

THE EFFECT OF SOME COORDINATIVE COMPOUNDS AND CHEMICAL COMPOSITIONS ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CROP PLANTS

EFFECTUL UNOR COMPUȘI COORDINATIVI ȘI COMPOZIȚII CHIMICE ASUPRA CREȘTERII ȘI PRODUCTIVITĂȚII PLANTELOR DE CULTURĂ

^{1,2}ȘTEFÎRȚĂ Anastasia, <https://orcid.org/0009-0009-7254-2806>

¹BULHAC Ion, <https://orcid.org/0000-0002-2437-2875>

^{1,3}BRÎNZĂ Lilia, <https://orcid.org/0000-0003-1936-4376>

³COROPCEANU Eduard, <https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>

¹COCU Maria, <https://orcid.org/0000-0001-8572-0258>

²ALUCHI Nicolai, <https://orcid.org/0000-0003-1874-8474>

¹Institutul de Chimie, ²Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, USM; ³Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Introducere

Securitatea alimentară și sporirea productivității plantelor în condițiile schimbării climei reprezintă la momentul actual una dintre cele mai stringente probleme ale societății. Condițiile nefavorabile din mediul ambiant, îndeosebi fluctuațiile extremale ale umidității și temperaturii, au o influență nefastă asupra proceselor metabolice, creșterii, dezvoltării și productivității plantelor cu urmări subletale sau letale. Încălzirea globală a condus la pronosticuri privind creșterea până la sfârșitul secolului 21 a frecvenței secetelor și, chiar ce-i mai important – se prognozează o creștere însemnată în următoarele câteva decenii a frecvenței secetelor severe în zonele de risc datorită unei majorări a temperaturilor cu 1,4 și 5,8°C [Jentsch A., Kreyling J., Elmer M., et al., 2011]. În legătură cu aceasta, în ultimii ani tot mai des apare necesitatea sporirii rezistenței la secetă și majorării/stabilizării productivității celor mai importante culturi agricole. O posibilitate importantă și încă nevalorificată de majorare a productivității culturilor agricole în condiții suboptimale de mediu este considerată utilizarea substanțelor fiziologic active (SFA) cu efect de reglare a creșterii, dezvoltării, de modificare a diferitor procese metabolice. Printre SFA

de ultimă generație merită atenție compușii coordinativi biologic activi (CCBA) cu metale-microelemente. Compușii coordinativi, care au ca agenți de chelatare substanțe native proprii organismului vegetal și ioni de metale – elemente de nutriție minerală, pătrund mai ușor în celule decât ionii metalelor sărurilor neorganice, sunt mai labili și efectivi în concentrații mai mici, mai puțin toxici pentru plante [Штефырцэ А., 1993; Ștefîrță A. și al., 2008; 2021; Coropceanu Ed., Ciloci A., Ștefîrță A., Bulhac I., 2020], ceea ce permite reducerea dozelor de preparate chimice utilizate și celor de tip hormonal, precum și presing-ul asupra mediului înconjurător. Prospecțiunea SFA efective și netoxice devine îndeosebi de oportună la etapa actuală de dezvoltare a economiei naționale în legătură cu problemele ecologiei și necesitatea majorării productivității culturilor agricole. Perspectiva utilizării SFA va fi mereu în creștere în legătură cu scumpirea energiei, reducerea suprafețelor de însămânțare și necesitatea majorării producerii produselor alimentare, condiționată de creșterea populației. De altfel aceasta afirmație rămâne actuală și până în prezent. Potrivit European Biostimulants Industry Council (EBIC), în 2012 peste 6,2 milioane de hectare de teren agricol din Europa au fost tratate cu biostimulatori, cu o creștere a producției cu 5-10%, și o creștere medie a caracteristicilor de calitate cu 15% [www.biostimulants.eu].

Reieșind din cele relatate, obiectivul general al investigațiilor a constat în prospecțiunea căilor de temperare a impactului secetei, regimului hiper- și hipotermic din timpul vegetației, etc. asupra plantelor prin utilizarea unor compuși coordinativi în care ca agenți de chelatare au servit substanțe native proprii organismului vegetal.

