

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА



Збірник матеріалів

науково–практичній конференції

*«Наукові читання до 100-річчя від дня народження  
Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії  
та ґрунтознавства»,*

**присвяченої пам'яті доктора с.-г. наук, професора,  
Заслуженого діяча науки і техніки України,  
ФІЛІП'ЄВА ІВАНА ДАВИДОВИЧА**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Збірник матеріалів

науково–практичній конференції

*«Наукові читання до 100-річчя від дня народження  
Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії  
та ґрунтознавства»,*

**присвяченої пам'яті доктора с.-г. наук, професора,  
Заслуженого діяча науки і техніки України,  
ФІЛІП'ЄВА ІВАНА ДАВИДОВИЧА**

20 вересня 2024 року  
м. Одеса

**National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine  
Institute of Climate-Smart Agriculture**

Collection of materials

Scientific and Practical Conference

*"Scientific Readings Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of  
Ivan Davydovych Filipiev – an Outstanding Scientist in the Field of  
Agrochemistry and Soil Science",*

**Dedicated to the memory of Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor, Honored Scientist of Ukraine,  
IVAN DAVYDOVYCH FILIPIEV**

September 20, 2024  
Odesa

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України  
(протокол № 19 від 30 вересня 2024 року)

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Голова: ВОЖЕГОВА Раїса** – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, директор Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**Співголова: ЛАВРИНЕНКО Юрій** – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**Члени редколегії:**

**ГРАНОВСЬКА Людмила** – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**ДАНЧУК Олексій** – доктор ветеринарних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**ГАМАЮНОВА Валентина** – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету

**БІДНИНА Ірина** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, начальник відділу зведеного планування апарату Президії Національної академії аграрних наук України

**ТОМНИЦЬКИЙ Анатолій** – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, заступник директора з науково-виробничої роботи Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**ШАБЛЯ Олександр** – кандидат економічних наук, старший дослідник, учений секретар Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**КОЗИРСЬ Валерій** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

**ПЛЯРСЬКА Олена** – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу і міжнародної діяльності Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

Збірник матеріалів науково–практичної конференції «Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства», присвяченої пам'яті доктора с.-г. наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, ФІЛІП'ЄВА ІВАНА ДАВИДОВИЧА. Одеса: ІКОСГ НААН, 2024. 236 с.

У збірнику зібрані тези доповідей учасників науково-практичної конференції «Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства», присвяченої пам'яті доктора с.-г. наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, ФІЛІП'ЄВА ІВАНА ДАВИДОВИЧА. У матеріалах представлені актуальні проблеми агрохімії, ґрунтознавства, охорони ґрунтів, удобрення сільськогосподарських культур та перспективи їх вирішення за використання сучасних досягнень науковців.

<i>ФОЛІАРНЕ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ АЗОТНИХ ДОБРІВ</i>	66
<b>Крамарьов С. М., Комяк К. С., Крамарьов О. С.</b> <i>ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ, СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОБРІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ</i>	71
<b>Крамарьов С. М., Льоринець О. Ф., Льоринець Ф. А., Ліб І. М.</b> <i>ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ РУХОМИМИ ФОРМАМИ ФОСФОРУ НА ПОЧАТКУ ОНТОГЕНЕЗУ ЗА РАХУНОК ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНКРУСТАЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА РЯДКОВОГО УДОБРЕННЯ</i>	75
<b>Крамарьов С. М., Фролов С. В.</b> <i>ВПЛИВ ТРИВАЛОЇ ДІЇ АНТРОПОГЕННОГО ЧИННИКА НА ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ КАЛІЮ В ЧОРНОЗЕМАХ ЗВИЧАЙНИХ</i>	80
<b>Крамарьов С. М., Фролов С. В., Хорошун К. О., Хижняк В. Д., Крамарьов О. С.</b> <i>ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНКРУСТАЦІЇ НАСІННЯ БАКОВОЮ СУМІШШЮ З ВВЕДЕННЯ ДО ЇЇ СКЛАДУ МІДНИХ МІКРОДОБРІВ В СОЛЬОВІЙ ТА ХЕЛАТНІЙ ФОРМАХ НА РІСТІ РОЗВИТОК РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО НА ПОЧАТКУ ОНТОГЕНЕЗУ</i>	85
<b>Крамарьов С. М., Хорошун К. О., Артеменко В. О., Дубовий Д. В.</b> <i>РОЗВИТОК ДЕГУМІФІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ЧОРНОЗЕМАХ ЗВИЧАЙНИХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ПІД ВПЛИВОМ ТРИВАЛОЇ ДІЇ НА НИХ АНТРОПОГЕННОГО ЧИННИКА</i>	88
<b>Крамарьов С. М., Хорошун К. О., Фролов С. В., Бобошко Р. В., Крамарьов О. С., Крамарьова Ю. С.</b> <i>ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ</i>	94
<b>Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О., Кваско А. В.</b> <i>ВПЛИВ КУПРУМ ГЛІЦИНАТУ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО</i>	98
<b>Петрушина Г. О., Крамарьов С. М., Максимова Н. М.</b> <i>ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СЕРЕДНЬОСТИГЛИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ</i>	103
<b>Сидякіна О. В.</b> <i>ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОРУ В ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА РЯДКОВОГО УДОБРЕННЯ</i>	106
<b>Фролов С.В.</b>	
<b>Еколого-агрохімічний стан ґрунтів та напрями повоєнного відновлення їх родючості</b>	
<i>ҐРУНТОВІ РЕСУРСИ ОДЕЩИНИ ЯК ПЕРЕДУМОВА ПОСТВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ</i>	110
<b>Буяновський А. О., Красєха Є. Н., Тортик М. Й.</b> <i>ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ</i>	115
<b>Давидюк Г. В., Шкарівська Л. І., Клименко І. І., Довбаш Н. І.</b>	
<b>Збалансоване використання, відтворення та управління ґрунтовими ресурсами</b>	
<i>ЗМІНА ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА КИСЛИХ ЯСНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНИХ ҐРУНТАХ ЗА РІЗНИХ РОТАЦІЙ СІВОЗМІНИ</i>	118
<b>Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Партика Т. В.</b>	

