МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

**Допущено до захисту**
«____» _____ 2025 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

# УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

**Виконав:**
студент ІІ курсу, групи 22 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Єгор ПОПСУЙ

**Керівник:**
КРАВЧЕНКО Віталій, к. с.-г. н., доцент

**Умань – 2025**

ЗМІСТ


| | | |
|---|---|---|
| ВСТУП …….. | | 3 |
| РОЗДІЛ 1 | УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОНГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) ……..... | 5 |
| | 1.1. Народногосподарське значення ячменю …….. | 5 |
| | 1.2. Технологічні заходи вирощування ячменю ……. | 6 |
| РОЗДІЛ 2 | УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 10 |
| | 2.1. Характеристика ґрунту …….. | 10 |
| | 2.2. Погодні умови ……..… | 12 |
| | 2.3. Методика проведення досліджень …… | 14 |
| РОЗДІЛ 3 | РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……. | 16 |
| | 3.1. Польова схожість насіння, перезимівля та виживання рослин ……. | |
| | | 16 |
| | 3.2. Густота рослин ячменю ярого …… | 19 |
| | 3.3. Продуктивність колоса за кількістю та масою зернівки .. | 23 |
| | 3.4. Урожайність зерна ячменю ярого …… | 26 |
| | 3.5. Характеристика біохімічної якості зерна за вмістом білка | |
| | та екстрактивністю …… | 29 |
| РОЗДІЛ 4 | ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ | |
| | ЯЧМЕНЮ ЯРОГО…… | 34 |
| РОЗДІЛ 5 | ЕКОЛОГІЯ ……... | 36 |
| | 5.1. Екологічні проблеми в сільському господарстві …… | 36 |
| РОЗДІЛ 6 | ОХОРОНА ПРАЦІ …….. | 38 |
| | 6.1. Загальні вимоги безпеки при виконанні механізованих | |
| | робіт в рослинництві ……. | 38 |
| | 6.2. Безпека праці при роботах на посівних машинах …… | 39 |
| ВИСНОВКИ …… | | 43 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …… | | 45 |

# ВСТУП

Важливе місце у структурі виробництва зерна агропромислового комплексу України займає ячмінь ярий. Це цінна зернова культура, яка має кормове та продовольче значення. Якщо раніше основні площі його вирощування були зосереджені переважно в південних регіонах країни, то нині посіви ячменю ярого поширилися й на інші області України.

Поряд із традиційним використанням зерна ячменю на фураж і виробництво круп, суттєво зросла його роль як основної сировини для пивоварної промисловості. Це зумовлено високим вмістом у зерні біологічно активних ферментів — амілаз, протеаз і пероксидаз. Найбільш придатними для пивоваріння є сорти ячменю, які формують крупне, вирівняне зерно з рівномірною енергією проростання, оптимальним вмістом білка (10–11%), крохмалю (58–62%) та високою екстрактивністю (82–83%).

Актуальність теми дослідження зумовлена зростаючою популярністю пивоварного ячменю ярого. Інтерес до цієї культури пояснюється його вищою продуктивністю порівняно з традиційними формами ячменю ярого. За багаторічними спостереженнями врожайність пивоварного ячменю може досягати 7,0–8,0 т/га і більше, що на 1,0–1,5 т/га перевищує показники звичайного ячменю ярого. Крім того, пивоварний ячмінь ярий характеризується більш раннім достиганням, що дає змогу використовувати зерно нового врожаю для виробництва солоду вже в поточному році. У зв’язку з цим вирощування пивоварного ячменю ярого, особливо з урахуванням біологічних особливостей розвитку та впровадження нових сортів, набуває особливого значення.

У цьому контексті надзвичайно актуальним є вивчення та наукове обґрунтування впливу окремих елементів технології вирощування, зокрема норм висіву насіння, на формування врожайності та якості зерна ячменю ярого.

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень було встановлення залежності врожайності та якості зерна пивоварного ячменю ярого сорту Маскара від норм висіву насіння.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення таких завдань:

- визначити вплив норм висіву насіння на польову схожість, перезимівлю та загальне виживання рослин ячменю ярого;
- дослідити вплив даного елемента технології на густоту продуктивного стеблостою;
- встановити залежність урожайності та пивоварної якості зерна ячменю ярого від норм висіву насіння;
- надати економічну оцінку вирощування пивоварного ячменю ярого.

**Об’єкт досліджень** — ячмінь ярий, рослини, посіви та зерно отриманого врожаю.

**Предмет дослідження** — норми висіву насіння, урожайність зерна та пивоварна якість вирощеного врожаю.

# РОЗДІЛ 1
# УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОНГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

## 1.1. Народногосподарське значення ячменю

З найдавніших часів ячмінь був однією з провідних зернових культур, яка за площею посівів і економічною цінністю перевищувала інші злаки, зокрема еммер і просо [1]. Ячмінь належить до скоростиглих та універсальних культур як за ареалом поширення, так і за напрямами використання, що зумовлює його високу економічну ефективність. Завдяки ранньому достиганню землі після його збирання можуть бути оперативно використані під посів більш цінних культур. У регіонах Середньої Азії ячмінь широко застосовують як проміжну культуру, що забезпечує раціональне та безперервне використання земельних ресурсів протягом року.

Рослини ячменю відзначаються економним використанням вологи впродовж вегетаційного періоду на одиницю отриманої продукції. Культуру вирощують як кормову, продовольчу та технічну. Вона добре адаптується до різних кліматичних умов і максимально ефективно використовує запаси зимово-весняної вологи. Завдяки короткому вегетаційному періоду та невисоким вимогам до тепла ячмінь встигає сформувати повноцінне зерно до настання холодів у північних широтах або до початку посухи в теплих регіонах [2].

Зерно ячменю є цінною сировиною для виробництва різних видів круп (ячмінної, перлової), сурогатів кави, спирту та солодових витяжок, які використовуються в кондитерській, текстильній і шкіряній промисловості. Завдяки дієтичним і лікувальним властивостям ячмінь знайшов застосування в медицині. Ячмінне борошно використовують як добавку у хлібопекарському та кондитерському виробництві. Зерно та висівки є цінним концентрованим кормом для сільськогосподарських тварин і птиці. За кормовою цінністю ячмінь значно перевищує пшеницю та кукурудзу, що зумовлено більш збалансованим амінокислотним складом білка, зокрема високим вмістом

лізину.

Крім того, зерно ячменю містить значну кількість біологічно активних ферментів — амілаз, пероксидази та протеаз, у зв’язку з чим воно є основною сировиною для пивоварної промисловості [3]. Для виробництва пива солод переважно отримують із зерна ячменю. Найбільш цінними для пивоваріння є сорти дворядного ячменю, які формують добре виповнене та вирівняне за крупністю зерно [4].

Одним із найважливіших показників якості ячменю як пивоварної сировини є вміст білка в зерні. Оптимальним вважається його рівень у межах 10,2–11,0%. Зерно з вмістом білка менше 9,5% формує пиво з недостатньою пінистістю. Водночас ячмінь із підвищеним вмістом білка є менш придатним для пивоваріння, оскільки важко переробляється на солод і не забезпечує отримання пива високої якості та тривалого зберігання.

Пивоварні сорти ячменю повинні містити не менше 60% крохмалю, який є основною екстрактивною речовиною. Під екстрактивністю розуміють сумарну кількість речовин зерна ячменю, що здатні розчинятися під дією ферментів солоду за відповідних умов затирання. Високоекстрактивний ячмінь, як правило, характеризується підвищеним вмістом крохмалю, який у процесі пивоваріння майже повністю гідролізується. Тому між показниками екстрактивності та вмісту крохмалю існує тісний позитивний кореляційний зв’язок. Якісний пивоварний ячмінь повинен забезпечувати екстрактивність на рівні 82,0–83,0% від маси сухої речовини. Зниження екстрактивності та погіршення технологічних властивостей зерна призводить до збільшення витрат ячменю на одиницю готової продукції та зниження якості пива [5].

### 1.2. Технологічні заходи вирощування ячменю

Ячмінь належить до провідних зернових культур, роль яких у формуванні зернового балансу держави є визначальною. Завдяки сприятливому біокліматичному потенціалу України існують широкі можливості для

отримання високих урожаїв ячменю. За площею посівів ячмінь ярий стабільно посідає друге місце після пшениці озимої [6, 7], а за обсягами виробництва зерна Україна входить до п’ятірки світових лідерів [8, 9].

Одним із ключових критеріїв інтенсифікації землеробства є екологічна ефективність сортів, що вирощуються. Інтенсивні сорти ячменю характеризуються високим рівнем біологічної продуктивності, проте за умов дефіциту вологи їхня здатність до саморегуляції істотно знижується [6]. У структурі виробництва зерна агропромислового комплексу України ячмінь ярий займає значну частку як цінна зернова, кормова та продовольча культура. Якщо раніше його посіви концентрувалися переважно в південних регіонах, то нині культура поширена майже по всій території країни.

Стрімке зростання площ під ячменем ярим зумовлене насамперед його високим потенціалом урожайності. За багатьма даними він перевищує інші зернові культури на 0,84–1,11 т/га, а в окремі роки — на 1,6–3,3 т/га [10–16]. Додатковим чинником є трансформація кліматичних умов: за останні десятиліття спостерігається підвищення середньорічних температур, зменшення ризику вимерзання та збільшення частоти теплих зим [17–20]. Зростання площ посівів ячменю також пов’язане зі скороченням посівів жита, кукурудзи, гороху та інших культур [6–10, 21, 22].

Найбільше зростання посівних площ і врожайності ячменю ярого за останні 20 років зафіксовано в зоні Степу України, де зосереджено майже 90% загальних площ, тоді як у Лісостепу й Поліссі ці показники істотно нижчі. Основні площі вирощування культури зосереджені в південних і центральних областях, на які припадає близько половини загального виробництва зерна ячменю в Україні [23–29].

За сприятливих умов перезимівлі ячмінь ярий за врожайністю перевищує ярий у середньому на 0,7–0,8 т/га, а в окремі роки — на 2,5–3,0 т/га. У виробничих умовах урожайність культури нерідко досягала 8,5–9,0 т/га, а в окремі роки перевищувала 10,0 т/га [6, 10, 23, 30–32].

Важливим є й агротехнічне значення ячменю ярого. Культура добре

вписується в сівозміни, має короткий вегетаційний період і рано звільняє поле для підготовки ґрунту під наступні культури. У південних регіонах та на зрошуваних землях після його збирання можливе вирощування пожнивних і поукісних культур. Ячмінь є добрим попередником для більшості сільськогосподарських культур, у тому числі озимих, що дає змогу застосовувати напівпарову систему обробітку ґрунту та раціонально використовувати технічні ресурси господарства [12, 23, 33–35].