Lucrarea dată conține o scurtă trecere în revistă a celor mai importante rezultate ale investigațiilor de mai mulți ani realizate în acest aspect.

Obiecte de studiu, metode de cercetare

Cercetările s-au realizat în laboratoarele Complexul de Vegetație și pe câmpurile Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor pe parcele mici conform cerințelor Centrului de Stat pentru testarea și omologarea produselor fertilizante și fitoameliorante.

În calitate de obiecte de studiu au servit plante de *Zea mays* L., hibridii M 291, P 459 și P458; *Phaseolus vulgaris* L., soiul Porumbița; *Glycine max*

Merr., (L.), soiurile Bucuria, Nadejda, Deea, Moldovița; *Cucumis sativum* L., soiurile Concurent și Mirabela și hibridii Rodnicioc F₁ și Icar F₁; *Lycopersicon esculentum* L., cv. Lider; *Arachis hypogaeae* (L.), soiul Fazenda 2; plante de sfeclă roșie (*Béta vulgaris* L. var. *conditiva Alef.*), soiurile Egipteana și Cilindrica; sfeclă de zahăr (*Béta vulgaris* L., soiul Baracuda); plante de usturoi *Allium sativum*, L., soiul Izumrud și al.

În experiențele de laborator s-a studiat efectul tratării semințelor prin vacuum-infiltrare și incrustare cu diferite doze de SFA asupra reacțiilor de start la etapele inițiale ale ontogenezei.

În experiențe de câmp semințele au fost incrustate cu SFA înainte de semănat și tratate foliar cu soluția respectivă în timpul creșterii vegetative a plantelor. Experiențele s-au realizat prin metoda de blocuri în trei repetări cu variantele amplasate randomizat. Despre efectul SFA asupra plantelor s-a conchis prin identificarea diferențelor parametrilor morfofiziologici ai proceselor de creștere, productivității primare și părții agricol valoroase a plantelor pre-tratate cu CCBA respectivi și plantelor martor. Estimarea reacțiilor adaptive s-a efectuat prin gradul de modificare a intensității proceselor fiziologice și biochimice, înălțimii, suprafeței foliare, biomasei, productivității și structurii recoltei plantelor.

Rezultate și discuții

În rezultatul testelor biochimice efectuate la plantele de *Zea mays* L., tratate seminal cu clasteri trinucleari și supuse acțiunii stresului hidric (SH), condiționat de secetă, s-a stabilit, că **Trefedenul**, dar în special, **Difecodenul** contribuie la sporirea nivelului aminoacizilor liberi, ce provin din acidul piruvic, oxoglutarat și oxaloacetat, precum și a aminoacizilor aromatici – fenilalaninei și tirozinei. Clusterii trinucleari în baza N,N-dietilnicotinamidei cu nucleul [Fe³⁺Co²⁺O] induc majorarea conținutului proteinelor ușor solubile (PUS) în organele plantelor în condiții optime de umiditate și menținerea la un nivel stabil în condiții de secetă. Modificările cantitative și calitative ale PUS, induse de CCBA cu Fe³⁺ și Co²⁺, la etapele inițiale de creștere se păstrează și în organele plantelor mature, ceea ce permite de presupus formarea unui anumit fenotip de plante, rezistente la acțiunea secetei. Stabilizând reacțiile biochimice și procesele fiziologice în organismul vegetal prin menținerea activității și

spectrului electroforetic al unor enzime (PX, CO), conținutului celor mai importanți aminoacizi, PUS, custerii trinucleari $[\text{Fe}^{3+}\text{Co}^{2+}]$ și $[\text{Fe}^{3+}\text{Co}^{2+}\text{CO}]$ favorizează creșterea potențialului de rezistență a plantelor la stresul cauzat de secetă. Productivitatea plantelor de porumb pre-tratate cu **Coditiaz**, **Trifeden** și **Difecoden** în condiții de secetă moderată se menține la un nivel mai ridicat comparativ cu plantele martor: respectiv cu 124,4; 135 și 157% [Brevete de invenție MD nr. 955; 511; 857; 1015; 1131, 1386, 4276].

