

**Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний технічний університет сільського господарства  
ім. П. Василенка**

## **ШИФР «ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ»**

**Харків - 2019**

**Міністерство освіти і науки України**  
**Харківський національний технічний університет сільського господарства**  
**ім. П. Василенка**

Факультет механотроніки  
та систем менеджменту  
кафедра:  
Агротехнологій та екології

**СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА  
ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОПРОМІНЕННЯ  
НАСІННЯ МІКРОХВИЛЬОВИМ ПОЛЕМ НАДЗВИЧАЙНО ВИСОКИХ  
ЧАСТОТ ТА РЕГУЛЯТОРОМ РОСТУ РОСЛИН**

**РОБОТУ ВИКОНАВ:**

БОНДАР ВІТАЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ  
СТУДЕНТ ДРУГОГО РОКУ НАВЧАННЯ  
ОСВІТНЬОГО БАКАЛАВРСЬКОГО РІВНЯ

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:**

**БЕЗПАЛЬКО ВАЛЕНТИНА**

**ВАСИЛІВНА**

СТ. ВИКЛАДАЧ КАФЕДРИ  
АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ  
ХНТУСГ ІМ. П.ВАСИЛЕНКА

**ХАРКІВ – 2019**

## АНОТАЦІЯ

### У АНОТАЦІЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ ПІД ШИФРОМ «ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ»

Представлено дослідження з впливу екологічно чистої технології передпосівного мікрохвильового опромінювання насіння пшениці озимої з метою зменшення пестицидного навантаження на посіви.

*мікрохвильове поле надвисоких частот, регулятор росту рослин, пшениця озима, врожайність*

#### зазначаються:

**Актуальність теми.** В Україні та країнах зарубіжжя проводять дослідження з розробки безпестицидних способів передпосівного знезараження і стимуляції насінневого матеріалу, зокрема застосування фізичних факторів: озону, теплової енергії, електромагнітного поля тощо. За даними М. М. Гаврилюка, М. О. Кіндрука, [1] під впливом будь якого із факторів на насіння як біологічний об'єкт пов'язаний з активацією ферментних систем, що відіграють важливу роль у знищенні фітопатогенів, інактивації або гальмуванні їх розвитку без застосування хімічних речовин, формуванні посівних та врожайних якостей.

Одним із сучасних способів передпосівної обробки насіння деяких сільськогосподарських культур є опромінювання мікрохвильовим полем (МХП) надзвичайно високих частот (НВЧ). Так, перспектива цього методу полягає в його екологічній безпечності та незначних енергетичних витратах. Проте особливості впливу МХП НВЧ на насіння пшениці озимої залежно від дози опромінення, умов вирощування мало вивчені. Практично відсутні дані щодо можливості та ефективності поєднання передпосівного опромінення насіння мікрохвильовим полем з наступною його обробкою регуляторами росту рослин.

**Мета роботи** - Розробити екологічно безпечний спосіб підвищення врожайності пшениці озимої шляхом передпосівного опромінювання насіння мікрохвильовим полем надзвичайно високих частот з подальшою його обробкою регулятором росту рослин.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **завдання**:

1. Провести скринінг режимів мікрохвильового опромінювання насіння пшениці озимої виявити оптимальні параметри, які позитивно впливають на енергію його проростання та схожість.

2. Установити вплив передпосівного опромінення насіння мікрохвильовим полем надзвичайно високих частот у поєднанні з обробкою регуляторами росту на енергію проростання, схожість та врожайність насіння пшениці озимої .

**Предмет дослідження**— розробка екологічно безпечного способу підвищення врожайності пшениці озимої сорту Астет на основі передпосівного опромінення насіння мікрохвильовим полем надзвичайно високих частот та регулятором росту рослин .

**Об'єкт дослідження** - формування врожайності насіння пшениці озимої під впливом фізичних, біологічних способів стимуляції насіння.

**Методи дослідження** - – спеціальні:

– лабораторний – для визначення лабораторної енергії проростання та схожості насіння;

– польовий – вимірально-ваговий, визначення польової схожості та врожайності.

*В науковій роботі обсягом 27 аркушів (без урахування) використано: таблиць – 3; рис 2, використаної літератури – 61, з них іноземні – 3.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:**

*мікрохвильове поле надвисоких частот, регулятор росту рослин, пшениця озима, врожайність.*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	5
1.1 Особливості сучасних технологій вирощування пшениці озимої в зоні східного Лісостепу України	5
1.2 Теоретичні основи, завдання та розвиток технологій передпосівної обробки насіння в Україні	8
1.3 Розробка екологічно безпечних методів підвищення ефективності передпосівної обробки пшениці озимої	11
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	15
2.1 Матеріал дослідження	15
2.2 Методика проведення досліджень	16
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	19
3.1 Енергія проростання та схожість насіння пшениці залежно від режиму обробки МХП НВЧ	19
3.2 Лабораторна та польова схожість пшениці озимої залежно від режиму опромінення МХП НВЧ і способу передпосівної обробки насіння	21
3.3 Урожайність зерна пшениці озимої залежно від способу передпосівної обробки насіння МХП НВЧ та регулятора росту	25
3.4 Економічна ефективність способів передпосівної обробки насіння пшениці озимої МХП НВЧ та регулятором росту Марс EL	26
<b>ВИСНОВКИ</b>	27
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	28

## ВСТУП

Зернові культури складають основу сільськогосподарського виробництва. Серед зернових культур вони найцінніші і найбільш поширені у світі. Виробництво зерна у світі зростає переважно за рахунок покращення сортових ресурсів та модернізації зональних технологій вирощування хлібних злаків, зокрема пшениці, ячменю, жита та вівса.

Провідною зерновою культурою у світі і в Україні була і залишається пшениця. Загальна площа посівів становить близько 240 млн. га у світі і 7 млн. га в Україні. Світовий обсяг виробництва пшениці за 2017 рік склав близько 750,1 млн. т, а в Україні – 21 млн. т. Закономірно, що пшениця є основним продуктом харчування у 43 країнах світу з населенням понад 1 млрд. осіб [5].

Світовий досвід свідчить, що використання «інтенсивних» технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур починаючи з 80-х років минулого століття, призвело до загострення протиріч між економікою і екологією. Інтенсивне застосування використання в землеробстві пестицидів та мінеральних добрив, в т.ч. хімічних засобів для передпосівної обробки насіння, одночасно з підвищенням продуктивності рослин неминуче викликає цілий ряд небажаних явищ екологічного та економічного плану.

Одним із обов'язкових елементів технологічного процесу вирощування зернових культур, який впливає на підвищення врожаю є передпосівна обробка насіння хімічними і біологічними препаратами різного походження. Для зменшення негативного впливу агрохімікатів на навколишнє середовище протягом останніх років в Україні та за кордоном проводиться пошук нових альтернативних методів знезараження насіння [6].

Отже, одним із екологічно безпечних і мало витратних методів передпосівної обробки насіння є опромінення мікрохвильовим полем надзвичайно високої частоти (МХП НВЧ). Поряд із фізичним методом обробки насінневого матеріалу мікрохвильовим полем, в практиці сільського господарства значного поширення набули регулятори росту рослин та біологічні препарати, які застосовуються для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів та врожайності багатьох сільськогосподарських культур [7].

## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості сучасних технологій вирощування пшениці озимої в зоні східного Лісостепу України

Зернові колосові культури складають основу сільськогосподарського виробництва. Серед польових культур хлібні злаки найцінніші та найбільш поширені в Світі, де є землеробство. За площею посіву перше місце у Світі посідає пшениця, а друге – рис [8].

