

## EVALUAREA RISCULUI PENTRU SĂNĂTATEA LUCRĂTORILOR AGRICOLI ASOCIAȚI APLICĂRII PRODUSELOR DE UZ FITOSANITAR

Raisa ȘIRCU, Gheorghe ȚURCANU,  
Nicolae OPOPOL,  
Mariana ZAVTONI, Iurie PÎNZARU,  
Raisa SCURTU,  
Agenția Națională pentru Sănătate Publică

### Rezumat

În articol sunt prezentate rezultatele evaluării riscului calculat prin determinarea poluării reale a aerului zonei de lucru și a suprafeței pielii lucrătorilor cu produse de uz fitosanitar (PUF). S-a stabilit că riscul pentru starea de sănătate a lucrătorilor din domeniul gestionării PUF se află în zona de risc admisibilă la respectarea regulamentelor de utilizare a acestora și la folosirea obligatorie a mijloacelor de protecție individuală.

**Cuvinte-cheie:** evaluarea riscului, aerul zonei de lucru, suprafața pielii contaminată, produse de uz fitosanitar

### Summary

#### Health risk assessment of agricultural workers associated with the application of plant protection products

The article point out the results of risk assessment that have been done by determining the actual air pollution of the working area and the contaminated skin of workers with plant protection products. It is shown that the health risk is within the acceptable value if the workers respects the application requirements and use personal protective equipment in order to protect respiratory organs and skin.

**Keywords:** health risk assessment, air of the working area, contaminated skin, plant protection products

### Резюме

#### Оценка риска, связанного с применением средств защиты растений, для здоровья работников

В статье представлены результаты оценки риска, рассчитанного путем определения реального загрязнения воздуха рабочей зоны и кожных покровов работников средствами защиты растений. Показано, что риск для здоровья находится в пределах допустимой зоны риска при соблюдении правил применения и обязательном использовании индивидуальных средств защиты органов дыхания и кожных покровов работников.

**Ключевые слова:** оценка риска, воздух рабочей зоны, кожные покровы, средства защиты растений

### Introducere

Conform definiției date de Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară (EFSA), produsele de uz fitosanitar (PUF) sunt substanțe utilizate, în principal, pentru a menține culturile agricole sănătoase și pentru a combate dăunătorii [3].

Lucrătorii agricoli sunt expuși riscului asociat cu maladii condiționate de pesticide, deoarece sunt mult mai expuși pesticidelor decât alte categorii de lucrători. Conform datelor obținute de L. Das et al. [2], cele mai

frecvente cauze ale stărilor morbide ale lucrătorilor agricoli au fost pesticidele fosfororganice și N-metilcarbamate (20,2%), compuși anorganici, cum ar fi preparatele sulfului, produsele cu conținut de cupru (13,8%) și piretroizi (8,0%). În ceea ce privește lucrătorii agricoli, principalele surse de expunere la PUF sunt: contactele directe în timpul manipulării prin prepararea și încărcarea soluțiilor; contactele indirecte în timpul tratării [7, 10, 13]. Efectele nefaste asupra sănătății, ca rezultat al expunerii prin aceste căi, pot provoca intoxicații severe sau chiar patologii cronice, cum ar fi bolile Parkinson, Alzheimer și cancerul [1, 8, 10, 12]. Prin urmare, PUF trebuie să fie utilizate corect și în conformitate cu scopul propus, cu asigurarea protecției sănătății tuturor grupurilor de persoane care pot contacta cu pesticidele sau cu reziduurile acestora.

Pentru a realiza acest deziderat, trebuie să fie identificate și cuantificate efectele toxicologice posibile. În acest sens, pentru fiecare grup de lucrători expuși, real sau potențial, se recomandă de estimat nivelul de expunere. Riscul expunerii este determinat prin compararea efectului toxic al PUF cu expunerea la aceste produse chimice. Operatorii pot fi expuși la PUF sau la componentele acestora prin piele și prin inhalare în timpul aplicării lor.

Pentru a estima expunerea operatorilor la PUF, actualmente sunt utilizate un șir de metode aplicative [4, 9, 11]. Totodată, sunt cunoscute și modele computerizate de evaluare a riscurilor, de exemplu UK POEM, modelul german, modelul AOEM etc. [3, 6].