Se știe, că dacă timpul secetos coincide cu etapa inițială a organogenezei, pierderile de roadă sunt maximale din cauza perturbării procesului de dividere a celulelor, reducerii energiei de germinare și densității plantelor pe unitate de suprafață, precum și acumulării fitomasei plantulelor. Rezultatele multiplelor experiențe de laborator au demonstrat efectul benefic și autentic al clusterilor trinucleari luați în studiu asupra vitezei de gonflare a semințelor, energiei de germinare, mobilizării și utilizării asimilatelor din cariopse, creșterii și acumulării biomasei plantulelor, precum și asupra rizogenezei și formării aparatului asimilator la etapele inițiale ale ontogenezei. S-a stabilit, că CCBA **Coditiazul**, **Trifedenul**, cât și **Difecodenul** accelerează viteza și gradul de imbițiție a semințelor cu apă. Efectul asupra acumulării biomasei plantulelor din semințele tratate cu **Trifeden** depășea martorul cu 32,10%. Efect major asupra activizării proceselor vitale la germinarea semințelor și creșterii plantulelor de *Zea mays* L. a fost înregistrat la utilizarea **Difecodenului** și alcătuia 145,25 la sută. Energia de germinare a semințelor la un potențial al apei în substrat de numai -1,5 – -1,7 MPa în varianta control s-a micșorat de 2,42 ori, iar la semințele tratate cu **Trifeden** și **Difecoden** energia de germinare era de 1,4–1,5 ori mai mare comparativ cu martorul, expus în aceleași condiții de SH. Utilizarea compușilor coordinați ai Fe^{3+} , dar, mai cu seamă, cei ce conțin Fe^{3+} și Co^{2+} , au condiționat o sporire veridică a fondului de pigmenți în frunze. Productivitatea plantelor de porumb pre-tratate cu **Coditiaz**, **Trifeden** și **Difecoden** în condiții de secetă moderată se menține la un nivel mai ridicat comparativ cu plantele martor: respectiv cu 124,4; 135 și 157%. Reducerea recoltei în condiții de deficit de umezeală a constituit 60,4% la plantele netratate cu SFA, 46,7% – la plantele tratate cu **Trifeden** și 41,0% – la plantele tratate cu **Difecoden** [Brevete de invenție MD nr. 955; 511; 857; 1015; 1131, 1386, 4276].

Una din cauzele perturbărilor proceselor vitale și afectării plantelor în condiții de insuficiență de umiditate poate fi reducerea accesibilității pentru plante a elementelor nutritive. La apariția condițiilor secetoase, elementele minerale din sol devin inaccesibile, fapt cuplat cu reducerea pregnantă a recoltei. Din aceste considerente a crescut interesul față de compușii coordinativi cu diferite metale, care reprezintă elemente de nutriție minerală și mai ușor pătrund în celula vegetală. S-a stabilit, că administrarea suplimentară a **Trifenamid-ului** și **Trifeden-ului** favorizează procesele de creștere, dezvoltare și productivitate a plantelor de *Cucumis sativum* L. și *Lycopersicon esculentum* L. – unele dintre culturile ce necesită o tehnologie de cultivare cât mai inocivă din punct de vedere ecologic. Testările au demonstrat accelerarea creșterii plantelor de *Cucumis sativum* L. și *Lycopersicon esculentum* L. deja la stadiile inițiale ale ontogenezei. Tratarea semințelor cu **Trifeden** și **Trifenamid** condiționează majorarea energiei de germinare a semințelor, accelerarea rizogenezei, acumulării biomasei plantei, precum și a gradului de ramificare a rădăcinilor adventive. Sau înregistrat modificări cantitative ale unor componente ale productivității plantelor de castraveți și tomate – stimularea fructificării și vitezei de creștere a fructelor, ceea ce asigură majorarea productivității plantelor comparativ cu plantele martor. Efect major asupra plantelor de *Cucumis sativum* L. și *Lycopersicon esculentum* L. a condiționat tratarea cu compuși în baza vitaminei PP [Brevete de invenție MD nr. 684; 2044; 3495]. Recolte majore s-au obținut și la colectarea producției timpurii.