Отримання високих, стабільних урожаїв зерна залежить від комплексу факторів і прийомів необхідних для вирощування культур – починаючи від підготовки ґрунту і посіву до збирання врожаю.

В сучасному рослинництві України застосовуються різні технології вирощування пшениці озимої, найбільш відомими з яких є – інтенсивні, ресурсозберігаючі, біологічні (органічні) та No-till.

Саме структура технології впливає на економічні показники, екологічну ситуацію та стан ґрунту. Основними елементами технологій вирощування зернових колосових культур є науково обґрунтовані сівозміни, використання високоврожайних, стійких проти вилягання і осипання сортів; забезпечення рослин елементами живлення та їх захист від хвороб, шкідників та бур'янів [9]. Всі агротехнічні заходи вирощування колосових культур повинні бути жорстко диференційовані залежно від ґрунтово - кліматичних умов зони вирощування [10,11].

Високі врожаї пшениці озимої в Лісостеповій зоні забезпечують такі попередники як пари, багаторічні трави на один укіс, вико-вівсяні суміші на зелений корм і сіно, горох на зерно, кукурудза на зелений корм допускається вирощування після гречки та вівса, соняшнику.

Підвищення продуктивності сучасних сортів пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження залежить від раціонального застосування мінеральних та органічних добрив. Строки і норми внесення добрив корегуються погодними умовами та фазами вегетації рослин. Оптимальне співвідношення окремих

елементів визначається з урахуванням агрохімічних властивостей ґрунту та коефіцієнтів виносу поживних речовин культурними рослинами [12].

За науковими даними, частка добрив у формуванні врожаю становить 30-40 %, що значно вище, ніж частка насіння, засобів захисту рослин чи обробітку ґрунту [13].

При вирощуванні за інтенсивними агротехнологіями пшениця озима потребує більше азотних добрив ніж інші культури. Під основний обробіток ґрунту вносять калійні добрива повністю, основну частину фосфорних та 20–30 % азотних добрив від загальної їх кількості, оскільки при одночасному їх загортанні ефективність збільшується в 1,5 рази у порівнянні з роздільним внесенням [14].

У зв'язку із значним вимиванням поживних речовин в більш глибокі шари ґрунту, проведення весняного азотного підживлення посівів озимих культур в сумарній дозі 100–130 кг/га д.р. є надзвичайно актуальним та обов'язковим заходом [15].

Сучасні системи обробітку ґрунту є важливою складовою технології вирощування культури. Загострення екологічних проблем в Україні та інших країн світу, диктує необхідність пошуку варіантів альтернативного землеробства. Це перехідні системи землеробства – зернові, сидеральні, плодозміна, травопільна [16].

Насиченість сівозмін зерновими колосовими культурами, що характерно для інтенсивних технологій, призвело до значного зниження родючості ґрунту, забур'яненості посівів, погіршення водного та повітряного режиму живлення [17].

Поверхневий обробіток ґрунту сприяє більш інтенсивній роботі целюлозо руйнуючих бактерій, що підвищує утворення доступних поживних речовин для рослин, а значить, збільшує запаси продуктивної вологи та поживних речовин в ґрунті через поживні рештки, що залишаються на полі. При цьому покращуються економічні та енергетичні показники виробництва, але



забур'яненість посівів підвищується багаторічними коренепаростковими бур'янами [18].

Своєчасна сівба забезпечує найбільш сприятливі умови розвитку рослин і використання всіх факторів для отримання високого врожаю зерна пшениці озимої з найкращими його якісними показниками [19].

За останні 10 років тенденції щодо потепління клімату прискорилися. За даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології на території області за останні 17 років середньодобова температура залежно від місяця зросла на 0,7–2,5 °C у порівнянні з середніми даними за період 1951–1993 років. Істотно підвищилась за вказаний період також середньодобова температура повітря у липні-листопаді (особливо у жовтні та листопаді).

Підвищення суми ефективних температур (вище +10 °C) коливається від 5,1 °C у липні до 103,7 °C у серпні. В період сівби, сходів та осіннього розвитку рослин озимини (вересень-жовтень) цей показник був на 22–35 °C вище норми [13].

В зв'язку з цим оптимальні строки посіву озимої пшениці в зоні східного Лісостепу України змістились у більш пізній період з 5 по 20 вересня, допустимі – до 25 вересня [13].

Найважливішою особливістю інтенсивних технологій на сьогодні стає біологізація технологічних процесів – це використання можливостей сівозмін, сорту, раціональної системи удобрення, інтегрованого захисту рослин, підготовки ґрунту залежно від його родючості, а також застосування регуляторів росту рослин [20, 21].

Передпосівна обробка насіння хімічними засобами захисту рослин або протруєння насіння є одним із обов'язкових елементів всіх технологій вирощування зернових колосових культур у східній частині Лісостепу України.

Протруєння насіння – це ефективний спосіб захисту рослин від насінневої та ґрунтової інфекцій, а у ранніх фазах розвитку рослин – і від аерогенної інфекції [22]. Хімічні засоби захисту рослин, як свідчать численні результати

наукових досліджень і досвід їх практичного використання слід застосовувати обмежено, лише у разі необхідності [23].

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур з використанням інтенсивних технологій на протязі останніх 30 років привело до загрозованої екологічної проблеми – до протиріччя між економікою і екологією. Широке застосування мінеральних добрив, хімічних речовин у захисті рослин від шкідників, хвороб і бур'янів зумовило забруднення навколишнього середовища, і як наслідок погіршення якості продукції рослинництва і негативний вплив на здоров'я людини [24].

Передпосівна обробка насіння цікава не лише з точки зору економіки, але й з точки зору екології: у порівнянні з обприскуванням, значно зменшується оброблювана площа. Наприклад, при обприскуванні 1 га обробляється 10000 м<sup>2</sup> ґрунту, при цьому діючі речовини вносяться суцільним способом, тоді як за протруювання площа обробки значно скорочується.

Крім того, обробка насіння діє в меншій мірі на нецільові об'єкти, не зносився вітром – тобто менше залежить від погодних умов і є важливим елементом інтегрованого захисту рослин.

Разом з тим, передпосівна обробка насіння хімічними протруйниками, попри всі переваги перед іншими способами застосування пестицидів, залишається джерелом погіршення екологічної безпеки в Україні.

## 1.2 Теоретичні основи, завдання та розвиток технологій передпосівної обробки насіння в Україні.

Історія розвитку світового сільського господарства свідчить: грибні, бактеріальні і вірусні хвороби, бур'яни, шкідливі комахи та нематоди здатні різко знизити валове виробництво і якість продукції, а в деяких випадках навіть цілком знищити врожай. За даними ФАО від шкідливих організмів світові втрати врожаю основних сільськогосподарських культур становлять: від хвороб – 21 %, від шкідників – 11 %, бур'янів – 24 % [25].

В Україні середньорічні втрати врожаю від хвороб, шкідників і бур'янів становлять 20–30 %, в т. ч. пшениці – 27 %. Отже, навіть часткове запобігання

втратам є важливим фактором істотного підвищення продуктивності рослинництва.

Уперше протруєння насіння (ймовірно, хлористим натрієм) проти сажки пшениці описав 1637 року Ремнет. Так, у 1733 році британець Телл згадує протруєння насіння зернових солоною морською водою. Це трапилось випадково. 1660 року неподалік Бристоля затонуло судно з вантажем пшениці. Частину зерна вдалося врятувати, але, оскільки воно було просякнуте солоною водою, молоти на борошно його не стали, а використали як посівний матеріал. Так селяни помітили вигідну різницю між “солоними” та звичайними посівами [26].

