

8. Храменков, С. В. Предварительная анаэробная очистка концентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности [Текст] / С. В. Храменков, Д. А. Данилович // Водоснабжение и санитарная техника: ВСТ. – 2006. – № 1, Ч. 2. – С. 28–32.
9. Sophonsiri, C. Chemical composition associated with different particle size fractions in municipal, industrial and agricultural wastewater [Text] / C. Sophonsiri, E. Morgenroth // Chemosphere. – 2004. – Vol. 55 (5). – P. 691–703.
10. Мовчан, С. І. Інструкція технологічного процесу очищення стічних вод промислових підприємств [Текст] / С. І. Мовчан, А. І. Шевченко, М. В. Морозов. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – 40 с.
11. Vodyanka, V. R. The Use of Thiosemicarbazide in the Pressure-Driven Processes of Wastewater Treatment [Text] / V. R. Vodyanka, A. S. Makarov, M. N. Balakina, S.D. Boruk, D.D. Kucheruk // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2011. – Vol. 33, № 3. – P. 199–201.

Проведено дослідження властивостей біополімерних плівкоутворювачів та їх композицій, розглянуто вплив на ріст і продуктивність сільськогосподарських культур. У їх середовищі не розвиваються такі шкідливі мікроорганізми як кишкова паличка та цвілеві гриби, що призводять до псування насіння та захворювань, тому композиції характеризуються високими санітарно-гігієнічними показниками, а оброблене насіння не потребує додаткового протруєння

Ключові слова: біополімер, ксантан, карбоксиметилцелюлоза, крохмаль, композиція, кишкова паличка, цвілеві гриби, мікроорганізми, урожайність

Проведено исследование свойств биополимерных пленкообразователей и их композиций, рассмотрено влияние на рост и продуктивность сельскохозяйственных культур. В этой среде не развиваются такие вредные микроорганизмы как кишечная палочка и плесневые грибы, приводящие к порче семян и заболеваниям, поэтому композиции характеризуются высокими санитарно-гигиеническими показателями, а обработанные семена не требуют дополнительного протравливания

Ключевые слова: биополимер, ксантан, карбоксиметилцелюлоза, крахмал, композиция, кишечная палочка, плесневые грибы, микроорганизмы, урожайность

УДК 631.531.17(088.8) + 579.66

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ПЛІВКО- УТВОРЮВАЧІВ

О. О. Струмінська

Аспірант*

E-mail: lena_thebest@bigmir.net

М. М. Байляк

Кандидат біологічних наук, доцент**

E-mail: bayliak@ukr.net

С. А. Курта

Академік АТН України, доцент,

кандидат технічних наук, професор*

E-mail: kca2007@mail.ru

*Кафедра органічної та аналітичної хімії***

Кафедра біохімії та біотехнології*

***Прикарпатський національний

університет ім. Василя Стефаника

вул. Галицька, 201, м. Івано-Франківськ,

Україна, 76008

1. Вступ

Використання природних біополімерів замість синтетичних полімерів займає провідне місце у сучасному світі полімерних композиційних матеріалів. Завдяки цінним властивостям вироби з полімерів використовують у різних галузях, зокрема використання біополімерів є досить перспективним. Їхнє значення у природі визначається тим, що вони складають основу всіх живих організмів і беруть участь практично у всіх процесах життєдіяльності [1]. Використання біополімерів, що виготовлені з біологічних ресурсів, що поновлюються, за оцінками фахівців є екологічно безпечними і економічно вигідними [2–4]. Неабияке значення їм належить і у сільському господарстві.

У зв'язку з тим, що якість насіння та зерна нерідко знижується під впливом різних несприятливих чинників, а саме: біологічної неповноцінності внаслідок порушення умов вирощування, травмування в процесі сівби, збирання та обробки, а також ураження патогенною мікрофлорою, перспективним є створення біополімерних композицій для передпосівної обробки насіння на основі природних полімерів. В якості природних біополімерних плівкоутворювачів нами було обрано крохмаль, ксантанову камедь (ксантанову смола) та натрієву сіль карбоксиметилцелюлози. Вказані біополімери розкладаються у ґрунті та є екологічно безпечними по своїй природі, а в деяких випадках самі є джерелами підживлення рослин речовинами – моно- і дисахаридами, що утворюються при їх розкладі.

Проблема покращення якості посівного матеріалу для збільшення врожайності, а також забезпечення приросту врожайності за зменшеної кількості добрив постійно привертала увагу дослідників. Ще однією проблемою сьогодення у людській діяльності є зменшення кількості забруднювачів природних ресурсів, до яких належать й мінеральні добрива. Відомо, що збудниками багатьох хвороб рослин, людей і тварин є бактерії та грибки, тому важливим є використання матеріалів та речовин такої природи, у яких не розмножуються патогенні мікроорганізми. Таким чином, мікробіологічними методами аналізу необхідно дослідити особливості біополімерних матеріалів і композицій, а також можна оцінити стійкість обробленого насіння щодо патогенної мікрофлори, що і являється актуальністю проведення досліджень.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

З метою зменшення кількості забруднювачів природних ресурсів для обробки посівного матеріалу використовують захисно-стимулюючі суміші. Захисно-стимулююча суміш (ЗСС) – тонкодисперсний порошок біло-рожевого або світло-сірого кольору, який отримують механічним диспергуванням пірогенного кремнезему марки МАС–200, АМ–1–300 (20–30 % SiO₂) з пестицидами, регуляторами росту та 65–80 % мінеральних добрив, у тому числі 0,5–3,0 % солями мікроелементів. Вони містять мінімальні – “гомеопатичні” кількості агрохімікатів, хімічний тиск на агроценози при використанні ЗСС практично відсутній [5].

