moldovița are capacitatea de menținere la un nivel relativ mai înalt a proceselor de asimilare a carbonului și de sinteză a osmoliților compatibili – glucidelor solubile, ca urmare a menținerii conductibilității stomatelor și intensității transpirației.

Reacția stomatelor la semnalele din mediu și cele endogene din plante sunt critice pentru reglementarea schimbului de gaze dintre plante și atmosferă. În plus, închiderea stomatelor este vitală pentru minimizarea pierderilor de apă și prevenirea embolismului letal în timpul secetei.

**Tabelul 5. Influența secetei la etapele inițiale ale ontogenezei asupra intensității fotosintezei, transpirației și conductibilității stomatelor la plantele de soia**

Variante, umiditate % CTA	Conductibilitatea stomatelor, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Intensitatea transpirației, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Intensitatea fotosintezei, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		EUA, $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol apă}$
	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m
<b>soiul Moldova</b>							
Martor,70	0,432±0,013		4,42±0,13		18,48±0,5		4,2±0,12
Secetă, 70-40	0,067±0,002	-84,5	1,78±0,05	-59,7	7,5±0,2	-59,4	4,2±0,19
<b>soiul Magia</b>							
Martor,70	0,463±0,013		3,64±0,11		20,12±0,6		5,5±0,21
Secetă, 70-40	0,060±0,002	-87,0	1,39±0,04	-62,4	6,81±0,4	-66,2	4,9±0,14

După cum a fost stabilit anterior [11] în condiții de secetă diminuarea gradului de hidratare a țesuturilor este asociată cu închiderea stomatelor, reducerea transpirației și diminuarea fixației dioxidului de carbon

Plantelor, care au suportat un stres hidric moderat la faza „prima frunză trifoliată”, la apariția unui nou ciclu de secetă le este specifică o magnitudine mai mică a modificărilor aperturii stomatelor, intensității transpirației și proceselor de asimilare a dioxidului de carbon (tab. 6).

**Tabelul 6. Influența secetei la faza de „înflorire-formare a păstăilor” asupra intensității fotosintezei, transpirației și conductibilității stomatelor la plantele de soia**

Variante, umiditate, % CTA	Conductibilitatea stomatelor, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Intensitatea transpirației, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		Intensitatea fotosintezei, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		EUA, $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol apă}$
	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m
<b>soiul Moldova</b>							
Martor,70	0,20±0,005		2,99±0,09		14,41±0,4		4,82±0,21
Secetă, II cicluri 70-40-70-40	0,09±0,001	55,0	1,68±0,03	43,8	8,86±0,2	-38,5	5,27±0,15
Secetă, I ciclu 70-40	0,07±0,001	65,0	1,37±0,02	54,2	6,97±0,1	-51,6	5,09±0,19
<b>soiul Magia</b>							
Martor,70	0,19±0,004		2,68±0,08		14,06±0,3		5,25±0,23
Secetă, II cicluri 70-40-70-40	0,08±0,001	57,9	1,44±0,04	46,3	8,03±0,1	-42,9	5,58±0,11
Secetă, I ciclu 70-40	0,06±0,001	68,4	1,13±0,02	57,8	6,28±0,1	-55,3	5,08±0,22