Крім мідних, ртутних сполук і формальдегіду, як протруйники використовували доволі велику кількість хімічних сполук (кислоти, луги, солі легких та важких металів, феноли, крезолі, смоли, органічні фарби, речовини, що виділяли активний хлор). Поміж них “Служба захисту рослин” Німеччини, станом на 1 вересня 1926 року, встановила перелік із 14 торгових марок, що заслуговували на увагу (а взагалі такий “конкурс” німці почали проводити з 1923 року). За суттю, це був перший рекомендований перелік протруйників, прообраз нашого вітчизняного “Переліку ...” [26].

На сьогодні, в багатьох країнах світу протруєння насіння є не лише необхідним, але й законодавчо обов’язковим заходом захисту сільськогосподарських культур. За даними ірландських фахівців, без проведення передпосівного протруювання від кореневих гнилей в цьому регіоні гине до 50 % сходів пшениці озимої [27].

Ще в 80-тих роках минулого століття на відміну від існуючих технологій передпосівного обробітку насіння набули розвитку технології екологічно більш безпечні. В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр’єва була розроблена технологія передпосівної обробки насіння під назвою «інкрустація», що об’єднувала власне протруєння і створення захисної оболонки для насінини [28]. Ефективність протруєння в даній технології обумовлена не лише впливом протруйника, але і утворенням захисної плівки на поверхні насіння, що

запобігає доступу ґрунтових мікроорганізмів до насіння через мікротравми ендосперму або зародка.

Разом з тим, протруйники, забезпечуючи достатню ефективність захисту рослин на початку вегетації, залишаються джерелом забруднення довкілля, сорбуються зерном і продукцією, що зберігається, негативно впливають на здоров'я людини [29].

За даними ряду авторів використання хімічних препаратів для передпосівної обробки насіння пригнічує життєвість зародка, послаблюючи продуктивність рослин і створюють середовище для зниження імунітету продовж вегетаційного періоду [30]. Такі заходи не сумісні з екологічно чистим середовищем і якістю продуктів харчування.

Тому, досить актуальним залишається питання розробки та дослідження нових екологічно чистих методів для передпосівної обробки насіння, які дозволяють при мінімізації енергетичних затрат досягти підвищення врожайності. Зокрема, для України, майже вся територія якої оголошена зоною екологічного лиха, широке застосування хімічних препаратів може привести до непередбачуваних результатів [31].

Серед екологічно чистих способів передпосівної обробки є термічні методи які застосовуються до насіння різних сільськогосподарських культур з метою підвищення їх схожості і зниження їх зараженості патогенною мікрофлорою.

Обробка насіння підігрітою парою за температури 150°C також підвищує схожість. Але недоліком термічного методу є тривалість обробки посівного матеріалу (від декількох годин до декількох місяців), а також велика енергоємність і багатоступінчастість процесу [32].

Фотоенергетичні методи з метою стимуляції ростових процесів застосовують як до насінневого матеріалу, так і до вегетуючих рослин. Передпосівна обробка насіння імпульсним сфокусованим сонячним випромінюванням дає зростання урожайності до 10 %, а обробка вегетуючих рослин – збільшення інтенсивності протікання фотосинтетичних процесів [33].

Відомі також інші екологічно чисті, високо ефективні способи передпосівної обробки насіння: опромінення мікрохвильовим полем (МХП) надзвичайно високих частот (НВЧ) (Одеський Селекційно-генетичний інститут, Харківський Національний технічний університет радіоелектроніки та Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН) [34, 35,36, 37,38].

### 1.3 Розробка екологічно безпечних методів підвищення ефективності передпосівної обробки пшениці озимої.

Через надмірне забруднення навколишнього середовища внаслідок широкого неконтрольованого використання пестицидів, а також мінеральних добрив дуже актуальним є пошук альтернативних систем землеробства. В основі їх – біологізація, яка передбачає обмеженні, а в перспективі – відмову від застосування хімічних засобів, розширення застосування нових видів біологічних засобів захисту рослин, особливо за несприятливих умов довкілля [39].

У досліджах Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та інших науково-дослідних установ України протягом багатьох років вивчається вплив різних способів передпосівної обробки насіння, серед яких, застосування регуляторів росту рослин, біопрепаратів, інкрустування насіння, озонування, фізичні методи обробки та їх поєднання у порівнянні з хімічними протруйниками, на формування врожайності та показників якості багатьох сільськогосподарських культур [40].

Інтенсивне застосування хімічних засобів для передпосівної обробки насіння, одночасно з підвищенням продуктивності рослин неминує викликає цілий ряд небажаних явищ екологічного та економічного плану. Екологічні наслідки використання пестицидів посилюються їх кумулятивним ефектом, що дуже небезпечно для якості одержаної продукції. Ці речовини не є природними, а тому викликають канцерогенез і мутагенний ефекти. При цьому, знезараження насінневого матеріалу є обов'язковим агротехнічним заходом в технології вирощування сільськогосподарських культур, без якого проблему підвищення їх урожайності вирішити не вдається. Тому, вчені і практики ряду

країн світу переходять на альтернативні способи передпосівної обробки насіння [40].

Одним з екологічно безпечних способів передпосівної обробки насіння є опромінення мікрохвильовим полем (МХП) надзвичайно високих частот (НВЧ).

З розвитком органічного сільськогосподарського виробництва в Україні значно скорочується норми надходження хімічних речовин в агросистеми. Починаючи з 2004 року в ЕС для господарств з органічним землеробством було заборонено використання традиційних методів хімічної обробки насіння. Це стало причиною пошуку нових способів передпосівної обробки насіння – насамперед фізичних, як альтернативи хімічним [41].

Застосування високочастотних електромагнітних хвиль в мікрохвильовому діапазоні для обробки насіння характеризується значною інтенсивністю нагрівання, а також проникнення тепла у внутрішні тканини зерна [42]. Значно зростає можливість зниження його схожості. Спосіб малопридатний в практиці тому, що з висушенням поверхні насіння разом з хворобливими організмами гине саме насіння.

Вченим А.С. Пресманом, ще в 1956 році, запропоновано дію електричних хвиль не тільки як теплову енергію, але і як процеси, що проходять на фоні нагрівання [43]. Він зробив припущення про інформаційний вплив електромагнітного поля (ЕМП) на біологічні об'єкти .

На сучасному етапі можливі механізми впливу ЕМП на рослинні організми умовно поділяються на декілька рівнів [44]. По перше, це енергетичний вплив, що має фізико-механічну основу теплового ефекту (зростання температури, локального тиску) і є найбільш вивчений. Найбільш невизначений рівень – інформаційний, коли зовнішній потік енергії не спроможний внести суттєвих змін в термодинаміку біологічних процесів, але може впливати на процеси життєдіяльності рослинних організмів. Реалізується такий підхід на клітинному рівні і пов'язаний з біологічними структурами. Це елементи клітинних мембран, що володіють значним дипольним електричним моментом (молекули білків – ферментів та ін.) [45].

Найбільш перспективним, із фізичних методів передпосівного обробітку насіння є мікрохвильова (МХ) технологія, як результат багаторічних досліджень вчених військово-промислового комплексу і галузевої науки [46]. Багаторічні наукові експерименти і досвід ряду сільськогосподарських виробників підтверджують, що мікрохвильове поле пригнічує весь комплекс насінневої інфекції, що створює альтернативу хімічному методу захисту рослин [47].