În lucrarea de față, riscul pentru sănătate a fost estimat printr-un exercițiu practic de modelare/simulare a condițiilor reale de poluare a aerului zonei de lucru și a pielii lucrătorilor în timpul aplicării PUF. Expunerea a fost modelată utilizând în calitate de substanță activă imidaclopridul, preparatul de cupru și dimetoatul.

Obiectivul acestui studiu a fost estimarea poluării reale a aerului zonei de lucru și a suprafeței pielii agriculturilor, cu evaluarea riscului pentru sănătate asociat aplicării produselor de uz fitosanitar.

### Material și metode

**Prelevarea mostrelor de aer din zona de lucru.** Probele de aer au fost colectate din zona respiratorie a lucrătorului sau maximal în apropierea zonei de respirație – la înălțimea de 1,5 m de la nivelul solului la lucrul în poziție ortostatică sau la 1 m în caz de lucrări șezând.

La prelevarea mostrelor s-a utilizat aspirația, aerul fiind aspirat cu viteză constantă timp de 15 minute [4, 10]. Aerosolii de pesticide au fost capturați pe filtre de tip FAA (filtru analitic pentru aerosoli). Pentru a fixa pesticidele, au fost utilizați adsorbanti solizi: gel de siliciu, carbon activ.

**Viteza de aspirație a aerului.** Vitezele recomandate de aspirație a aerului prin adsorbant al vaporilor compușilor organofosforici, de mercur, acidului carbamic și celui tiocarbamic au fost în limita de 0,5-2 litri/min. Pentru vaporii și aerosolii de pesticide clororganice, viteza a constituit 1-3 litri/min și, respectiv, 4-6 litri/min [5].

Condițiile de prelevare a probelor (volumul aerului aspirat, durata prelevării probelor), pregătirea probelor și identificarea cantitativă a ingredientelor au fost menținute în conformitate cu instrucțiunile elaborate și aprobate în modul stabilit pentru fiecare produs de uz fitosanitar concret.

Rezultatele determinării reziduurilor de PUF în aerul zonei de muncă se reprezintă ca media aritmetică de expunere:  $I_{med} \pm m$ , mg/m<sup>3</sup> [14-16].

Conținutul reziduurilor de produse de uz fitosanitar prezent pe suprafața pielii lucrătorilor a fost determinat prin metoda colectării lavajelor de pe zonele standardizate ale pielii cu suprafața nu mai mică de 100 cm<sup>2</sup> [14].

**Metoda colectării lavajelor.** Pregătirea și prelevarea lavajelor au fost efectuate prin metoda de spălare a suprafeței respective a pielii cu apă distilată, utilizând o pensetă și un șervețel din stofă (special pregătit) de mărime standardizată 10 x 10 cm. Lavajele și șervețelele au fost păstrate într-un vas din sticlă cu capac.

Pentru compararea datelor, în etapa inițială a procesului de cercetare au fost colectate probe de control: lavaje de pe față, gât și ambele mâini. Lavajele de pe zonele de piele deschise, acoperite cu echipament de protecție sau cu alte mijloace de protecție individuală, au fost prelevate în etapa finală a lucrărilor [16].

Rezultatele determinării substanței active în lavajele de pe suprafața pielii sunt prezentate ca media aritmetică de expunere –  $D_{med} \pm m$ , mg/cm<sup>2</sup> din numărul lavajelor de pe diferite suprafețe ale pielii (nu mai puțin de trei).

**Evaluarea riscului prin metoda nr. 1.** Riscul combinat (prin inhalare și absorbție cutanată) al impactului PUF asupra organismului lucrătorilor a fost determinat prin coeficientul sumar de siguranță ( $K_s$ ) după formula de toxicitate sumară:

$$K_s = (I_{med} : CMA) + (D_{real} : NOA_{pol.piel.}) \quad [14].$$

**Evaluarea riscului prin metoda nr. 2.** Riscul cauzat de impactul PUF asupra organismului lucrătorilor a fost estimat prin calcularea coeficientului de siguranță ( $K_s$ ) a dozei (acumulate) absorbite (prin inhalare și penetrare cutanată) conform formulei:

$$K_s = D_{acum.} : NAO \quad [14].$$

Reziduurile de pesticide au fost determinate prin cromatografia de gaz cu detecție spectrometrie de masă. Informația toxicologică privind substanțele active este disponibilă la adresa: [http://www.ec.europa.eu/sanco\\_pesticides](http://www.ec.europa.eu/sanco_pesticides).