Разом із тим успішність вирощування ячменю значною мірою залежить від погодних умов, що підтверджується значною варіабельністю врожайності за роками [21, 36–41]. В Україні поки що відсутні єдині підходи до формування регіональної та національної політики адаптації сільського господарства до змін клімату [6–11, 17]. Більшість дослідників наголошує, що ключовим чинником стабілізації врожаїв є адаптація елементів технології вирощування до агрометеорологічних умов [7, 18, 19, 21, 42–44].

Вирішальну роль у формуванні сходів і початкового розвитку рослин відіграє вологість ґрунту. Нестача вологи та нестійке зволоження посівного шару істотно погіршують стартовий розвиток ячменю, який, порівняно з пшеницею, повільніше формує вторинну кореневу систему [25–27, 45–48]. Не менш важливим чинником є тепло, яке визначає інтенсивність кущіння та рівень перезимівлі рослин. Порушення оптимальних строків сівби може зумовлювати зниження врожайності на 1,4 т/га і більше [13, 49–50].

Ключовим фактором зимостійкості ячменю є стійкість вузла кущіння до низьких температур і їх різких коливань. Встановлено, що з кожним сантиметром заглиблення вузла температура його залягання зростає на 0,6–0,7 °С [7, 10, 53–56]. Пошкодження рослин у зимовий період практично не компенсуються в подальшій вегетації, а різниця в урожайності між добре та слабко перезимілими посівами може перевищувати 1,5 т/га [13].

Важливим напрямом підвищення адаптивності культури є створення сортів із підвищеною стійкістю до несприятливих гідротермічних умов. Водночас формування високих і стабільних урожаїв тісно пов’язане з

оптимізацією живлення рослин. Ячмінь ярий відзначається підвищеною чутливістю до добрив, особливо в ранні фази росту, але водночас є вимогливим до рівня ґрунтової родючості [7, 24].

Дослідженнями встановлено, що найбільш ефективною є система удобрення з поєднанням фосфорно-калійного живлення восени та азотного підживлення навесні у фазі кущіння, що забезпечує не лише високі врожаї, а й кращу перезимівлю рослин [47]. Значну роль відіграє також застосування мікроелементів, дефіцит яких дедалі частіше обмежує продуктивність культур за інтенсивних технологій вирощування [48].

Інтенсифікація виробництва зерна ячменю неможлива без впровадження сортів нового покоління, здатних забезпечувати високі прибавки врожаю. Водночас надмірна орієнтація на інтенсивні сорти без належного агрофону призводить до зниження їх стійкості до хвороб і стресових чинників [7, 22].

Вагомий вплив на формування врожаю мають строки сівби та норми висіву насіння, які визначають рівень розвитку рослин до завершення осінньої вегетації та їх зимостійкість. Оптимальні строки сівби ячменю ярого є коротшими, ніж у пшениці чи жита, що зумовлено нижчою зимостійкістю культури [7, 9]. За даними досліджень, найбільш ефективними є диференційовані норми висіву, які залежать від ґрунтово-кліматичних умов, агрофону та строків сівби [51].

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що підвищення виробництва зерна ячменю ярого можливе за рахунок удосконалення елементів технології вирощування, поєднання інтенсивних і ресурсозберігаючих підходів, оптимізації живлення, строків сівби та норм висіву. Водночас агробіологічні особливості сучасних сортів ячменю ярого залишаються недостатньо вивченими, що зумовлює актуальність подальших комплексних досліджень у цьому напрямі.

# РОЗДІЛ 2
# УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1. Характеристика ґрунту

Вивчення елементів технології вирощування ячменю ярого проводили впродовж 2024–2025 рр. в умовах дослідного поля НВЦ «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету, яке знаходиться в місті Кам'янець-Подільському Хмельницької області.

Щодо ґрунтового покриву дослідного поля Подільського державного аграрно-технічного університету, то вказана ділянка представлена чорноземами типовими, чорноземами вилугуваними та лучно-чорноземними ґрунтами. Досліди з вивчення елементів технології вирощування ячменю ярого закладалися в сівозміні дослідного поля ПДАТУ, ґрунтовий покрив якого складався із чорнозему вилугуваного.

Ґрунтовий профіль чорнозему вилугуваного, який було виявлено на ділянці перед закладанням досліду:

**Не 0–43 см** – гумусовий, слабоелювійований, темно-сірий, вологий, крупнопилувато-важкосуглинковий; 0–30 см – орний, рихлий, пилувато-грудкуватий; підорний – ущільнений, грудкувато-зернистий з плитчастим діленням, на гранях структурних елементів помітна присипка $SiO_2$; перехід поступовий.

**Hpi/k 44–73 см** – верхній перехідний, залишковоілювійований, бурувато-сірий, вологий, добре гумусований, крупнопилувато-важкосуглинковий, неміцно горіховидний, ущільнений, багато червоточин, які з глибини 65 см заповнені карбонатною плісенню, з 63 см суцільно карбонатний; перехід поступовий.

**Phik 74–110 см** – нижній перехідний, слабкогумусований, залишковоілювійований; сірувато-бурий, вологий, крупнопилувато-

важкосуглинковий, неміцно горіхуватий, ущільнений, багато кротовин і червоточин з карбонатною плісенню; перехід чіткий.

**P(hi)k 111–123 см** – лес, брудно-палевий, вологий, слабогумусований, крупнопилувато-важкосуглинковий, неміцно грудкуватий; ущільнений, багато кротовин з карбонатною плісенню; перехід поступовий.

**Pk 124–225 см** – лес, брудно-палевий, вологий, крупнопилувато-легкоглинистий, в кротовинах і червоточинах слабогумусований, багато карбонатної плісенні.

Фізичні властивості ґрунту мали наступні показники:

– в шарі 0–30 см: об'ємна маса складає 1,40 г/см$^3$, щільність твердої фази – 2,62 г/см$^3$, загальна пористість – 48,0%, частинок менших 0,01 мм – 63%, вологість в'янення – 27 мм, найменша польова вологомісткість – 38 мм і повна – 71 мм;

– в шарі 0–100 см; об'ємна маса – 1,43 г/см$^3$, щільність твердої фази – 2,67 г/см$^3$, загальна пористість – 45,1 %, вологість в'янення – 101 мм, найменша польова вологомісткість – 172 мм і повна – 339 мм.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки**

| Рік | Кислотність | | Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г/ґрунту | Гумус, % | Елементи живлення, мг/кг | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hr мг-екв/100 г ґрунту | pH сольовий | | | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| 2024 | 0,72 | 6,9 | 25,5 | 3,6 | 112 | 128 | 106 |
| 2025 | 0,65 | 6,6 | 25,0 | 3,1 | 105 | 123 | 100 |
| 2024 | 0,77 | 7,2 | 25,9 | 3,9 | 120 | 134 | 109 |
| 2025 | 0,69 | 7,0 | 25,6 | 3,7 | 108 | 126 | 103 |

Вміст азоту за Корнфільдом – 105-120, фосфору та калію за Чириковим –

123-134 та 100-109 мг на 100 г ґрунту; pH (сольовий) 6,6–7,2 і сума поглинутих основ 25,0–25,9 мг-екв/100 г ґрунту.

### 2.2. Погодні умови

На формування кліматичних умов істотно впливає рельєф місцевості. Різноманітність його форм зумовлює відмінності в температурному режимі, кількості атмосферних опадів, напрямі та силі вітру, а також у висотному положенні території. Середні зимові температури дещо вищі в північній частині регіону (близько –5,5 °C) і особливо в південній (приблизно –0,5 °C).

Надходження на територію Хмельниччини континентальних повітряних мас спричиняє значні коливання температури повітря впродовж року. У літній період температура може підвищуватися до 39 °C, що відповідає абсолютному максимуму, тоді як у зимовий час знижується до –34 °C, що є абсолютним мінімумом.

Тепло, світло та волога належать до основних факторів життєдіяльності рослин, які найбільше впливають на інтенсивність росту й розвитку ячменю. Тому під час вивчення окремих елементів технології його вирощування необхідно враховувати реакцію сорту на підвищені та знижені параметри погодних умов. За даними Кам’янець-Подільського метеорологічного поста, погодні умови в роки проведення досліджень характеризувалися такими показниками.

Температурний режим у період досліджень загалом незначно відхилявся від середньобагаторічних значень. Зокрема, у квітні середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічну норму і коливалася в межах 8,5–12,4 °C залежно від року досліджень. Травень і червень також відзначалися дещо вищими температурними показниками: у 2023 р. — на 2,3–3,7 °C, у 2024 р. — на 0,6–1,5 °C, у 2025 р. — на 0,5–2,1 °C.

Що стосується атмосферних опадів, то кліматичні умови області характеризуються їх достатньою кількістю — у середньому 530–670 мм на рік.

Найбільша кількість опадів припадає на північну частину регіону, найменша — на південну. Річний хід опадів має чітко виражений сезонний характер: максимум спостерігається в літній період, мінімум — узимку. Влітку нерідко відбуваються зливи, грози, інколи — випадання граду.

Стійкий сніговий покрив зазвичай формується у другій половині грудня та зберігається переважно до першої декади березня. Його середня товщина є незначною і становить 10–15 см. Упродовж року над територією області переважають вітри північно-західного та північно-східного напрямків, які характеризуються найбільшою швидкістю. У літній період частіше спостерігаються північно-західні та західні вітри, тоді як узимку — північно-західні й південно-східні. Швидкість вітру взимку, як правило, вища, ніж улітку, а кількість днів зі спокійною погодою в літній період майже в півтора раза перевищує зимові показники.

У 2024–2025 рр. загальна кількість опадів була близькою до середньобагаторічної норми, проте відзначалася їх нерівномірність за місяцями. Зокрема, у травні кількість опадів перевищила багаторічні показники на 69 мм, тоді як у червні спостерігалося суттєве зменшення їх кількості — до 57 мм (рис. 2.2).

У 2025 році річна сума опадів загалом відповідала середньобагаторічним даним, однак упродовж окремих місяців (вересень, травень і червень) їх кількість була нижчою за норму. Восени 2024–2025 рр. дефіцит опадів у жовтні не мав істотного негативного впливу на ріст і розвиток рослин ячменю ярого, оскільки достатнє зволоження було забезпечене опадами у вересні. У листопаді кількість опадів становила близько норми — 42 мм. Січень і лютий характеризувалися зниженням кількості опадів відповідно на 26 і 10 мм від середньобагаторічних значень. У березні, квітні та травні також спостерігався дефіцит вологи порівняно з нормою.

Погодні умови вегетаційного періоду в роки проведення досліджень істотно відрізнялися між собою та мали вагомий вплив на проходження всіх етапів органогенезу і формування врожайності. Це дало можливість всебічно

оцінити реакцію ячменю ярого сорту Маскара на застосовані елементи технології вирощування та кліматичні умови регіону.

### 2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження елементів технології вирощування ячменю ярого виконувалися шляхом закладання польового досліду відповідно до загальноприйнятої методики [102, 103].