Використання мікрохвильових комплексів стимуляції насіння спеціалістами провідних науково-дослідних установ, як в Україні, так і за кордоном, дало можливість виявити резерви підвищення врожайності сільськогосподарських культур. За підсумками ряду авторів, увага до фізичного методу передпосівної обробки насіння мікрохвильовим полем в тому, що при цьому вирішується ряд технологічних і господарських питань [45]. Основні з них: підвищення лабораторної і польової схожості насіння, прискорення розвитку рослин, прискорене дозрівання, стійкість до морозів і посух, шкідників і патогенів, збільшення біомаси, підвищення якості продукції (крохмалю, білка і ін.), знезараження насіння і одержання екологічно чистої продукції, із зменшеним вмістом нітратів і пестицидів. Але головне – значне підвищення врожайності польових культур [48]. Особливе місце займають дослідження пов'язані з випробовуванням МХ технології по стимуляції насіння, тобто для підвищення рівня реалізації потенціалу продуктивності рослин [49].

Відомо, що серед методів, які стимулюють ростові процеси і прискорюють ріст і розвиток рослин виділяють фізичні, хімічні і біологічні. Жоден з них, як свідчать автори, не набув широкого використання тому, що вони недостатньо обґрунтовані, не розкриті механізми їх дії на насіння, та післядії [50].

Ефект біостимуляції насіння енергією мікрохвильового поля проявляється по різному, в залежності від генотипу рослин, сортової реакції, а також вихідної якості насіння. За даними досліджень з озимими зерновими

культурами (пшениця, ячмінь) цей ефект нівелюється умовами осінньо-зимового періоду, але і в такі роки приріст врожаю був переважно достовірним [51].

Дослідження можливих механізмів дії МХП на біологічні об'єкти проводились авторами на функціональному рівні, третьому після енергетичного і інформаційного [45]. Були виявлені оптимальні режими ЕМП, які активізують дію на ферментативні системи насіння сільськогосподарських культур, при цьому не ушкоджують структурно-функціональну цілісність і біохімічний склад обробленого насіння. Протягом вегетаційного періоду посилювалась інтенсивність асиміляційних процесів.

Універсальність і практичне значення МХ технології, за даними авторів в тому, що поряд з підвищенням врожайності польових культур, послаблюється техногенне навантаження на оточуюче природне середовище. Технологія зводить до мінімуму, а не рідко і до повного виключення ядохімікатів, серед яких особливо небезпечні пестициди. Їх розклад у ґрунті, рослинах і в воді часто супроводжується більш стійкими і токсичними елементами, в порівнянні з початковими сполуками [52].

Одержані дані і накопичений досвід використання різних режимів ЕМП в значній мірі апробовані в лабораторних умовах і дослідних ділянках різних господарств і рекомендовані в сільськогосподарську практику передпосівної обробки насіння.



## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріалом для дослідження використаний сорт пшениці озимої м'якої.

*Характеристика досліджуваного сорту пшениці озимої м'якої:*

Сорт *Астем*. Оригігатор—Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Внесений до державного Реєстру сортів з 2005 року, рекомендований для вирощування в Лісостеповій та Степовій зонах України [2].

Апробаційні ознаки: різновидність еритроспермум (*erythrospermum*). Стебло з середнім восковим нальотом на верхньому міжвузлі. Колос зі слабким нальотом, веретеноподібної форми, довжиною 8–9 см, середньої щільності. Остюки довгі (10 см), зазублені, після виколошування мають антоціанове забарвлення. Зерно червоне, середньої величини, овальної форми з широким опушеним чубком. Пиляки мають антоціанове забарвлення. Маса 1000 зерен 39–43 г.

Біологічні особливості: сорт середньостиглий, колосіння та визрівання відбувається в строки, близькі до стандартів, короткостеблій (висота рослин 79–85 см), стійкий до вилягання. Стебло тонке, має добру куцистість і може формувати 700 і більше продуктивних пагонів на 1 м<sup>2</sup>. Зимостійкість підвищена – 8,2–8,7 бала. У польових умовах толерантний до основних шкочочинних хвороб. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією.

Потенційна врожайність до 9,5 т/га. Зерно в залежності від місця і умов вирощування, містить 12,4–14,5 % білка і 25–29,9 % клейковини, сила борошна 280–431 о. а., об'єм хліба 660 см<sup>3</sup>.

### **ВІДОМОСТІ ПРО ФАКТОРИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ.**

#### **Протруйник насіння:**

– Вітавакс 200 ФФ, виробництва „Кромптон/Юніроял Кемікал”. Комбінований препарат, механічна заводська суміш двох фунгіцидних діючих речовин: карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л. Вітавакс 200 ФФ – контактно-системний фунгіцид захисної і терапевтичної дії. Призначений

для знищення збудників грибних хвороб на поверхні і в середині насіння, запобігає ураженню сходів культур, на яких застосовується. Препарату властивий широкий спектр фунгіцидної дії. Гальмує розвиток збудників хвороб усіх видів сажки, корневих і стеблових гнилей, пліснявіння насіння, антракнозу та деяких інших фітопатогенних грибів. Препарат занесено до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.

Насіння зернових культур обробляли препаратом із рекомендованою фірмою нормою витрати 2,5–3,0 л у 10 л води на 1 тону.

#### **Електротехнологічні фактори:**

Мікрохвильове поле (МХП) діапазону надзвичайно високих частот (НВЧ).

Обробку мікрохвильовим коливанням електромагнітного поля надзвичайно високих частот МХП НВЧ, що широко використовується для роботи багатьох радіо та побутових мікрохвильових пристроїв, проводили в діапазоні частот 2,5–3,4 ГГц, потужністю 0,9–1,8 кВт на протягом 5–95 с на 1 кг насіння.

Регулятор росту рослин:

Марс EL” містить: Поліетиленоксид молекулярної маси 400 (Емульгатор, Кріопротектор) – 23,2 %; Поліетиленоксид молекулярної маси 1500 (Плівкоутворюючий емульгатор) – 54,5 %; Ендофіт L1 (Стимулятор) – 5,0–10,0 %; Гумат натрію – 1,2 %, Гумат калію – 2,0 %.

## 2.2 Методика проведення досліджень

Опромінювання насіння пшениці озимої електромагнітним полем надзвичайно високих частот МХП НВЧ проводили на обладнанні Харківського технічного університету радіоелектроніки (рис. 1).



Рис. 1 Устаткування для опромінення насіння МХП НВЧ Харківського національного технічного університету радіоелектроніки УМВК-1.

Обробку мікрохвильовим коливанням електромагнітного поля надзвичайно високих частот МХП НВЧ, що широко використовується для роботи багатьох радіо та побутових мікрохвильових пристроїв, проводили в діапазоні частот 2,5–3,4 ГГц, потужністю 0,9–1,8 кВт на протягом 5–95 с на 1 кг насіння.

Польові досліди проводили в сівозміні лабораторії насінництва та насіннезнавства інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Після попередника для пшениці озимої – чорний пар. Площа облікової ділянки в дослідах становила 20 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне.

Передпосівну обробку насіння опроміненням (МХП НВЧ) пшениці озимої проводили як окремо, так і з подальшим застосуванням регулятора росту рослин Марс EL (200 мл/т).

Посівні якості насіння до і після обробки визначали у лабораторії насінництва та насіннезнавства інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, згідно з чинними ДСТУ 4138-2002 [3,4]. Для цього відбирали зразки по 100 насінин кожного варіанту обробки, в 4-разовому повторенні. Пророщування проводили в термостаті за температури +20 °С на зволоженому фільтрувальному папері. Через 4 доби підраховували енергію проростання, а лабораторну схожість – через 7 діб.

