

## ПРОБЛЕМИ ВИКИДІВ І ДРЕЙФУ ПИЛУ ЗАСОБІВ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ В ПРОЦЕСІ ВИСІВАННЯ: ОГЛЯД

Халін С., канд. екон. наук,

<https://orcid.org/0000-0002-7510-5056>

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент,

e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Погорілий В., <https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>

Сидоренко С.,

e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Майданович В., канд. техн. наук,

<https://orcid.org/0009-0007-2972-6461>

Ключай О., <https://orcid.org/0000-0001-8735-2209>

### Анотація

**Мета роботи:** оцінка ризиків отруєння корисних комах-запилювачів шляхом аналізу проблеми дрейфу матеріалів протруйника, що використовуються для знезараження насіння просапних культур і сівби протруєного насіння пневматичними сівалками.

**Матеріали та методи.** Аналіз проведено за результатами огляду світових наукових і технічних досягнень в означеній галузі із застосуванням чинних нормативних документів щодо безпечності сільськогосподарських машин: ДСТУ EN ISO 12100-2016, ISO 14121-1: 2007 та ISO/TR 14121-2:2007.

**Результати.** У більшості сучасних сівалок використовується система пневматичної подачі насіння від бункера до сошника через пневмопровід. Під час роботи трактора з сівалкою в полі утворюється пил, який разом із повітрям потрапляє в пневмосистему сівалки і діє як «піскоструминний апарат». Захоплений пил розмелює покриття протруєного насіння, а потім забирає з собою цю суміш назовні, в атмосферу. Дрібний пил утворюється в основному через недостатню якість процесу покриття насіння протруювачем. Грубий пил містить переважно часточки більших розмірів, що відпали з обробленого насіння. Пил, який містить дуже високий рівень матеріалів протруйника, може переміщуватися за межі полів, де висіяне насіння, і стати причиною загибелі бджіл та інших природних комах-запилювачів.

В Україні та країнах ЄС немає єдиних, чітко встановлених нормативно-правових актів, що визначали б кількісне обмеження викидів пилу при висіванні протруєного насіння. Ситуація в ЄС щодо нормування дрейфу протравника проходить згідно з законодавством кожної країни, але з дотриманням основних принципів і положень Директиви машин. Координуючу роль у цьому процесі відіграє інститут Юліуса-Кюна, що розробив реєстр вакуумних сівалок, які задовольняють вимоги зниження заносу пилу протравника насіння. Україна, рухаючись у напрямку гармонізації законодавства та норм до вимог ЄС, затвердила Технічний регламент безпеки машин – повний аналог європейської директиви машин, що містить окремий додаток, в якому встановлено додаткові суттєві вимоги щодо небезпеки та охорони здоров'я, яких повинні дотримуватися виробники машин у ході конструювання та виготовлення певних типів машин, у тому числі машин, призначених для застосування пестицидів. Нормування викидів пилу, забрудненого засобами захисту насіння, в Україні можна визначати та контролювати згідно з ДСТУ EN ISO 17962:2017.

**Висновки.** Для попередження та зменшення викидів і дрейфу пилу засобів протруювання насіння необхідний відповідальний комплексний підхід: якісна підготовка насіння до обробки протруйниками, якісне нанесення протруйника, внесення змін до конструкції пневматичних сівалок, їхнє обладнання додатковим пиловловлювальним устаткуванням або спорядженням, яке змінює напрям руху повітря, за можливості проведення сівби у безвітряний період.

**Ключові слова:** протруйник, пневматична сівалка, дрейф пилу протруйника, протруєне насіння, загибель бджіл, запилювачі, пестициди.

**Вступ.** Сільськогосподарські поля оточені різноманітними квітковими ресурсами, що створюють середовище, яке приваблює широкий спектр диких бджіл, а це не лише покращує врожайність культур, але й сприяє підтримці та відтворенню диких рослинних угруповань [Blaauw and Isaacs, 2014; Potts et al., 2016]. Однак інтенсифікація сільського господарства, зокрема використання синтетичних пестицидів, може призвести до втрати регіональних запилювачів через хімічне забруднення ресурсів або деградацію середовища їхнього існування [Long and Krupke, 2016; Potts et al., 2016]. Бджоли запилюють майже 80% сільськогосподарських рослин, тому масова загибель бджіл може призвести до зникнення багатьох видів рослин [Арнаута & Калачнюк, 2017; Abati et al., 2021; Lehmann & Camp, 2021; Tosi et al., 2022].

Пестициди можуть призвести до зменшення чисельності бджіл або видового багатства в різних масштабах на основі часу внесення, навантажень пестицидами або обмеженої доступності буферного середовища існування [Brittain et al., 2010; Park et al., 2015; Main et al., 2020]. Тому в умовах широкого застосування хімічних препаратів у сільському господарстві країн світу все гостріше стає проблема охорони і захисту бджіл від масової загибелі через отруєння [Blaauw and Isaacs, 2014; Potts et al., 2016; Tosi et al., 2022].