## ВПЛИВ КУПРУМ ГЛІЦИНАТУ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

**Петрушина Г. О.**, кандидат хім. наук, доцент,  
**Крамарьов С. М.**, доктор с.-г. наук, професор  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро  
**Максимова Н. М.**, кандидат тех. наук, доцент  
ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя

Питання передпосівної підготовки насіння тривалий час вивчалися в багатьох науково-дослідних установах України та близького і далекого зарубіжжя. Однак, із розроблених рекомендацій у виробничих умовах використовуються далеко не всі, що обумовлено недостатньою їх ефективністю або складною технологією використання [1, 6]. Найбільш широке використання отримала передпосівна обробка насіння препаратами-протруйниками, а серед способів – сухий, мокрий та напівсухий [6]. Разом з тим, перспективи використання цих способів передпосівної підготовки насіння обмежуються значним осипанням із поверхні насіння протруйників і небезпекою забруднення ними довкілля, чим викликана необхідність розробки більш досконалого способу. Такий спосіб був невдовзі запропонований ДУ Інститутом рослинництва НААН України ім. В. Я. Юр'єва (В. Г. Діндорого, І. Г. Строна, 1984) [6]. Він отримав назву інкрустування і нині широко практикується в виробничих умовах. Така передпосівна обробка насіння дозволяє підвищити лабораторну та польову його схожість, зменшити негативний вплив на нього збудників хвороб, тобто створити сприятливі умови для належного росту рослин в початковій фазі онтогенезу, що дозволить отримати вищі показники врожаю зерна ячменю озимого та підвищити біохімічні показники якості вирощеної продукції, покращити екологічний стан ґрунту [1]. Передпосівна інкрустація насіння сільськогосподарських культур також дозволяє активізувати імунну систему рослин, забезпечити підвищення стійкості рослин до несприятливого впливу посухи або, навпаки, надлишкової вологи, а також сприяє підвищенню адаптації рослин до інших проявів несприятливих погодних умов [2, 6]. Деякі дослідження свідкують про скорочення тривалості вегетації та прискорення дозрівання рослин, збільшення кількості зернин в колосі і накопиченню поживних речовин під час наливу зерна [2].

Для передпосівної інкрустації насіння нині широко використовують мікродобрива, зокрема, для зернових колосових мідні. Оскільки цей мікроелемент є коферментом важливих ензимів. Дослідженнями виконаними під науковим керівництвом професора Крамарьова С.М. показали незаперечні переваги мікродобрив в хелатній формі в порівнянні з еквівалентними нормами відповідних солей [6]. Біометали для введення в рослини краще використовувати у вигляді комплексних сполук у хелатній формі, оскільки при цьому вони мають високу розчинність у воді, низьку токсичність, кращу проникність крізь біологічні мембрани. Крім того, можна як ліганди використовувати біологічно активні речовини, а також варіювати властивостями комплексних сполук

шляхом зміни будови їх молекул. Все це робить перспективними ці хелатні сполуки при використанні їх як мікродобрих [3].

