

ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ АГРОХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

О.О. Струмінська¹, С.А. Курта¹, О.Я. Куцела²

¹ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

² Дендрологічний парк та Ботанічний сад «Дружба» імені З.Ю. Павлика

Проведено дослідження властивостей біополімерних плівкоутворювальних стимулюючих композицій для передпосівної обробки насіння та їх впливу на ріст і продуктивність сільськогосподарських культур. Визначено, що їх застосування підвищує ефективність фіксації півки завдяки поліпшенню їх зчеплення з поверхнею насіння, істотно знижує розхід мінеральних добрив і мікроелементів на 1 га посівної площі та підвищує до 74% урожайність досліджених сільськогосподарських культур, характеризується високими санітарно-гігієнічними та екологічними показниками.

Ключові слова: біополімер, добрива, мікроелементи, композиція, в'язкість, розхід, урожай.

У системі сільськогосподарських робіт з підготовки посівного матеріалу високий вплив на ріст та врожайність рослин забезпечує передпосівна обробка посівного матеріалу плівкоутворювальними препаратами, їх сумішами, що містять полімер, протравлювач, мікроелементи та інші біологічно-активні речовини [1]. Технологія обробки поверхонь зерен плівкоутворювальними полімерними композиціями з мікроелементами у вигляді комплексів металів може сприяти істотному впливу на поведінку зерна та насіння під час посіву в різних агроекологічних умовах [2]. Однією з проблем сьогодення є зменшення кількості забруднювачів ґрунтів та водних ресурсів унаслідок антропогенного втручання. Варіантом підходу до розв'язання цієї проблеми є використання захисно-стимулюючих сумішей (ЗСС) природного походження, що отримують шляхом механічного диспергування пірогенного кремнезему марки МАС-200 і АМ-1-300 (20–30% SiO₂) з пестицидами, регуляторами росту та 65–80% мінеральних добрив, у т.ч. 0,5–3,0% солей мікроелементів. Вони містять мінімальні «гомеопатичні» кількості агрохімікатів, а хімічний тиск на агроценози за викорис-

тання ЗСС фактично відсутній [3]. Використання рідких плівкоутворювальних композицій підвищує ефективність всіх агрохімікатів та є менш небезпечним для навколишнього природного середовища і ґрунту [4].

Метою дослідження було вивчення ефективності та здатності до плівкоутворення водорозчинних біополімерів та їх композицій з добривами і мікроелементами, дослідження ефективності, товщини півки та швидкості її розчинення з поверхні зерна після нанесення, а також їх впливу на проростання і врожайність сільськогосподарських культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення позитивного результату було запропоновано використання нових водорозчинних плівкоутворювальних біополімерних сполук природного походження зі зменшеною їх концентрацією у композиції, а також вперше запропоновано додатково вводити в цей розчин всі необхідні мінеральні добрива та мікроелементи у розчиненому вигляді для забезпечення поживними речовинами насіння та стимулювання росту паростків. Обробка насіння водорозчинними полімерами з плівкоутворювальними композиціями, що не є меха-

нічними сумішами, дає полімерне покриття (плівку), зафіксовану на поверхні зерна за допомогою міжмолекулярних сил Ван-дер-Ваальса та водневих зв'язків. Як плівкоутворювач нами було обрано ксантанову камедь (ксантанову смолу) та натрієву сіль карбоксиметилцелюлози. Вказані біополімери розкладаються у ґрунті та є екологічно безпечними за своїми властивостями, а інколи самі є джерелами підживлення рослин речовинами — моно- і дисахаридами, що утворюються під час їх розкладу.