Бджолярі в усьому світі повідомляють про постійне погіршення здоров'я медоносних бджіл і, як наслідок, про збільшення втрат бджіл, починаючи з 1990 р. [Окрушко, 2020]. Однак лише раптова поява розладу колоній у 2000-х рр. викликала занепокоєння щодо втрати цієї важливої ланки багаторічних запилювачів [Long and Krupke, 2016; Potts et al., 2016].

У вітчизняному Науковому токсикологічному центрі ім. Л. І. Медведя повідомили, що дослідження загинувших бджіл виявило незвичайну причину — бджоли почали гинути ще ранньої весни під час сівби протруєного насіння. Внаслідок сухої і вітряної погоди дрейф матеріалів

протруйника розносився на значні відстані [Загибель бджіл..., 2020]. Тому екологічні асоціації вимагають заборонити шкідливі види хімічних речовин і зменшити дрейф пилу, державні органи ухвалюють рекомендаційні норми щодо його обмеження, а провідні виробники сівалок точного висіву пропонують різні технічні рішення щодо зниження дрейфу пилу протруйника.

**Постановка завдань.** Насіння багатьох сільськогосподарських культур зазвичай попередньо обробляють пестицидами, для захисту насіння, що проростає, і рослини від шкідників і хвороб. Ця техніка захисту рослин має багато переваг, але частинки пилу з протруєного насіння, насичені пестицидами, можуть ненавмисно стиратися з шару його покриття через тертя під час транспортування, обробки та сівби. Пил може викидатися в навколишнє середовище, якщо використовується вакуумна сівалка точного висіву. Ця проблема відома під назвою дрейф пилу.

За останні десятиліття у світовій практиці питанню визначення дрейфу пилу матеріалів протруйника в польових умовах приділяється досить багато уваги. У науковій літературі опубліковані перші результати досліджень, датованих 2008-2009 рр. [Nikolakis A et al., 2009], причому їхня кількість постійно зростає [Foqué et al., 2020; Godaert et al., 2023; Thompson et al., 2023]. Вони містять неоднозначну інформацію щодо впливу пилу протруйника на навколишнє середовище, однак обсяги цих досліджень збільшуються і питання ставиться все гостріше. Дослідженнями відмічається складність відбору дрейфуючого пилу, на який впливають різноманітні фактори: умови навколишнього середовища (вологість ґрунту, швидкість і напрям вітру, відносна вологість повітря тощо), якість обробки насіння та конструкційні особливості сівалок. Пропонуються різноманітні заходи щодо їхнього зменшення, і це є світовим трендом як у частині вимог до якості протруювання, так і в частині вимог до посівних технічних засобів.

Мета даної роботи — оцінка ризиків отруєння корисних комах-запилювачів шляхом аналізу проблеми дрейфу матеріалів протруйника, що використовуються для знезараження насіння просапних культур і сівби протруєного насіння пневматичними сівалками.

**Методи та матеріали.** Аналіз та оцінка ризиків і дрейфу матеріалів протруйника, що використовуються для знезараження насіння просапних культур і сівби протруєного насіння пневматичними сівалками, оцінка пов'язаних із цим ризиків отруєння корисних комах-запилювачів проведені за результатами аналітичного огляду наукових і технічних досягнень в означеній галузі та застосуванням нормативних документів:

- ДСТУ EN ISO 12100-2016 Безпечність машин — Загальні принципи проектування: Оцінювання ризиків та зменшення ризиків.

- ISO 14121-1: 2007 Безпечність машин — Оцінка ризику — Частина 1: Принципи.

- ISO/TR 14121-2:2007 Безпечність машин — Оцінка ризику — Частина 2: Практичні вказівки та приклади.

**Результати та обговорення.** Протруєння насіння пестицидами є невід'ємним елементом сучасних, екологічно орієнтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, який дає змогу захистити рослини протягом усього вегетаційного періоду від шкідливих організмів і підвищити продуктивність рослин [Трибель, Стригун, 2014; ]. Така обробка насіння для боротьби зі шкідниками є розповсюдженою практикою [Faber, 2020; Kankam, 2021].

Однак були встановлені докази того, що саме під час сівби протруєного насіння утворюється пил, який містить дуже високий рівень матеріалів протруйника (МП) і може переміщатися за межі полів, де висіяне насіння. Дослідники заявили, що отруту виявили у ґрунті та у пилку, зібраному бджолами [Krupke et al., 2012], багато досліджень підтвердили летальний ефект у різноманітних комах і бджіл під

час сівби обробленого насіння [Lee et al., 201; Girolami et al., 2012].