За темою дипломної роботи проведено польовий дослід, який включав чотири варіанти норм висіву насіння ячменю ярого – 300, 350, 400, 450 шт./м$^2$, що оцінювалися на різних фонах мінерального живлення – $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Повторність – чотириразова. Розміщення ділянок методом рендомізованих повторень. Облікова площа ділянки – 25 м$^2$.

Спосіб сівби – рядковий (15 см). Строк сівби – кінець третьої декади вересня – початок першої декади жовтня. Передпосівний обробіток ґрунту проводили на глибину загортання насіння до 4 см. Для сівби використана сівалка СН-16М. При закладанні досліду фосфорно-калійні добрива вносили у вигляді амофосу (N-12%, $P_2O_5$-52%) та хлористого калію ($K_2O$-60%), а також 50% від потреби застосування азотних добрив у вигляді аміачної селітри (N-34,5%) у передпосівний обробіток ґрунту. Другу частину азотних добрив (50%) вносили навесні при першій можливості виконання робіт в полі. Облік зерна ячменю дослідних ділянок проводили у фазу повної стиглості, прямим комбайнуванням, комбайном Sampo-130.

Для проведення досліджень використано сорт ячменю ярого Маскара.

***Характеристика сорту Маскара.*** Оригінатор: Секобра Речерчес, Франція (Secobra Recherches).

Занесений до реєстру сортів рослин України з 2011 року для вирощування у зоні Степу, Лісостепу, Полісся.

Біологічні ознаки: форма куща прямостояча; колос дворядний, середньої

щільності, солом’яно-жовтого кольору; стебло середньої висоти 65–70 см; маса 1000 насінин 45–50 г. Середньостиглий, вегетаційний період 240–250 днів. Оптимальні строки сівби кінець вересня – початок жовтня, в залежності від зони вирощування.

За даними заявника рекомендується висівати 4,5 млн схожих насінин. Вміст білка 10,5–11,5%, екстрактивних речовин 80–81%. Висока стійкість до вилягання. Добра зимостійкість.

Агротехнічні вимоги: сорт інтенсивного типу; кращі попередники бобові; для забезпечення отримання високих урожаїв зерна необхідно проводити також 2–3-разовий захист від шкідників та хвороб.

Потенційний урожай при дотриманні технологій вирощування 9–10 т/га.

За період проведення досліджень виконували наступні аналізи, спостереження і обліки [104]:

- для обліку густоти посівів використано метод пробних ділянок – встановлювали польову схожість насіння, перезимівлю рослин, загальне виживання рослин;
- біометричний аналіз і структура врожаю проводились за наступними показниками: висота рослин; кількість всіх стебел, в т.ч. продуктивних; кількість зерен в колосі, маса зерен;
- урожайність зерна визначали після прямого комбайнування кожної облікової ділянки з перерахунком на 100% чистоту і 14% вологість.

Для математичного аналізу отриманих результатів використовували методи дисперсійного, регресійного аналізів [105].

Економічну та енергетичну ефективність вирощування ячменю ярого встановлювали за дотримання рекомендацій О.К. Медведовського, П.І. Іваненка [106].

# РОЗДІЛ 3
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 3.1. Польова схожість насіння, перезимівля та виживання рослин

Польова схожість насіння є важливою складовою частиною виживання, і залежить від якості насіння та стану насіннєвого ложа. При наявності в орному шарі грунту в період посіву 5 мм продуктивної вологи сходи ярого ячменю не з'являються. Рослини не будут нормально розвиватися, якщо в верхньому шарі грунту (10 см) протягом першої декади вегетації продуктивної вологи міститься менше 10 мм, а в орному шарі у другій-третій декадах – менше 20 мм. Польова схожість насіння зменшується внаслідок недостатньої кількості поживних речовин для проростків, у зв'язку з чим вони гинуть.

Відомо, що в озимих зернових найбільше гине рослин в період від сівби до сходів (15-20%) і під час перезимівлі (10-20%).

Успішна зимівля озимих культур визначається або залежить від їх фізіолого-біохімічного складу і напряму метаболічних процесів. Цей напрямок пов'язаний з активним перетворенням нерозчинних вуглеводів в розчинні цукри.

Зимостійкість залежить від вмісту у зимуючих органах рослин не тільки розчинних цукрів, але й інших захисних сполук. До них відносяться високо-атомні спирти, глікозиди та інші речовини. Максимальний вміст їх виявлений у всіх випадках в найбільш відповідальний період зимівлі, що свідчить про визначений напрямок метаболічних процесів. У менш зимостійких сортів ці речовини або відсутні, або виявляються в незначній кількості.

Вивчаючи природу морозостійкості необхідно звернути увагу на інтенсивність перетворення білкових речовин і активність протеолітичних ферментів. Показовим в цьому відношенні є утворення при дії морозів амінокислот, їх склад, динаміка, утворення амідів.

Інтенсивність перетворення і активність життєдіяльності у різних сортів неоднакова, а отже і енергетичні процеси виражаються різними величинами.

Тому одним із показників стійкості організму до впливу морозу і заморозків є інтенсивність дихального процесу. У різних сортів вона може порушуватись при дії морозів як при поглинанні кисню, так і при виділенні вуглекислоти.

Встановлені результати польової схожості насіння ячменю ярого є високими (табл. 3.1). Її значення знаходились в межах 92,3-93,5%. Встановлено в середньому по досліду польова схожість насіння становила 93,0%. Впливу норм висіву насіння дослідних посівів ячменю на польову схожість не виявлено.

Таблиця 3.1

**Польова схожість насіння ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, % (середнє за 2024)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | Норма висіву, нас./м$^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 300 | 350 | 400 | 450 |
| $N_0P_0K_0$ | 92,6 | 92,3 | 92,8 | 93,2 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 93,1 | 93,5 | 93,0 | 92,9 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 92,8 | 93,0 | 93,5 | 93,3 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 92,6 | 93,2 | 93,3 | 92,8 |
| Середнє по фактору | 92,8 | 93,0 | 93,2 | 93,1 |

Щодо перезимівлі рослин ячменю ярого у наших дослідженнях в середньому по досліду вона становила 93,1% (табл. 3.2). Цей показник залежав від норм висіву насіння. Встановлено за критерієм Дункана, що істотно найбільшою і статистично однаковою вона була при нормах висіву 300 і 350 нас./м$^2$ – 93,6% і 93,9%. Істотно нижчим цей показник був за норм 400 і 450 нас./м$^2$ – 92,7% і 92,3%, між собою вони не відрізнялись.

Отримані нами результати загального виживання рослин ячменю ярого у виконаних дослідженнях показують, що параметри показника залежать від норм висіву насіння (табл. 3.3). Встановлено, що загалом у досліді загальне виживання рослин, порівняно до більшості даних літературних джерел, було високим 80,4%.

Таблиця 3.2

**Перезимівля рослин ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, % (середнє за 2025 р.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | | Норма висіву, нас./м$^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 300 | 350 | 400 | 450 |
| $N_0P_0K_0$ | | 89,7 | 89,9 | 88,7 | 88,5 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | | 94,2 | 94,5 | 93,7 | 93,3 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | | 95,0 | 95,4 | 93,5 | 93,0 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | | 95,3 | 95,6 | 94,7 | 94,4 |
| Середнє по фактору, тест Дункана | | 93,6 | 93,9 | 92,7 | 92,3 |
| Гомогенні групи | 1 | *** | *** | | |
| | 2 | | | *** | *** |

Оцінка впливу норм висіву насіння, як фактора показує, що при нормах 300 і 350 нас./м$^2$ загальне виживання рослин було однаковим 81,4% і 81,3%. Проте істотно нижчим, але незначно цей показник був при нормах 400 і 450 нас./м$^2$ – 79,5% і 79,3%.

Таблиця 3.3

**Загальне виживання рослин ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, % (середнє за 2025 рр.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | | Норма висіву, нас./м$^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 300 | 350 | 400 | 450 |
| $N_0P_0K_0$ | | 76,7 | 76,5 | 74,6 | 74,3 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | | 82,6 | 82,5 | 80,7 | 80,5 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | | 83,0 | 82,8 | 81,2 | 80,9 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | | 83,3 | 83,2 | 81,5 | 81,4 |
| Середнє по фактору, тест Дункана | | 81,4 | 81,3 | 79,5 | 79,3 |
| Гомогенні групи | 1 | *** | *** | | |
| | 2 | | | *** | *** |

У підсумку слід підкреслити, що польова схожість насіння була високою і становила 92,3-93,5%, і не залежала від норм висіву насіння. Перезимівля та загальне виживання рослин в середньому по досліду були високими – 93,1% та 80,4%, що відповідає вимогам інтенсивної технології вирощування ячменю ярого. Оцінка впливу норм висіву насіння показує результативність досліджуваного фактора. Найбільшою і статистично однаковою вона була за умови висіву 300 і 350 нас./м$^2$: 93,6% і 93,9% – перезимівля рослин та 81,4% і 81,3% – загальне виживання рослин.

### 3.2. Густота рослин ячменю ярого

Продуктивність сільськогосподарських культур визначається поєднанням індивідуальної продуктивності середньозваженої рослини та кількості рослин на одиниці площі. Ще у 1962 році селекціонер Г.В. Гуляєв обґрунтував, що рівень урожайності переважною мірою залежить від густоти посіву.

Одним із ключових чинників формування оптимальної густоти стеблостою є норма висіву. Для ячменю вона зумовлюється кліматичними та ґрунтовими умовами, агротехнічним рівнем господарства, попередниками, способом сівби, якістю насіннєвого матеріалу, сортовими особливостями та іншими факторами.

Упродовж тривалого часу рекомендованою нормою висіву ячменю вважалося близько 4,5 млн схожих насінин на гектар. Проте зі створенням сортів інтенсивного типу та впровадженням сучасних технологій вирощування спостерігається тенденція до зменшення цієї норми. У господарстві використовується норма висіву 3 млн насінин на 1 га. Надмірне загущення посівів спричиняє вилягання рослин, поширення хвороб і зниження виповненості та озерненості колоса. Важливо забезпечити оптимальний баланс між густотою продуктивного стеблостою та масою зерна з колоса, яка має становити 0,8–1,0 г.

За умов інтенсивної технології вирощування зернових культур одним із визначальних факторів формування високої продуктивності є кількість продуктивних стебел, що залежить від густоти стояння рослин та рівня їх продуктивного кущіння.

Оптимальна кількість рослин на одиниці площі є першочерговою умовою отримання високих урожаїв. Густота посіву як елемент структури врожаю є динамічним показником, який зменшується від фази сходів до завершення вегетації. Вона формується під впливом польової схожості, перезимівлі та виживання рослин і залежить від комплексу технологічних чинників.

Однією з вимог інтенсивної технології є формування до збирання врожаю оптимальної кількості продуктивних стебел у межах 500–700 шт./м². Досягти такої густоти можна двома шляхами: підвищенням норми висіву або збільшенням продуктивної кущистості рослин. При цьому надмірне зростання кількості рослин часто негативно впливає на елементи структури врожаю, тоді як підвищення продуктивного стеблостою можливе завдяки раціонально розробленій та збалансованій системі удобрення.