У 80-х роках минулого століття вдалося створити багатокомпонентний симбіотичний препарат, що отримав назву «ЕМ-1». Він нараховує 86 регенеративних мікроорганічних культур-лідерів, які при внесенні в ґрунт задають здоровий напрям діяльності решті мікробіоти [6, 7]. Однорічними дослідженнями встановлено, що застосування біопрепаратів та ЕМ-препарату сприяло зростанню біометричних показників рослин пшениці озимої у порівнянні з контролем, де сівбу проводили необробленим насінням [6].

Також на сучасному ринку досить широко розповсюджені препарати, що стимулюють поділ рослинних клітин. Їхніми основними складовими є речовини класів цитокінінів, ауксинів, гіберелінів, а також використовується рослинний стероїд брасенолід. 6-бензиламінопурин (6-Benzylaminopurine) або 6-БАП належить до класу цитокінінів. БАП володіє різносторонньою фізіологічною дією, впливає на ріст і розвиток рослин: стимулює поділ клітин, розвиток бічних пагонів, бутонів й суцвіть, затримує старіння листків і посилює ріст молодих, активує формування хлоропластів, посилює газообмін рослин, покращує надходження поживних речовин до клітин та володіє захисною дією. Сприяє проростанню насіння та підвищує його схожість [8].

Протравлення насіння має вагоме значення, оскільки без його використання втрачається 60–70 % майбутнього урожаю. Втрат завдають патогенні мікроорганізми, що викликають цілу низку хвороб рослин на початковому етапі їх розвитку. Для обробки насіння використовують суміші (в масових відсотках) з фентігураму (24,4–27 %), полівінілпіролідону (2,4–4,5 %), натрі-

євої солі бензоїлформіатної кислоти (0,036–0,15 %), емульгатору на основі оксигетильованого алкілфенолу (0,005–0,015 %) [9]; фенолформальдегідної смоли (6,6–7,7 %), диметилсульфоксиду (15,0–26,6 %) (таку суміш готують змішуванням фенолформальдегідної смоли в ацетоні з диметилсульфоксидом і водою) [10] тощо. Ефективність впливу хімічного протруйника полягає у дії на ґрунтові організми та у тому, наскільки активно він дифундує у ґрунт, утворюючи захисну зону навколо насіння. Дифузія не припиняється і після проростання насіння, радіус проникнення препарату поступово збільшується – відбувається практично повне затруєння шару ґрунту.

Обробка насіння плівкоутворюючими композиціями, що не є механічними сумішами, дає полімерне покриття (плівку), зафіксовану на поверхні зерна за допомогою міжмолекулярних сил Ван-дер-Ваальса та водневих зв'язків [11]. В якості плівкоутворювачів нами було обрано крохмаль, ксантанову камедь (ксантанову смолу) та натрієву сіль карбоксиметилцелюлози. Вказані біополімери розкладаються у ґрунті та є екологічно безпечними по своїй природі [12, 13].

Карбоксиметилцелюлоза представляє собою протий ефір целюлози та гліколевої кислоти (тилоза, валлоцел, едіфас) (КМЦ), [C₆H₇O₂(OH)_{3x}(OCH₂COOX)_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 г/см³, насипна щільність (сипучість) – 780 г/л, константа дисоціації у воді рКа = 4,30; рН_(1%водний розчин) = 5,0–6,0 легко розчиняється у воді при будь-якій температурі, утворюючи колоїдний розчин [14].

Ксантанова камедь являється камедю кукурудзяного цукру (ксантан, ксантанова смола, ксантановий віск) (C₃₅H₄₉O₂₉X)_n, – (КСА) являє собою суміш полісахаридів, які утворюються як вторинні метаболіти при аеробній enzymатичній природної сахарози бактеріями *Xanthomonas campestris*. Макромолекула такого гетерополісахариду складається з трьох моноз: β-D-глюкози, α-D-манози і α-D-глюкуронової кислоти при співвідношенні 2:2:1 відповідно [14, 15]. Біохімічні властивості ксантанової смоли регулюють, змінюючи умови життя бактерій [15] та шляхом хімічної модифікації.

Крохмаль (Кр), лат. amyllum, (C₆H₁₀O₅)_n, являє собою 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 розчином йоду дає синє забарвлення. Під час гідролізу крохмалю поступово утворюється розчинний крохмаль, декстрини, ди- і моноцукри [16, 17].