Огляд наукових праць щодо сублетального впливу пестицидів, зокрема неонікотиноїдів, на здоров'я запилювачів чітко продемонстрував сприйнятливості бджіл до інсектицидів і синергічний вплив на хвороби, які зазвичай присутні в бджолиних колоніях [Lu et al., 2020]. Одним із важливих аспектів оцінки та управління ризиками, пов'язаними з неонікотиноїдами для бджіл, є хронічні наслідки, спричинені експозицією на сублетальних рівнях. Понад 90% літератури, опублікованої після 2009 р., прямо чи опосередковано продемонстрували несприятливі наслідки для здоров'я, пов'язані з сублетальним впливом неонікотиноїдів, включаючи ненормальну активність пошуку їжі, порушення розвитку розплоду, неврологічні чи когнітивні ефекти та розлад колонії [Lu et al., 2020; Miglani et al., 2020].

Найбільша кількість викидів фіксується при сівбі насіння кукурудзи. Дослідженнями встановлено, що при сівбі протруєного насіння кукурудзи виявлено високу варіацію кількості пилу в 82-х різних партіях насіння в діапазоні від 2 г до 60 г на 80000 насінин (кількість потрібна для сівби 1 га кукурудзи), із середнім вмістом 3,6 г дрібного пилу та 4,9 г грубого пилу [Pistorius et al., 2010]. Дрібний пил утворюється в основному через недостатню якість процесу покриття насіння протруювачем. Грубий пил містить переважно часточки більших розмірів, що відпали з обробленого насіння кукурудзи. Водночас насіння інших культур, наприклад, цукрового буряка, озимого ріпака та соняшника містить дуже малу кількість пилу, відповідно 0,035 г/га.

У більшості сучасних сівалок використовується система пневматичної подачі насіння від бункера до сошника через пневмопровід [Войтюк та ін. 2015; Руткевич, Остапенко, 2024]. За таких умов у пневмосистему сівалки через повітрозабирач нагнітається повітря. Коли трактор із сівалкою працює в полі, утворюється пил, який разом із повітрям потрапляє в



пневмосистему сівалки, і цей пил діє як «піскоструминний апарат» [Nuyttens et al., 2022]. Захоплений пил розмелює покриття (оболонку) насіння, а потім забирає з собою цю суміш назовні, в атмосферу. Пневматичні сівалки впливають на пилоутворення так само, як і механічні, а викиди цього пилу в навколишнє середовище значно відрізняються

На рисунку 1 наведено схему дрейфу пилу засобів протруювання насіння в процесі висіви.

В Україні та країнах ЄС немає єдиних, чітко встановлених нормативно-правових актів, що визначали б кількісне обмеження викидів пилу при висіванні протруєного насіння. Різні країни декларують окремі обмеження:

- уряд Німеччини вирішив заборонити сімбу за швидкості вітру понад 5 м/с, однак це порогове значення є довільним і не базується на наукових дослідженнях;

- влада Франції встановила «графік пилу» для протруєного насіння, що становить до 4 г пилу, що дрейфує, на 100 кг насіннєвого матеріалу;

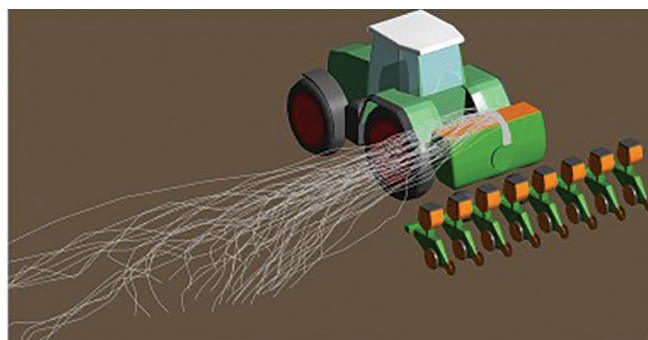
- у Нідерландах максимальний рівень — 0,75 г пилу на 100000 насінин, — застосовується для всіх інсектицидів, що використовуються для обробки насіння кукурудзи;

- Італія ввела запобіжний захід — припинення використання чотирьох пестицидів, зареєстрованих для протруювання насіння кукурудзи («Імідаклоприд», «Тіаметоксам», «Клотіанідин» і «Фіпроніл»).

У Нідерландах, Франції, Бельгії та Німеччині обов'язковим є використання дефлекторів на посівних машинах для певних продуктів, хоча вони не завжди використовуються на практиці.

Базовим документом в Європі, що встановлює вимоги до сільськогосподарських машин і обладнання, є Директива машин (Machinery Directive) 2006/42/ЄС про безпеку машин та устаткування Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу від 17 травня 2006 р., прийнята з метою заміни Директиви 95/16/ЄС.

Відповідно до Директиви 2006/42/ЄС машини і механізми повинні бути спро-



**Рисунок 1** – Схема дрейфу пилу засобів протруювання насіння в процесі висіви  
[Devarrewaere et al., 2016]

ектовані і виготовлені таким чином, щоб їхня експлуатація не наражала на небезпеку життя і здоров'я людей, власність і навколишнє середовище при дотриманні правил експлуатації, а також у випадках передбачуваного неправильного використання.