## Rezultate obținute

Estimarea igienică a condițiilor de muncă ale lucrătorilor agricoli, cu evaluarea ulterioară a riscului, a fost efectuată în procesul de utilizare a PUF cu prelucrarea mecanizată și manuală și la folosirea pulverizatoarelor manuale în condiții de câmp închis și deschis. În *tabelul 1* sunt prezentate concentrațiile medii ale substanțelor active depistate în lavaje și în aerul zonei de lucru în condiții de câmp deschis. În probele de aer din zona de lucru și în lavajele de pe față, gât, obraji, frunte și ambele mâini, colectate înainte de investigare (de control), reziduuri de pesticide nu au fost depistate.

În *tabelul 2* sunt prezentate datele privind concentrațiile medii ale substanțelor active depistate în lavaje în condiții de câmp închis (seră).

## Discuții

A fost evaluat riscul la persoanele implicate în procesele de gestionare a pesticidelor conform Ghidului *Evaluarea riscului acțiunii produselor de uz fitosanitar asupra sănătății lucrătorilor*, 2012 [14]. Această evaluare a fost efectuată prin două metode: metoda nr. 1 (bazată pe determinarea corelației dintre expunerea prin inhalare și pe cale dermică reală și comparată cu normativele igienice) și metoda nr. 2 (bazată pe determinarea dozei de expunere acumulată comparabilă cu nivelul zilnic admisibil de expunere pentru lucrători).

Datele toxicologice necesare pentru evaluarea riscului PUF de la substanțele active imidacloprid, produsul cu conținut de cupru și dimetoat sunt redată în *tabelul 3*.

În *tabelul 4* sunt prezentate datele privind evaluarea riscului (metoda nr. 1) prin determinarea coeficientului sumar de siguranță ( $K_s$ ) după formula de toxicitate sumară [14].

După cum rezultă din *tabelul 4*, riscul combinat al încorporării insecticidelor Dimetoat și Imidacloprid (din grupa pesticidelor fosfororganice și, corespunzător, neonicotinoide), precum și fungicidul cu conținut de Cu se consideră admisibil, deoarece valoarea coeficientului sumar de siguranță este mai mică decât o unitate ( $K_s < 1$ ).

În *tabelul 5* sunt prezentate datele privind evaluarea riscului prin metoda a 2-a, cu calcularea coeficientului de siguranță ( $K_s$ ) a dozei absorbite (acumulate) prin inhalare și penetrare cutanată [14].

După cum se observă din datele prezentate, estimarea riscului cauzat de impactul fungicidului și al insecticidelor studiate a fost efectuată prin calcularea coeficientului de siguranță ( $K_s$ ) al dozei absorbite în

raport cu nivelul zilnic admisibil de expunere pentru lucrători. Riscul estimat se află în zona admisibilă, deoarece  $K_s$  este mai mic de o unitate.

Concluzii

Riscul a fost evaluat în procesul de utilizare a produselor de uz fitosanitar cu aplicarea mecanizată și manuală în condițiile câmpului închis (sere) și câmpului deschis. Riscul pentru starea de sănătate a lucrătorilor din domeniul gestionării produselor de uz fitosanitar se află în zona admisibilă de risc în cazul respectării re-

gulamentelor de utilizare a acestor produse și utilizării obligatorii a mijloacelor de protecție individuală.

În contextul celor expuse, echipamentul individual de protecție joacă un rol semnificativ în reducerea expunerii și a riscului pentru sănătatea lucrătorilor, asociate cu aplicarea produselor de uz fitosanitar. Implementarea eficientă a regulamentelor de utilizare a PUF, cu folosirea obligatorie a mijloacelor de protecție individuală, este esențială în prevenirea maladiilor condiționate de contactul cu pesticidele.