Сівбу проводили сівалкою СКС-6-10 на глибину 5–6 см (по 10 рядків в кожній ділянці). Норма висіву складала 4,5 млн. схожих насінин на 1 га з послідуочим прикочуванням котками ЗКШ-6А. Сівбу проводили елітним насінням

Польову схожість насіння визначали за методикою Їжика М.К. [62] після появи сходів до початку кущіння (початок фази 5–10 % рослин; повна –75 %). У двох несумісних повтореннях по варіантах досліду виділяли майданчики в 3–х місцях по діагоналі загальною площею 1 м<sup>2</sup> і проводили підрахунок схожих рослин.

Збір врожаю приводили шляхом обмолоту рослин у повній стиглості зерна; однофазне збирання проводили комбайном «Samro 130». Урожайність з ділянки приводили до стандартної вологості і 100 %-ої чистоти.

Вивчення дії мікрохвильового (МХП) поля надзвичайно високих частот (НВЧ) на посівні якості та врожайність пшениці озимої сорту Астет.

1. Контроль, без обробки
2. Вітавакс 200ФФ, 2,5 л/т
3. МХП НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 с
4. МХП НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 с + Марс EL, 0,2 л/т
5. МХП НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 с
6. МХП НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 с + Марс EL, 0,2 л/т

### РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Лабораторні дослідження проводились в лабораторії насінництва та насіннезнавства Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

3.1 Енергія проростання та схожість насіння пшениці озимої залежно від режиму обробки МХП НВЧ.

Висока енергія проростання характеризує здатність насіння швидко і дружно проростати, що свідчить про те, що проростки будуть міцними і стійкими до несприятливих умов навколишнього середовища в період сівби і одержання сходів [54].

Головними проявами впливу електромагнітного поля на насіння як біологічний об'єкт є:

- функціональний ефект (розрив водневих зв'язків та виникнення процесів гідратації крохмалю з утворенням кінцевих біохімічних складових – глюкози та фруктози і інші ферментативні перетворення, що в наступному впливають на стимуляцію, інтенсифікацію та проростання) [55].

За визначенням ряд авторів, вказані ефекти проявляються одночасно, але зробити висновок про ступінь біологічного ефекту внаслідок передпосівного опромінення насіння МХП НВЧ, можливо лише шляхом визначення показників якості насіння – перш за все, енергії проростання та схожості.

У зв'язку з цим, нами були проведені пошукові дослідження з метою встановлення оптимальних режимів опромінювання насіння пшениці озимої мікрохвильовим полем надзвичайно високої частоти в діапазоні 2,5–3,4 ГГц на обладнанні Харківського національного університету радіоелектроніки. Оптимальним режимом опромінювання насіння є такий, який не призводить до зниження схожості або зумовлює її підвищення, а ефект оздоровлення насіння зберігається на наступних етапах розвитку рослин.

Зразки насіння опромінювали мікрохвильовим полем надзвичайно високих частот масою 200 г кожний. Вивчали опромінення потужністю 0,9 або

1,8 кВт на 1 кг насіння при змінній експозиції (тривалість опромінення) інтервалом 5 с – від 5 до 95 с. При цьому було встановлено, що залежно від експозиції температура насіння підвищувалася і становила від 20 до 87 °С. Через 7 діб після опромінювання та обробкою регулятором росту Марс EL, 0,2 л/т зразки висівали для визначення лабораторної схожості за ДСТУ 4138–2002 [3,4].

Показники енергії проростання і схожості опроміненого насіння пшениці озимої змінювалися залежно від потужності опромінювання та його експозиції, а посівні якості насіння, до якого застосовували підвищені режими «доза-експозиція» істотно знижувалися, або навіть відзначалася загибель зародків.

За даними наших досліджень виявлена закономірність властива кожному сорту–при певній експозиції опромінювання, перед «порогом» суттєвого зниження схожості, відбувалось її максимальне підвищення, що у багатьох випадках перевищувало показник контрольного варіанту [53, 54].

Найбільш оптимальною експозицією опромінювання насіння пшениці озимої сорту Астет МХП НВЧ в режимі з потужністю 1,8 кВт/кг насіння є 15 с, при якій відзначено максимальні показники енергії проростання та схожості, на рівні 93 %, при 88 та 89 % відповідно на контролі без обробки. При експозиції опромінювання від 5 до 10 с енергія проростання та схожість були меншими 90–91 % та 91–92 % відповідно. Збільшення експозиції опромінювання від 20 до 30 с супроводжувались різким зниженням енергії проростання та схожості насіння 85–87 % та 86–88 % відповідно (рис. 2).