Карбоксиметилцелюлоза (простий ефір целюлози та гліколевої кислоти, тилоза, валопел, едіфас) — КМЦ-М (модифікована), $[C_6H_7O_2(OH)_{3x}(OCH_2COOX)_x]_n$, де $x = 0,08-1,5$; $n = 370-2950$ мол. м. 90 000–700 000, X — функціональна група додатково введеного нами модифікатора: аморфна безколірна речовина, слабка кислота. Натрію карбоксиметилцелюлоза розчинна (Na-КМЦ) має такі характеристики: густина — $0,52 \text{ г/см}^3$, насипна щільність (сипучість) — 780 г/л , константа дисоціації у воді $pK_a = 4,30$; $pH_{1\% \text{ водний розчин}} = 5,0-6,0$ легко розчиняється у воді при будь-якій температурі, утворюючи колоїдний розчин [5].

Ксантанова камедь (камедь кукурудзяного цукру — $C_{35}H_{49}O_{29}X$)_n, — (КСА-М) — це суміш полісахаридів, що утворюються як вторинні метаболіти під час аеробної ензиматичної природної сахарози бактеріями *Xanthomonas campestris*. Макромолекула такого гетерополісахариду складається з трьох моноз: β -D-глюкози, α -D-манози і α -D-глюкуронової кислоти у співвідношенні 2:2:1 відповідно. Біохімічні властивості ксантанової смоли регулюють шляхом змін умов існування бактерій [6] та у спосіб хімічної модифікації.

Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n — рослинний високомолекулярний полісахарид амілози і амілопектину, мономером яких є α -D-глюкоза; складається з двох хімічно-незалежних частин (полісахариди): амілози (20–30%) і амілопектину (70–80%). Нерозчинний у холодній воді, ефірі, спирті; у гарячій воді набухає і утворює колоїдний розчин — крохмальний клейстер; із роз-

чином йоду дає синє забарвлення. Під час гідролізу крохмалю поступово утворюється розчинний крохмаль, декстрини, ди- і моноцукри [5, 7].

Цукроза, сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) — буряковий або тростинний цукор, α -D-глюкопіранозил- β -D-фруктофуранозид, молекула цукрози складається з залишків молекул глюкози і фруктози. Піддається гідролізу під дією кислот і ферменту сахарази. Розчинність (1 г на 100 г): у воді — 179 при 0°C і 487 при 100°C , в етанолі — 0,9 при 20°C . Малорозчинна у метанолі. Густина — $1,5879 \text{ г/см}^3$ (15°C) [5, 8].

Желатин — продукт денатурації колагену, гідролізований колаген. Складається з гліцину, проліну і оксипроліну. Залежно від довжини ланцюга, желатин має молекулярну масу 40 000–300 000. У холодній воді та розбавлених кислотах дуже набрякає (не розчиняючись), але поглинає при кімнатній температурі ($20-25^\circ\text{C}$) 10–15-кратну кількість води. Важчий від води, містить близько 50% вуглецю, 6,6 — водню, 18,3 — азоту і 25,1% кисню. Під час кип'ятіння зі слабкою сульфатною кислотою утворюються лейцин і глікокол, але не тирозин, що вказує на його відмінність від інших білкових тіл. Желатин несумісний з формальдегідом, солями ртуті, таніном [9].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На першому етапі досліджень нами було розглянуто особливості розчинів полімерів такої концентрації, за якої вони перебувають у легкотекучому стані золю, що є необхідною умовою для формування плівки оптимальної товщини на поверхні насіння. Експериментальним шляхом було встановлено, що для КМЦ-М оптимальні концентрації водних робочих розчинів становлять 0,5–1%, а для КСА-М — 0,125–0,2%, за яких час витікання через отвір віскозиметра ВЗ-4 з діаметром сопла 4,3 мм (умовна в'язкість) становить 83–120 с для КМЦ-М та 10–25 с для КСА-М відповідно [10].