Tabelul 1

Concentrațiile medii ale substanțelor active depistate în lavaje și în aerul zonei de lucru în condiții de câmp deschis

| Produsele de Cu (prelucrare mecanizată) |                        |        |        |        |          |                   |                                    |                                         |                                                         |
|-----------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|----------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Lavaje, mg/cm²                          |                        |        |        |        |          | Aer, mg/m³        |                                    |                                         |                                                         |
| față                                    | mâini                  | frunte |        | obraji |          | încălță-<br>minte | cabina operatorului<br>deschisă    | cabina operatorului<br>parțial deschisă | aerul în zona de tratare<br>după finalizarea lucrărilor |
| 0,13                                    | 0,01                   | 0,22   |        | <0,01  |          | 0,06              | 0,087                              | 0,021                                   | 0,077                                                   |
| Dimetoat (prelucrare manuală)           |                        |        |        |        |          |                   |                                    |                                         |                                                         |
| față                                    | mâini<br>după<br>lucru | halat  | mănuși | mască  | ochelari | încălță-<br>minte | cabina<br>operatorului<br>deschisă | cabina operatorului<br>parțial deschisă | aerul în zona de tratare<br>după lucru                  |
| 0,004                                   | 0,01                   | 0,01   | 0,025  | 0,011  | 0,018    | 0,089             | -                                  | -                                       | <0,001(LOD)                                             |
| Imidacloprid                            |                        |        |        |        |          |                   |                                    |                                         |                                                         |
| <0,01                                   | <00,1                  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01    | <0,01             | -                                  | -                                       | <0,002                                                  |

Tabelul 2

Concentrațiile medii ale substanțelor active depistate în lavaje în condițiile de câmp închis (seră)

| Produsele de Cu (prelucrare manuală) |       |       |        |       |          |              |                              |                    |                               |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|-------|----------|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Lavaje, mg/toată suprafața           |       |       |        |       |          |              | Aer, mg/m <sup>3</sup>       |                    |                               |
| față                                 | mâini | halat | mănuși | mască | ochelari | încălțăminte | cabina operatorului deschisă | în timpul tratării | în zona de tratare după lucru |
| 0,12                                 | -     | <0,01 | 0,22   | 0,03  | 0,0007   | 0,05         | -                            | 0,13               | 0,019                         |

Tabelul 3

Date toxicologice necesare pentru evaluarea riscului

| Denumirea comercială | Substanța activă | Grupa chimică        | Activitatea biologică | CMA, mg/m <sup>3</sup> | Lim <sup>c</sup> <sub>ch</sub> , mg/kg | NAEO, mg/kg masă corp./zi | DL <sub>50</sub> dermică, mg/kg |
|----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Bi-58 new            | dimetoat         | fosfororganică       | insecticid            | 0,5                    | 1                                      | 0,001                     | 1000                            |
| Confidor SL 200      | imidacloprid     | neonicotinoide       | insecticid            | 0,5                    | 5                                      | 0,08                      | >5000                           |
| Escada               | Cu               | cu conținut de cupru | fungicid              | 1/0,5                  | 2                                      | 0,072                     | >2000                           |

Tabelul 4

Evaluarea riscului pentru persoanele implicate în procesele de aplicare a PUF prin metoda nr. 1

| Substanța activă | Destinație | DL <sub>50</sub> dermică, mg/kg | I med. a.z.m., mg/m <sup>3</sup> | CMA a.z.m., mg/m <sup>3</sup> | D <sub>derm.</sub> , mg/cm <sup>2</sup> | Lim <sup>c</sup> <sub>ch</sub> , mg/kg | NOA pol. piel., mg/cm <sup>2</sup> | K <sub>s</sub> |
|------------------|------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Dimetoat         | Insecticid | 1000                            | 0,001                            | 0,5                           | 0,000006                                | 1                                      | 0,0065                             | 0,021          |
| Imidacloprid     | Insecticid | >5000                           | 0,002                            | 0,5                           | 0,000014                                | 5                                      | 0,03                               | 0,005          |
| Cupru            | Fungicid   | >2000                           | 0,07                             | 1/0,5                         | 0,00017                                 | 2                                      | 0,01                               | 0,07           |