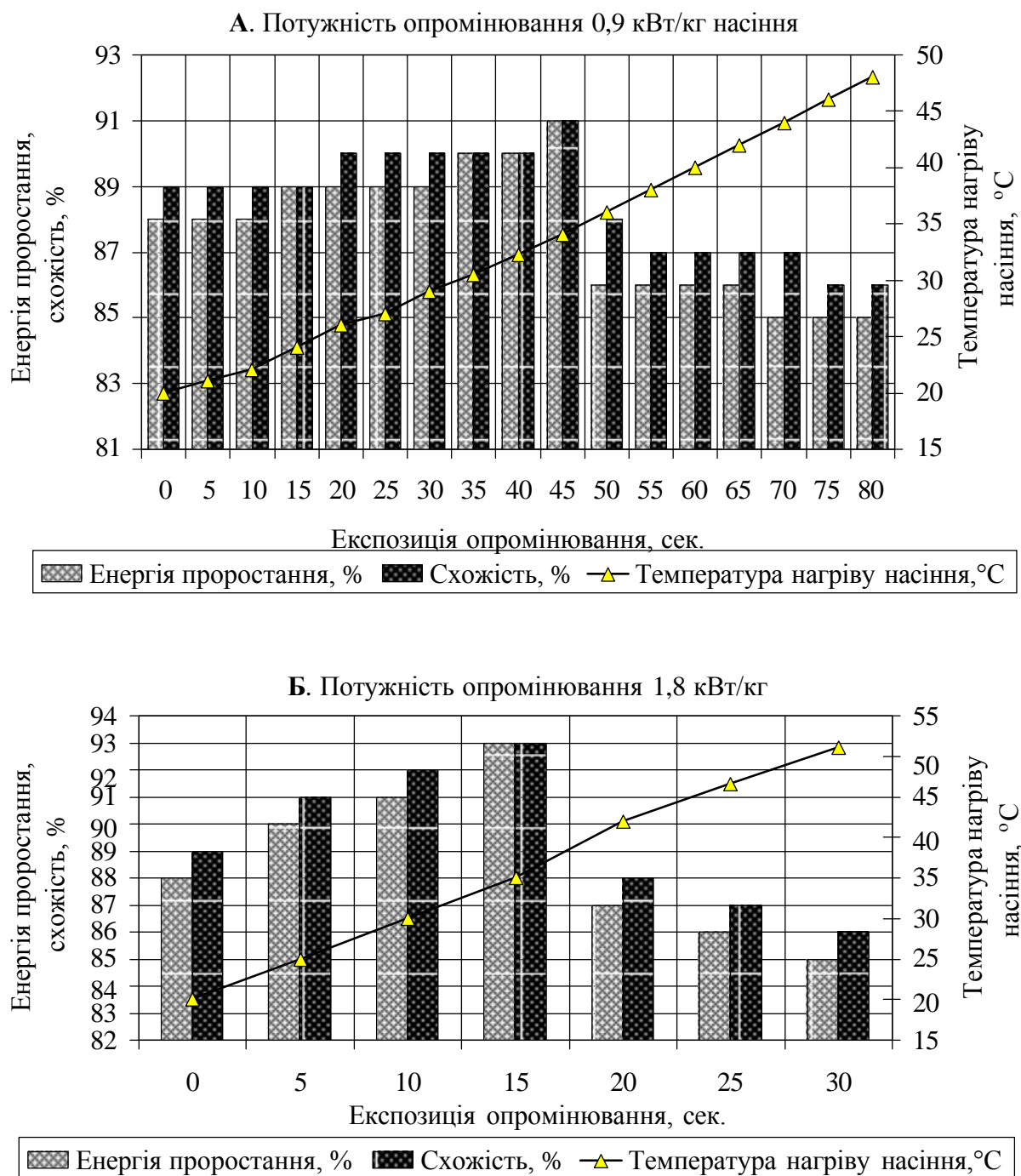


Рис. 2. Енергія проростання та схожість насіння пшениці озимої сорту Астет після опромінювання МХП НВЧ у різних режимах потужності та експозиції, середнє за 2016, 2017 рр. (А–0,9 кВт/кг; Б–1,8 кВт/кг)

3.2. Лабораторна та польова схожість пшениці озимої залежно від режиму опромінення МХП НВЧ і способу передпосівної обробки насіння

В комплексі технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур—передпосівна обробка полягає у знезараженні насіннєвого матеріалу протруйниками, а також обробці синтетичними препаратами різного походження, які стимулюють посівні і врожайні якості насіння [26].

Разом з тим, в Україні та в інших країнах світу проводять дослідження з вивчення ефективності нетрадиційних екологічно безпечних методів передпосівної обробки насіння. Одним з таких методів є мікрохвильове опромінення надзвичайно високих частот. За даними ряду авторів: В.П. Тучного В.П., Кармазина Ю.А., Левченко Є.А. застосування мікрохвильової технології не виключає можливості її поєднання з обробкою насіння біологічними та препаратами [6].

Тому наступним етапом пошукових лабораторних досліджень було вивчення впливу додаткової передпосівної обробки насіння пшениці озимої опроміненого МХП НВЧ, регуляторами росту рослин на показники енергії проростання та схожості. Для цього, після опромінювання МХП НВЧ проводили передпосівну обробку насіння. Для пшениці озимої нами було взято для досліджень регулятор росту Марс ЕЛ з рекомендованою виробником нормою 0,2 л/т.

За свідченнями М.М. Кулешова «висота польової схожості дуже тісно пов'язана з висотою лабораторної схожості» [56]. Тому, в наших дослідженнях, вивчали вплив МХП НВЧ та регуляторів росту рослин на посівні якості насіння пшениці озимої в лабораторних умовах, до висіву обробленого насіння на дослідних ділянках. При цьому встановлено, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої сорту Астет МХП НВЧ та препаратом Марс ЕЛ у 2016, 2017 рр. в більшості випадків істотно не впливала на лабораторні показники енергії проростання та схожості, що пов'язано з високими посівними якостями посівного матеріалу. Так, енергія проростання, в середньому в 2016–2017 рр. становить 96 %, а схожість 95 %(табл.1).

Таблиця 1



Посівні якості озимої пшениці сорту Астет залежно від способу передпосівної обробки насіння

№ з/П	Варіант обробки насіння	Енергія проростання, %		Середнє днів	Лабораторна схожість, %		Середнє днів
		2016 р.	2017 р.		2016 р.	2017р.	
1	Контроль без обробки	97	95	95	97	95	96
2	Вітавакс, 200 ФФ, 2,5 л/т	96	96	96	97	97	97
3	НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 сек.	95	95	95	97	96	96
4	НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 сек. + МАРС EL	97	95	95	97	95	96
5	НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 сек.	97	95	95	98	95	96
6	НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 сек. + МАРС EL	97	95	96	97	96	97
	НІР <sub>05</sub>	1,90	1,97	-	1,84	1,92	-

Польова схожість – інтегральний показник якості насіння та рівня агротехніки [56].

Зниження польової схожості навіть на 1 % призводить до перевитрати високоякісного насіння. Крім цього, зниження цього показника провокує зменшення врожайності пшениці озимої на 1–1,5 %, ярих зернових на 1–2 %, що призводить до значного недобору врожаю зерна.

В дослідженнях 2016–2017 рр. важливо було встановити вплив різних способів передпосівної обробки насіння пшениці озимої на його польову схожість.

Визначення польової схожості проводили у фазу повних сходів. При цьому встановлено, що в середньому за 2016–2017 рр. польова схожість на контролі і у варіанті з протруйником Вітавакс 200 ФФ була практично однаковою 89,4–91,4 %. Проте, у несприятливому 2017 році, польова схожість насіння пшениці озимої у варіанті з протруєння Вітавакс 200 ФФ перевищила контроль на 7,8 %.

Передпосівне опромінення насіння МХП НВЧ у режимах 1,8 кВт/кг, 15 с і 0,9 кВт/кг, 45 с, зумовило підвищення польової схожості пшениці озимої відповідно на 7,5 і 7,9 %. А у варіантах з обробкою насіння МХП НВЧ та препаратом Марс ЕЛ вона була вище на 9,1–5,5 %. Це свідчить, що при несприятливих умовах вплив передпосівної обробки насіння на польову схожість більш значний (табл. 2).

В середньому за роки досліджень, найвищу польову схожість пшениці озимої забезпечив варіант обробки насіння МХП НВЧ, 1,8 кВт/кг, 15 с + Марс ЕЛ – 98,5%, що на 9 % вище, ніж на контролі.

Польова схожість пшениці озимої сорту Астет залежно від способу передпосівної обробки насіння, 2016–2017 рр.

№ з/п	ВАРІАНТ ОБРОБКИ НАСІННЯ	ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ, %		СЕРЕДНЄ
		2016 р.	2017 р.	
1	КОНТРОЛЬ, БЕЗ ОБРОБКИ	91,6	87,3	89,4
2	ВІТАВАКС, 200ФФ, 2,5 л/т	87,8	95,1	91,4
3	МХП НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 с.	97,3	96,4	96,9
4	МХП НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 с + МАРС EL	97,8	99,1	98,5
5	МХП НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 с	96,9	97,6	97,3
6	МХП НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 с + МАРС EL	93,3	96,4	94,9
	НІР <sub>05</sub>	4,9	4,6	4,3

В середньому за роки досліджень, найвищу польову схожість пшениці озимої забезпечив варіант обробки насіння МХП НВЧ, 1,8 кВт/кг, 15 с + Марс EL – 98,5%, що на 9 % вище, ніж на контролі

3.3 Урожайність зерна пшениці озимої залежно від способу передпосівної обробки насіння МХП НВЧ та регулятора росту.

Передпосівне опромінення суттєво впливало на урожайність пшениці озимої. Слід відмітити, що найбільшу прибавку врожайності зерна пшениці озимої отримано у варіанті МХ – опроміненні у режимі 0,9 кВт/кг насіння і експозиції 45 сек. - 0,36 т/га (або на 10%). Додаткове застосування регулятора росту рослин Марс EL, 0,2 л/т сприяло подальшому збільшенню урожаю насіння лише за використання режиму опромінення 1,8 кВт/кг насіння і експозиції 15 сек. – 0,26т/га (або на 8%). Протруювання насіння Вітавакс 200 ФФ, (2,5л/т) без опромінення насіння, сприяло підвищенню урожайності лише на 0,11 т/га (або на 3%) (табл.3).