Plantele expuse unui nou ciclu de secetă au proprietatea de adaptare și menținere a proceselor vitale la un nivel relativ stabil (tab. 6). Plantele cu proprietăți de homeostatare a apei în condiții de stres hidric păstrează la un nivel mai înalt procesele vitale, inclusiv fotosinteza. Astfel, la reprezentanții soiului Moldovița procesele de asimilare a dioxidului de carbon în condiții de insuficiență de umiditate la faza „înflorire – formare a păstăilor” s-a redus cu 38,51 la sută, iar la plantele de soiul Magia diminuarea procesului de fotosinteză a constituit circa 43,0% din valoarea procesului la plantele martor, neexpuse stresului hidric. De menționat, că plantele, care au suportat un stres hidric moderat la faza „I-a frunză trifoliată”, la apariția repetată a secetei au însușirea de a păstra procesele de asimilare la un nivel veridic mai înalt comparativ cu plantele expuse pentru prima dată la această fază de dezvoltare stresului prin secetă: La plantele Moldovița în condițiile celui de al doilea ciclu de secetă intensitatea fotosintezei este cu 27,11% mai mare decât la plantele neadaptate și expuse primului ciclu de secetă. Aceeași deosebire au fost înregistrate și la plantele Magia. Stresul cauzat de secetă scade progresiv ratele de asimilare a CO<sub>2</sub> datorită reducerii conductibilității stomatelor. În condiții de insuficiență moderată de umiditate ca urmare a diminuării aperturii stomatelor, consumul apei în procesul de transpirație se reduce ceva mai semnificativ comparativ cu procesul de asimilare a carbonului, ceea ce a condus la o majorare a eficienței utilizării apei în procesul de producție. Acest caracter este considerat ca unul din marcherii biologici asociați cu toleranța la secetă a plantelor

Prin urmare, la plantele pre-expuse unui stres moderat la fazele inițiale ale ontogenezei se formează o memorie a stresului suportat, - o însușire a plantelor expuse preventiv la condiții de stres de a răspunde adecvat și de a suporta mai ușor un nou stres. Memoria despre reacția de răspuns la incidentele din mediul ambiant este asigurată de mecanisme de protecție accesate, inclusiv, și de semnalele schimbării parametrilor statusului apei, în deosebi a presiunii hidrostatice și capacității de reținere a apei. Aceste rezultate demonstrează implicarea statusului apei, în particular a capacității de reținere a apei, și presiunii de turgescență, în formarea/manifestarea stres-memoriei – ca un mecanism anterior necunoscut, prin care moleculele de apă reglează starea membranelor, formarea speciilor reactive de oxigen și servesc ca un declanșator al sintezei compușilor cu funcție de protecție. Plantele supuse la mai multe cicluri de deshidratare / recuperare a apei au reținut un conținut relativ mai mare de apă decât plantele care suferă de stres de deshidratare pentru prima dată. Drept urmare secetele moderate de scurtă durată (3-5 zile), ce se repetă periodic, contribuie la majorarea rezistenței plantelor. Astfel de plante mai ușor suportă stresul repetat comparativ cu plantele crescute permanent în condiții optime. Compuși de tip citokininic – tiourea și preparatul Polyel + F, condiționează o co-activare semnificativă a manifestării stres-memoriei în condiții de secetă repetată.

### Concluzii

1. S-a stabilit implicarea componentelor statusului apei în formarea și păstrarea rezistenței în condiții de fluctuație a umidității și secetă repetată.

2. Activarea exogenă a potențialului de formare a rezistenței poate fi asigurată prin utilizarea exogenă a agenților cu impact pozitiv asupra reacțiilor nespecifice primare de răspuns a plantei la acțiunea oricărui factor nefavorabil, în particular la fluctuația nefavorabilă a umidității și stres hidric repetat.

3. Compușii de tip citokininic sau dovedit a fi un factor important în medierea adaptării plantelor la fluctuația umidității solului. Tiourea și preparatul complex Polyel

+ F au condiționat majorarea rezistenței plantelor la apariția repetată a condițiilor de secetă prin menținerea componentelor status-ului apei și fotosintezei la un nivel veridic mai înalt.

4. Efectul de inducere a toleranței la plantele pre-tratate cu compușii respectivi se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură parcurgerea normală a proceselor de asimilare.

5. După restabilirea fondului optimal de umiditate plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel+F mai deplin își restabilesc procesele funcționale.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectelor Programului de Stat **20.80009.7007.16** „Sinergismul dintre factorii naturali și mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare pentru protecția culturilor agricole în agricultura convențională și ecologică” și **20.80009.5007.28**. „Elaborarea noilor materiale multifuncționale și tehnologii eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complexelor metalelor ”s” și ”d” cu liganzi polidentati”, finanțate de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

