

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ДРЕЙФУ ПЕСТИЦИДІВ ПРИ ЇХ ВНЕСЕННІ ЗА ДОПОМОГОЮ АГРОДРОНІВ

Борисенко А.А.

к.мед.н.

Кондратюк М.В.

к.мед.н.

Антоненко А.М.

проф.

Мельничук Ф.С.

д.с.-г. н.

Алексійчук В.Д.

к.мед.н.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна
e-mail: andrey-b.07@ukr.net

Актуальність. Через науково-технічний прогрес та, як наслідок, розширення способів застосування пестицидів, існує нагальна потреба у обґрунтуванні нормативів безпечного внесення хімічних засобів захисту рослин за допомогою інноваційних методів [1, 2]. Одним із сучасних та перспективних шляхів внесення ХЗЗР є обробка за допомогою агродронів, проте їх роботу необхідно дослідити та створити регламенти їх безпечного застосування з метою мінімізації негативного впливу як для навколишнього середовища, так і для працівників агропромислової галузі і населення в цілому [3, 4].

Мета роботи. Дослідження дрейфу пестицидів при їх внесенні за допомогою безпілотного літального апарату (БПЛА, агродронів).

Матеріали та методи дослідження. Досліди проводилися в закритому приміщенні (швидкість руху повітряних мас – 0,1 м/с) та у відкритому просторі (швидкість руху повітряних мас – 5,0 м/с). Швидкість руху агродрону в обох дослідженнях становила 20 км/година на висоті 2 м. Використовували агродрон моделі DJI Agras T16 агрегатованим щільними форсунками XR TEEJET 11001VS. Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за допомогою пакету ліцензійної програми IBM SPSS Statistics Base v.23, Python 3.11 з використанням бібліотек NumPy, Pandas, Matplotlib та Scipy, а також веб-інтерактивного обчислювального середовища Jupyter Notebook 6.4.8. Як діючу речовину задля позначення та детермінації ширини розпилення крапель та їх дрейфу використовували фарбник Brilliant Blue FCF (E133) із ступенем чистоти 95%.

Результати дослідження. Фарбник Brilliant Blue FCF за умов відсутності руху повітря (<1 м/сек; Дослід №1) визначався на відстані 5,7 м в обидві сторони від центральної осі польоту агродрону, тоді як за умов бічного руху атмосферного повітря із швидкістю 5 м/сек (Дослід №2) із навітряної сторони визначалась на дистанції 4,6 м, а з підвітряної – на 8,7 м. (Рисунок 1)

Кількість речовини на одиницю площі, залежно від швидкості бокового руху атмосферного повітря, мкг/см²

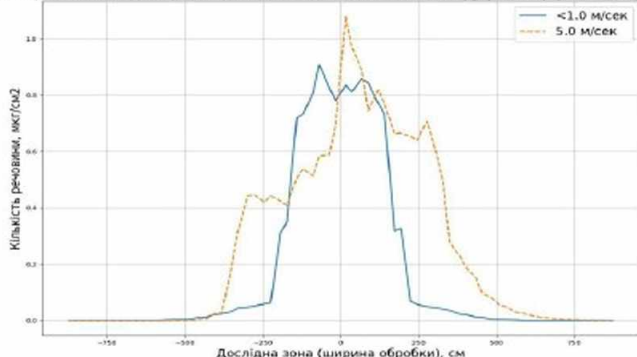


Рис.1. Щільність покриття поверхні (результати Дослідів №1 та №2, n=3)

Розбіжності у щільності покриття поверхні фарбином в Досліді №1 не було виявлено (ліва сторона – $0,272 \pm 0,006$ мкг/см²; права сторона – $0,274 \pm 0,001$ мкг/см² (95% довірчий інтервал 0,248-0,296 та 0,269-0,280, відповідно, із $p=0,672$), тоді як за цим показником в Досліді №2 було виявлено достовірну відмінність (навітряна сторона – $0,382 \pm 0,001$ мкг/см²; підвітряна сторона – $0,326 \pm 0,005$ мкг/см² (95% довірчий інтервал 0,378-0,386 та 0,305-0,348, відповідно, із $p=0,005$) (Таблиця 1).

Таблиця 1. Щільність покриття поверхні речовиною під час роботи агродрону на висоті 2 м із швидкістю 20 км/год за різних швидкостей руху повітряних мас

Параметр	Сторона від осі польоту агродрону				
	Дослід №1		Дослід №2		
	Ліва	Права	Навітряна	Підвітряна	
	Кількість визначеної речовини в зоні покриття, мкг				
Ряд 1	151,4	154,1	173,8	284,4	
Ряд 2	147,0	151,5	172,4	277,3	
Ряд 3	157,2	153,7	173,7	292,3	
M±m	151,9±2,95	153,1±0,81	173,3±0,45	284,7±4,33	
Розбіжність	P=0,661		P<0,001		
Параметр	Концентрація речовини в зоні покриття, мкг/см ²				
	Ряд 1	0,271	0,276	0,383	0,326
	Ряд 2	0,263	0,272	0,380	0,318
	Ряд 3	0,282	0,275	0,383	0,335
	M±m	0,272±0,006	0,274±0,001	0,382±0,001	0,326±0,005
	Розбіжність	P=0,672		P=0,005	

Примітки: 1. P – достовірну відмінність розраховували за Т-критерієм Ст'юдента; 2. M – середнє значення; 3. m – похибка середнього арифметичного.

Встановлено, що за умов мінімального руху повітря, речовина симетрично розприскувалася агродроном з висоти 2 м і на швидкості 20 км/год: загальна ширина покриття становила 11,2-11,4 м, розбіжність у щільності покриття барвником E133 між лівою

та правою сторонами від осі польоту БПЛА становила менше 1% ($p=0,661$). Натомість, за руху атмосферних мас швидкістю 5,0 м/сек за тих самих параметрів роботи дрону загальна ширина покриття збільшилася до 13,3-13,5 м, при цьому із навітряної сторони визначалась на дистанції 4,64 м, а з підвітряної – на 8,72 м, розбіжність у щільності покриття дослідною речовиною між навітряною та підвітряною сторонами від осі польоту БПЛА становила більше 14% ($p=0,005$), а зона зносу збільшилася на 65%.

Висновок. Таким чином, задля мінімізації втрат під час внесення препаратів ХЗЗР, зменшення пестицидного навантаження на довкілля, зниження ризиків виникнення отруень у працівників слід обмежити використання агродронів для проведення сільськогосподарських робіт із обробки цільових культур за наявності руху атмосферних мас швидкістю 5 м/сек.

Список літератури:

1. Borysenko, A., Antonenko, A., Omelchuk, S., Bilous, S., & Melnychuk, F. (2022). Ecological and hygienic assessment and regulation of innovative technology of pesticide application using unmanned aerial vehicles. *Rawal Medical Journal*, 47(1), 213-213.
2. Pathak, H., Kumar, G., Mohapatra et al. Use of drones in agriculture: Potentials, Problems and Policy Needs. ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management. 2020. С. 4-5.
3. Del Cerro, J., Cruz Ulloa, C., Barrientos et al. Unmanned aerial vehicles in agriculture: A survey. *Agronomy*. 2021. Т. 11. №. 2. С. 203. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020203>
4. Borysenko, A. A., Antonenko, A. N., Omelchuk, S. T., Bardov, V. G., & Borysenko, A. V. (2021). Professional risks when applying pesticides using unmanned aircraft: features and comparative hygienic assessment. *Medical Science of Ukraine (MSU)*, 17(4). DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.4.2021.15>