Хорошими комплексоутворювачами є амінокислоти. Природні амінокислоти, що входять до складу білків, зазвичай мають одну аміно- і одну карбоксильну групи, наприклад амінооцтова кислота (гліцин HGl)  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ,  $\alpha$ -амінопропіонова кислота (аланін)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  та інші. Кількість аміногруп впливає на міцність комплексів, тоді як число карбоксильних груп – одна або дві – впливає на міцність мало.

Лужні та лужноземельні метали мають невелику спорідненість до аміногрупи, тому не утворюють стійких комплексів з амінокислотами. Проте іони  $\text{M}^{2+}$  d-металів утворюють дуже міцні хелатні амінокомплекси. При цьому міцність комплексів мало залежить від довжини і будови вуглецевого ланцюга  $\alpha$ -амінокислоти. Це вказує на однакову структуру координаційного вузла  $\text{CuN}_2\text{O}_2$  і характер хімічного зв'язку, що має чітко виражений ковалентний характер (рис. 1).

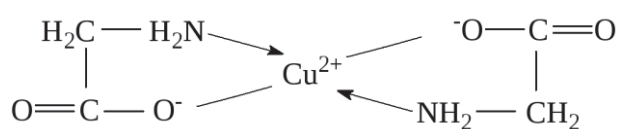


Рис. 1. Структурна формула купрум гліцинату

Купрум є важливим біоелементом, необхідним для нормального розвитку та росту рослин оскільки він входить як кофермент до складу ферментів, зокрема входить до складу деяких окиснювальних ферментів та сприяє підсиленню інтенсивності дихання рослин та прискорює процес засвоєння ними мінеральних форм азоту.

Мета роботи – дослідити можливість використання купрум гліцинату як хелатного мікродобрива для передпосівної інкрустації посівного матеріалу ячменю озимого у складі бакової суміші.

Науковий досвід і виробнича практика переконливо свідчать, що від якості підготовки посівного матеріалу до сівби залежить величина і якість майбутнього врожаю. Тому своєчасне проростання насіння є важливим етапом росту і розвитку рослин на початку їх онтогенезу. Одним із етапів пророщування є припинення післязбирального фізіологічного спокою насіння, для чого використовуються різні методи та процеси попередньої передпосівної обробки, включаючи вплив температури, світла, гормонів та ферментів.

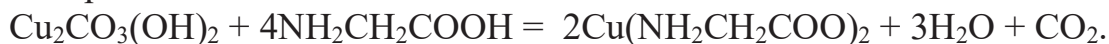
Передпосівна інкрустація насіння, що зазвичай включає його обробку певними стимуляторами і подальше висушування, слугує для посилення метаболізму і прискорення процесу проростання. Удосконалення технології інкрустації для отримання більш ефективних результатів щодо схожості, термінів проростання та сили ростків залишається актуальною задачею.

Інкрустація насіння поліпшує появу корінців, енергії проростання, одночасно викликаючи позитивні зміни в метаболічних процесах у насінні. Інкрустація насіння є підходом, що застосовується до різних культур для підвищення індексу схожості, скорочення пер іоду спокою, зменшення втрат насіння, стимулювання росту рослин, поліпшення якості врожаю і пом'якшення

біотичного і абіотичного стресу. Його економічність, практичність та ефективність у порушенні спокою насіння у різних рослин роблять його кращим методом. Інкрустація ефективно вирішує проблеми, пов'язані з проростанням, забезпечуючи отримання своєчасних та дружніх сходів [4].

Враховуючи високу ефективність передпосівної інкрустації у даній роботі використали вище зазначений спосіб передпосівної підготовки насіння до сівби. Як стимулятор проростання обрали купрум гліцинат з погляду його природного походження та екологічності. Новітні тенденції органічного землеробства пропонують зменшити використання шкідливих та небезпечних речовин, у тому числі під час інкрустації, задля попередження забруднення довкілля полютантами, зокрема рухомими формами важких металів, зменшення шкідливого впливу на екосистему.