Ця директива визначає єдиний рівень безпеки, необхідний для виключення нещасних випадків при допуску машин і механізмів на ринки Європейського Союзу, а також Швейцарії і Туреччини. Таким чином, ця директива встановлює єдині гармонізовані стандарти безпеки машин на всій території ЄС і скасовує відповідні діючі національні норми.

Directive 2006/42/ЄС, як і інші директиви ЄС, не має прямої сили і повинна бути реалізована через внесення відповідних змін у межах національного законодавства. Таким чином, Директива 2006/42/ЄС в Німеччині реалізується у дев'ятому розділі «Закону про безпеку продукції» (9.ProdSV), в Австрії — у «Положенні про безпеку машин». Ця директива, набравши чинності 29 грудня 2009 р., припинила дію попередньої Директиви 98/37/ЄС.

Виходячи з небезпеки пестицидів, які створюють загрози для здоров'я людини і навколишнього середовища, в ЄС була прийнята 127 директива, якою зобов'язано внести Зміни до Директиви машин у частині машин для внесення пестицидів.

Директива 2009/127/ЄС обмежується основними вимогами, яким повинні відповідати машини для внесення пестицидів, перш ніж бути розміщеними на внутрішньому ринку Європейського Союзу.

Європейські організації зі стандартизації відповідають за гармонізацію стандартів, що забезпечують докладні специфікації для різних категорій машин для внесення пестицидів, щоб дозволити виробникам дотримуватися цих вимог під час виробництва машин. До Директиви 2006/42/ЕС внесена відповідна поправка.

У подальшому розвиток ситуації в ЄС щодо нормування дрейфу протравника проходить згідно з законодавством кожної країни, але з дотриманням основних принципів і положень Директиви машин. Координаційну роль у цьому процесі відіграє інститут Юліуса-Кюна (JKI) – Федеральний науково-дослідний інститут сільськогосподарських культур, Німеччина. За даними JKI, основною проблемою дрейфу пилу протравника є незадовільна якість його нанесення на поверхню насіння [Nikolakis et al., 2009; Pistorius et al., 2010]. Тому насамперед рекомендоване запровадження відповідних вимог до якості протруювання і процедур перевірки технологічних процесів та обладнання. Спільно з виробниками пневматичних сівалок запроваджено тест на дрейф пилу, де модифіковані посівні машини тестувалися та порівнювалися зі стандартними машинами з високим дрейфом пилу. Модифіковані машини, які довели зниження заносу щонайменше на 90%, були зареєстровані в списку JKI як безпечні для довкілля [Rautmann, et al., 2009; Herbst et al., 2010].

У той час законодавчі норми були змінені, що призвело як до більш високої якості покриття насіння, так і до зменшення дрейфу. За результатами першої перереєстрації інсектицидів для насіння кукурудзи рекомендовано не висівати насіння кукурудзи прецизійними сівалками з вакуумним роздільником, якщо вони не модернізовані таким чином, щоб гарантувати зменшення дрейфу більше, ніж на 90%. Сівалки точного висіву, зареєстровані у списку JKI як «дрейфуючі кукурудзяні посівні машини», відповідають цим вимогам.

Ця вимога не актуальна для сівалок

точного висіву з механічним або надмірним тиском. Сівалки точного висіву для кукурудзи, які вже використовуються фермерами, можуть бути оновлені за допомогою комплектів для зменшення дрейфу.

У США застосування та координація діяльності суб'єктів господарювання, що виробляють і застосовують пестициди, проводиться Агентством із охорони навколишнього середовища EPA (Environmental Protection Agency). EPA називають регуляторним агентством, оскільки Конгрес уповноважив агенцію складати нормативні акти, що пояснюють технічні, експлуатаційні та юридичні деталі, необхідні для імплементації законів. Нормативні акти є обов'язковими вимогами, які можуть поширюватися на фізичних осіб, підприємства, державні органи чи органи місцевого самоврядування, некомерційні установи тощо.

Агрохімічні компанії виготовляють найбільш затребувані пестициди, навіть тоді, коли це критикується екологічними та харчовими активістами, які заявляють, що хімічні речовини вбивають мільйони бджіл. Вони підкреслюють, що їхні пестициди не є проблемою, але критики стверджують, що наука доводить протилежне [Leoci & Ruberti, 2021].

Європейський Союз заявив, що заборонить клас пестицидів, відомих як неонікотиніди, або «неоніки», що використовуються для кукурудзи та інших культур, а також на домашніх газонах і в садах. З 2013 р. ЄС заборонив використання трьох неонікотинідів для використання на певних культурах (насіння ріпака) після того, як було виявлено ризики для медоносних бджіл. Уряд Британії спочатку виступав проти заборони, стверджуючи, що немає достатніх доказів того, що пестициди завдають шкоди бджолам, однак інші держави-члени не погодилися з позицією Британії. Заборона була запроваджена у всьому ЄС. У 2020 р. компанії «Сингента» і «Байер» оголосили про наміри фінансувати гранти на наукові дослідження про вивчення впливу пилу від обробленого ін-

сектицидами насіння на втрати бджіл.