Мікроорганізми беруть активну участь у кругообігу речовин. Усі мікроорганізми поділяють на основні групи: найпростіші, гриби, бактерії, мікоплазми і віруси. Серед цих різноманітних форм є одноклітинні й багатоклітинні організми. Серед мікроорганізмів є патогенні види, які спричиняють інфекційні захворювання рослин; види, що викликають розкла-

дання харчових продуктів, руйнування будівельних матеріалів і навіть металевих поверхонь [18, 19]. Санітарно-показові мікроорганізми – це постійні мешканці поверхонь і порожнин тіла людини і тварин, що виділяються з організму тими ж шляхами, що і патогенні. Тому, чим більше виявлено санітарно-показових мікроорганізмів, тим вища вірогідність попадання в об’єкти зовнішнього середовища патогенних. Для кожного такого об’єкту є визначені санітарно-показові мікроорганізми – критерії оцінки за бактеріологічними показниками. Наприклад, відносно кишкових інфекцій, роль таких індикаторів належить кишковим паличкам – постійним мешканцям кишечника людини і тварин. Бактерії роду *Escherichia* – це дрібні рухливі грам-негативні палички, що не утворюють спор, не володіють оксидазною активністю, ферментують лактозу і глюкозу з утворенням кислоти та газу. Для диференціації використовують середовище Ендо, на якому *Escherichia coli* дає характерний ріст у вигляді колоній червоного кольору з металевим блиском [20]. Як і наявність кишкової палички *E.coli*, так і наявність великої кількості спор цвілевих грибів є ознакою значного мікробного забруднення. Токсини, які виділяються цвілевими грибами та дріжджоподібними грибками з родів *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* та ін. можуть інгібувати проростання насіння та викликати численні грибкові захворювання рослин [20, 21].

Метою дослідження було вивчення впливу композицій на основі природних біополімерів на проростання і урожайність сільськогосподарських культур, ефекту протруєння за рахунок складових, а також вивчення їх впливу на мікроорганізми різних типів, оскільки їх наявність може призводити до захворювань та псування посівного матеріалу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було дослідити та вивчити поведінку мікроорганізмів, зокрема кишкової палички, цвілевих та дріжджових грибів у середовищі водних розчинів крохмалю, карбоксиметилцелюлози, ксантанової смоли та композицій на їх основі, а також дослідити характеристики водних розчинів досліджуваних біополімерів та композицій.

3. Результати досліджень фізичних характеристик та мікробіологічних властивостей крохмалю, ксантанової смоли, карбоксиметилцелюлози та композицій на їх основі

3.1. Дослідження фізичних характеристик

Об’єктом дослідження було випробування біо-

полімерних композицій для обробки насіння і зерна та вивчення поведінки різного роду мікроорганізмів у середовищі біополімерів та композицій на їх основі. Предметом дослідження є біополімери: крохмаль, ксантанова смола, карбоксиметилцелюлоза, полімерні плівкоутворюючі композиції на їх основі, їхні фізико-хімічні, агротехнічні та мікробіологічні властивості.

Експериментальним шляхом було встановлено, що для КМЦ оптимальні концентрації водних робочих розчинів рівні 0,5–1 %, для КСА – 0,125–0,25 %, а для КР – 1–4 %, за яких вони знаходяться у легко текучому стані золю [22], що є необхідною умовою для формування плівки оптимальної товщини на поверхні насіння [22, 23].

Зміна концентрації мінеральних сполук у композиціях для передпосівної обробки з 8 % до 20 % впливає на густину розчинів композицій, яка зростає при збільшенні вмісту мінеральних сполук. Виходячи з цього, зі збільшенням вмісту плівкоутворювачів густина розчинів композицій зростала у межах від 1,031 г/мл до 1,118 г/мл для 0,0625–0,2 5% розчинів КСА, з 1,031 г/мл до 1,175 г/мл для 0,25–0,7 % розчинів КМЦ, з 1,033 г/мл до 1,613 г/мл для 1–4 % розчинів КР при 8 %, 13,6 % та 20 % концентраціях мінеральних сполук. В свою чергу умовна в’язкість композицій зростає при незмінній концентрації полімеру та збільшенні вмісту добрив (8–20 %) у межах від 6,00 с до 11,6 с. Також спостерігається зростання показника заломлення світла у межах від 1,335 до 1,346 при збільшенні вмісту плівкоутворювачів та мінеральних сполук у композиціях (табл. 1–3).

Таблиця 1

Характеристики композицій з 8 % вмістом добрив на основі різних концентрацій природних біополімерів

№ п/п	Характеристика	КСА			КМЦ			КР		
		0,0625 %	0,125 %	0,25 %	0,25 %	0,5 %	0,7 %	1 %	2 %	4 %
1	pH	3,86	3,92	4,03	4,115	4,35	4,43	3,94	4,015	3,98
	pH (з NaOH)	7,46	7,34	7,26	7,85	7,87	7,96	7,41	7,83	7,35
2	Густина, г/мл	1,031	1,035	1,037	1,032	1,075	1,082	1,034	1,174	1,376
3	Умовна в’язкість, с	6,00	6,43	6,47	6,73	7,50	8,63	6,07	9,83	до 18
4	Показник заломлення світла	1,3365	1,335	1,337	1,337	1,3375	1,338	1,337	1,3381	1,339

Таблиця 2

Характеристики композицій з 13,6 % вмістом добрив на основі різних концентрацій природних біополімерів

№ п/п	Характеристика	КСА			КМЦ			КР		
		0,0625 %	0,125 %	0,25 %	0,25 %	0,5 %	0,7 %	1 %	2 %	4 %
1	pH	3,73	3,81	3,87	3,96	4,11	4,17	3,81	3,95	3,81
	pH (з NaOH)	7,23	7,5	7,065	7,75	7,5	7,05	7,01	7,84	7,25
2	Густина, г/мл	1,052	1,081	1,054	1,057	1,047	1,091	1,055	1,511	1,598
3	Умовна в’язкість, с	6,10	7,03	7,30	7,60	7,03	10,73	6,67	до 20	до 24
4	Показник заломлення світла	1,34	1,341	1,341	1,3405	1,341	1,341	1,3408	1,343	1,344