Для отримання купрум гліцинату використали відомий метод синтезу взаємодії суспензії основного купрум(II) карбонату  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  з гліцином при нагріванні за реакцією:



У суспензію, що складається з 2 г основного купрум(II) карбонату та 30 мл дистильованої води, додали 6 г гліцину і нагріли до 60-65 °С при постійному перемішуванні з використанням магнітної мішалки. Отриману суміш залишили для відстоювання на одну добу і потім відфільтрували крізь складчастий фільтр «синя стрічка». Синтезовану речовину висушили за кімнатної температури на повітрі. Даний спосіб є доволі ефективним – вихід продукту становив 97%.

За результатами проведеного хімічного аналізу синтезованої сполуки була підтверджена її формула:  $\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . На ІЧ-спектрі (рис. 2) синтезованої комплексної сполуки присутні характеристичні смуги коливання для комплексів металів з амінокислотами. При цьому на спектрі відсутні сильні вузькі смуги валентних коливань вільних ОН-груп в області 3650-3590  $\text{cm}^{-1}$  внаслідок утворення ковалентних зв'язків з центральним атомом.

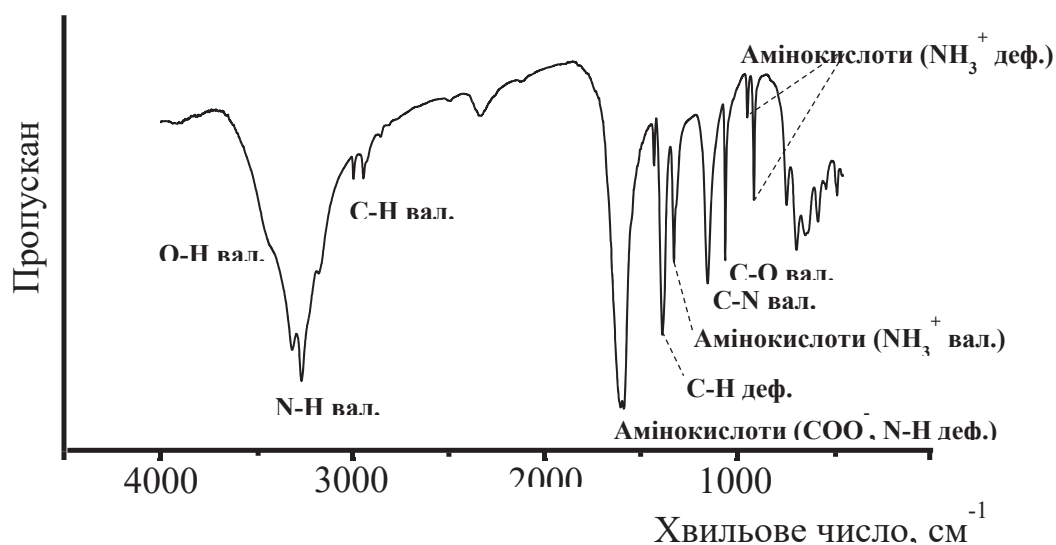


Рис. 2. ІЧ-спектр купрум гліцинату; коливання: вал. – валентні, деф. – деформаційні

Також отриманий атомно-абсорбційний спектр синтезованої речовини. Спектр купрум гліцинату суттєво відрізняється від спектру купрум сульфату: максимум смуги поглинання знаходиться при  $\lambda_{\max} = 630$  нм,  $\varepsilon = 165,76$  л/(моль·см), у той час як для купрум сульфату  $\lambda_{\max} = 805$  нм,  $\varepsilon = 13,48$  л/(моль·см). Це також підтверджує утворення купрум гліцинату.

Вивчення лабораторної схожості насіння та біометричних показників ячменю озимого сорту Тутанхамон (довжина кореня та висота пагона) проводилися в умовах лабораторії полімерних композиційних матеріалів Дніпровського державного аграрно-економічного університету у термостаті. Відібране насіння ячменю озимого (по 50 штук) замочували у розчинах купрум гліцинату, купрум етилендіамінтетраацетату та у дистильованій воді (контроль) при температурі 20–22°C на 30 хвилин. Концентрація координаційних сполук у розчинах, якими обробляли насіння ячменю озимого, еквівалентна 20 та 40 г купрум на 1 т зерна. Потім насіння розміщували у чашках Петрі на кружальцях фільтрувального паперу, заздалегідь змоченого дистильованою водою.

Визначення лабораторної схожості (кількість пророщеного зерна, у відсотках) проводили через дві доби. Біометричні вимірювання довжини кореня та висоти пагонів пророщеного ячменю озимого виконували з точністю до 0,1 см у трьох повторях та визначали середнє значення досліджуваних показників (табл.).