Результати досліджень показали, що густота продуктивного стеблостою ячменю істотно залежала від норм висіву насіння (табл. 3.4). У середньому по досліду кількість рослин становила 301 шт./м², кількість продуктивних пагонів — 496 шт./м², а коефіцієнт продуктивного кущіння — 1,7.

Дисперсійний аналіз із використанням тесту Дункана засвідчив, що всі досліджувані норми висіву мали достовірний вплив на кількість рослин, продуктивних стебел та коефіцієнт продуктивного кущіння. Виявлені закономірності змін показників є статистично обґрунтованими (табл. 3.5).

Найменшу кількість рослин зафіксовано при нормі висіву 300 нас./м² — 244 шт./м². За висіву 350 нас./м² цей показник зростав на 40 шт. і становив 284 шт./м², при 400 нас./м² — 318 шт./м², а при нормі 450 нас./м² досягав 357 шт./м².

Аналіз впливу норм висіву на формування продуктивних стебел показав, що кожна з них утворювала окрему гомогенну групу та істотно відрізнялася від

інших. Найнижчі значення отримано при нормі 300 нас./м² — 462 шт./м², тоді як максимальні — при висіві 450 нас./м² — 536 шт./м².

Таблиця 3.4

**Густота стеблестою рослин ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, шт./м² (середнє за 2025 р.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | Норма висіву, нас./м² | Кількість рослин, шт./м² | Кількість продуктивних стебел, шт./м² | Коефіцієнт продуктивного кущіння |
|---|---|---|---|---|
| $N_0P_0K_0$ | 300 | 230 | 307 | 1,33 |
| | 350 | 268 | 321 | 1,20 |
| | 400 | 298 | 337 | 1,13 |
| | 450 | 334 | 366 | 1,09 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 300 | 248 | 410 | 1,65 |
| | 350 | 289 | 430 | 1,49 |
| | 400 | 323 | 450 | 1,39 |
| | 450 | 362 | 474 | 1,31 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 300 | 249 | 522 | 2,10 |
| | 350 | 290 | 545 | 1,88 |
| | 400 | 325 | 574 | 1,77 |
| | 450 | 364 | 608 | 1,67 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 300 | 250 | 610 | 2,44 |
| | 350 | 291 | 626 | 2,15 |
| | 400 | 326 | 664 | 2,04 |
| | 450 | 366 | 695 | 1,90 |
| В середньому по досліду | | 301 | 496 | 1,66 |

Оцінка норм висіву насіння за ефективністю дії, як фактора також доводить, що вони істотно впливають на коефіцієнт продуктивного кущіння. Найбільшим він завжди був при нормі висіву 300 нас./м² – 1,9, і поступово зменшувався при збільшенні норм висіву 350, 400, 450 нас./м² – з 1,7 до 1,5. Кожна із них за коефіцієнтом кущіння утворює свою гомогенну групу. Це свідчить проте, що вони істотно різняться за впливом на цей показник.

Таблиця 3.5

**Оцінка впливу норм висіву насіння на показники густоти продуктивного стеблестою ячменю ярого, тест Дункана (середнє за 2025 р.)**

| | Норма висіву, нас./м$^2$ | Кількість рослин | Кількість продук-тивних стебел | Коефіцієнт продук-тивного кущіння | Гомогенні групи | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 300 | 244 | 462 | 1,88 | *** | | | |
| 2 | 350 | 284 | 480 | 1,68 | | *** | | |
| 3 | 400 | 318 | 506 | 1,58 | | | *** | |
| 4 | 450 | 357 | 536 | 1,49 | | | | *** |

Результати статистичного аналізу впливу досліджуваних факторів на показники густоти рослин на одиниці площі свідчать, що визначальну роль у формуванні цього параметра відіграють норми висіву насіння, частка впливу яких становить 93,6%, тоді як внесення мінеральних добрив зумовлює лише 6,2% варіації показника (рис. 3.1).

Водночас встановлено протилежну закономірність щодо формування кількості продуктивних стебел: частка впливу норм висіву насіння становила лише 5,0%, тоді як норми мінеральних добрив визначали 94,8% цього показника.

Оцінка дії технологічних чинників на коефіцієнт продуктивного кущіння ячменю ярого показала, що найбільший вплив на його рівень мають мінеральні добрива — 85,5%, тоді як внесок норм висіву насіння обмежується 13,5%.

Таким чином, зі збільшенням норми висіву насіння з 300 до 450 шт./м² кількість рослин і продуктивних стебел закономірно зростала та становила відповідно 244, 284, 318 і 357 шт./м² та 462, 480, 506 і 536 шт./м². Водночас встановлено поступове зниження коефіцієнта продуктивного кущіння ячменю ярого зі збільшенням норми висіву, який зменшувався з 1,9 до 1,5.

### 3.3. Продуктивність колоса за кількістю та масою зернівки

Основні показники, які характеризують параметри колосу – це кількість зерен і їх маса. Закладка продуктивності колоса за кількістю зерен відбувається на III етапі органогенезу [108]. В цей період розвитку, коли поряд з функціонуванням верхівкової меристеми пагона утворює і розпочинає функціонування серія бокових конусів наростання, які є основою зародження зерен колоса. Несприятливі умови проходження III етапу (дефіцит вологи, елементів мінерального живлення) знижують закладку кількості колосків в колосі. Важливість II етапу органогенезу є не меншою у забезпеченні продуктивності колоса за кількістю зерен. Ф.М. Куперман довела, що II етап органогенезу є початком репродукції. В цей період формуються членики колосового стрижня, відповідно і число колосків може бути таким у майбутньому. Довгий день, висока температура, низька освітленість призводять до скорочення кількості репродуктивних метамерів [109].

Маса зернівки ячменю є досить важливим елементом структури урожайності, який пов’язаний з якістю пивоварного ячменю. В науковій літературі повідомляється, що у ячменю зернівка при розвитку, за даними Харлана, досягає найбільшої довжини через сім днів після цвітіння. Далі на протязі 14 днів відбувається інтенсивний приріст сухої маси [110]. Цей період відносять до максимальної потреби води, швидкого приросту сухої маси і накопичення зольних елементів. Далі розвиток зернівки пов’язаний з послабленням метаболізму. З. Натрова у зернових культур розвиток ендосперму поділяє на фазу ділення клітин і фазу синтезу та накопичення крохмалю. Вона підкреслює, що в ендоспермальних клітинах крохмаль накопичується дуже рано [111]. Важливою особливістю висвітленою в літературних джерелах у формуванні урожаю за масою зернівки ячменю є надходження азоту. Встановлено, що після цвітіння до 50% загальної кількості азоту поступає в зернівку безпосередньо з ґрунту. Підсилена транспірація впливає у цей період на відтікання азотистих речовин в першу чергу в ті органи, які виділяються високою метаболітичною активністю. Такими

органами є колос і зернівки, які в ньому формуються [110]. Наголошується про те, що чим більше азоту міститься в вегетативних органах, тим більше його накопичується в зернівках.

У проведених нами дослідженнях встановлено, що кількість зерен в колосі знаходилась в межах від 20,2 до 24,3 шт. і залежала від норм висіву насіння. В середньому по досліду їх кількість становила 22,4 шт. (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Продуктивність колоса ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, шт./м$^2$ (середнє за 2024 р.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | Норма висіву, нас./м$^2$ | Кількість зерен, шт. | Маса зернівки, мг |
|---|---|---|---|
| $N_0P_0K_0$ | 300 | 24,26 | 53,51 |
| | 350 | 23,96 | 53,31 |
| | 400 | 23,60 | 52,84 |
| | 450 | 22,93 | 51,34 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 300 | 23,73 | 52,70 |
| | 350 | 23,11 | 52,00 |
| | 400 | 22,40 | 51,11 |
| | 450 | 21,54 | 49,99 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 300 | 23,12 | 51,94 |
| | 350 | 22,57 | 50,66 |
| | 400 | 21,69 | 50,28 |
| | 450 | 20,66 | 49,10 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 300 | 22,35 | 50,85 |
| | 350 | 21,94 | 50,30 |
| | 400 | 20,90 | 49,34 |
| | 450 | 20,20 | 48,91 |
| В середньому по досліду | | 22,44 | 51,14 |

Маса зернівки в колосі також залежала від технологічного фактора – норм висіву насіння і знаходилась в межах від 48,9 до 53,5 мг. В середньому по

досліду вона становила 51,1 мг. При нормі висіву 300 нас./м$^2$ за варіантів контроль, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ значення маси зернівки ярого ячменю зменшувалось з 53,5 мг до 50,9 мг, різниця становить 2,6 мг; при нормі висіву 350 нас./м$^2$ з 53,3 до 50,3 мг, різниця – 3,0 мг; при висіві 400 нас./м$^2$ розходження між максимальними і мінімальними значеннями 3,5 мг; а при нормі висіву 450 нас./м$^2$ маса зернівки на контролі була 51,3 мг, на варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 48,9 мг, встановлене зниження на 2,4 мг.

На основі проведеного дисперсійного аналізу за критерієм Дункана встановлено, що кожен із варіантів досліду істотно впливав на параметри озерненості колоса ячменю. Така закономірність була щорічною за всіх норм висіву насіння. Аналіз даних норм висіву насіння доводить, що дія їх на результативну ознаку – кількість зерен є значущою (табл. 3.7). За проведеним статистичним аналізом більшою є кількість зерен при висіві 300 нас./м$^2$ – 23,4 шт. При збільшенні норми висіву насіння відбувається істотне зниження реалізації потенціала за цим елементом до 21,3 шт. при нормі 450 нас./м$^2$.

Таблиця 3.7

**Оцінка впливу норм висіву насіння на продуктивність колоса ячменю ярого, тест Дункана (середнє за 2025 р.)**

| | Норма висіву, нас./м$^2$ | Кількість зерен, шт. | Маса зернівки, мг | Гомогенні групи | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 300 | 23,37 | 52,25 | *** | | | |
| 2 | 350 | 22,90 | 51,57 | | *** | | |
| 3 | 400 | 22,15 | 50,89 | | | *** | |
| 4 | 450 | 21,33 | 49,84 | | | | *** |

Норми висіву насіння істотно впливали на реалізацію такого елемента продуктивності, як маса зернівки. Зменшення кількості висіяного насіння на одиниці площі поступово сприяло зростанню цього показника. Максимальну масу зернівки зафіксовано при нормі висіву 300 нас./м² — 52,3 мг. Подальше підвищення норм висіву з кроком 50 нас./м² зумовлювало достовірне зниження

маси зернівки: за норми 350 нас./м² вона становила 51,6 мг, 400 нас./м² — 50,9 мг, а при 450 нас./м² — 49,8 мг. Кожна з досліджуваних норм висіву формувала окрему гомогенну групу. Загальна різниця маси зернівки між крайніми варіантами (300–450 нас./м²) становила 2,4 мг.

