

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

*Козлов О.О., здобувач другого рівня вищої освіти,  
Прокопенко Н.В., к.б.н., доц.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
м. Харків, Україна*

Зростання чисельності населення Землі, яке в 2022 році досягло 8 мільярдів осіб, зумовлює необхідність збільшення обсягів виробництва продовольства для задоволення потреб людства. Україна належить до провідних виробників та експортерів основних продуктів харчування у світі. Розвиток сільськогосподарського виробництва в Україні базується на низці сприятливих факторів, серед яких одне з провідних місць займають родючі ґрунти.

З метою збереження родючості ґрунтів, попередження їх деградації через надмірне виснаження та забезпечення високих врожаїв необхідне використання мінеральних добрив. Інтенсивне застосування добрив, водночас, породжує екологічні проблеми, пов'язані з їх масштабним використанням, оскільки деякі елементи мінерального живлення потрапляють у довкілля. Особливо це стосується легкорозчинних азотних добрив. Наприклад, у 2020 році було зафіксовано збільшення обсягів виробництва азотних добрив, таких як аміачна селітра, карбамід і карбамідно-аміачна суміш (КАС), від 77 % до 87 %. Річне споживання аміачної селітри перевищило 2 млн тонн, а КАС - понад 900 тис. тонн.

Аналізуючи ситуацію в Україні, фахівці відзначають значне зростання рівня споживання мінеральних добрив на гектар в діючій речовині, оскільки аграрії прагнуть отримати високі врожаї навіть у складних агрокліматичних умовах. За підсумками 2019 року витрати на добрива на 1 га посівної площі становили приблизно 74,6\$. Загальні витрати на закупівлю мінеральних добрив у 2019 році сягали \$2,1 млрд. З огляду на змінні агрокліматичні умови та необхідність пересівати культури у певних регіонах кілька разів, зростання використання мінеральних добрив може продовжуватись і надалі. Проте висока вартість добрив є обмежувальним фактором, що впливає на загальні витрати на вирощування сільськогосподарських культур.

Одним із ефективних методів розв'язання екологічних проблем, пов'язаних із використанням мінеральних добрив, є поліпшення їхніх властивостей, що дозволяє підвищити коефіцієнт засвоєння елементів живлення кореневою системою рослин. Це сприяє зменшенню втрат добрив у довкілля і дає можливість знизити їхню дозу у ґрунті. До таких інновацій належать мінеральні добрива з контрольованою розчинністю, які отримують шляхом нанесення на гранули функціональної оболонки (капсулювання).

Використання полімерних відходів для створення капсульованих добрив є перспективним з точки зору застосування вторинних ресурсів, що забезпечує доступність таких добрив для аграріїв. Використання полімерів як основи для функціональної оболонки доцільне завдяки їх високому дифузійному опору проникненню розчинів з ядра добрива у зовнішнє середовище. Це дозволяє наносити тонкий шар покриття, що сприяє максимальному збільшенню питомої частки елементів живлення у капсульованих добривах. Полімерні відходи, за певних умов, здатні до біологічної деградації під впливом факторів навколишнього середовища. Надання полімерній основі капсульованої оболонки властивостей, які забезпечують її біорозклад, допомагає вирішити проблему вторинного забруднення ґрунтів пластиком. Отже, полімервмісні вироби, до яких належать капсульовані добрива, після виконання своєї функції не створюватимуть відходів. Це сприяє безвідходній утилізації пластику і знижує рівень забруднення довкілля відходами мінеральних добрив.

Процес переробки пластикових відходів із завершальним біорозкладом полімеру починається зі збирання та сортування пластику (етап 1), далі відбувається його механічна і термічна обробка (етап 2), створення плівкоутворюючої композиції (етап 3) для капсульованих добрив (етап 4), внесення таких добрив у ґрунт для живлення рослин (етап 5) і, нарешті, їх біорозклад у ґрунтового середовищі (етап 6).

Основою цієї моделі є комплексна деструкція полімерної оболонки під впливом ультрафіолетового випромінювання, механічних та температурних факторів, а також діяльності ґрунтових мікроорганізмів-деструкторів. Дія УФ-променів, температури та механічного впливу розглядається як перший етап розкладу полімерних ланцюгів, що, зазвичай, уповільнюється на стадії утворення мікропластику. Це створює сприятливі умови для активності організмів-деструкторів, які розкладають пластик до вуглекислого газу і води. Завдяки такому підходу, забезпечується можливість створення доступних капсульованих мінеральних добрив для широкого використання у сільському господарстві. Такі добрива характеризуються дозованим вивільненням елементів живлення, що є екологічно безпечною альтернативою традиційним гранульованим мінеральним добривам.

Використання цього методу переробки побутових пластикових відходів у виробництві екологічно чистих добрив дозволяє значно знизити забруднення навколишнього середовища. Полімерна основа оболонки забезпечує пролонговану дію добрив, які, під впливом ґрунтових факторів, зазнають кінцевого біорозкладу.