**Таблиця**

**Результати дослідження впливу купрум гліцинату  $\text{Cu}(\text{Gl})_2$  та купрум етилендіамінтетраацетату Cu-ЕДТА на пророщування насіння ячменю озимого сорту «Тутанхамон» (контроль – насіння, оброблене дистильованою водою); дані представлені як середнє значення трьох незалежних повторень  $\pm$  стандартне відхилення**

Обробка	Кількість купрум у г на 1 т зерна	Проросло, %, у тому числі без паростків	Максимальна довжина корінців, см	Максимальна довжина паростка, см
Контроль	–	31 $\pm$ 4	3,1	2,1
$\text{Cu}(\text{Gl})_2$	40	40 $\pm$ 5	4,0	2,4
	20	58 $\pm$ 5	3,4	2,7
Cu-ЕДТА	40	20 $\pm$ 3	3,3	2,1
	20	31 $\pm$ 4	2,9	2,0

При обробці насіння ячменю озимого водним розчином купрум гліцинату спостерігалась краща схожість, при цьому була більша довжина паростків та корінців. Цікаво, що обробка зерна кількістю 20 г Купрум на 1 т зерна дає кращі результати, ніж вдвічі концентрованими. Обробка комплексною сполукою Купрум з етилендіамінтетраацетатом не має суттєвого впливу на схожість та характеристики паростків.

Регуляція спокою насіння обумовлена балансом рослинних гормонів у насінні, молекулярними взаємодіями, зокрема такими реакціями, як окиснення та взаємодія амінокислот з редукуючими цукрами. Кількість активних форм кисню – іони кисню, вільні радикали та органічні і неорганічні пероксиди, а також кількість оксиду азоту (NO) збільшуються під час проростання насіння, а обробка

окисниками та сполуками нітрогену сприяють виходу насіння від стану спокою [5]. Проокисне середовище в дозрілому насінні наводить на думку про те, що окисно-відновна регуляція білка може бути частиною механізму проростання, а оборотні окисно-відновні модифікації білків можуть розглядаються як молекулярні перемикачі, що контролюють процеси розвитку [5].

Таким чином, можна пояснити позитивний вплив іонів Купруму на схожість насіння його окисними властивостями та здатністю реагувати з гормонами та білками. Різниця між дією на насіння комплексних сполук купруму з різними комплексоутворювачами може пояснюватись різним ступенем засвоюваності – комплекс з лігандом, що є амінокислотою, краще засвоюється живими організмами, а гліцин може приймати участь в реакції з редукуючими цукрами [5].

Таким чином, передпосівна інкрустація насіння є оптимальним засобом усунення перешкод, пов'язаних із проростанням, є економічно ефективним і екологічно безпечним. При дослідженні впливу купрум гліцинату на пророщування ячменю озимого сорту Тутанхамон отримали позитивні результати: схожість перевищує контроль на 9–27 %. Найкраща лабораторна схожість, більша довжина паростків та корінців спостерігалась при обробці насіння розчинами купрум гліцинату у кількості 20 г Купруму на 1 т зерна.

### Література

1. Panakhyd H., Konyk H., Stasiv O. Economic evaluation of models of establishment and usetechnologies of legume-grass. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6, no. 3. P. 221–234. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.12> (date of access: 12.09.2024).
2. Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat / M. Popko et al. *Molecules*. 2018. Vol. 23, no. 2. P. 470. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules23020470> (date of access: 12.09.2024).
3. Effect of growth regulator Melafen and chelated fertilizer Metalocene on yield and quality of winter wheat / I. Kuznetsov et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021. Vol. 38. P. 102198. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102198> (date of access: 12.09.2024).
4. Breaking seed dormancy for sustainable food production: Revisiting seed priming techniques and prospects / N. S. Chandel et al. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2024. Vol. 55. P. 102976. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102976> (date of access: 12.09.2024).
5. Ne' G., Xiang Y., Soppe W. J. J. The release of dormancy, a wake-up call for seeds to germinate. *Current Opinion in Plant Biology*. 2017. Vol. 35. P. 8–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2016.09.002> (date of access: 12.09.2024).
6. Крамарьов С. М., Красенков С. В., Артеменко С. Ф. Ефективність передпосівної інкрустації насіння озимих та ярих зернових культур і інокуляції сої в умовах північного Степу України. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*: Т.1. К.: Логос, 2009. С. 331-343.