Se știe, că lipsa borului provoacă putrezirea „inimii” sfeclei de zahăr, reduce viteza de transport a zahărului, fenomen manifestat deosebit de evident în verile secetoase. Actualmente se pune problema de eficientizare a aplicării fertilizanților pentru optimizarea productivității și acumulării zahărului în rizocarpul sfeclei de zahăr prin minimizarea administrării lor în sol, vizând evitarea poluării mediului. Prin prisma acestui obiectiv a fost testat efectul **Difecoden-ului** – un compus coordinativ, ce conține fier și cobalt, și **Cobamid-ului** – $[\text{Co}(\text{DH})_2(\text{PP})_2][\text{BF}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, un compus coordinativ al cobaltului(III) și borului asupra recoltei și producției de zahăr a plantelor de sfecla de zahăr (*Betta vulgaris* L. *saccharifera*) soiul Baracuda. S-a înregistrat o accelerare a germinării și creșterii plantelor sub influența compușilor luați în studiu, ceea ce indirect demonstrează efectul lor asupra dividerii celulelor și biosintezei

componentelor citoplasmei. Administrarea CCBA cu Co și Fe, Co și B a condiționat formarea unui aparat asimilator cu conținut sporit de pigmenți. Administrarea de CCBA a influențat veridic productivitatea plantelor. Pre-tratarea plantelor cu soluții apoase de **Difecoden** și **Cobamid**, asigură comparativ cu plantele martor majorarea recoltei de rizocarpi, conținutului de zahăr din ei, ceea ce are drept urmare sporirea producției de zahăr la unitate de suprafață (cu 13 și 18% respectiv). Efect maxim se obține la tratarea semințelor înainte de semănat și a aparatului foliar al plantelor cu soluții apoase de **Cobamid** [Brevet de invenție MD nr. 510].

În serii de experiențe de laborator și în condiții de câmp s-a studiat efectul tratării semințelor înainte de semănat și a plantelor în timpul creșterii vegetative – la fazele ”unirii frunzelor în rânduri” și ”unirii frunzelor între rânduri” cu soluții apoase de preparat **Compozit** asupra creșterii și dezvoltării plantelor de sfeclă roșie (*Béta vulgaris* L. var. *conditiva Alef.*) de soiurile Cilindrica și Egipteana plată. Preparatul **Compozit** reprezintă un amestec de substanțe, care au la bază unele dintre cele mai importante microelemente și vitamine: fier, cobalt, zinc, magneziu, bor, nicotinamidă (vitamina PP), precum și anionul nitrat. Fierul și cobaltul au fost incluse în formă de compuși coordinați, iar zincul și magneziul – sub formă de săruri ale acidului azotic. S-a stabilit, că plantele tratate cu soluția preparatului **Compozit** se caracterizează prin conținut mai înalt de pigmenți asimilatori, prin intensificarea proceselor de asimilare a carbonului, transpirației și eficienței utilizării apei, o mai bună creștere și dezvoltare comparativ cu plantele tratate cu soluțiile elementelor corespunzătoare sub formă de săruri minerale și, îndeosebi, comparativ cu plantele martor. Fertilizarea extraradiculară a plantelor cu preparatul **Compozit** are un impact pozitiv asupra productivității plantelor și calității producției. La plantele tratate cu soluții apoase de **Compozit** în totalitatea producției predomină fracția ”mare” și ”medie” de rizocarpi [Brevet de invenție MD nr. 813].

Asimilarea carbonului și eficiența utilizării apei, precum și productivitatea plantelor de *Phaseolus vulgaris*, L, tratate cu soluția apoasă de CCBA **Conimid** sunt veridic mai mari comparativ cu procesele vitale, care au loc în plantele tratate cu soluție de acid indolilacetic: cu 11,7% în condiții optime și cu 9,2 % – în condiții de secetă moderată. Tratamentul are influență benefică asupra

productivității și recoltei plantelor atât în condiții favorabile, cât și de insuficiență de umiditate (Br. MD nr 729).