Таблиця 3

Характеристики композицій з 20 % вмістом добрив на основі різних концентрацій природних біополімерів

№ п/п	Характеристика	КСА			КМЦ			КР		
		0,0625 %	0,125 %	0,25 %	0,25 %	0,5 %	0,7 %	1 %	2 %	4 %
1	pH	3,52	3,58	3,85	3,62	3,77	3,95	3,52	3,93	3,2
	pH (з NaOH)	7,03	7,5	7,82	7,25	7,63	7,38	7,19	7,79	7,85
2	Густина, г/мл	1,073	1,1175	1,118	1,031	1,148	1,175	1,1173	1,5302	1,613
3	Умовна в'язкість, с	6,53	7,63	7,73	6,57	9,8	11,6	6,93	19,9	до 30
4	Показник заломлення світла	1,3438	1,343	1,345	1,344	1,344	1,345	1,344	1,345	1,345

Економічна та практична доцільність використання 8–20 % концентрації добрив у біополімерних плівкоутворюючих композиціях пояснюється необхідністю компенсації тої кількості добрив, яка додатково не вводяться в ґрунт при підживленні рослин.

Значення товщини утворюваної композиційної плівки на поверхні насіння та зерна значно перевищує значення тої, що утворюється на модельній сталевій поверхні, – у 1,7–2,2 рази для КСА та у 2,1–2,9 рази для розчинів КМЦ. Це пов'язано з природою поверхні, на якій утворюється плівка.

Найбільший масовий приріст за рахунок біополімерної композиційної плівки на основі розчинів 0,0625–0,25 % КСА при зміні вмісту неорганічних сполук від 8 % до 20 % характерний для льону і складає 32–189 % та ріпаку, де становить 25–158 %. Для сої, рису, соняшнику він також коливається в досить широких межах і становить відповідно 9–55 %, 3–72 % і 5–67 %. Найменший приріст по масі спостерігається для зерен кукурудзи і пшениці, і зі збільшенням вмісту складових він зростає від 5 % до 54 % та від 5 % до 27 % відповідно. Полімерні розчини на основі КМЦ та КР є більш густіші, ніж на основі КСА, про свідчать їхні фізичні характеристики, тому вони формують плівку більшої товщини, що впливає й на масовий приріст. Композиційна плівка на основі 1–4 % розчинів КР (8–20 % добрив) дає приріст по масі від 5 % до 150 % для кукурудзи та пшениці, від 11 % до 200 % для соняшнику та сої, 30 % до 130 % для льону та ріпаку, а найбільший розмах меж приросту характерний для рису – від 6 % до 240 %.

Товщина біополімерної композиційної плівки на основі розчинів 0,0625–0,25 % КСА при зміні вмісту неорганічних сполук від 8 % до 20 % змінюється в межах від 15,37 мкм до 18,5 мкм та від 14,73 мкм до 17,88 мкм на поверхні сої та кукурудзи, на насінні соняшнику формується плівка товщиною 14,64–18,54 мкм, а на поверхні дрібнішого насіння льону й ріпаку, пшениці та рису її товщина складає 15,93–19,63 мкм і 15,97–18,89 мкм, 15,35–18,52 мкм і 14,55–18,32 мкм відповідно. Композиційна плівка на основі 0,25–0,7 % КМЦ та 1–4 % КР формується більшої товщини приблизно на 1–2 мкм, що пов'язано з більшою в'язкістю розчинів цих плівко утворювачів, з природою поверхні зерна та характером її взаємодії з полімерним плівкоутворювачем. Поверхня насіння ріпаку є менш гладкою, ніж поверхня сої чи кукуру-

дзи, тому на дрібних зернах утримується більша кількість плівкоутворювача.

3. 2. Мікробіологічний аналіз досліджуваних зразків

Для визначення впливу природи біополімерних плівкоутворювачів та мінеральних обрив в складі композицій на насіння сільськогосподарських культур було здійснено мікробіологічний аналіз чистоти наступних зразків: 1 – сухі зразки КСА, КМЦ та крохмалю; 2 – роз-

чини цих біополімерів у стерильній дистильованій воді; 3 – композиції на їх основі на стерильній дистильованій воді. У стерильних умовах був зроблений посів даних зразків на наступні агаризовані живильні середовища [24]:

- 1) м'ясо-пептонний агар (МПА) – для виявлення загальної кількості мікроорганізмів;
- 2) сусло-агар – для виявлення дріжджів та дріжджеподібних грибів;
- 3) середовище Ендо – для виявлення бактерій кишкової групи;
- 4) середовище Чапека – для виявлення цвілевих грибів.