Отримані результати підтверджують, що норми висіву насіння є одним із визначальних факторів впливу на елементи продуктивності колоса ячменю, зокрема на кількість зерен і масу зернівки. Тіснота цього взаємозв'язку підтверджується значенням множинного коефіцієнта кореляції $R_{y \cdot xz} = 0,99$, що свідчить про закономірне зниження як кількості зерен у колосі, так і маси зернівки зі зростанням норм висіву насіння.

Узагальнюючи результати досліджень, встановлено істотний вплив норм висіву насіння на формування елементів структури врожайності зерна. Зі збільшенням норми висіву від 300 до 450 нас./м² спостерігалося поступове зниження реалізації потенціалу продуктивності колоса за кількістю зерен, яка відповідно становила 23,4; 22,9; 22,2 та 21,3 шт.

Також виявлено суттєве зменшення маси зернівки ячменю ярого під впливом фактора норми висіву насіння: її значення змінювалися в межах від 52,25 мг за норми 300 нас./м² до 49,84 мг за норми 450 нас./м², а різниця між максимальним і мінімальним показниками становила 2,4 мг.

### 3.4. Урожайність зерна ячменю ярого

Формування врожайності ячменю ярого, як і інших сільськогосподарських культур, є результатом складних біохімічних процесів перетворення простих органічних і мінеральних сполук, що відбуваються в рослинному організмі під час фотосинтетичної діяльності. Процес синтезу та накопичення органічної речовини є природно зумовленим і не потребує безпосереднього антропогенного втручання. Водночас інтенсивність нагромадження сухої речовини у господарсько цінній частині врожаю та її якісні характеристики мають варіабельний характер, оскільки залежать від

сукупної дії організованих і неорганізованих факторів довкілля.

До основних організованих факторів, що визначають інтенсивність фотосинтезу та продукційні процеси агроценозу, належать густота рослин і рівномірність їх розміщення в посіві. Оптимальне поєднання цих показників формує сприятливу оптико-біологічну структуру посіву, яка забезпечує рівний доступ рослин до світла, вологи та поживних елементів, а також сприяє покращенню фітосанітарного стану посівів.

Рівень урожайності значною мірою зумовлюється погодними умовами впродовж вегетаційного періоду та рівнем культури землеробства, що проявляється через комплекс лімітуючих факторів. До чинників, які стримують ріст і розвиток рослин, належать дефіцит вологи, тепла й елементів живлення, несприятлива реакція ґрунтового середовища (кислотність, засоленість), негативні метеорологічні явища (заморозки, суховії), незадовільні агрофізичні та водно-фізичні властивості ґрунту, забур’яненість, ураження хворобами та пошкодження шкідниками. Сукупна дія зазначених факторів може суттєво знижувати потенційну врожайність культури.

Урожай є результатом взаємодії рослинного організму з умовами навколишнього середовища за спрямованого впливу людини. Чим раціональніше регулюються поживний, водний і температурний режими, а також здійснюється добір сортів і система захисту посівів від бур’янів, хвороб та шкідників, тим вищим є рівень продуктивності зернового агроценозу.

На думку М.С. Савицького, одержання високих урожаїв можливе лише за умови глибокого розуміння біологічних особливостей рослин і їх реакції на окремі етапи онтогенезу [100]. Урожай зерна з одиниці площі є інтегральним показником взаємодії біологічних, екологічних і технологічних факторів. Основним завданням технології вирощування є спрямування росту та розвитку рослин на формування високопродуктивних посівів шляхом максимально ефективного перетворення енергії сонячного випромінювання в енергію ковалентних зв’язків біополімерів, акумульовану в кінцевому продукті — зерні.

За результатами проведених досліджень середня врожайність зерна

ячменю ярого по досліду становила 5,42 т/га (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Урожайність зерна ячменю ярого залежно від впливу норм внесення мінеральних добрив та норм висіву насіння, т/га (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | | Норма висіву, нас./м$^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 300 | 350 | 400 | 450 |
| $N_0P_0K_0$ | | 3,74 | 3,87 | 4,02 | 4,13 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | | 4,93 | 4,99 | 4,97 | 4,94 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | | 6,02 | 6,10 | 6,05 | 6,00 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | | 6,78 | 6,73 | 6,70 | 6,74 |
| $НІР_{0,05}$ | A | 2025 р. – 0,26; | 2024 р. – 0,23; | 2025 р. – 0,16. | |
| | B | 2025 р. – 0,26; | 2024 р. – 0,23; | 2025 р. – 0,16. | |
| | AB | 2025 р. – 0,13; | 2024 р. – 0,11; | 2025 р. – 0,08. | |

Зокрема, протягом трьох років досліджень на варіанті без застосування мінеральних добрив норми висіву насіння істотно впливали на рівень урожайності зерна. Встановлено закономірність зростання продуктивності одиниці площі посіву зі збільшенням норми висіву на 100 нас./м².

Так, у 2025 році врожайність зерна за норми висіву 300 нас./м² становила 4,01 т/га, тоді як за норми 400 нас./м² цей показник достовірно зріс до 4,30 т/га за $НІР_{0,05}$ = 0,26 т/га. Аналогічно істотну різницю встановлено між нормами висіву 350 і 450 нас./м², де врожайність становила відповідно 4,14 та 4,40 т/га (дод. 1, 2, 3).

У 2024 році спостерігалася подібна тенденція: за норми висіву 300 нас./м² урожайність зерна становила 3,60 т/га, тоді як при 400 нас./м² вона достовірно зростала до 3,90 т/га за $НІР_{0,05}$ = 0,23 т/га. Істотні відмінності також зафіксовано між варіантами з нормами 350 і 450 нас./м², де врожайність відповідно становила 3,72 та 4,03 т/га.

У 2023 році також виявлено поступове підвищення врожайності зі

зростанням норми висіву насіння. За норми 300 нас./м² урожайність становила 3,61 т/га, тоді як за норми 400 нас./м² — 3,87 т/га, різниця між показниками досягала 0,26 т/га за $НІР_{0,05}$ = 0,16. Аналогічні достовірні розбіжності встановлено між нормами висіву 350 та 450 нас./м², де урожайність становила відповідно 3,75 та 3,97 т/га, а різниця — 0,22 т/га.

Водночас зазначена закономірність проявлялася виключно на варіанті без внесення мінеральних добрив. На всіх інших варіантах досліду, де застосовували мінеральні добрива, зміна норм висіву насіння не справляла істотного впливу на рівень урожайності зерна, що підтверджується результатами статистичного аналізу (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Оцінка впливу норм висіву насіння на урожайність зерна ячменю ярого при застосуванні добрив, тест Дункана, т/га (середнє за 2024–2025 рр.)**

| № | Норма висіву, нас./м$^2$ | Урожайність | | | | Гомогенні групи |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2025 | 2024 | 2025 | середнє | 1 |
| 1 | 300 | 6,17 | 6,00 | 5,56 | 5,91 | *** |
| 2 | 350 | 6,20 | 6,03 | 5,58 | 5,94 | *** |
| 3 | 400 | 6,18 | 5,99 | 5,55 | 5,91 | *** |
| 4 | 450 | 6,16 | 5,98 | 5,54 | 5,89 | *** |

Отже, норми висіву не сприяли підвищенню рівня урожайності зерна, як і не спричиняли до його зниження про що свідчать результати статистичного аналізу. За норм висіву 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 млн. схожих насінин / га урожайність була однаковою – 5,91; 5,94; 5,91; 5,89 т/га.

### 3.5. Характеристика біохімічної якості зерна за вмістом білка та екстрактивністю

Вміст білка в зерні пивоварного ячменю є одним із найпоширеніших і визначальних показників його якості. Відповідно до вимог АТ «Оболонь»,

допустимий вміст білка для зерна I класу становить 9,5–11,0%, для II класу — до 11,5%. У Чеській Республіці оптимальним вважається рівень білка в межах 10,2–11,0%, при мінімально допустимому значенні 9,5% та максимально допустимому — 11,7%. Згідно з державним стандартом України ДСТУ 3769–98, вміст білка в зерні I класу не повинен перевищувати 11,0%, а II класу — 11,5%. Загалом у зерні ячменю вміст білка може коливатися в широких межах — від 8 до 16% і більше. Водночас зниження цього показника нижче 9,5% є небажаним для пивоварного використання, оскільки не забезпечується мінімально необхідна кількість продуктів розщеплення білкових речовин, що відіграють важливу роль у живленні дріжджів, формуванні стійкої піни, а також смаку й аромату пива.

У структурі показників якості пивоварного ячменю в європейських країнах провідне місце належить екстрактивності. Так, у Чеській та Словацькій Республіках її частка в загальній оцінці якості становить 0,3, тоді як п’ять інших показників мають значущість по 0,1, а релятивний екстракт — 0,2. У технології пивоваріння екстракт формується переважно за рахунок речовин, які переходять у розчин під дією ферментів після затирання солодового помелу з водою. До складу екстракту входять мінеральні сполуки, гумі-речовини, білки, декстрини, пентозні цукри, а також мальтотріоза, мальтоза, сахароза, фруктоза і глюкоза.

Важливу роль у формуванні високих показників екстрактивності пивоварного ячменю відіграє технологія його вирощування. Поряд із генетичними особливостями сорту значний вплив мають технологічні чинники, зокрема рівень мінерального живлення та норми висіву насіння. Проведені дослідження засвідчили, що ці фактори суттєво впливають на формування екстрактивності зерна, зумовлюючи її варіабельність, у зв’язку з чим можуть розглядатися як інструменти управління якістю продукції.

Результати досліджень показали, що норми висіву насіння істотно впливали на показники якості зерна ярого ячменю, що підтверджено даними таблиці 3.10. У середньому за фактором вміст білка змінювався в межах від

10,5 до 12,9%, а рівень екстрактивності — від 79,6 до 81,6%. Максимальні значення екстрактивності ярого ячменю — 81,6 та 81,5% — зафіксовано за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні з нормами висіву 300 та 350 нас./м². Застосування підвищеної норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ спричиняло істотне зниження екстрактивності до 81,3 та 81,2%, однак за норм висіву 300 і 350 нас./м² ці показники залишалися достатньо високими та повністю відповідали вимогам пивоварного виробництва.