Американське агентство з охорони навколишнього середовища заявило, що інтенсивно працює над захистом бджіл та інших комах-запилювачів від ризику використання пестицидів за допомогою регуляторних, добровільних і дослідницьких програм, але не вбачає потреби в мораторії на пестициди.

Україна, рухаючись у напрямку гармонізації законодавства та норм до вимог ЄС, затвердила Технічний регламент безпеки машин (надалі ТР) — повний аналог європейської директиви машин (постанова КМУ від 30 січня 2013 р. № 62, із змінами, внесеними згідно з постановами КМУ № 632 від 28.08.2013, № 533 від 04.07.2018, № 102 від 12.02.2020).

У ТР є окремий додаток, у якому встановлено додаткові суттєві вимоги щодо небезпеки та охорони здоров'я, яких повинні дотримуватися виробники машин під час конструювання та виготовлення певних типів машин, у тому числі машин, призначених для застосування пестицидів.

У частині обмеження можливого дрейфу пилу протравника норми викладені в 13 та 14 додатку 2 до ТР:

Нормування викидів пилу, забрудненого засобами захисту насіння, в Україні можна визначати та контролювати згідно з ДСТУ EN ISO 17962:2017. У цьому міжнародному стандарті пропоновані різні підходи з оцінки впливу на довкілля вентиляційних вихлопних систем пневматичних сівалок, які використовуються в сільському господарстві для сівби протруєного насіння.

**Висновки.** Для попередження та зменшення викидів і дрейфу пилу засобів протруєвання насіння необхідний відповідальний комплексний підхід: якісна підготовка насіння до обробки протруйниками та якісне нанесення протруйника; внесення змін до конструкції пневматичних сівалок, їхнє обладнання додатковим пиловловлювальним обладнанням або устаткуванням, яке змінює напрям руху повітря; за можливості, проведення сівби в період відсутності сильного вітру. На-

укові дослідження щодо дрейфу пилу на сьогодні є актуальними, оскільки правові питання розвитку бджільництва в сучасних умовах в Україні, зокрема охорони та збереження бджіл, залишаються недостатньо вивченими в рамках вітчизняної аграрної та екологічної наук.

Також є потреба в адаптації законодавства України відповідно до комплексу нормативно-правових актів, прийнятих в Європейському Союзі для виконання комплексної програми захисту клімату та навколишнього середовища — Європейської зеленої угоди, оскільки Україна, набувши статусу кандидата на членство в ЄС, наразі демонструє більше декларативних ініціатив, які не сприяють ефективному досягненню запропонованих цілей Зеленої угоди.

### Перелік літератури

Арнауца, О. В., & Калачнюк, Л. Г. (2017). Перспективи вивчення причин і наслідків масової загибелі медоносних бджіл. *Біологія тварин*, (19, № 1), 9-15.

Войтюк, Д. Г., Аніскевич, Л. В., Іщенко В. В. та ін. (2015). *Сільськогосподарські машини: підручник*. За ред. Д. Г. Войтюка. Київ: Агроосвіта, С. 166-185.

Загибель бджіл в Україні: нові докази отруєння. (2020). *Agravery.com*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/zagibel-bdzil-v-ukraini-novi-dokazi-otruenna>

Окрушко, С. Є. (2020). Безпека сучасних інсектицидів для корисної ентомофауни. *International independent scientific journal*. № 16. Р. 6-12.

Руткевич, В., & Остапенко, В. (2024). Розроблення висівної системи посівного комплексу для внутрішньо-грунтового диференційованого мінерального удобрення з одночасною сівбою зернових культур. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*, 331(1), 264-270. DOI 10.31891/2307-5732-2024-331-40

Трибель С.О., Стригун О.О. (2014). Захист рослин — реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Захист і карантин рослин*. Вип. 59. С. 324-336.



