CZU: 004.383.8:623.746-519:[633.34 + 633.35] https://doi.org/10.59295/tehfizuvs25.05

DIGITAL SOLUTIONS IN CROP PROTECTION THROUGH THE USE OF DRONES FOR SOYBEAN AND PEA TREATMENTS

SOLUȚII DIGITALE ÎN PROTECȚIA FITOSANITARĂ PRIN UTILIZAREA DRONELOR PENTRU TRATAMENTE LA SOIA ȘI MAZĂRE

Dorin CEBANU[1] e-mail: mr.cebanu@gmail.com ORCID ID: 0009-0005-2606-6002
Costel GUȚU[2] e-mail: costel.gutu@mail.ru
Maxim PROZOROVSCHI[3] e-mail: prozorovskiy97@mail.ru

[1,2,3]IP „Centrul Național de Cercetare și Producere a Semințelor”,
s. Pașcani, r-nul Criuleni, Republica Moldova

Abstract. *Soybean (Glycine max L.) and pea (Pisum sativum L.) play an essential role in sustainable agriculture due to their high protein content and their ability to biologically fix nitrogen in the soil. In the current context, characterized by increasing environmental protection requirements and the need for the rational use of pesticides, the application of phytosanitary treatments using drones represents an innovative and efficient solution. The application of insecticides using drones ensures precise and uniform distribution, thereby reducing the volume of solution required and minimizing losses caused by drift. At the same time, this technology decreases operator exposure risks, reduces the amount of potentially polluted water, and contributes to lowering the carbon footprint. In addition, drone-assisted phytosanitary treatments prevent soil compaction, both aspects being essential under the conditions of global warming and ongoing soil degradation processes. Experimental results demonstrate that drone-applied treatments in soybean (Glycine max L.) and pea (Pisum sativum L.) crops achieve comparable or even superior efficacy to conventional methods, while also providing significant economic and ecological advantages.*

Keywords: *soybean (Glycine max L.); pea (Pisum sativum L.); leguminous crops; agricultural drones; precision application; insecticides; crop protection; sustainable agriculture; precision agriculture; integrated pest management.*

INTRODUCERE.

Plantele leguminoase reprezintă o componentă esențială a agriculturii durabile, având un impact semnificativ atât din punct de vedere economic, cât și ecologic. Aceste culturi se remarcă prin conținutul lor ridicat de proteine, fiind de 2–3 ori mai mare comparativ cu cel al cerealelor, precum și prin echilibrul nutritiv al boabelor, care includ amidon, zaharuri, vitamine și elemente minerale indispensabile sănătății umane [3,4]. În plus, culturile leguminoase contribuie substanțial la îmbunătățirea fertilității solului, datorită capacității de fixare biologică a azotului în nodozitățile rădăcinilor, reducând astfel necesitatea utilizării îngrășămintelor sintetice [5]. Având în vedere aceste beneficii, într-un context marcat de presiunea tot mai mare pentru diminuarea utilizării pesticidelor și fertilizanților chimici, precum și pentru reducerea amprentei de carbon și a altor gaze cu efect de seră, extinderea suprafețelor cultivate cu leguminoase pentru boabe devine o prioritate atât la nivel național, cât și internațional [1, 2]. Totodată, dezvoltarea și adaptarea soiurilor autohtone, rezistente și productive, constituie un obiectiv major al cercetării agronomice. În acest context, tehnologiile moderne de protecție fitosanitară oferă soluții inovatoare pentru managementul integrat al culturilor. Aplicarea precisă a tratamentelor insecticide cu ajutorul dronelor la culturile de mazăre și soia contribuie la creșterea eficienței intervențiilor fitosanitare și la reducerea impactului asupra mediului.

Astfel, integrarea culturilor leguminoase și a acestor tehnologii avansate în sistemele agricole conturează o direcție promițătoare pentru dezvoltarea unui model agricol sustenabil, productiv și ecologic.

MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Studiul a fost realizat în cadrul Centrului Național de Cercetare și Producere a Semințelor, sectorul Selecția, pe câmpurile experimentale nr. 5 și nr. 7. Scopul cercetării a fost evaluarea eficienței aplicării insecticidelor **Codex** și **Organza** prin intermediul tehnologiei de stropire cu dronă la culturile de soia (*Glycine max L.*) și mazăre (*Pisum sativum L.*). Experimentele au fost amplasate pe o suprafață totală de 11,5 hectare, dintre care 8 hectare cultivate cu mazăre și 3,5 hectare cu soia. Materialul biologic a fost reprezentat de soiuri comerciale cultivate în cadrul programului de ameliorare al centrului, adaptate condițiilor pedoclimatice ale zonei. Pentru combaterea dăunătorilor specifici acestor culturi au fost utilizate două produse insecticide înregistrate:

- **Codex** – insecticid de contact și ingestie, cu acțiune rapidă asupra unui spectru larg de insecte;
- **Organza** – insecticid sistemic cu efect rezidual prelungit, destinat combaterii dăunătorilor din principalele ordine: Lepidoptera, Coleoptera și Hemiptera.

Produsele au fost aplicate conform instrucțiunilor tehnice ale producătorului, respectând dozele recomandate pentru fiecare cultură.

Aplicarea tratamentelor fitosanitare s-a efectuat utilizând drona agricolă **XAG V40**, echipată cu sistem GPS de înaltă precizie, duze rotative de tip **disc** (centrifugal), care asigură o pulverizare uniformă și fină, precum și cu un sistem de control automat al debitului. Diametrul picăturilor generate variază în funcție de parametrii de lucru și viteza de rotație a duzelor, situându-se, în medie, între **60 și 150 µm**, în cazul nostru mărimea picăturii a constituit - cea **110 µm** ce permite obținerea unei acoperiri optime și reducerea pierderilor prin derivă. Parametrii de lucru au fost următorii:

- **înălțimea de zbor:** 3,0 m deasupra vârfului plantelor;
- **viteza de deplasare:** 4 m/s;
- **debitul soluției de stropit:** 32 L/ha;
- **presiunea de lucru:** aproximativ 3 bari.

Aplicările au fost efectuate în condiții meteorologice favorabile: temperatură de 20–25°C, umiditate relativă a aerului de 55–65% și viteză a vântului sub 3 m/s, pentru a reduce deriva soluției.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Aplicarea tratamentelor fitosanitare prin intermediul dronei agricole **XAG V40** a oferit rezultate semnificative în ceea ce privește controlul dăunătorilor, uniformitatea acoperirii foliare și reducerea volumului de soluție utilizată, comparativ cu metodele convenționale de stropire.

Rezultatele obținute au demonstrat că ambele preparate au demonstrat o eficiență pozitivă în combaterea dăunătorilor principali (*Bruchus pisorum, Agrotis segentum, Etiella zinckenella, Vanessa cardui*). În ambele culturi, scăderea semnificativă a numărului de indivizi activi la 7 zile după tratament a confirmat eficiența aplicării cu dronă. La 14 zile după tratament, s-a constatat o ușoară revenire a unor populații, mai accentuată în varianta tratată cu Codex, datorită duratei mai scurte a efectului rezidual.

Analiza hârtiilor hidrosensibile a arătat o uniformitate de acoperire de peste 85% pe întreaga suprafață tratată, cu o distribuție omogenă a picăturilor și o dimensiune optimă (sub 120 µm).

Acest rezultat confirmă performanța sistemului de pulverizare al dronei **XAG V40**, care asigură o dispersie uniformă chiar și în condiții de densitate ridicată a vegetației.

Utilizarea dronei a permis reducerea volumului de soluție de lucru de la 200 l/ha (aplicare convențională) la 32 l/ha, ceea ce corespunde unei economii de aproximativ 84% din cantitatea de soluție utilizată. Pe toată durata experimentului nu s-au observat simptome de fitotoxicitate sau stres fiziologic asupra culturilor tratate cu Codex și Organza. Plantele de soia și mazăre au prezentat o stare vegetativă uniformă, cu frunze sănătoase și culoare normală, ceea ce demonstrează compatibilitatea produselor utilizate cu tehnologia de aplicare prin dronă. În cadrul experimentului cu soiurile de mazăre, au fost evidențiate diferențe semnificative între variantele analizate în ceea ce privește parametrii morfologici și productivi, în funcție de aplicarea sau neaplicarea tratamentului (Tabelul 1).