Таблиця 3.10

**Вміст білка в зерні та екстрактивність ячменю ярого сорту Маскара залежно від впливу норм висіву насіння, % (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Норма добрив, кг/га д.р. | Норма висіву, нас./м² | Вміст білка в зерні | Екстрактивність |
|---|---|---|---|
| $N_0P_0K_0$ | 300 | 10,5 | 81,4 |
| | 350 | 10,7 | 81,3 |
| | 400 | 11,1 | 81,1 |
| | 450 | 11,7 | 80,7 |
| $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 300 | 10,7 | 81,6 |
| | 350 | 11,0 | 81,5 |
| | 400 | 11,3 | 81,3 |
| | 450 | 11,8 | 80,9 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 300 | 11,0 | 81,3 |
| | 350 | 11,2 | 81,2 |
| | 400 | 11,5 | 80,9 |
| | 450 | 12,1 | 80,6 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 300 | 11,5 | 80,7 |
| | 350 | 11,9 | 80,5 |
| | 400 | 12,3 | 80,1 |
| | 450 | 12,9 | 79,6 |
| В середньому по досліду | | 11,5 | 80,9 |

Зміни вмісту білка в зерні ячменю залежно від впливу норм висіву насіння ячменю показані в табл. 3.11. За проведеним статистичним аналізом головних ефектів встановлено, що найменші параметри досліджуваного показника – 10,9% встановлені при висіві 300 нас./м$^2$. Кожне наступне збільшення норми висіву призводило до істотного зростання вмісту білка в зерні. Найбільші значення показника характерні для норми висіву 450 нас./м$^2$ – 12,1%.

Таблиця 3.11

**Оцінка впливу норм висіву насіння на показники якості ячменю ярого, тест Дункана (середнє за 2024–2025 рр.)**

| № | Норма висіву, нас./м$^2$ | Вміст білка в зерні | Гомогенні групи | | | | Екстрактивність | Гомогенні групи | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 300 | 10,93 | *** | | | | 81,25 | *** | | |
| 2 | 350 | 11,20 | | *** | | | 81,13 | *** | | |
| 3 | 400 | 11,55 | | | *** | | 80,85 | | *** | |
| 4 | 450 | 12,13 | | | | *** | 80,45 | | | *** |

Аналіз впливу норм висіву насіння показав, що найвищі та статистично однакові показники екстрактивності сформувалися за норм висіву 300 і 350 нас./м², де вони становили відповідно 81,25 та 81,13%. Збільшення норми висіву до 400 нас./м² зумовлювало істотне зниження цього показника, тоді як за норми 450 нас./м² зафіксовано мінімальні значення екстрактивності — 80,45%.

Узагальнюючи результати, слід відзначити, що на контрольному варіанті, а також за внесення мінеральних добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ оптимальними виявилися норми висіву 300, 350 і 400 нас./м², за яких вміст білка в зерні не перевищував 11,5%, що повністю відповідало чинним нормативним вимогам якості.

Найкращі показники екстрактивності ярого ячменю встановлено за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ у поєднанні з нормами висіву 300 і 350 нас./м² — 81,6 та 81,5% відповідно. За застосування підвищеної норми

добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ за аналогічних норм висіву спостерігалося достовірне зниження екстрактивності до 81,3 та 81,2%, однак отримані значення залишалися достатньо високими та повністю відповідали вимогам пивоварного виробництва.

# РОЗДІЛ 4
# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва – одна з найважливіших економічних проблем. Від успішного її вирішення великою мірою залежить прискорення темпів розвитку сільського господарства, створення потужного конкурентоспроможного виробництва. Як показує практика, будь агротехнічний прийом заслуговує лише тоді визнання, коли його застосування у виробничих умовах буде давати економічний ефект.

В основу оцінки економічної ефективності удосконалених технологій вирощування озимих і ярих зернових культур нами були покладені показники, які дають можливість охарактеризувати рівень окупності матеріальних і грошових ресурсів, що спрямовуються на оптимізацію виробництва, а саме: вартість валової продукції, виробничі витрати, собівартість, прибуток (чистий дохід) та рентабельність. Основними критеріями енергетичного оцінювання технологій вирощування є показники витрат енергії на виробництво продукції,виходу енергії з урожаєм, витрат енергії на виробництво одиниці врожаю та коефіцієнт енергетичної ефективності [106].

В результаті проведених розрахунків встановлено, що із збільшенням норми висіву зростали затрати на 1 га за рахунок збільшення вартості насіння та певною мірою додатково за рахунок транспортування більшої кількості вирощеного урожаю та його очистки.

Одним із головних завдань вирощування ячменю є отримання чистого прибутку. За цими даними доведено, що при нормі висіву 350 нас./м$^2$ він зростав проти даних норми висіву 300 нас./м$^2$ (табл. 4.1). Збільшення норми висіву до 400 та 450 нас./м$^2$ до зростання прибутку не призводило. Затрати та чистий прибуток з розрахунку на 1 га зумовлювали рівень рентабельності. Показник який показує ефективність вкладення коштів у це виробництво, тобто вирощування зерна ячменю ярого.

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність вирощування ячменю ярого**

**(сорт Маскара, фон живлення – $N_{60}P_{90}K_{90}$)**

| Норма висіву, нас./м$^2$ | Урожай-ність зерна, т/га | Затрати, грн./га | Доход, грн./га | Собівар-тість, грн./т | Чистий прибуток, грн./га | Рівень рентабе-льності, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2023 рік | | | | | | |
| 300 | 6,32 | 7274,32 | 15168 | 1151 | 7893,68 | 109 |
| 350 | 6,40 | 7232,00 | 15360 | 1130 | 8128,00 | 112 |
| 400 | 6,34 | 7398,78 | 15216 | 1167 | 7817,22 | 106 |
| 450 | 6,27 | 7486,38 | 15048 | 1194 | 7561,62 | 101 |
| 2024 рік | | | | | | |
| 300 | 6,03 | 7085,25 | 16281 | 1175 | 9195,75 | 130 |
| 350 | 6,11 | 7014,28 | 16497 | 1148 | 9482,72 | 135 |
| 400 | 6,08 | 7235,20 | 16416 | 1190 | 9180,80 | 127 |
| 450 | 6,05 | 7320,50 | 16335 | 1210 | 9014,50 | 123 |
| 2025 рік | | | | | | |
| 300 | 5,72 | 7893,60 | 17160 | 1380 | 9266,40 | 117 |
| 350 | 5,78 | 7855,02 | 17340 | 1359 | 9484,98 | 121 |
| 400 | 5,73 | 7999,08 | 17190 | 1396 | 9190,92 | 115 |
| 450 | 5,68 | 8082,64 | 17040 | 1423 | 8957,36 | 111 |
| середнє за три роки | | | | | | |
| 300 | 6,02 | 7417,72 | 16203 | 1235 | 8785,28 | 119 |
| 350 | 6,10 | 7367,10 | 16399 | 1212 | 9031,90 | 123 |
| 400 | 6,05 | 7544,35 | 16274 | 1251 | 8729,65 | 116 |
| 450 | 6,00 | 7629,84 | 16141 | 1276 | 8511,16 | 112 |

У зв’язку з цим показники доводять, що рентабельність із збільшенням норми висіву насіння від 300 до 350 нас./м$^2$ зростає в середньому на 4%, а при подальшому збільшенні норм висіву вона зменшується і при нормі 400 нас./м$^2$ вона становить 116%, а при нормі висіву 450 нас./м$^2$ – 112%. Така закономірність забезпечена затратами за рахунок більшої кількості насіння та встановленими рівнями урожайності.

# РОЗДІЛ 5
# ЕКОЛОГІЯ

## 5.1. Екологічні проблеми в сільському господарстві

Протягом історії людство завжди знаходило в землі вірного союзника й годувальницю. Почуття синівської відданості до землі передавалося з покоління в покоління. Саме землеробство стало основою розвитку цивілізації, забезпечуючи людство продуктами харчування та сировиною для різних галузей промисловості.

Від початків неолітичної революції (7–8 тис. років до н.е.) землероби вирощували перші окультурені рослини, і чисельність населення Землі на той час становила близько 4 млн осіб. Сьогодні таку кількість людей народжується лише за 10 днів. Якщо цей темп зростання збережеться, то вже в перші два десятиліття XXI століття потрібно буде виробити стільки продуктів харчування, скільки було отримано за попередні 10 тис. років цивілізації [112].

Однією з провідних галузей сільського господарства є рослинництво, яке забезпечує людство основними продуктами харчування. Між тим, серед великої кількості культурних рослин, що вирощуються на різних континентах, основними для харчування є пшениця, кукурудза, рис, картопля, овес, ячмінь та інші. Проте, зафіксовано, що існує величезна кількість їстівних рослин, які сьогодні не використовуються або застосовуються лише в обмежених масштабах, здебільшого в локальних культурах. Тільки в тропічних лісах було виявлено близько 80 тис. таких видів.

Проте значною проблемою є збіднення генетичного фонду рослин і тварин, оскільки більшість рослин сільськогосподарського призначення вирощуються в межах невеликої кількості генетично одноманітних сортів. Це, зокрема, створює загрози через появу нових хвороб або шкідників. Історія сільського господарства знає чимало прикладів таких катастроф, наприклад, у 1970 році в США врожай кукурудзи загинув через грибкову інфекцію, а в 1845

році в Ірландії картопля постраждала від грибкового захворювання, що призвело до голоду.

Негативний вплив на сільське господарство має також урбанізація, зведення тропічних лісів і забруднення ґрунтів. За оцінками ботаніків, до середини XXI століття може зникнути 250 тис. видів рослин. Крім того, через інтенсивну агротехніку та урбанізацію, Земля втратила до 2 млрд гектарів родючих земель.

Зокрема, в Україні за останні 25 років було втрачено майже 500 тис. га сільськогосподарських угідь, а 29% орних земель потерпає від водної ерозії. Особливо вразливими є південні регіони, де пилові бурі регулярно уражають 10 млн га земель. Згідно з даними ООН, проблеми різняться за регіонами: в Європі це забруднення ґрунтів, в Північній Америці — монокультури, в Африці — перевипас худоби та спустелювання.

Ще однією серйозною проблемою є хімізація сільського господарства. Використання синтетичних мінеральних добрив і пестицидів знижує родючість ґрунтів і забруднює навколишнє середовище. За оцінками, сучасне сільське господарство засвоює лише 40% хімічних поживних речовин з добрив, а решта потрапляє у водойми, забруднюючи їх. Застосування пестицидів також має негативні наслідки для здоров’я людини.

Щоб знизити ці негативні впливи, деякі аграрії звертаються до альтернативного сільського господарства, яке зосереджене на екологізації та біологізації аграрного виробництва. Суть такого підходу полягає в частковій відмові від хімічних засобів, застосуванні сівозмін, гною, компостів, сидератів і біологічних методів боротьби з шкідниками. Це дозволяє зберегти родючість ґрунтів та забезпечити безпечні і якісні продукти харчування для споживачів. Хоча врожайність альтернативного землеробства зазвичай є меншою і трудомісткішою, продукція з такої системи має великий попит на ринку, оскільки споживачі готові платити більше за екологічно чисті продукти.