Крім того, нами була досліджена залежність між концентрацією полімеру та товщиною утвореної ним плівки на плос-

кій твердій поверхні сталевій моделі за допомогою електромагнітного вимірювача товщини (Elcometer, © Copyright Elcometer Instruments Ltd., 2004–2005) без та із змістом добрив і мікроелементів. Водневий показник одержаної водної композиції рН становить для КМЦ-М 5,5–5,81 та на основі КСА-М – 6,16–6,15. Формування плівки здійснювалось при t 20°C упродовж 20–25 хв. Зі збільшенням концентрації добрив з 3 до 20% товщина плівки на основі КСА-М зростає з 20,01 до 44,55 мкм, тоді як за збільшення концентрації добрив з 3 до 25% товщина плівки на основі КМЦ-М зростає з 19 до 61,69 мкм. Економічну та практичну доцільність збільшення концентрації добрив до 20–25% у полімерній плівкоутворювальній композиції обумовлено необхідністю компенсації кількості добрив, що додатково не вносяться в ґрунт під час підживлення рослин. Водний розчин ксантанової смоли КСА-М з умістом добрив та неорганічних солей стає менш в'язким, і товщина плівки зростає тільки вдвічі. Поряд із тим водний розчин КМЦ-М за підвищення концентрації солей стає в'язкішим, товщина плівки зростає більше ніж утричі. З огляду на одержані результати можна стверджувати, що водні розчини плівкоутворювача ксантанової смоли є стійкішими до дії коагулянтів-електролітів [10, 11].

На другому етапі наших досліджень ми обробляли насіння сільськогосподарських культур: пшениці, кукурудзи, ріпаку, сояшнику і льону водними розчинами добрив у композиції з крохмалю (КР), жела-

тину, Na-КМЦ-М, цукрози і КСА-М. Висушування здійснювали при температурі 16–17°C та вологості повітря 94,5%, що була виміряна психометричним гігрометром ВИТ-1. На прикладі кукурудзи приріст маси плівкоутворювача на поверхні зерен після сушки і зважування насіння з нанесеною полімерною плівкою зростає у відсотках відносно початкової ваги для різних плівкоутворювачів у такій послідовності: КСА-М – 3,5% < цукроза – 7 < Na-КМЦ-М – 10,6 < желатин – 12,2 < крохмаль – 13,4% (рис. 1).

Для визначення швидкості та ефективності розчинення полімерної плівки з поверхні насіння різних культур нами було визначено кількість залишкової плівки на поверхні обробленого насіння до і після їх двохгодинного промивання водою в співвідношенні 1:500 при температурі 293K (20°C) за перемішування. Залишкова вага досліджуваних біополімерів на поверхні зерен зменшується, і після розчинення кількість крохмальної, карбоксиметилцелюлозної, ксантанової, сахарозної та желатинової плівок становить всього 1,2–1,01% від початкової величини для дрібних насінин ріпаку та льону. Поряд із тим для більшого за розмірами зерна пшениці та кукурудзи швидкість розчинення плівкоутворювачів зростає, і їх залишок після двогодинного перебування у воді зменшується фактично до нуля (до 0,19–0,049%) [11].

За ефективністю плівкоутворення (маси нанесеного плівкоутворювача) випробувані полімери можна розмістити в мінорантний ряд: Na-КМЦ-М – 25,5% > желатин – 23,125 > сахароза – 17,65 > КР – 13,125 > КСА-М – 5% [11]. Зважаючи на експериментальні дані можна стверджувати, що біополімерний плівкоутворювач (крохмаль) та інші подібні полісахариди (Na-КМЦ-М і КСА-М) у природних умовах місцевих ґрунтів Прикарпаття при належному зволоженні за сезон (у середньому 750–800 мм опадів на рік) розчиняються повністю.

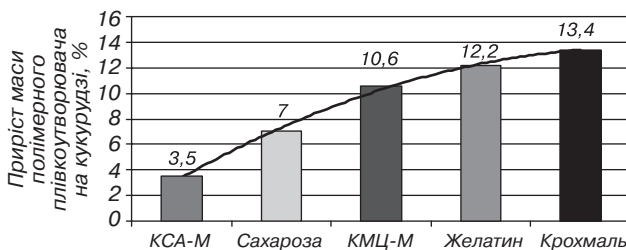


Рис. 1. Залежність приросту маси нанесення полімерних плівкоутворювачів на поверхні зерен кукурудзи від їх особливостей