Приготування МПА та середовища Ендо здійснювали із комерційних сухих середовищ вітчизняного виробництва відповідно до інструкцій виробника. Для приготування сусло-агару використовували пивне сусло, яке розводили дистильованою водою до вмісту цукрів 7–8 % за Баллінгом. У розведене сусло додавали 2 % агару. Синтетичне середовище Чапека містило наступні компоненти (г/л): глюкоза – 30 г, NaNO₃ – 2 г, K₂HPO₄ – 1 г, MgSO₄ – 0,5 г, KCl – 0,5 г, FeSO₄ – 0,01 г, агар – 20 г. Всі середовища стерилізували автоклавуванням при 0,7 атм протягом 30 хв та гарячими розливали у стерильні чашки Петрі. Після їх застигання у чашки Петрі вносили:

- 1) по 50 мг порошку досліджуваних біополімерів;
- 2) по 0,2 мл розчинів крохмалю, ксантанової смоли та натрієвої солі карбоксиметилцелюлози концентрацією 4 %, 0,25 % та 0,7 % відповідно, приготовлених на стерильній дистильованій воді;
- 3) по 0,2 мл розчинів композицій, приготовлених на стерильній воді.

Композиції, посів яких здійснювався, включали 4 %, 0,25 % та 0,7 % крохмалю, ксантанової смоли та натрієвої солі карбоксиметилцелюлози відповідно при 8 % мінеральних сполук у кожному випадку. Це дозволить побачити чи відбувається розвиток різного роду мікроорганізмів при максимальному вмісті плівкоутворювачів, й таким чином визначити, чи є досліджувані біополімери поживним середовищем для них, та чи пригнічують їхній розвиток мінеральні сполуки та добрива при своєму мінімальному вмісті у композиціях. Для контролю робили посів стерильної дистильованої води. Засіяні чашки з МПА та середовищем Ендо інкубували при температурі 37 °С протягом 24 год. Чашки з сусло-агаром та середовищем Чапека

інкубували при 28 °С протягом 3 діб. Опісля здійснювали підрахунок кількості колоній (у випадку вирощання мікроорганізмів газоном фіксували тільки їхню наявність). Кожен посів здійснювали у 2 повторях. У результатах представлені усереднені дані. Кількість вирощених мікроорганізмів (мікробне число) виражали у кількості колонієутворюючих одиниць (КУО) у 1 мл розчину або 1 г досліджуваної речовини [24, 25].

3. 3. Результати мікробіологічного аналізу досліджуваних зразків та оцінка їхньої бактерицидної активності

Основними тестами мікробної забрудненості побутових предметів, води, продуктів харчування чи ґрунту є визначення загальної кількості мікроорганізмів на одиницю поверхні або об'єму (на см³ чи мл) досліджуваного об'єкту та наявність на об'єкті санітарно-показових мікроорганізмів [24, 25]. Загальна кількість мікроорганізмів не завжди є об'єктивним показником чистоти певного об'єкта, оскільки мікроорганізми є поширеними скрізь і виконують у природі важливу біологічну роль як деструктори та мінералізатори відмерлих організмів [20]. Тому нами був проведений аналіз досліджуваних біополімерів та композицій на їх основі з максимальним вмістом плівкоутворювачів та мінімальним вмістом мінеральних сполук на загальну кількість мікроорганізмів та на наявність специфічних груп мікроорганізмів – кишкової палички, цвілевих грибів та дріжджів (або дріжджеподібних грибів). Результати представлені у табл. 4.

Таблиця 4

Мікробіологічний аналіз зразків біополімерів та композицій на їх основі

Проби	№	Середовище			
		МПА	Ендо	Сусло-агар	Чапека
КСА	1	∞	НВ	240 КУО/г	∞
	2	2000КУО/мл	НВ	28 КУО/мл	∞
	3	255 КУО/мл	НЗ	НЗ	НЗ
КМЦ	1	250 КУО/г	НВ	40 КУО/г	НВ
	2	45 КУО/г	НВ	НВ	НВ
	3	НВ	НВ	НВ	НЗ
Крохмаль	1	НЗ	НВ	НЗ	НВ
	2	200 КУО/мл	НЗ	НЗ	НЗ
	3	72 КУО/мл	НЗ	НЗ	НВ
Стерильна дист. Н ₂ О	–	НВ	НВ	НВ	НВ

Примітка: 1 – сухий зразок біополімеру у вигляді порошку, 2 – розчин біополімеру на стерильній дистильованій воді (КСА–0,25%, КМЦ–0,7%, КР–4%); 3 – розчин композицій на стерильній дистильованій воді. НВ – не виявлено, ∞ – мікроорганізми вирости газоном, НЗ – не визначали.

Як бачимо з табл. 4, у жодному зі зразків сухих природних біополімерів (КСА, КМЦ та КР) та у їх розчинах не виявлено бактерій кишкової групи, що свідчить про відносну чистоту досліджуваних препаратів і можливу відсутність інших груп патогенних бактерій [24, 25]. У порошкоподібних зразках, розчинах біополімерів та композицій на основі крохмалю і карбоксиметилцелюлози не виявлено цвілевих грибів, проте виявлено у значній кількості у ксантані. Також у ксантанових

зразках виявлено значно більшу кількість дріжджів, ніж у зразках інших біополімерів, причому найбільше кількість цвілевих грибків та дріжджів виявлена у чистому розчині КСА на стерилізованій дистильованій воді. Отримані результати свідчать про те, що ксантанова смола може містити значну кількість спор цих грибів, які при попаданні у вологе середовище швидко проростають. Утворення меншої кількості грибків при посіві сухого порошку КСА на сусло-агар може бути пов'язане з перебуванням спор у періоді спокою і, відповідно, необхідністю більшого часу для проростання. Розчини КСА готувались за добу до проведення визначення, що могло сприяти активізації спор.