Optimizarea creșterii și productivității plantelor se poate realiza prin tratarea semințelor pentru semănat și aparatului foliar pe parcursul vegetației cu soluție apoasă de **Galmet** – preparat ce conține galați de K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} și săruri de molibdat de potasiu și paramolibdat de amoniu. Sărurile acidului galic cu K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Mo^{2+} , au o influență veridic benefică asupra creșterii, productivității și eficienței utilizării apei de către plante atât în condiții favorabile, cât și la un deficit de umiditate în sol. Rezultatele obținute au demonstrat efectul semnificativ al tratării semințelor cu SFA asupra vitezei de mobilizare și utilizare a asimilatelor din cariopse și cotiledoane, energiei de germinare a semințelor, asupra creșterii și acumulării biomasei plantulei, rizogenezei și formării aparatului foliar la etapele inițiale a ontogenezei. Tratamentul semințelor pentru semănat și a aparatului foliar în perioada de vegetație în condiții naturale de umiditate condiționează sporirea recoltei de boabe la porumb cu 8-17%; la fasolea – cu 9-25%; la *Cucumis sativa* L. – cu 20-50% și *Lycopersicon esculentum* L. – 25-40% comparativ cu controlul [Brevet de invenție MD nr. 3391].

Concluzii

Compușii coordinativi cu liganzi oximici posedă proprietăți de substanțe bioactive cu impact pozitiv asupra creșterii, dezvoltării, rezistenței și productivității plantelor atât în condiții favorabile, cât și moderat nefavorabile.

CCBA amplifică toleranța plantelor la condițiile nefavorabile din mediul extern prin majorarea conținutului aminoacizilor liberi, stabilizarea conținutului proteinelor ușor solubile, majorarea eficienței utilizării apei în procesul de formare a productivității, prin intensificarea proceselor de asimilare a dioxidului de carbon, ceea ce asigură menținerea la un nivel semnificativ mai mare a creșterii acumulării biomasei și productivității plantelor.

În condiții de umiditate redusă CCBA are o influență de diminuare a efectului secetei asupra formării aparatului asimilator, acumulării biomasei și recoltei plantelor.

Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „*Elaborarea noilor materiale multifuncționale și tehnologii eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complexelor metalelor „s” și „d” cu liganzi polidentafi*”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea V: Competitivitate economică și tehnologii inovative, cifrul 20.80009.5007.28, cu suportul financiar oferit de ANCD.

Bibliografie:

1. COROPCEANU, E., CILOCI, A. , ȘTEFÎRȚĂ, A., BULHAC, I. Study of useful properties of some coordination compounds containing oxime ligands. Published in: *Academica Greifswald, Germany*. 2020. 266 p.
2. JENTSCH A., KREYLING J., ELMER M., GELLESCH E., et al. Climate extremes initiate ecosystem-regulating functions while maintaining productivity. In: *Journal of Ecology*. 2011. V. 99, pp. 689-702.
3. ȘTEFÎRȚĂ A., BRÎNZĂ L., TOMA S. și al. Opțiuni fiziologice de fortificare a plantelor în condiții de insuficiență de umiditate. În: *Diminuarea impactului factorilor pedoclimatici extremali asupra plantelor de cultură*. Chișinău. 2008, pp. 166-203.
4. ȘTEFÎRȚĂ A.; BULHAC, I., COROPCEANU E., VOLOȘCIUC L., BRÎNZĂ, L. Effect of cytokinin-type compounds on the self-regulation of plant water status under conditions of adverse humidity variation and repeated water stress. In: *SSRG International Journal of Agriculture and Environmental Science*. 2021. V. 8. Issue 3, pp. 1-7.
5. ШТЕФЫРЦЭ А.А. Физиолого-биохимические особенности адаптации яблони к неустойчивому влагообеспечению. Кишинев: Штиинца. 1993. 200 с.