- Abati, R., Sampaio, A. R., Maciel, R. M. A., Colombo, F. C., Libardoni, G., Battisti, L., ... & Potrich, M. (2021). Bees and pesticides: The research impact and scientometrics relations. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 32282-32298.
- Blaauw, B. R., & Isaacs, R. (2014). Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 51(4), 890-898.
- Brittain, C. A., Vighi, M., Bommarco, R., Settele, J., & Potts, S. G. (2010). Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 106-115.
- Devarrewaere W, Janssen S, Foquй D. (2016). CFD modelling to simulate dust emissions from pneumatic seed drills. *Aspects of Applied Biology* 132, International Advances in Pesticide Application, pp. 227–234.
- Faber, D. (2020). Poisoning the world for profit: petro-chemical capital and the global pesticide crisis. *Capitalism Nature Socialism*, 31(4), 1-17.
- Foquй, D., Devarrewaere, W., Verboven, P., Butler Ellis, C. M., Jones, N., & Chapple, A. C. (2020). Dust drift during sowing of sugar beet: Part 1—Dust properties and sowing equipment. *Asp Appl Biol.*, 144, 165-174.
- Girolami, V., Marzaro, M., Vivan, L., Mazzon, L., Greatti, M., Giorio, C., et al. (2012). Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication. *J Appl Entomol* 136:17-26
- Godaert, R., Zwervaegher, I., Hornetz, S., Verboven, P., & Nuytens, D. (2023). Dust drift during mechanical and pneumatic wheat sowing and insights into the physicochemical characteristics of the abraded dust. *Pest Management Science*, 79(5), 1987-1998.
- Herbst, A., Rautmann, D., Osteroth, H. J., Wehmann, H. J., & Ganzelmeier, H. (2010). Drift of seed dressing chemicals during the sowing of maize. *Aspects of Applied Biology*, 2010, No. No.99, 265-269 ref. 3.
- Kankam, F. (2021). Causes and management of pesticides contamination in agriculture: A review. *Ghana Journal of Science, Technology and Development*, 7(2), 103-118.
- Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., & Given, K. (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS one*, 7(1), e29268. DOI: 10.1371/journal.pone.0029268
- Lee, S.J., Mehler, L., Beckman, J., Diebolt-Brown, B., Prado, J., Lackovic, M., et al. (2011) Acute pesticide illnesses associated with off-target pesticide drift from agricultural applications: 11 States, 1998-2006. *Environ Health Perspect* 119:1162-1169
- Lehmann, D. M., & Camp, A. A. (2021). A systematic scoping review of the methodological approaches and effects of pesticide exposure on solitary bees. *PLoS One*, 16(5), e0251197.
- Leoci, R., & Ruberti, M. (2021). Pesticides: An overview of the current health problems of their use. *Journal of geoscience and environment protection*, 9(8), 1-20.
- Long, E. Y., & Krupke, C. H. (2016). Non-cultivated plants present a season-long route of pesticide exposure for honey bees. *Nature communications*, 7(1), 11629.
- Lu, C., Hung, Y.T. & Cheng, Q. (2020). A Review of Sub-lethal Neonicotinoid Insecticides Exposure and Effects on Pollinators. *Curr Pollution Rep* 6, 137–151 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40726-020-00142-8>
- Main, A. R., Webb, E. B., Goyne, K. W., & Mengel, D. (2020). Reduced species richness of native bees in field margins associated with neonicotinoid concentrations in non-target soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287, 106693.
- Miglani, R., Parveen, N., Bisht, S. S., & Verma, A. (2020). Pesticide toxicity to insect pollinators with concern to declining population of honey-bees (Insecta: Hymenoptera). *Experimental Animal Science-Birds and Insects*, 247-255.
- Nikolakis A, Chapple A, Friessleben R, Neumann P, Schad T, Schmuck R, et al. (2009). An effective risk management

approach to prevent bee damage due to the emission of abraded seed treatment particles during sowing of seeds treated with bee toxic insecticides. *Julius-Kuhn-Arch* 423:132-148.

Nuyttens, D., Godaert, R., Adamu, M. A., Jones, N., Chapple, A. C., Jene, B., ... & Verboven, P. (2022). A combined experimental and modelling study of dust drift during wheat sowing. In *International Advances in Pesticide Application: Aspects of Applied Biology* (pp. 297-306). Association of Applied Biologists.

Park, M. G., Blitzer, E. J., Gibbs, J., Losey, J. E., & Danforth, B. N. (2015). Negative effects of pesticides on wild bee communities can be buffered by landscape context. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1809), 20150299.

Pistorius J., Bischoff G., Heimbach U., & Stuhler M. (2010). Bee poisoning incidents in Germany in spring 2008 caused by abrasion of active substance from treated seeds during sowing of maize. *Julius-Kuhn-Archiv*, (423), 118. <https://core.ac.uk/download/pdf/235685975.pdf>

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220-229. DOI:10.1038/nature20588

Rautmann, D., Osteroth, H. J., Herbst, A., Wehmann, H. J., & Ganzelmeier, H. (2009). Testing of drift reducing maize sowing machines. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(5), 153-160.

Thompson, H. M., Cione, A., Paniago, M., Artal, M., Veiga, J. S., Oliveira, A., & Mareca, V. (2023). Dust abraded from thiamethoxam-treated seed during sowing: Refining the risk assessment for native bees in Brazil. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 19(5), 1361-1373.

Tosi, S., Sfeir, C., Carnesecchi, E., & Chauzat, M. P. (2022). Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. *Science of the Total Environment*, 844, 156857.

## References

Abati, R., Sampaio, A. R., Maciel, R. M. A., Colombo, F. C., Libardoni, G., Battisti, L., ... & Potrich, M. (2021). Bees and pesticides: The research impact and scientometrics relations. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 32282-32298.