### Bibliografie

1. Argueso C.T. Ferreira F.J., Kieber J. Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. //Plant Cell Environ . 2009. V. 32. P. 1147 - 1160
2. Blum, A. () Drought resistance, water use efficiency, and yield potential—Are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? //Australian Journal of Agricultural Research. 2005. V. 56. P. 1159-1168.
3. Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira J.S. Understating plant response to drought: from genes to the whole plant // Functional Plant Biology. 2003, 30. P. 239-264.
4. Fleta-Soriano Eva and Sergi Munné-Bosch. Stress Memory and the Inevitable Effects of Drought: A Physiological Perspective. Front. Plant Sci., 15 February 2016 | <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.00143>
5. Kramer P.J., Boyer J.S. Water relations of plant and soil. San Diego: Academic Press, 1995. 489 p.
6. Levitt J. Recovery of turgor by wilted, excised cabbage leaves in the absence of water uptake. A new factor in drought acclimation. // Plant Physiology. 1986, 82 (1), pp. 1945-1952.
7. Munné-Bosch S, Queval G, Foyer CH. The impact of global change factors on redox signaling underpinning stress tolerance. Plant Physiol. 2013. 161. P.5–19
8. Crisp P.A., Ganguly D., Eichten E.R., Borevitz J.O. and Pogson B.J. Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover, and epigenetics // Science Advances, 2016. V. 2, no. 2. Pp. 1-14. e1501340 DOI: 10.1126/sciadv.1501340
9. Passioura J., Condon A.G., Richards R.A. Water deficits, the development of leaf area and crop productivity. In: Water deficits plant responses from cell to community. bios Scientific publishers. Smith, J.A.C., Griffiths, H. (eds.). University of Lancaster, UK. 1993. P.253-264.
10. Ștefîrță A., Melenciuc M., Aluchi N., Brînză L., Leahu Ig., Buceaceaia S. Modificări fiziologice asociate cu senescența naturală la plantele de porumb. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2015, 1(327), pp. 76- 85.
11. Ștefîrță A., Brînză L., Vrabie V., Aluchi N. Fiziologia stresului, adaptării și rezistenței la secetă a plantelor de cultură. Chișinău. TAȘM. 2017. 372 p.
12. Ștefîrță A., Brînză L., Buceaceaia S., Aluchi N. Interactive Relationships Between Water Status, Antioxidant Protection Systems, Inherent Resistance and Plant Cross-Tolerance // SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science, 2019. V. 6. Issue 4. Pp. 35-42.

13. Ștefîrță A., Brînză L., Buceaceaia S., Vrabie V., Aluchi N. și al. Metode de diagnosticare a rezistenței ecologice a plantelor. Chișinău: Centru Editorial al UASM, 2005. 78 p.
14. Ștefîrță A. Semnificația apei în coordonarea și integrarea funcțiilor plantei în condiții de secetă // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2012, 1(316), pp. 38-53.
15. Tardeu F., Davies W.J. Root-shoot communication and whole-plant regulation of water flux. In: Water deficits plant responses from cell to community. bios Scientific publishers. Smith, J.A.C., Griffiths, H. (eds.). University of Lancaster, UK. 1993, pp. 147-162.
16. Vasseu T.L., Sharkey T.D. Mild water stress of *Phaseolus vulgaris* plants leads to reduced starch synthesis and extractable sucrose phosphate synthases activity // Plant Physiol. 1989. V. 89. PP. 1066-1070.
17. Walter J., Nagy L., Hein R., et al. Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses // Environmental and Experimental Botany. 2011. V. 71. P. 34-40.
18. Walter J., Jentsch A., Beierkuhnlein C., Kreyling J. Ecological stress memory and cross stress tolerance in plants in the face of climate extremes. In: Environmental and Experimental Botany, 2013. V. 94. Pages 3-8
19. Veselov D.S., Kudoyarova, G.R., Kudryakova, N.V., and Kusnetsov, V.V., Role of cytokinins in stress resistance of plants, *Russ. J. Plant Physiol.*, 2017, vol. 64, no. 1, pp. 15-27.
20. Кушниренко и др. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев. 1970. 28 с.
21. Фархутдинов, P.Г. Температурный фактор в гормональной регуляции водного обмена растений: Автореф. дис. докт. биол. наук. Уфа, 2005. 46 с.