Tabelul 5

Evaluarea riscului pentru persoanele implicate în procesele de aplicare a PUF prin metoda nr. 2

| Substanța activă |              | Destinație | I a.z.m., mg/m <sup>3</sup> | D <sub>derm.</sub> , mg/cm <sup>2</sup> | NAEO, mg/kg m.c./zi | D <sub>acum.</sub> , mg/kg | K <sub>s</sub> |
|------------------|--------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------|
| Dimetoat         |              | insecticid | 0,001                       | 0,000006                                | 0,001               | 0,0003                     | 0,30           |
| Imidacloprid     |              | insecticid | 0,002                       | 0,000014                                | 0,08                | 0,0011                     | 0,01           |
| Cupru            | câmp deschis | fungicid   | 0,05                        | 0,00019                                 | 0,072               | 0,017                      | 0,24           |
|                  | câmp închis  |            | 0,075                       | 0,00017                                 |                     | 0,019                      | 0,26           |

## Bibliografie

1. Awad O.M., El-Fiki S.A., Abou-Shanad R.A. et al. *Influence of exposure to pesticides on liver enzymes and cholinesterase levels in male agriculture workers*. In: Global NEST Journal, 2014, nr. 16 (5), pp.1006-10015.
2. Das R., Steege A., Baron S. et al. *Pesticide-related illness among migrant farm workers in the United States*. In: International Journal of Occupational and Environmental Health, 2001, nr. 7, pp. 303-312.
3. EFSA. *Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents, and bystanders in risk assessment for plant protection products*. In: EFSA Journal, 2014, nr. 12, 55 p.
4. Grobkopt C., Mielke H., Westphal D. et al. *A new model for the prediction of agricultural operator exposure during professional application of plant protection products in outdoor crops*. In: J. Verb. Lebensm., 2013, nr. 8, pp. 143-153.
5. Indicații metodice nr. 01.1032.3-1 din 10.03.2008 *Evaluarea igienică a factorilor mediului ocupațional și a procesului de muncă. Criteriile igienice de clasificare a condițiilor de muncă*.
6. Kim S.-H., Lee C.-H., Kim K.-H., Jeong S.-H. *Comparative estimation of exposure level and health risk assessment of highly produced pesticides to agriculture operators by using default dermal absorption rate or actual measurement values*. In: Biomedical Science Letters, 2016, nr. 22(4), pp. 199-206.
7. MacFarlane E., Carey R., Keegel T. et al. *Dermal exposure associated with occupational use of pesticides and the role of protective measures*. In: Safety and Health at Work, 2013, nr. 4, pp. 136-141.
8. Machera K., Goumenou M., Kapetanakis E., Kalamarakis A. *Determination of potential dermal and inhalation operator exposure to malathion in greenhouses with the whole body dosimetry method*. In: Ann. Occup. Hyg., 2003, nr. 47(1), pp. 61-70.
9. Marzouk A., Abdel-Tawab H.M., Sabra F.S. *Cytogenetic effects of technical and formulated tribenuron-methyl on rat bone-marrow cells*. In: Journal of Pharmacology and Toxicology, 2012, pp. 1-8.
10. Richard O., Toe A.M., Ilboudo S. Guissou P.I. *Risk of workers exposure to pesticides during mixing/loading and supervision of the application in sugarcane cultivation in Burkina Faso*. In: International Journal of Environmental Science and Toxicology Research, 2014, nr. 2(7), pp. 143-151.
11. Toumi K., Christiane V., Joris V.L., Schiffrers B. *Pesticide residues on three cut flowers species and potential exposure of the florists in Belgium*. In: Int. J. Environ. Res. Public Health, 2016, nr. 13, pp. 943-957.
12. Uchendu C., Suleiman F., and Joseph O.A. *The organophosphate, chlorpyrifos, oxidative stress and the role of some antioxidants: A review*. In: African Journal of Agricultural Research, 2012, vol. 7(18), pp. 2720-2728.
13. Wumbei A. *Risk assessment of applicator exposure to pesticides on cotton farms in Ghana*. In: Journal of Environment and Earth Science, 2013, nr. 3(1), pp. 156-171.
14. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих. Методические указания МУ 1.2.3017-12, 16 с.
15. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03.
16. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03.

**Raisa Sîrcu**, conferențiar cercetător,  
 Agenția Națională pentru Sănătate Publică,  
 tel.: +373 22 574 634, +373 0796 65 232;  
 e-mail: raisasircu@mail.ru.