Arnauta, O. V., & Kalachniuk, L. G. (2017). Prospects for studying the causes and consequences of the mass death of honey bees. *Biology of animals*, (19, No. 1), 9-15.

Blaauw, B. R., & Isaacs, R. (2014). Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 51(4), 890-898.

Brittain, C. A., Vighi, M., Bommarco, R., Settele, J., & Potts, S. G. (2010). Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 106-115.

Death of bees in Ukraine: new evidence of poisoning. (2020). Agravery.com. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/zagibel-bdzil-v-ukraini-novi-dokazi-otruenna>

Devarrewaere W, Janssen S, Foquй D. (2016). CFD modelling to simulate dust emissions from pneumatic seed drills. *Aspects of Applied Biology* 132, *International Advances in Pesticide Application*, pp. 227–234.

Faber, D. (2020). Poisoning the world for profit: petro-chemical capital and the global pesticide crisis. *Capitalism Nature Socialism*, 31(4), 1-17.

Foquй, D., Devarrewaere, W., Verboven, P., Butler Ellis, C. M., Jones, N., & Chapple, A. C. (2020). Dust drift during sowing of sugar beet: Part 1–Dust properties and sowing equipment. *Asp Appl Biol.*, 144, 165-174.

Girolami, V., Marzaro, M., Vivan, L., Mazzon, L., Greatti, M., Giorio, C., et al. (2012). Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication. *J Appl Entomol* 136:17-26

Godaert, R., Zwertvaegher, I., Hornetz, S., Verboven, P., & Nuyttens, D. (2023). Dust drift during mechanical and pneumatic wheat sowing and insights into the physicochemical



characteristics of the abraded dust. *Pest Management Science*, 79(5), 1987-1998.

Herbst, A., Rautmann, D., Osteroth, H. J., Wehmann, H. J., & Ganzelmeier, H. (2010). Drift of seed dressing chemicals during the sowing of maize. *Aspects of Applied Biology*, 2010, No. No.99, 265-269 ref. 3.

Kankam, F. (2021). Causes and management of pesticides contamination in agriculture: A review. *Ghana Journal of Science, Technology and Development*, 7(2), 103-118.

Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., & Given, K. (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS one*, 7(1), e29268. DOI:10.1371/journal.pone.0029268

Lee, S.J., Mehler, L., Beckman, J., Diebolt-Brown, B., Prado, J., Lackovic, M., et al. (2011) Acute pesticide illnesses associated with off-target pesticide drift from agricultural applications: 11 States, 1998-2006. *Environ Health Perspect* 119:1162-1169

Lehmann, D. M., & Camp, A. A. (2021). A systematic scoping review of the methodological approaches and effects of pesticide exposure on solitary bees. *PLoS One*, 16(5), e0251197.

Leoci, R., & Ruberti, M. (2021). Pesticides: An overview of the current health problems of their use. *Journal of geoscience and environment protection*, 9(8), 1-20.

Long, E. Y., & Krupke, C. H. (2016). Non-cultivated plants present a season-long route of pesticide exposure for honey bees. *Nature communications*, 7(1), 11629.

Lu, C., Hung, Y.T. & Cheng, Q. (2020). A Review of Sub-lethal Neonicotinoid Insecticides Exposure and Effects on Pollinators. *Curr Pollution Rep* 6, 137–151 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40726-020-00142-8>

Main, A. R., Webb, E. B., Goyne, K. W., & Mengel, D. (2020). Reduced species richness of native bees in field margins associated with neonicotinoid concentrations in non-target soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287, 106693.

Miglani, R., Parveen, N., Bisht, S.

S., & Verma, A. (2020). Pesticide toxicity to insect pollinators with concern to declining population of honey-bees (Insecta: Hymenoptera). *Experimental Animal Science-Birds and Insects*, 247-255.

Nikolakis A, Chapple A, Friessleben R, Neumann P, Schad T, Schmuck R, et al. (2009). An effective risk management approach to prevent bee damage due to the emission of abraded seed treatment particles during sowing of seeds treated with bee toxic insecticides. *Julius-Kuhn-Arch* 423:132-148.

Nuytens, D., Godaert, R., Adamu, M. A., Jones, N., Chapple, A. C., Jene, B., ... & Verboven, P. (2022). A combined experimental and modelling study of dust drift during wheat sowing. In *International Advances in Pesticide Application: Aspects of Applied Biology* (pp. 297-306). Association of Applied Biologists.

Okrushko, S. E. (2020). Safety of modern insecticides for beneficial entomofauna. *International independent scientific journal*. No. 16. P. 6-12.

Park, M. G., Blitzer, E. J., Gibbs, J., Losey, J. E., & Danforth, B. N. (2015). Negative effects of pesticides on wild bee communities can be buffered by landscape context. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1809), 20150299.

