

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ У РОСЛИННИЦТВІ

Кваліфікаційна робота

освітнього ступеня «магістр»

на тему: «Особливості формування врожайності ячменю ярого залежно
від норми висіву насіння»

Виконав студент VI курсу, групи Аг-62
спеціальність 201 «Агрономія»

Мельник Іван Ігорович

Керівник: В. С. Борисюк

Рецензент: Ю. М. Оліфір

Дубляни – 2021

УДК: 633.16 : 631.5

Особливості формування врожайності ячменю ярого залежно від норми висіву насіння. Мельник І. І. – кваліфікаційна робота. Кафедра технологій у рослинництві – Дубляни, Львівський національний аграрний університет, 2021.

91 с. текст. част., 16 табл., 8 рис., 103 джерел.

В умовах Західного Лісостепу на дослідному полі факультету агротехнологій і екології Львівського НАУ впродовж 2020 – 2021 років вивчали вплив норми висіву насіння на ріст, розвиток і формування зернової продуктивності ячменю ярого сорту Орвел.

Встановлено, що польова схожість насіння ячменю ярого залежала як від норм висіву, так і від гідротермічних умов в післяпосівний період і коливалася по варіантах в межах від 77,6 % до 87,9 %. Із зменшенням норми висіву з 6 до 3 млн. шт./га польова схожість насіння збільшувалася з 80,9 до 85,4 %. По різному впливали норми висіву насіння і на врожайність зерна. Зокрема, збільшення норми висіву позитивно впливало на врожайність тільки до певного рівня. Якщо за норми висіву насіння 3 млн. шт./га рівень урожайності у середньому за два роки становив 41,8 ц/га, то збільшення норми висіву до 4 млн. шт./га забезпечило надвишку врожаю 8,2 ц/га, або 19,6%. Тоді як за норми висіву 5 млн. насінин/га прибавка до норми 4 млн. шт./га становила лише 1,2 ц/га, або 2,8 %, що є не істотною. З подальшим підвищенням норми висіву до 6 млн. схожих насінин/га рівень урожайності зменшився і становив 43,9 ц/га. По мірі збільшення норми висіву зменшувалася маса 1000 насінин з 42,6 г до 38,1 г, і вміст білка – з 11,34 % до 11,21%. Норма висіву 4 млн. схожих насінин/га забезпечила за рівня рентабельності 145% найвищий прибуток 21893 грн. і найменшу собівартість 1 ц зерна 302 грн. При цьому відмічено і найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,67

Ключові слова: *ячмінь ярий, сорт, норма висіву, структура врожаю, урожайність, якість.*

Topic name: Features of spring barley yield formation depending on the rate of seed sowing

Key words: spring barley, variety, sowing rate, crop structure, productivity, quality

Зміст

ВСТУП	6
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Ячмінь ярий – історія поширення, значення та стан вирощування культури	9
1.2. Ботанічна характеристика і біологічні властивості ячменю ярого.....	12
1.3. Вплив норми висіву насіння на врожайність ячменю ярого.....	18
Розділ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1. Ґрунтово-кліматичні та метеорологічні умови місця проведення досліджень	26
2.2. Методика проведення досліджень.....	32
2.3. Характеристика сорту та агротехніка вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці.....	34
Розділ 3. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ	36
3.1. Вплив норми висіву на польову схожість насіння, ріст та розвиток рослин ячменю ярого сорту Орвел.....	36
3.2. Вплив норми висіву насіння на формування елементів структури врожаю ячменю ярого сорту Орвел.....	45
3.3. Вплив норми висіву насіння ячменю ярого сорту Орвел на врожайність зерна та його якість.....	49
3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від норми висіву насіння.....	57
Розділ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	61
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	65
ВИСНОВКИ	72
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	74
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	75

ВСТУП

Актуальність теми. Ячмінь – культура різного спрямування використання. Із його зерна виробляють різні крупи, солодові екстракти та інше. Зерно ячменю є також основною сировиною для пивоварної промисловості. Пивоварні якості зерна визначаються сортовими властивостями, ґрунтово-кліматичними умовами, а також технологією вирощування. В наш час із появою потужних промислових підприємств для виробництва солоду і пива почали інтенсивно використовувати ячмінь. У результаті цього зараз в Україні, та й у світі в цілому, попит на пивоварне зерно постійно збільшується [88]. Його загальна потреба становить біля одного мільйона тонн на рік. Однак, сучасне сільськогосподарське виробництво не забезпечує вирощування якісного ячменю в необхідному для промисловості об'ємі [16, 17]. Основною проблемою, на жаль, залишається низька врожайність та незадовільна якість зерна пивоварного ячменю, оскільки технологія вирощування пивоварного ячменю дещо відрізняється від технології вирощування даної культури на зерно. Вирішення цієї проблеми полягає у вдосконаленні технології вирощування пивоварних сортів ячменю. Тому, враховуючи специфіку кліматичних умов та особливості нових сортів, які по різному реагують на окремі елементи технології їх вирощування, важливо для умов Західного Лісостепу України встановити оптимальні технологічні заходи, які забезпечать отримання гарантованого врожаю зерна, придатного для пивоваріння. Враховуючи актуальність даного завдання, нами були проведені дослідження з встановлення оптимальної норми висіву насіння ячменю ярого сорту Орвел для умов Жовківського району Львівської області.