Урожайність пшениці озимої сорту Астет залежно від способу  
передпосівної обробки насіння

№ з/п	ВАРІАНТ ОБРОБКИ НАСІННЯ	УРОЖАЙНІСТЬ, т/ГА			+/- ДО КОНТ - РОЛЮ	НАДБА -ВКА, %
		2016	2017	СЕРЕ -ДНЕ		
1	КОНТРОЛЬ, БЕЗ ОБРОБКИ	4,44	5,09	4,77	-	-
2	ВІТАВАКС 200 ФФ, 2,5 л/т	4,66	5,09	4,88	0,11	3
3	НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 сек.	4,73	5,21	4,97	0,20	6
4	НВЧ 1,8 кВт/кг, 15 сек. + МАРС EL, 0,2 л/т	4,88	5,18	5,03	0,26	8
5	НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 сек.	4,99	5,26	5,13	0,36	10
6	НВЧ 0,9 кВт/кг, 45 сек.+ МАРС EL, 0,2 л/т	4,64	5,09	4,87	0,10	3
НІР <sub>05</sub>		0,22	0,12	0,19	-	-

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту Астет залежно від способу передпосівної обробки насіння в цілому визначалася витратами на її проведення та рівнем одержаного приросту врожайності.

#### 3.4 Економічна ефективність способів передпосівної обробки насіння пшениці озимої МХП НВЧ та регулятором росту Марс EL

Розрахунки економічної ефективності свідчать про те, що найбільшими витрати на обробку насіння були у варіанті застосування протруйника Вітавакс 200 ФФ – 178 грн/га при найменшому прирості врожайності – 0,11т/га. У варіантах опромінювання насіння МХП НВЧ, як окремо, так і у поєднанні з регулятором росту рослин витрати не перевищили 31–45 грн/га, а надбавки становили від 0,26 до 0,36 т/га.

При цьому встановлено, що найбільш економічно вигідними і прибутковими способами передпосівної обробки насіння пшениці озимої сорту Астет виявилось передпосівне опромінення МХП НВЧ потужністю 1,8 кВт/кг з експозицією 15 с з додатковою обробкою регулятором росту Марс EL, а також

передпосівне опромінення МХП НВЧ потужністю 0,9 кВт/кг з експозицією 45 с. Додатковий прибуток у цих варіантах склав відповідно 1059 і 1073 грн/га.

Характерно, що передпосівна обробка насіння лише протруйником Вітавакс 200 ФФ забезпечила додатковий прибуток у розмірі 282 грн/га.

## ВИСНОВКИ

Отже, на основі проведеного дослідження встановлено, що:

1. Передпосівне опромінення насіння пшениці озимої сорту Астет МХП НВЧ та препаратом Марс ЕЛ істотно не впливає на лабораторні показники енергії проростання та схожості за високих посівних якостей посівного матеріалу (на рівні 95-96 %).

2. Передпосівне опромінення насіння МХП НВЧ у режимах 1,8 кВт/кг, 15 с і 0,9 кВт/кг, 45 с, зумовило підвищення польової схожості пшениці озимої відповідно на 7,5 і 7,9 %, а у варіантах з обробкою насіння МХП НВЧ та препаратом Марс ЕЛ на 9,1–5,5 %.

3. Найбільш ефективними способами передпосівної обробки насіння, які зумовлюють підвищення врожайності пшениці озимої у порівнянні з протруєнням насіння Вітаваксом 200 ФФ, 2,5 л/т є опромінення насіння МХП НВЧ у режимі 0,9 кВт/кг, 45 с або опромінення насіння МХП НВЧ у режимі 1,8 кВт/кг, 15 с з додатковою обробкою регулятором росту Марс ЕЛ, 0,2 л/т.

4. Це свідчить про те, що передпосівне опромінення насіння пшениці озимої МХП НВЧ як окремо, так і у поєднанні з регулятором росту Марс ЕЛ, є економічно ефективнішим заходом, ніж традиційне протруєння насіння Вітаваксом 200 ФФ з рекомендованою нормою витрати 2,5 л/т.

### Список використаної літератури

1. Кіндрук М.О., Гаврилюк М.М. Мікрохвильова стимуляція насіння: проблеми та перспективі її застосування. Микроволновые технологи в народном хозяйстве. Одесса, 2007. Вып. 6. С. 36–38.
2. Каталог сортів і гібридів польових культур / НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2013. 159 с.
3. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138–2002. Київ : Держстандарт, 2003. 173 с.
4. Насіння сільськогосподарських культур сортові та посівні якості. Технічні умови. ДСТУ 2240–93. Київ : Держстандарт, 1994. 73 с.
5. Адаменко Т. И. Перспективы украинского зернового рынка в контексте глобального потепления. Хранение и переработка зерна. 2008. №6 (108). С. 28–32.
6. Тучный В.П., Кармазин Ю.А., Левченко Є.А. Прорыв с помощью новой технологии. Хранение и переработка зерна. 2007. № 4(94). С. 11–13.
7. Значение микроволновой технологии в народном хозяйстве / А.М. Шевченко [и др.]. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2007. Вып. С. 8–9.
8. Сайко В. Ф., Грицай А. Д., Гордецька С. П. Озимі зернові культури. Наукові основи ведення зернового господарства ; за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. С. 228 – 242.
9. Бойко П., Коваленко Н. Потенциальная продуктивность зерновых культур в севооборотах. Зерно. 2007. № 4. С. 20-23.
10. Duwauyri M. Effect of flag leaf and awn removal on grain yield and yield components of wheat grown under dryland conditions. Field Crops Res. 1984. P. 307–313.
11. Camdelle C. A., Read D. W. Influence of air temperature on the growth, yield and some growth analysis characteristics of Chinook wheat grown in the growth chamber. Canad. J. Plant Sci. 1968. Vol. 48. № 3. P. 28–36.

12. Рослинництво з основами технології переробки. Практикум : навчальний посібник / Мельник А. В. [ та ін.] ; за ред. А. В. Мельника і В. І. Троценка. Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. 384 с.
13. Наукове забезпечення ефективного проведення комплексу весняно-польових робіт 2007 року в господарствах Харківської області : рекомендації ; підгот. : Попов С.І. [та ін.]. Харків, 2014. 56 с.
14. Елементи удобрення ячменю ярого / Авраменко С. [та ін.]. Пропозиція. 2016. № 3. С.82-87.
15. Лихочвор В. Применение азотных удобрений на посевах озимой пшеницы. Зерно. 2006. № 4. С. 18–20.
16. Белаев А.Д., Лаврушко Н.И., Алексеенко В.М. Изменение элементов плодородия чернозёма типичного при почвозащитных технологиях. Повышение Эффективности использования удобрений и плодородия почв в Укр. ССР : тез. докладов конференции. Харьков, 1985. С. 181.
17. Ефективність способів основного обробітку ґрунту в посівах ячменю в Лісостеповій зоні Сумської Облaсті / Кравченко М.С., Кравченко А.М., Масик І.М., Гупал Н.Є. Вісник СНАУ. Суми, 2004. Вип.1(8). С. 114–119. (Сер. «Агрономія і біологія»).
18. Гулидова В.А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень. Земледелие. 2001. № 6. С. 18 – 19.
19. Продуктивність пивоварних сортів ярого ячменю в залежності від строків сівби / Скидан В.О., Попов С.І., Цехмейструк М.Г., Воронко Л.Ю. Вісник СНАУ. Суми, 2005. № 11/12. С. 66–69. (Сер. «Агрономія і біологія»).
20. Ситник В.П. Екологічні аспекти агропромислового комплексу. Вісник аграрної науки. 2002. № 9. С. 55–57.
21. Lychotchvor V. V. The resorse saving technology of winter growing. Agricultural : Science and Practice Collection of Abstracts : ukrainian austrian symposium. Lviv, 1996. P. 53