У всіх зразках на основі КСА загальна кількість мікроорганізмів виявилася найбільшою, порівняно зі зразками на основі КМЦ і КР, що є цілком очікуваним. Ксантанова смола (КСА) є гетерополісахаридом, що виробляється бактеріями роду *Xanthomonas*, які здатні утворювати спори і цілком можуть бути присутніми у досліджуваному біополімері. Окрім того, як сполука природного походження КСА може використовуватися як енергетичний субстрат іншими мікроорганізмами, які швидко оселяються на ньому. Карбоксиметилцелюлозу здатна метаболізувати дуже мала кількість мікроорганізмів. Тому на її зразках порошку й розчину виявлено значно меншу кількість мікроорганізмів.

Цікаві результати отримані при використанні досліджуваних біополімерів у складі композицій з мінеральними добривами (8 %). Як бачимо, при посіві композиційних розчинів на МПА виростала суттєво менша кількість мікроорганізмів, ніж при посіві розчинів самих біополімерів–плівкоутворювачів. Так, при посіві композиції на основі КСА виростала у 7,5 разів менша кількість мікроорганізмів, ніж при посіві чистого розчину КСА. У випадку КМЦ та крохмалю кількість вирощених бактерій на відповідних композиціях була у 5,5 та 2,7 рази меншою, ніж на чистих біополімерах. Подібні результати були отримані і щодо росту дріжджів. Отримані результати свідчать про те, що досліджувані композиції, порівняно з чистими плівкоутворювачами, проявляють суттєву інгібуючу дію на ріст мікроорганізмів, причому найбільший бактерицидний ефект виявляють композиції на основі КМЦ і КСА, що можна розглядати як ефект самовільного протравлення насіння сільськогосподарських культур.

3. 4. Переваги використання композицій та їх вплив на урожайність с/г культур

Використання розчинів досліджуваних композицій біополімерів дозволяє зменшити сумарні витрати мінеральних добрив і мікроелементів у 4–180 разів, порівняно з контрольними ділянками, де добрива безпосередньо вносили в ґрунт, зокрема для кукурудзи, ріпаку, пшениці, сої, рису, льону, соняшнику. На гістограмах (рис. 1) на прикладі розходу мінеральних добрив показано переваги використання біополімерів композицій. Реальні витрати мінеральних добрив в кг на 1га площі посіву для кожної з культур при нанесенні їх на поверхню насіння у складі біополімерної плівки були в середньому у 9–45 раз меншими для пшениці, рису, сої та льону, в 41–107 раз меншими для кукурудзи, соняшнику та ріпаку, ніж при внесенні цих добрив в безпосередньо ґрунт [26].

Використання досліджуваних композицій дозволяє отримати вищий врожай, ніж на контрольних ділянках з необробленого насіння, що видно на гістограмах відсоткового приросту урожаю для цих культур (рис. 2) [26].

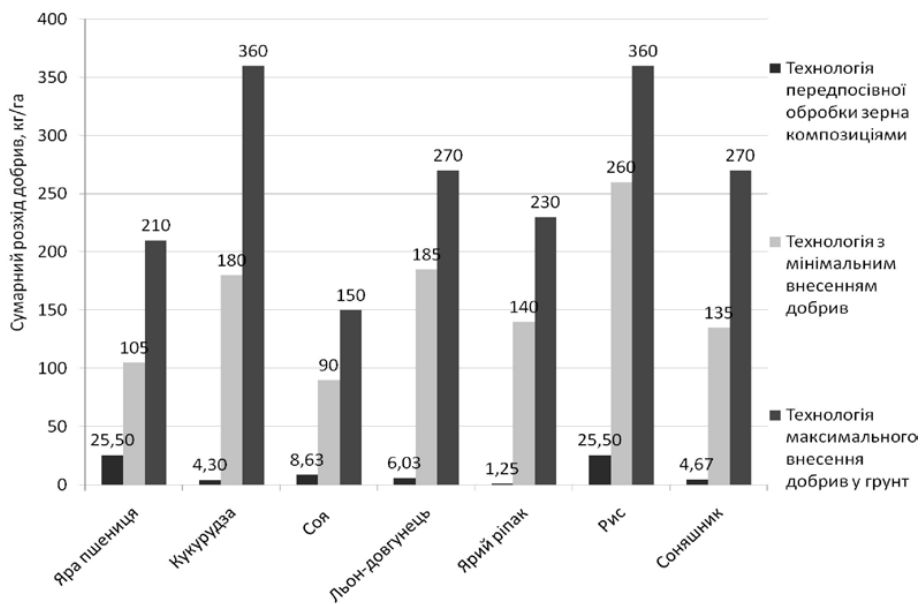


Рис. 1. Сумарна витрата мінеральних добрив при різних технологіях підживлення семи сільськогосподарських культур