# РОЗДІЛ 6
# ОХОРОНА ПРАЦІ

## 6.1. Загальні вимоги безпеки при виконанні механізованих робіт в рослинництві

Керівництво та відповідальність за організацію і стан робіт з охорони праці в галузі рослинництва покладаються на головного агронома та головного механіка (власника) підприємства. Особи, відповідальні за охорону праці, повинні знати та виконувати Положення про організацію роботи з охорони праці, а також дотримуватися правил і норм безпеки праці та виробничої санітарії. Вони зобов'язані повідомляти виробника про конструктивні недоліки машин, обладнання та знарядь, які створюють небезпеку для працівників. Кожну машину слід закріплювати за конкретним механізатором наказом по підприємству; при тимчасовій передачі машини іншому механізатору оформлюється письмове розпорядження. Не допускається переведення працівників на інший вид робіт або на іншу машину без проведення інструктажу з охорони праці, а при необхідності й курсового навчання. Забороняється використання сільськогосподарських та спеціальних машин, обладнання, інструментів і транспортних засобів в особистих цілях без дозволу адміністрації. Для техніки повинні бути обладнані спеціальні майданчики для тимчасового та постійного зберігання, що виключають можливість самовільного виїзду. На роботах, де зайняті дві особи і більше, призначається старший. Не допускається до експлуатації переобладнані або виготовлені машини без попереднього приймання офіційною комісією. До управління тракторами та складними сільськогосподарськими і спеціалізованими машинами не допускаються особи без відповідних документів, які не пройшли інструктаж з охорони праці, а також особи молодші 17 років. Винятком є випускники середніх загальноосвітніх шкіл, які закінчили курс трудового навчання за професією механізатора та отримали посвідчення на право водіння

самохідних сільськогосподарських машин, які можуть працювати під керівництвом досвідчених наставників до досягнення 17 років. До обслуговування та роботи на нескладних причіпних і стаціонарних машинах допускаються особи не молодше 16 років, які вивчили устрій машини, пройшли інструктаж з охорони праці та протипожежного захисту. Не допускається до роботи робітників і службовців у нетверезому стані. Порушників нормативних вимог з охорони праці відсторонюють від роботи, і вони допускаються до роботи лише після проходження позапланового інструктажу. Особи, відповідальні за охорону праці, проводять навчання робітників методам і прийомам надання першої долікарняної допомоги при нещасних випадках. Також вони виділяють, позначають і обладнують спеціальні місця для прийняття їжі та короткочасного відпочинку працівників на полі та інших робочих ділянках і підтримують необхідний санітарний стан виробничих ділянок і побутових приміщень. Не допускається до роботи на машинах і механізмах осіб, у яких спецодяг не заправлений і не застібнутий, а волосся не підібрано під головний убір (кашкет).

Працівники, які обслуговують електрифіковане обладнання, зернотік, цехи з переробки сільськогосподарської продукції та ремонтні майстерні, допускаються до роботи після первинного інструктажу з електробезпеки з оформленням запису в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці. Інструктаж проводить особа, відповідальна за електричне обладнання, або за її письмовим розпорядженням особа електротехнічного персоналу з групою не нижче III. Після перевірки знань і запису в журналі реєстрації працівникам присвоюється I група з електробезпеки без видачі посвідчення.

### 6.2. Безпека праці при роботах на посівних машинах

Небезпечними та шкідливими виробничими факторами при роботі на посівних машинах є рухомі агрегати, машини та знаряддя, рухомі частини машин, зокрема причіпні та навісні пристрої, робочі органи, такі як сошники,

котушки висіваючих апаратів, мішалки зерна і туків, маркери, колеса, кришки зерно-тукового ящика та інше, робоча рідина гідросистеми, протруєне насіння, ями, колодязі, зрошувачі, підвищена концентрація пилу та мінеральних добрив у повітрі робочої зони, несприятливі метеорологічні умови та інші фактори. Головною умовою безпечної роботи на посівних машинах є їх технічна справність, наявність захисних кожухів над зубчатими, ланцюговими та карданними передачами, справність сидіння, робочої площадки, підніжної дошки, поручня та перил зі сторони спини сіяльщика, а також наявність лопаток та гачків для очищення сошників висіваючих апаратів.

Для узгодженої роботи тракториста з сіяльщиком необхідна подвійна сигналізація. Кожна сівалка в агрегаті повинна обслуговуватися одним сіяльщиком. Заправка сівалок насінням і добривами проводиться механізованим способом; ручна заправка дозволяється тільки на зупинках агрегату. При русі агрегату кришки насіннєвих ящиків і тукових банок повинні бути щільно закриті. Забороняється курити та приймати їжу, не помивши руки та не прополоскавши рот чистою водою.

На пневматичній сівалці автоматична зчіпка повинна бути справною, відрегульованою і забезпечувати надійне з’єднання сівалки з трактором. Підніжна дошка сівалки повинна бути справною, обладнана запобіжним бортиком, чистою та не слизькою. Її ширина повинна становити не менше 350 мм з запобіжним бортиком висотою 20 мм і шириною 25 мм. Поручні на кришках зерно-тукового ящика повинні бути гладкими, чистими та надійно закріпленими. Кришки насіннєвих і тукових банок повинні щільно закриватися, надійно фіксуватися в відкритому та закритому положеннях і вільно відкриватися, а фіксуючий пристрій повинен виключати можливість самовільного відкривання під час руху агрегату. Двостороння сигналізація повинна бути справною і забезпечувати надійний зв’язок між сіяльщиком і трактористом-машиністом.

На сівалці повинні бути спеціальні пристрої для очищення сошників, гачки для прочищення висіваючих апаратів, лопата для розрівнювання насіння

та добрив у ящиках, комплект інструменту та башмаки для роботи на схилах. Заправку сівалки насінням і добривами, розміщення ящиків, підняття і опускання маркерів, очищення сошників та прочищення проводів необхідно виконувати лише при остаточній зупинці агрегату та вимкненому валі відбору потужності. Заправку сівалок протруєним насінням і добривами слід здійснювати у засобах індивідуального захисту, перебуваючи на підніжній дошці з навітряної сторони від ящика. При використанні автозаправщика необхідно узгоджувати дії з водієм, не перебувати під вигрузним пристроєм і в зоні його дії. Автозаправщик повинен бути загальмований і розташований з підвітряної сторони від сівалки.

Необхідно слідкувати, щоб у насінні і добривах не було сторонніх предметів. Мінеральні добрива повинні бути просіяні через сито з отворами не більше 5х5 мм, мати фракції до 7 мм і бути сухими. Розрівнювання та перемішування насіння і добрив у ящиках сівалки виконують при зупиненій сівалці спеціальною лопаточкою. Рух посівних агрегатів на транспортній швидкості з завантаженими ящиками та банками забороняється. Серед сіяльщиків призначається старший, який керує діями тракториста-машиніста.

Перед початком руху агрегату необхідно подати сигнал, отримати зворотний сигнал, упевнитися, що в зоні руху немає людей, і лише після цього починати рух. Рух робочих органів дозволяється тільки в прямолінійному напрямку, забороняються круті повороти та рух заднім ходом при заглиблених робочих органах. Під час роботи не допускається одночасне обслуговування одним робітником двох і більше сівалок.

Сіяльщики повинні постійно перебувати на підніжній дошці, триматися за поручні, сходити з агрегату під час маневрування, не пити воду, не приймати їжу, не палити та не торкатися незахищеними руками протруєного насіння. Забороняється використовувати протруєне насіння в їжу та на корм худобі і птиці, а також провертати руками чи ногами зупинені диски сошників. Маневрування агрегату здійснюється в межах позначеної поворотної смуги поля. Перед поворотом слід зійти з агрегату, перевести маркер у транспортне

положення та відійти в безпечне місце. Після повороту агрегату і зупинки маркер переводиться у робоче положення і сіяльщики займають свої місця.

При аварійних ситуаціях необхідно подати сигнал трактористу. Перед палінням, прийняттям їжі, води або відвідуванням туалету потрібно зняти засоби індивідуального захисту, ретельно вимити руки та обличчя і прополоскати рот. Після закінчення роботи залишки протруєного насіння і добрив передають наступній зміні або здають на збереження. Залишати протруєне насіння і добрива в сівалках забороняється.

При роботі на розсадопосадочних машинах забороняється перебувати на посадочних секціях, рамі та стелажах під час піднімання та опускання робочої частини машини і транспортування агрегату. Перед посадкою кожного ряду рослин тракторист повинен встановити машину в робоче положення і вимкнути двигун, після чого саджальники займають робочі місця та прикріплюються ременями до сидінь.

При експлуатації картоплесаджалок необхідно дотримуватися правил безпеки, передбачених для грунтооброблювальних, посівних і посадочних машин, а також виконувати заходи безпеки при механізованому завантаженні. Специфічною операцією при закладенні садів є посадка саджанців за допомогою ямкокопачів. Їх забороняється використовувати при відсутності або несправності захисних кожухів над карданною передачею. Перед включенням ямкокопачів слід упевнитися, що біля машини немає людей. Під час роботи забороняється стояти або сидіти на рамі та перебувати біля бура. Регулювання, заміну або очищення бура дозволяється виконувати тільки при зупиненому двигуні трактора, а при тривалих зупинках бур слід опустити на землю. Не можна працювати без головного убору та з вільно звисаючим одягом.

# ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що польова схожість насіння була високою і становила 92,3-93,5%, і не залежала від норм висіву насіння. Перезимівля та загальне виживання рослин в середньому по досліду були високими – 93,1% та 80,4%, що відповідає вимогам інтенсивної технології вирощування ячменю ярого. Оцінка впливу норм висіву насіння показує результативність досліджуваного фактора. Найбільшою і статистично однаковою вона була за умови висіву 300 і 350 нас./м$^2$: 93,6% і 93,9% – перезимівля рослин та 81,4% і 81,3% – загальне виживання рослин.

2. Встановлено, що при збільшенні норм висіву насіння у порядку 300, 350, 400, 450 шт./м$^2$ кількість рослин та кількість продуктивних стебел збільшувались 244, 284, 318, 357 шт./м$^2$ та 462, 480, 506, 536 шт./м$^2$, відповідно. Доведено також поступове зниження продуктивного кущіння рослин ячменю ярого при збільшенні норм висіву насіння 1,9; 1,7; 1,6; 1,5.

3. Доведено істотний вплив норм висіву насіння на формування елементів структури урожайності зерна. Кожне збільшення норм висіву насіння спричиняло до зниження реалізації потенціалу продуктивності колоса за кількістю зерен, встановлені показники 23,4; 22,9; 22,2; 21,3 шт. відповідно до норм висіву насіння 300, 350, 400, 450 шт./м$^2$.

4. Виявлено результативне зниження маси зернівки ячменю ярого внаслідок дії фактора – норми висіву насіння. Зміни якого характеризуються значеннями в межах від 52,2 мг до 49,8 мг, за норм висіву 300 нас./м$^2$ та 450 нас./м$^2$, різниця при порівнянні максимального і мінімального значення становила 2,4 мг.