- 22.Ретьмах С. Протруєння насіння – запорука успіху. Новини захисту рослин : щоквартальний додаток до журналу “Пропозиція”. 1998. № 12. С. 27 – 28.
- 23.Пабат І.А., Горобець А.Г., Горбатенко А.І. Попередники, добрива і обробіток ґрунту під ячмінь ярий у Степу. Вісник аграрної науки. 2002. № 4. С. 17 – 21.
- 24.Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Рослинництво. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. С. 105–107.
- 25.Довідник із пестицидів / Секунд М.П. [та ін.] ; за редакцією професора М.П. Секуна. Київ : «Колобіг», 2007. 359 с.
- 26.Фокін А. Протруєння насіння : історія та сучасний асортимент. Пропозиція. 2009. № 2. С. 8-10.
- 27.Строна И.Г. Допосевная и предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур. Теория и практика предпосевной обработки семян / ЮО ВАСХНИЛ. Киев, 1984. С. 5–16.
- 28.Диндорого В.Г., Строна И.Г. Инкрустирование семян полевых культур и перспективы его внедрения в производство. Теор. и практ. пред. обработки семян. Киев, 1989. С. 32–42.
- 29.Прищепя И. А. Применение смеси пестицидов и регуляторов роста на посевах зерновых колосовых культур. Агротехника. 1998. № 8. С. 74 – 89.
- 30.Бабаянц О.В. Застосування препаратів нового покоління у виробництві зернових колосових культур. Насінництво. 2014. № 2. С. 2.
- 31.Сторчоус І. Протруєння насіння – основний захід для контролю хвороб. Пропозиція. 2013. № 9. С. 78–81.
- 32.Озонова технологія передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / В.В. Кириченко [та ін.]. Посібник українського хлібороба. Харків, 2009. С. 128 – 131.
- 33.Дубров А.П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения. Москва : Изд-во АН СССР, 1963. 124 с.



- 34.Гадзало Я.М. Микроволновая технология – шаг в будущее аграрной отрасли. Хранение и переработка зерна. 2009. № 5(119). С. 26–28.
- 35.Безпалько В.В., Буряк Ю.І. Вплив передпосівної обробки на урожайність і посівні якості насіння ячменю ярого. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків, 2012. Вип. 13. С. 36 – 42.
- 36.Вплив МХ-стимуляції насіння зернових колосових культур на підвищення посівних якостей та врожайних властивостей насіння / В. Г. Діндорого[та ін.]. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2009. Вып. 7/8. С. 82- 85.
- 37.Безпалько В.В., Буряк Ю.І., Крупченко Л.В. Інноваційно інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан та перспективи. Збірник тез V- ої міжнародної науково - практичної конференції молодих вчених (4-6 липня). Харків, 2012. С. 49 – 50.
- 38.Безпалько В.В. Вплив екологічно безпечних способів передпосівної обробки насіння на урожайність і якість зерна пшениці озимої. Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Харків, 2014. Вип. 152. С.100 - 108.
- 39.Кіндрук М.О., М.М. Гаврилюк Мікрохвильова стимуляція насіння: проблеми та перспективи її застосування. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2007. Вып. 6. С. 36–38.
- 40.Ефективність вітаваксу 200 ФФ на посівах пшениці озимої та ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України / Красиловець Ю.Г. [та ін.]. Агро Еліта : всеукраїнський аграрний журнал. 2014. №1(12). С. 26.
- 41.Дринча В.М., Цыдендоржиев Б.Д., Кубеев Е. Основные принципы предпосевного химического протравливания и физического обеззараживания семян. Хранение и переработка зерна. 2010. № 12(158). С. 20–22.
- 42.Бошкова И.Л. О механизмах влияния микроволнового поля на семена. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2007. Вып. 6. С. 19-22.

- 43.Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. Москва : Наука,1958. С. 15.
- 44.Комплекс работ по исследованию влияния МВ на процессы биостимуляции культур / Калинин Л.Г. [и др.]. Хранение и переработка зерна. 2002. № 3. С. 31–34.
- 45.Результаты повышения урожайности полевых культур при обработке семян микроволновым полем / Калинин Л.Г. [и др.]. Хранение и переработка зерна. 2002. № 1. С. 28–31.
- 46.Шевченко О. І. Ресурсозберігаюча технологія вирощування ячменю ярого у правобережному Лісостепу і Полісся України. Матер. міжнар. конф., присвяченої 90–річчю Інституту рослинництва, селекції і генетики ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 1999. С. 88–91.
- 47.Парамонов К.Ю. Мікрохвильова піч замість протруйника. Паросток. 2013. № 2. С. 7.
- 48.Гаврилюк Н.Н. Вишневецкая А.Н. и др. Оценка эффективности МВ – биостимуляции озимой пшеницы с помощью изолированных зародышей и in vitro. Хранение и переработка зерна. 2001. № 11. С. 24–26.
- 49.Кіндрук М.О., Гаврилюк М.М. Мікрохвильова стимуляція насіння: проблеми та перспективі її застосування / М.О. Кіндрук Микроволновые технологи в народном хозяйстве. Одесса, 2007, Вып. 6. С.36–38.
- 50.Шевченко А.М., Тучный В.П., Малиновський В.В. Новые технологии – за чистое земледелие. МВ технологии в народном хозяйстве. Одесса. 2007. Вып. 6. С.76–79.
- 51.Вплив передпосівної обробки мікрохвилями та діазофітом насіння ярої пшениці на ураження кореневими гнилями та урожайність культури / Тимошенко О.П., Хоменко Г.В., Вокогон В.В., Тучний В.П. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2009. Вып. 7/8. С. 78–81.

- 52.Технологія мікрохвильової обробки насіння сільськогосподарських культур : методичні рекомендації. Київ. : Аграрна наука, 2003. 2-е вид. 45 с.
- 53.Ничипорович А. А., Строганова А. Е. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах : монографія / АН СССР. Москва, 1961. 136 с.
- 54.Манжос Д. М. Насіннезнавство пшениці. Київ : Урожай, 1971. 171 с.
- 55.Вплив МХ-стимуляції насіння зернових колосових культур на підвищення посівних якостей та врожайних властивостей насіння / В. Г. Діндорого, І. І. Кліменко, Ю. Є. Огурцов, Л. А. Луценко, С. М. Волошина, Г. М. Валевахін, О. А. Контар, В. В. Безпалько. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса, 2009. Вып. 7/8. С. 82–85.
- 56.Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение. Москва : Сельхозгиз, 1963. 238. С.
- 57.Кирпа Н. Я. За миг до посева (про качество семян). Зерно. 2011. № 3. С.10-11.
- 58.Безпалько В.В., Діндорого В.Г. Перспективи мікрохвильової технології передпосівної обробки насіння зернових культур. Перлини Степового краю : тези другої регіональної науково-практичної агроекологічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Миколаїв, 2009. С. 90-92.
- 59.Дмитренко В.К. Залежність врожаю зерна пшениці від попередників та метеорологічних факторів. Вісник сільськогосподарської науки. 1980. № 2/3. С. 15–19.
- 60.Савицький М.С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур. Москва : Сельхозгиз, 1948. С. 98–108.
- 61.Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян (биология, экология, агротехника) / Инстит. агрох. и почвовед. УААН. Киев : Урожай, 1976. 192 с.