Tabelul 1. Indicatori morfologici și productivi ai soiurilor de mazăre și soia în condițiile aplicării tratamentelor fitosanitare cu dronă

Nr.	Soiul	Înălțimea de inserție, cm	Înălțimea totală, cm	Numărul de păstăi	Numărul de boabe	Producția de boabe kg/ha
Mazăre						
1	Nadia martor netratat	3	65,5	3,4	11,1	1607
2	Nadia	2,8	67,5	5,8	18,3	2049
3	Grațiana	3,6	66,0	4,6	14,7	1907
Soia						
1	Enigma martor netratat	17,2	61,0	38,3	54,0	2111
2	Enigma	13,0	52,0	31,0	64,7	2333
3	Moldovița	12,0	63,0	35,0	76,0	2535

Soiul *Nadia* (martor netratat) a prezentat o înălțime medie a plantelor de 65,5 cm și o înălțime de inserție a primei păstăi de 3,0 cm, valori care indică un potențial de productivitate moderat. În medie, plantele au format 3,4 păstăi/plantă, fiecare conținând aproximativ 11,1 boabe, ceea ce a determinat o producție de 1607 kg/ha. Soiul Nadia (tratat) s-a remarcat printr-o productivitate superioară, datorată numărului mai mare de păstăi - 5,8 și de boabe/plantă - 18,3). Deși înălțimea totală 67,5 cm a fost apropiată de cea a martorului, creșterea numărului de organe fertile a determinat o producție mai ridicată, de 2049 kg/ha, depășind martorul cu aproximativ 27,5%. Soiul Grațiana (tratat) a înregistrat o înălțime totală de 66,0 cm și o înălțime de inserție de 3,6 cm, ceea ce favorizează o recoltare mecanizată eficientă. Numărul mediu de păstăi/plantă a fost de 4,6, iar de boabe – 14,7, rezultând o producție de 1907 kg/ha, superioară martorului cu circa 18,6%. Analiza datelor pentru soiurile de soia a evidențiat o variabilitate importantă a caracterelor morfoproductive. Soiul Enigma (martor netratat) a prezentat o înălțime totală de 61,0 cm și o înălțime de inserție a primei păstăi de 17,2 cm, cu 38,3 păstăi/plantă și 54,0 boabe, realizând o producție de 2111 kg/ha. Soiul Enigma (tratat) a avut o înălțime totală de 52,0 cm și o înălțime de inserție mai mică 13,0 cm, însă s-a remarcat printr-un număr mai mare de boabe/plantă - 64,7, ceea ce a contribuit la o creștere a producției la 2333 kg/ha, depășind martorul cu 10,5%.

Cea mai înaltă productivitate a fost înregistrată la soiul Moldovița, care, deși a avut o înălțime de inserție relativ mică (12,0 cm), a dezvoltat 35,0 păstăi/plantă și 76,0 boabe/plantă, atingând o producție de 2535 kg/ha. Creșterea producției față de martor a fost de aproximativ 20,1%, demonstrând o eficiență superioară a conversiei resurselor vegetative în elemente de recoltă.

Analiza comparativă arată că soiurile Enigma și Moldovița prezintă un potențial agronomic ridicat, în special în condițiile aplicării tehnologii moderne de protecție fitosanitară cu drona, care asigură o acoperire uniformă și o utilizare eficientă a insecticidelor. Rezultatele obținute confirmă faptul că variabilitatea soiurilor influențează semnificativ parametrii morfologici și productivi atât la mazăre, cât și la soia. Soiurile Nadia (mazăre) și Moldovița (soia) s-au dovedit a fi cele mai performante din punct de vedere al producției de boabe, fiind recomandate pentru extindere în producție. Utilizarea tehnologiei moderne de aplicare a tratamentelor fitosanitare cu drona **XAG V40** a contribuit la menținerea sănătății culturilor și la valorificarea optimă a potențialului genetic al soiurilor studiate.