Pistorius J., Bischoff G., Heimbach U., & Stdhler M. (2010). Bee poisoning incidents in Germany in spring 2008 caused by abrasion of active substance from treated seeds during sowing of maize. *Julius-Kuhn-Archiv*, (423), 118. <https://core.ac.uk/download/pdf/235685975.pdf>

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220-229. DOI:10.1038/nature20588

Rautmann, D., Osteroth, H. J., Herbst, A., Wehmann, H. J., & Ganzelmeier, H. (2009). Testing of drift reducing maize sowing machines. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(5), 153-160.

Rutkevich, V., & Ostapenko, V. (2024). Development of a sowing system of a sowing

complex for in-soil differentiated mineral fertilizer with simultaneous sowing of grain crops. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 331(1), 264-270. DOI 10.31891/2307-5732-2024-331-40

Thompson, H. M., Cione, A., Paniago, M., Artal, M., Veiga, J. S., Oliveira, A., & Mareca, V. (2023). Dust abraded from thiamethoxam-treated seed during sowing: Refining the risk assessment for native bees in Brazil. Integrated Environmental Assessment and Management, 19(5), 1361-1373.

Tosi, S., Sfeir, C., Carnesecchi, E., &

Chauzat, M. P. (2022). Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. Science of the Total Environment, 844, 156857.

Trybel S.O., Strygun O.O. (2014). Plant protection is a real direction for increasing the production of plant products. Protection and quarantine of plants. Vol. 59. P. 324-336.

Voytiuk, D. G., Aniskevich, L. V., Ishchenko V. V. and others. (2015). Agricultural machines: a textbook. Ed. Voytyuk D.. Kyiv: Agroosvita, pp. 166-185.

UDC 636:632.951

## PROBLEMS OF DUST EMISSIONS AND DRIFT OF SEED TREATMENTS IN THE SOWING PROCESS: A REVIEW

**Khalin S.**, Ph. D. Econ. Sc.,

<https://orcid.org/0000-0002-7510-5056>

**Novokhatsky M.**, Ph. D. of Agric. Sc.,

<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net

**Pogorilyy V.**,

<https://orcid.org/0000-0002-6867-8120>,

**Sidorenko S.**,

<https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

**Maidanovych V.**, Ph. D. Tech. Sc.,

<https://orcid.org/0009-0007-2972-6461>

**Klochay O.**,

<https://orcid.org/0000-0001-8735-2209>

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

### Summary

**The purpose of the work:** assessment of the risks of poisoning beneficial pollinating insects by analyzing the problem of the drift of poisoner materials used to disinfect the seeds of row crops and sowing poisoned seeds with pneumatic seeders.

**Materials and methods.** The analysis was carried out based on the results of a review of global scientific and technical achievements in the specified field with the use of current regulatory documents on the safety of agricultural machines: DSTU EN ISO 12100-2016, ISO 14121-1: 2007 and ISO/TR 14121-2:2007.

**Results.** Most modern planters use a system of pneumatic seed feeding from the hopper to the coulter through a pneumatic line. During the operation of the tractor with the seeder in the field, dust is formed, which, together with the air, enters the pneumatic system of the seeder and acts as a «sand-blast». Captured dust grinds the coating of poisoned seeds, and then takes this mixture with it out-

*side, into the atmosphere. Fine dust is formed mainly due to the insufficient quality of the seed coating process. Coarse dust mainly contains particles of larger sizes that have fallen from the treated seeds. Dust that contains very high levels of pollinator materials can move beyond seeded fields and kill bees and other natural pollinators.*

*In Ukraine and the EU countries, no single clearly established legal act would determine the quantitative limitation of dust emissions when sowing poisoned seeds. The situation in the EU, regarding the regulation of the drift of the mordant, takes place per the legislation of each country, but in compliance with the basic principles and provisions of the Machinery Directive. A coordinating role in this process is played by the Julius-Kuhn Institute, which has developed a register of vacuum planters that meet the requirements for reducing the drift of dust from the seed treatment. Ukraine, moving in the direction of harmonizing legislation and norms to EU requirements, approved the Technical Regulation of Machine Safety - a complete analog of the European Machinery Directive, which contains a separate appendix, that establishes additional essential requirements for safety and health protection, which machine manufacturers must observe during design and manufacture of certain types of machines, including machines intended for the application of pesticides. Standardization of emissions of dust contaminated with seed protection products in Ukraine can be determined and controlled according to DSTU EN ISO 17962:2017.*

**Conclusions.** *To prevent and reduce emissions and drift of dust from seed treatment agents, a responsible comprehensive approach is necessary, namely: high-quality preparation of seeds for treatment with treatment agents and high-quality application of the treatment agent; making changes to the design of pneumatic seed drills, equipping them with additional dust-catching equipment, or equipment that changes the direction of air movement; if possible, sowing in a period when there is no strong wind.*

**Keywords:** *poisoner, pneumatic seeder, drift of poisoner dust, poisoned seeds, death of bees, pollinators, pesticides.*