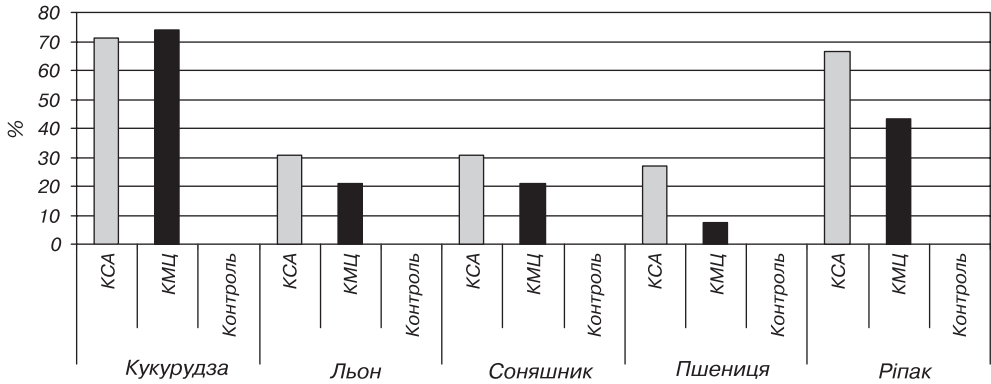


Рис. 2. Відсотковий приріст урожайності пшениці, обробленої плівкоутворювальними композиціями порівняно з контрольним урожаєм необробленого зерна, де добрива вносились безпосередньо в ґрунт

Ґрунтовий покрив території дендропарку ПНУ імені Василя Стефаника характеризується строкатістю, що зумовлено неоднорідністю ґрунтотворних та кліматичних умов. Дослідницькі ділянки, де здійснювалось спостереження за ростом та врожайністю сільськогосподарських культур під впливом біополімерних композицій, розташовані на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному середньо-суглинковому ґрунті. Використання цих розчинів дає можливість отримати вищий урожай, ніж на контрольних ділянках з необробленим насінням (рис. 2), а також значно знизити кількість добрив порівняно з традиційною технологією підживлення (рис. 3) [10, 11].

ВИСНОВКИ

Створено нові полімерні плівкоутворювальні стимулюючі композиції, що поєднують у собі всі найнеобхідніші речовини для живлення рослин на основі біополімерів. Підібрано оптимальну відсоткову концентрацію біополімерів, за якої формується оптимальна товщина плівки, що забезпечує її розчинення за необхідною швидкістю і не закупорює поверхню насіння. Порівняння розходу мінеральних добрив (нітрофоски) у складі біополімерних композицій на 1 га

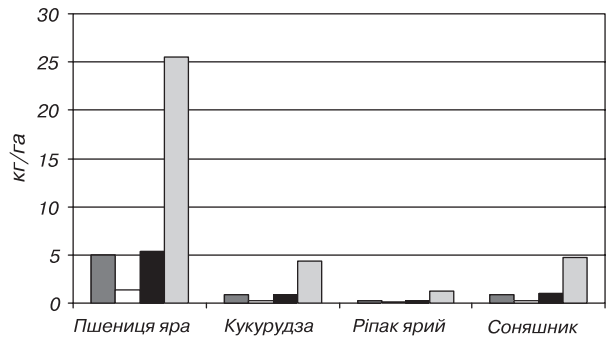


Рис. 3. Кількість внесених добрив у перерахунку на НРК за використання полімерних композицій агрохімічних технологій: ■ — N, □ — P₂O₅, ■ — K₂O, □ — всього добрив (сухі складові композиції)

площі посіву за нанесення їх на поверхню дослідженого сорту насіння свідчить, що витрата їх в середньому становить 10–20 кг/га, тобто в 15–20 разів є меншою, ніж за внесення добрив безпосередньо у ґрунт, де вона складає 150–400 кг/га. Використання досліджуваних композицій забезпечує збільшення врожайності культур до 74% порівняно з контрольними рослинами, що вказує на перспективність їх використання у промислових масштабах сільського господарства України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Блінов Н.П.* Деякі мікробні полісахариди і їх практичне застосування / Н.П. Блінов // Успіхи мікробіології. — 1982. — № 17. — С. 158–177.