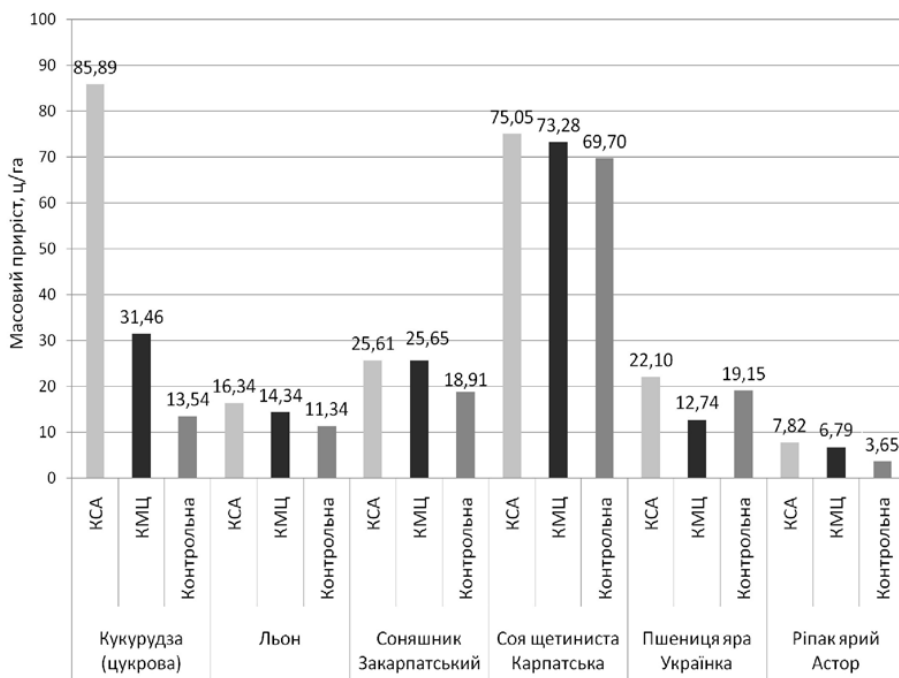


Рис. 2. Порівняльні гістограми приросту урожайності семи сільськогосподарських культур на дослідних ділянках Прикарпатського університету

У масовому прирості це може складати 15–25 % з гектара для соняшнику, рису і льону, а для сої і кукурудзи – 50–80 % з гектара в порівнянні з середньою урожайністю цих культур в Україні за 2012–2013 рік [27, 28].

4. Висновки

1. Створено нові біополімерні плівкоутворюючі стимулюючі композиції, що поєднують у собі всі найбільш необхідні речовини для живлення рослин на основі таких біополімерів як ксантанова смола, карбоксиметилцелюлоза та крохмаль та підбрано оптимальну відсоткову концентрацію біополімерів (КСА–0,125 %, КМЦ–0,5 %, КР–2 %), при якій формується оптимальна товщина плівки – від 15,5 мкм до 19,5 мкм на різних типах насіння для різних плівкоутворювачів, при якій вона розчиняється з достатньою швидкістю, не закупорюючи поверхню насіння, та оптимальне співвідношення добрив та мікроелементів, яке позитивно впливає на процеси росту й урожайності сільськогосподарських культур.

2. Витрата мінеральних добрив (нітрофоски) у складі біополімерних композицій на 1 га площі посіву в середньому у 15–20 разів є менший, ніж при внесенні добрив безпосередньо у ґрунт. Використання досліджуваних композицій забезпечує збільшення урожайності культур до 75–80 % відносно контрольних рослин.

3. Мікробіологічний аналіз показав наявність в складі сухих досліджуваних біополімерів (КСА, КМЦ та крохмалю) бактерій, спор цвілевих грибів та дріжджів. Закількістю мікроорганізмів досліджувані зразки сухих біополімерів, їх розчини та композиції можна розмістити у наступному порядку: КСА > КМЦ > крохмаль.

4. Композиційні розчини на основі КСА, КМЦ та крохмалю з мінеральними сполуками у своєму складі проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості, інгібуючи ріст

мікроорганізмів, наявних у сухих та водних досліджуваних зразках цих плівкоутворювачів, таким чином відбувається самовільне протравлення насіння сільськогосподарських культур від патогенної мікрофлори.