CONCLUZII

1. Studiul efectuat asupra culturilor de mazăre (Pisum sativum L.) și soia (Glycine max L.) a demonstrat că aplicarea tratamentelor fitosanitare cu ajutorul dronei agricole XAG V40 reprezintă o metodă modernă, eficientă și ecologică, care contribuie la optimizarea protecției plantelor și la reducerea consumului de substanțe chimice.
2. Utilizarea dronelor în protecția culturilor a permis obținerea unei acoperiri uniforme a suprafeței foliare, cu pierderi minime de soluție și o distribuție precisă a insecticidului, reducând riscurile de poluare și expunerea operatorilor.
3. În urma aplicării tratamentelor, soiurile de mazăre și soia au prezentat o stare fitosanitară bună, fără semne de fitotoxicitate, iar eficiența biologică a produselor testate (Codex și Organza) a fost ridicată, cu o ușoară superioritate pentru produsul Organza datorită efectului rezidual mai persistent.
4. Analiza comparativă a performanțelor agronomice a evidențiat că, la cultura de mazăre, soiul Nadia a înregistrat cea mai mare producție de boabe 2049 kg/ha, iar la cultura de soia, soiul Moldovița a obținut rezultatul cel mai ridicat 2535 kg/ha, depășind variantele martor netratat cu peste 20%.
5. Implementarea tehnologiilor digitale, precum utilizarea dronelor pentru aplicarea precisă a tratamentelor, se aliniază principiilor agriculturii durabile, contribuind la eficientizarea lucrărilor agricole și la protecția mediului.
6. De asemenea, aplicarea tratamentelor cu drona elimină necesitatea deplasării tractoarelor pe teren, prevenind tasarea solului, pierderile de producție pe urmele de roți și reducând dezvoltarea buruienilor pe aceste zone compacte.

BIBLIOGRAFIE:

1. VOZIAN, V., IACOBUȚA, M. Soiuri noi de soia create la ICCC „Selecția”, surse valoroase de proteină vegetală. Materialele conferinței naționale cu participare internațională. Cercetări la culturile plantelor de câmp în Republica Moldova. Bălți, 21 – 22 iunie 2018, pp.208-212.
2. VOZIAN, V., IACOBUȚĂ, M, AVADĂNII, L., GUȚU, C., CHIABURU, I. Retrospectiva cercetărilor științifice în ameliorarea culturilor leguminoase pentru boabe și furaj. In: *Probleme științifice în domeniul culturilor de câmp - realizări și perspective: Conferință dedicată a 80 ani de la fondarea ICCC "Selecția"*, Ed. 1, 13-14 iunie 2024, Bălți. Bălți: "Print-Caro" SRL, 2024, pp. 54-60. ISBN 978-9975-180-84-9.
3. CHIURAZZI, M., FRUGIS, G., NAVAZIO, L. *Symbiotic nitrogen fixation: a launchpad for investigating old and new challenges.* In: *Journal of Experimental Botany*, vol. 76, nr. 6, 9 apr. 2025, pp. 1473–1477. ISSN 0022-0957. https://doi.org/10.1093/jxb/erae510.
4. GOYAL, R. K., HABTEWOLD, J. Z. *Evaluation of Legume–Rhizobial Symbiotic Interactions Beyond Nitrogen Fixation That Help the Host Survival and Diversification in Hostile Environments.* In: *Microorganisms*, 2023, vol. 11, art. no. 1454. ISSN 2076-2607. https://doi.org/10.3390/microorganisms1-1061454
5. STAGNARI, F., MAGGIO, A., GALIENI, A., PISANTE, M. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. In: *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2017. – Vol. 4, No. 2, pp. 1–13. ISSN 2196-5641. DOI: 10.1186/s40538-016-0085-1.