2. Диндорого В.Г. Инкрустирование семян полевых культур и перспективы его внедрения в производство / В.Г. Диндорого, И.Т. Страна // Теория и практика предпосевной обработки семян: Сб. научн. трудов. — К., 1984. — С. 32–42.
3. Палапа Н.В. Еколого-агрохімічна та фітосанітарна ефективність захисно-стимулюючих сумішей природного походження та інших засобів хімізації / Н.В. Палапа // Агроєкологія і біотехнологія. — Вип. 2. — К.: Інститут агроєкології та біотехнології УААН, 1998. — С. 103–106.
4. Пат. 45057 Україна. Полімерна композиція для передпосівної обробки насіння / С.А. Курта, І.Ф. Миронюк, О.Я. Куцела та ін.; № у 200904832; заявл. 18.05.2009; опубл. 26.10.2009, Бюл. № 20.
5. Химическая энциклопедия / Под ред. И.Л. Кнунянца. — М.: Сов. Энциклопедия, 1988. — 623 с.
6. Gamini A. Physicochemical properties of aqueous solutions of xanthan: an NMR study / A. Gamini, J. De Bleijer, J.C. Leute // Carbohydr. Res. — 1991. — No. 220. — P. 33–47.
7. Localisation of Amylose and Amylopectin in Starch Granules Using Enzyme / N.J. Atrin, S.L. Cheng, R.M. Abeysakera, A.W. Robards // Gold Labelling 11 Starch. — 1999. — No. 5. — P. 163–172.
8. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук: Навчальний посібник / Ю.О. Ластухін. — Львів, 2005. — 560 с.
9. Мазуров В.И. Биохимия коллагеновых белков / В.И. Мазуров. — М., 1974. — 246 с.
10. Struminska O.O. Biopolymers for Presowing Treatment of Seed / O.O. Struminska, S.A. Kurta // Abstracts VII Polish-Ukrainian conference polymers of special application (Radom-Swieta Katarzyna, Poland, September 24–27 2012). — P. 73.
11. Курта С.А. Полімерні плівкоутворювачі для передпосівної обробки насіння / С.А. Курта, О.О. Струмінська, М.С. Курта // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. — 2011. — Вип. XIII. — С. 122–129. — (Серія «Хімія»).

УДК 631.81:631.895

ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА — КОМПЛЕКСНЕ ВИРІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИННИХ РЕСУРСІВ

В.А. Гаврилюк¹, С.М. Демчук²

¹ Поліська дослідна станція Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського»

² Волинська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»

Розглянуто проблеми підвищення ефективності використання добрив на нинішньому етапі розвитку сільського господарства. Вказано на недоліки застосування традиційних мінеральних добрив та окреслено коло пов'язаних з цим проблем. Висвітлено перспективи створення нових видів удобрювальних речовин, таких як органо-мінеральні добрива. Встановлено їх істотні переваги над традиційними добривами у вирішенні питань, що постають перед аграрною галуззю. Наведено результати власних досліджень перспективних органо-мінеральних добрив, ефективність застосування яких вивчалась за різних систем удобрення.

Ключові слова: ґрунт, сировинні ресурси, органо-мінеральні добрива, поживні речовини.

Умовативоване використання природних та ґрунтових ресурсів, розробка сучасних ефективних технологій створення добрив з підвищеною ефективністю поживних речовин є необхідними завданнями сьогодення.

Відомі в літературі шляхи і способи підвищення ефективності добрив, серед яких форма добрив, їх різні поєднання і композиції, розчинність і концентрація поживних елементів, строки та норми внесення, вологість, рН ґрунтів і добрив, фактично досягли своєї межі. Збільшення доз мінеральних добрив понад науково обґрунто-