Література

1. Декина, С. С. Влияние полимеров на процессы ассоциации молекул лизоцима [Текст] / С. С. Декина, И. И. Романовская, Т. Ю. Громовой // *Biopolymers and Cell*. – Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины. – К. – 2011. – № 6. – С. 442–445.
2. Kalia, S. Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites. *Green Chemistry and Technology* [Text] / S. Kalia, B. S. Kaith, I. Kaur. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 737 p.
3. Belmares, H. New composites materials from natural hard fibers [Text] / H. Belmares, A. Barrera, E. Castillo, V. E. Verhuegen, M. Monjarsa, G. A. Paltfort, E. N. Buequoey. – *Ind Eng Chem Prod Res Dev* 20, 1981. – P. 555–561.
4. Біополімери – альтернатива пакувальних матеріалів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/7745/1/Hurets.pdf>
5. Палапа, Н. В. Еколого-агрохімічна та фітосанітарна ефективність захисно-стимулюючих сумішей природного походження та інших засобів хімізації [Текст]: зб. наук. пр. / Н. В. Палапа // *Агроєкологія і біотехнологія*. – Інститут агроєкології та біотехнології УААН. – К. – 1998. – Вип.2. – С. 103–106.
6. Манохіна-Тимошенко, О. В. Вплив препарату ЕМ-1 на якість зерна кукурудзи [Текст] / О. В. Манохіна-Тимошенко // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – Полтава. – 2010. – № 2. – С. 180–182.
7. Хіга, Т. Корисні та ефективні мікроорганізми для ведення сталого сільського господарства та відновлення довкілля [Текст] / Т. Хіга, Ф. П. Джеймс // *Екоterra*. – Львів, 2006. – 20 с.
8. Баланда, О. В. Вплив 6-БАП на активність ферменту сахарози у рослинах кукурудзи за різних температурних умов [Текст] / О. В. Баланда, Н. Г. Чернега // *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. Електронне фахове видання*. – К. – 2011. – № 3. – Режим доступу: <https://archive.is/1Uja1>.
9. А. с. СССР №1386071. МКИ Склад для передпосівної обробки зерен [Текст] / Воронова, Н. Л., Козяков, В. И., Юферов, А. М. и др. – А 01 С 1/06, опуб.07.04.1988, Бюл. изобр. № 13.УДК 631.531.17(088.8).
10. Квятковский, А. Ф. Застосування мікродобрив [Текст] / А. Ф. Квятковский // *Справочник кукурузовода. Урожай*. – К. – 1986 – С. 51–60.
11. Струмінська, О. О. Використання біополімерних композицій для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння [Текст] / О. О. Струмінська, С. А. Курта, О. Я. Куцела // *Агроєкологічний журнал*. – К. – 2013. – № 4. – С. 74–78.
12. Singh, V. Natural fibers, biopolymers and biocomposites [Text] / V. Singh, M. Gupta, A. K. Mohanty, M. Misra, L. T. Drazel (eds). Chap 8. – Taylor & Francis. – New York, 2005. – P. 261–290.
13. Mohanty, A. K. Natural fiber, biopolymers and biocomposites [Text] / A. K. Mohanty, M. Misra, L. T. Drazel. // Taylor & Francis, New York, NY, 2005. – 896 p.
14. Химическая энциклопедия. Том 1 [Текст] / Под ред. И. Л. Кнунянца // *Сов. Э-я*. – М. – 1988. – 625 с.
15. Gamini, A. Physicochemical properties of aqueous solutions of xanthan: an NMR study [Text] / A. Gamini, J. De Bleijer, J. C. Leute. – *Carbohydr. Res*, 1991. – P. 33–47.
16. Neij, Atrin Localisation of Amylose and Amylopectin in Starch Granules Using Enzyme [Text] / Atrin Neij, L. Sophia, Rukmal Cheng, M. Abeyssekera, W. Anthony Robards. – *Gold Labelling 11 Starch*. Nr. 5, 1999. – P. 163–172.
17. Большая медицинская энциклопедия. Том 15 [Текст] / Под ред. Н. А. Семашко // *Сов. Энциклопедия*. – М., 1981. – 576 с.
18. Борисов, Л. Б. Краткий справочник микробиологической терминологии [Текст] / Л. Б. Борисов, И. С. Фрейдлин // *Медицина*. – М., 1975. – 136 с.
19. Корнелаева, Р. П. Санитарная микробиология сырья и продуктов животного происхождения [Текст] / Р. П. Корнелаева, П. П. Степаненко, Е. В. Павлова. – 2006. – С. 15–18.
20. Пирог, Т. П. Загальна мікробіологія [Текст] / Т. П. Пирог // *НУХТ*. – К., 2004. – 471 с.
21. Векірчик, К. М. Мікробіологія з основами вірусології [Текст] / К. М. Векірчик. – Либідь, К., 2001. – 312 с.
22. Струмінська, Е. О. Синтез і свойства біополімерних пенкообразующих композицій для передпосівної обробки насіння с/х культур [Текст]: матер. VI міжн. науч.-прак. конф. / Е. О. Струмінська, С. А. Курта, О. Я. Куцела // *Наука вчера, сегодня, завтра*. – Изд. «СибАК», Новосибирск. – 2013. – № 6 (6). – С. 25–37.
23. Struminska, O. O. Biopolymers for Presowing Treatment of Seed [Text] / O. O. Struminska, S. A. Kurta // *Abstracts VII Polish-Ukrainian conference polymers of special application*. – Radom-Swieta Katarzyna, Poland? 2012. – 73 p.
24. Фурзікова, Т. М. Мікробіологія. Практикум [Текст] / Т. М. Фурзікова, М. Г. Сергійчук, В. В. Власенко, Ю. В. Швец, В. К. Позур // *Фітосоціоцентр*, К., 2006. – 210 с.
25. Мейнел, Дж. Экспериментальная микробиология (теория и практика) [Текст] / Дж. Мейнел, Э. Мейнел. – М.: Мир, 1967. – 347 с.
26. Струмінська, О. О. Агроєкологічні аспекти технології передпосівної обробки насіння [Текст]: зб. матер. Міжн. наук.-прак. інтернет-конф. / О. О. Струмінська, С. А. Курта, О. Я. Куцела, Т. І. Козак // *Хімія, екологія та освіта*. – Полтава, РВВ ПДАА. – 2013. – 180 с.
27. Порівняння продуктивності кукурудзи на зерно при беззмінному вирощуванні та в сівозміні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pdaa.edu.ua/sites/default/files/studconf/35.pdf>.
28. Курта, С. А. Полімерні плівкоутворювачі для передпосівної обробки насіння [Текст] / С. А. Курта, О. О. Струмінська, М. С. Курта // *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія*. – Івано-Франківськ, Гостинець. – 2011. – Випуск XIIIС. – С. 122–129.