5. За результатами статистичного аналізу встановлено, що норми висіву не сприяли підвищенню рівня урожайності зерна, як і не спричиняли до його зниження. За норм висіву 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 млн. схожих насінин/га урожайність була однаковою – 5,91; 5,94; 5,91; 5,89 т/га.

6. Слід зазначити, що на контрольному варіанті та при внесенні

мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ кращими виявились норми висіву 300, 350, 400 нас./м$^2$ за яких вміст білка в зерні не перевищував 11,5%, що відповідає нормативним вимогам якості. Кращі параметри екстрактивності ячменю ярого встановлені при внесенні $N_{30}P_{30}K_{30}$ та дотриманні норм висіву 300; 350 нас./м$^2$ – 81,6; 81,5%. При застосуванні норми внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ за цих же норм висіву спостерігалося істотне зниження екстрактивності 81,3; 81,2%, проте для ячменю ярого вона є достатньо високою, що цілком задовольняє потреби виробництва.

7. Рівень рентабельності із за норм висіву 300 та 350 нас./м$^2$ становив 119-123%. При подальшому збільшенні норм висіву він зменшувався: при 400 нас./м$^2$ становив 116%, а при 450 нас./м$^2$ – 112%.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hrozny Fr. Das getreide im alten babylonien. Sitzungsber. d. Kais. – Akademie der Wissenschaft in Wien. Philosophisch-Historische Klasse, Bd. I. – Vienna, 1914. – P. 216.

2. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. – С. 248-249.

3. Іващенко О.О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О.О. Іващенко, О.І. Рудник-Іващенко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 8. – С. 10-12.

4. Дідух Я.П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії / Я.П. Дідух // Вісник НАН України. – 2009. – № 2. – С. 34-44.

5. Клімат України / за ред. Ліпінського В.М., Дячука В.А., Бабіченко В.М. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 356 с.

6. Зернові, зернобобові, круп’яні культури і кукурудза в агроекосистемах // Наукові основи ведення зернового господарства / О.І. Різник В.Ф.Сайко, М.Г.Лобас [та ін.] ; за ред. В.Ф. Сайка. – К. : Урожай, 1994. – С. 41-54.

7. Schilling G. Pflanzenernährung und Düngung / G. Schilling. – Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2000. – 464 s.

8. Пабат І.А. Озима пшениця і її удобрення на чорноземах в Степу / І.А. Пабат, В.Ю. Коваленко // Агрооглядд. – 2003. – №6 (21). – С. 33-35.

9. Czirak L. Oszi buza fajtak herbicid-tolerancia vizegalata / L. Czirak, A. Gimesi // Novenyvedelem. – 1986. – 22. – № 1. – P. 10-14.

10. Порівняльна урожайність озимої пшениці та ярого ячменю при сівбі їх після кукурудзи на силос в південно-західному Степу України / Є.М.Лебідь, С.Д.Пішта, І.С.Кирчук [та ін.] // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2005. – № 26-27. – С. 206-209.

11. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату / В. Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 11. – С. 5-10.

12. Куперман Ф.М. Біологічні особливості розвитку, росту й органогенезу пшениці // Озима пшениця / Ф.М. Куперман; під ред. С.М. Бугая. – К. : Урожай, 1969. – С. 41-60.

13. Cooper H.D. Cycling of amino-nitrogen and other nutrients between shoots and roots in cereals. A possible mechanism integrating shoot and root in the regulation of nutrient uptake / H.D. Cooper, D.T. Clarkson // Journal exper. Botany. – 1989. – №40. – P. 753-762.

14. Greenfield A.I. Problems of herbicide regisnration and usage on hosticultural crops / A.I. Greenfield // Proc. Brighton Crop Protection Conference – Weeds. – 1989. – Vol. 3. – P. 1015-1020.

15. Leary W. Effect of plant growth regulators and nitrogen on the orgonomic perfomance of small gain crops / W.Leary, E.Oplinger // Plant growth regulator Proc. – 1983. – P. 277-286.

16. Зубець М.В. Обгрунтування агротехнологій проведення весняного циклу робіт і перспективи сталого розвитку АПК / М.В. Зубець, О.Г. Тараріко, Ф. Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 3. – С. 5-10.

17. Вирощування високоякісного зерна пшениці, ячменю і гороху : науково-методичні рекомендації / [Нікішенко В.Л., Нетіс І.Т., Коваленко А.М. та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2010. – 44 с.

18. Виблов Б.Р. Строки сівби та норми висіву ярого ячменю в посушливому Присивашші / Б.Р. Виблов, А.В. Виблова. // Бюлетень ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ : 2000. – № 14. – С. 34-38.

19. Гавура О.В. Стоки сівби – головний абіотичний фактор адаптації озимини до змін клімату / О.В. Гавура. // Стан та перспективи розвитку рослинницької галузі в умовах змін клімату : зб. наук. праць. – Харків, 2009. – С. 98-100.

20. Соколовська І.М. Строки сівби та норми висіву ярого ячменю у північному Степу України / І.М. Соколовска, М.М.С. Аль-Бдур // Вісник Харківського НАУ (с.-г. науки) . – Вип. 9-10 . – 2010. – С. 15-19.

21. Böse S. Welche Intensitat b-i 20 € /dt. Produktionstechnik Weizen / S. Böse // Praxisnah. – 2008. – № 1. – S. 2-5.

22. Мединець В.Д. Природні стресори в онтогенезі зимуючих рослин / В.Д. Мединець // Управління онтогенезом рослин. – Полтава : Верстка, 2001. – С. 23-49.

23. Hallgren E. Control of weeds in direct seeding of winter wheat / E. Hallgren // Weeds and weed control. 28. Reports. – 1988. – Vol. 1. – P. 167-173.

24. Kühn G. Zur Wirksamkeit von Fungiziden auf den Estrag bei Winterweizen unter den Bedingungen im Norden der DDR / G. Kühn, D. Ackermann, A. Jonn // Feldwirtschaft. – 1989. – № 3. – P. 114-115.

25. Програмування врожаїв / А.Я. Гетманець, Л.Ф. Демішев, А.А. Плішко [та ін.] // Зернові культури [ред. Г.Р. Пікуш, В.І. Бондаренко]. – К. : Урожай, 1985. – С. 212-216.

26. Явдощенко М.П. І врожайні і стійкі / М.П. Явдощенко, М.М. Солодушко // Захист рослин. – № 1. – 2003. – С. 9.

27. Flores Agnes Effect of new terpenoid analogues of abscisic acid on chilling and freezing resistance / Flores Agnes, Grau Alfredo, Laurich Frank, Dorffling Karl // J. Pland Physiol. – 1988. – № 3. – P. 362-369.

28. Гирка А.Д. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату / А.Д. Гирка, Ю.Я. Сидоренко, О.В. Ільєнко [та ін.] // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2011. – №40. – С. 114-119.

29. Тучапський О.Р. Удосконалення технології вирощування ярого ячменю – запорука одержання високих і стабільних врожаїв зерна / О.Р. Тучапський // Сільський господар. – 2001. – № 3-4. – С. 21-23.

30. Просунко В.П. Наслідки глобального потепління клімату в землеробстві / В.П. Просунко // Пропозиція. – 2004. – № 12. – С. 45-47.

31. Барабаш М.Б. Зміна клімату при глобальному потеплінні / М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенук, О.Г. Татарчук // Водне господарство України. – 1999. – № 3. – С. 16-21.

32. Барабаш М.Б. Кліматична посушливість на території України у період глобального потепління / М.Б. Барабаш, Т.В. Корж // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т. 14. – С. 250- 256.

33. Русанов В. Озимий ячмінь у центральному Лісостепу України / В. Русанов // Агроном. – 2009. – № 4 (26). – С. 36-39.

34. Лінчевський А.А. Головний фактор високого врожаю ячменю / А.А. Лінчевський // Насінництво. – 2009. – № 4. – С. 4-7.

35. Шевченко А.І. Основні рекомендації щодо сівби ярого ячменю та догляду за його посівами / А.І. Шевченко, Л.О. Животков, Г.Ю. Барсук, [та ін.] // Агроном. – 2003. – № 8. – С. 80-82.

36. Leszczynska D. Wplyw terminu i gestosci siewu na przezimowanie i plonowanie kilku odmian jeczmienia ozimego / D. Leszczynska, K. Noworolnik // Ekofizjologiczne aspekty reakcji roslin na dzialanie czynnikow stresowych. – Warszawa, 2002. – Cz. 1. – S. 187-191.

37. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посібник / В.В. Лихочвор. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 816 с.

38. Сайко В.Ф. Сівозміни у землеробстві України / В.Ф. Сайко, П.І. Бойко. – К. : Аграрна наука, 2002. – 147 с.

39. White N.S. Effects of sowing date and vernalisation on the growth of winter barley and its resistance to powdery mildew / N.S. White, J.F. Jenkyn // Ann. appl. Biol. – 1995. – Vol. 126. – № 2. – P. 269-283.

40. Черенков А.В. Вплив гідротермічних умов осіннього періоду вегетації на польову схожість насіння та густоту стояння рослин ярого ячменю залежно від строків сівби та норм висіву / А.В. Черенков, Р.В. Бенда // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2009. – № 37. – С. 79-82.

41. Вожегова Р.А. Продуктивність сортів ярого ячменю при різних строках сівби / Р.А. Вожегова, С.Г. Вожегов, С.С. Ярошенко // Бюлетень ІЗГ УААН. – 2001. – № 17. – С. 77-81.

42. Petr J. Rust a vyvin ozimego jecmene do nastupy zimy / J. Petr, D. Hradecka, A. Andresova // Rostl Vyroba. – 1986. – Т. 32. – № 7. – S. 689-699.

43. Виблов Б.Р. Строки сівби та норми висіву ярого ячменю в посушливому Присивашші / Б.Р. Виблов, А.В. Виблова // Бюлетень ІЗГ УААН. – 2000. – № 14. – С. 34-38.

44. Коротич П. Сівба озимини: ячмінь і жито / П. Коротич // Farmer. – 2007. – № 8. – С. 6-7.

45. Conry M. Effect of sowing date and autumn nitrogen on winter barley / M. Conry // Irish J. Agr. Res. – 1984. – Т. 23. – № 2/3. – P. 201-222.

46. Witzel D. Einfluss der Stickstoffdüngung spät auf Ertrag und Kornqualität von Winterweizen und Wintergerste / D. Witzel, J. Heyn // VDLUFA – Schr. – Verband Dt. Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalten. – Darmstadt, 1988. – Т. 27. – S. 29-30.

47. Noworolnik K. Wplyw nawozenia azotem na produkcyjnosc nowych odmian jeczmienia ozimego / K. Noworolnik, A. Pecio // Pam. Pulawski. – 1990. – S. l. – S. 169-182.

48. Білявський Г.О. Основи екології: Навчальний посібник /Г.О. Білявський. – К.: Либідь, 2006. – 408 с.

49. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.

50. Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві. – К.: Форт, 2001. – 384 с.

51. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: „Новий світ-2000”, 2005. – 232 с.