Мета і задачі досліджень. Метою наших досліджень було встановити оптимальну норму висіву насіння ячменю ярого сорту Орвел за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті дослідного поля ННЦ Львівського НАУ. Для реалізації поставленої мети нами передбачалось вирішити наступні задачі:

- вивчити вплив різних норми висіву насіння на ріст, розвиток, урожайність та якість зерна ячменю ярого;
- встановити взаємозв'язок між біометричними показниками рослин ячменю ярого і рівнем урожайності та якістю зерна досліджуваного сорту залежно від норми висіву;
- виявити залежність урожайності та якості зерна ячменю ярого від погодних умов і різної густоти стояння рослин на одиниці площі;
- вивчити вплив норм висіву насіння на формування елементів структури врожаю ячменю ярого;
- провести економічну та енергетичну оцінку досліджуваних варіантів технології вирощування ячменю ярого за різних норм висіву насіння;
- розробити рекомендації виробництву щодо оптимізації норми висіву насіння, які сприятимуть формуванню врожайності якісного, екологічно безпечного зерна ячменю ярого за вирощування на темно – сірому опідзоленому ґрунті в умовах Жовківського району Львівської області.

Об'єкт дослідження – реакція рослин ячменю ярого сорту Орвел на різні норми висіву насіння.

Предмет дослідження – сорт ячменю ярого сорту Орвел та норми висіву насіння, що впливають на врожайність та якість зерна.

Методи дослідження. В процесі виконання роботи застосовували загально наукові та спеціальні методи досліджень:

- візуальний – для ведення фенологічних спостережень;
- ваговий – для визначення зернової продуктивності рослин;
- хімічний – для визначення агрохімічних показників ґрунту та якості зерна;
- математично-статистичний – для проведення об'єктивної, кількісної оцінки отриманих експериментальних даних;
- розрахунково-порівняльний – для встановлення існуючих взаємозв'язків між факторами, які вивчалися та економічної ефективності прийомів технології вирощування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема кваліфікаційної роботи була складовою частиною тематичного плану науково-

дослідної роботи кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету.

Наукова новизна одержаних результатів. Установлено в умовах Жовківського району Львівської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті вплив норм висіву насіння ячменю ярого на формування урожаю та якості зерна з урахуванням біологічних властивостей сорту. Виявлена залежність урожайності ячменю ярого від комплексної дії норми висіву насіння, сортових властивостей сучасного сорту та взаємодії цих чинників.

Практичне значення одержаних результатів. Подано пропозиції щодо оптимізації технології вирощування ячменю ярого, яка враховує такі чинники: сорт та норми висіву насіння, що дозволить отримати в господарствах зони високі і стабільні врожаї зерна з високими технологічними якість, придатного для пивоваріння.

Особистий внесок здобувача. Автор самостійно закладав досліди, проводив фенологічні спостереження, їх аналіз, узагальнення та статистичні розрахунки результатів експерименту на персональному комп'ютері. Проаналізував літературні джерела за темою магістерської роботи, обґрунтував отримані експериментальні дані, сформулював висновки і пропозиції виробництву.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідались на розширених засіданнях кафедри технологій в рослинництві (2020 – 2021 рр.), студентських конференціях ЛНАУ, міжнародному студентському науково-практичному форумі, вересень 2020 р. і жовтень 2021 р.

Публікації результатів досліджень. Основні положення магістерської роботи викладено в звітах кафедри технологій в рослинництві ЛНАУ за 2020 – 2021 роки. За результатами досліджень опубліковано наукову статтю у матеріалах Міжнар. студ. наук. форуму «*Студентська молодь і науковий прогрес в АПК*», 2021р.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 91 сторінках комп'ютерного набору. Вона складається із вступу, п'яти розділів, висновків і пропозицій виробництву. Містить 16 таблиць, 8 рисунки. В списку

опрацьованої літератури 103 наукових джерел. Додатки.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ячмінь ярий – історія поширення, значення та стан вирощування культури

Ячмінь - одна з перших культур, яку почали використовувати люди і вирощується від часів зародження землеробства. Археологічними дослідженнями було встановлено, що ячмінь висівали ще за 8000 років до нашої ери. Теперішня наука вважає, що історичними центрами формування видів ячменю є Близькосхідна Азія (сучасні Іран, Ірак, Йорданія, Туреччина, Сирія та Північний Афганістан). У Туркменістані ячмінь почали вирощувати з V, а в Закавказзі — з II тисячоліття до н. е.

Саме з теренів цих країн культура поширилася на інші частини світу [40]. При цьому, на територію Європейських країн ячмінь поширився спочатку в Грецію, а звідти через Балкани в долину Дунаю і далі на північний захід [21]. На території України, згідно досліджень Мойсеєнка В. [58], ячмінь почали вирощувати з VI тисячоліття до н.е. Більш давніми в культурі є дворядні ячмені, шестирядні з'явилися приблизно на 2 тис. років пізніше. Тобто, від доісторичних часів і до наших днів ячмінь був супутником людей і пройшов у своєму розвитку довгий шлях від примітивних форм до сучасних високотехнологічних сортів. Серед зернових - ячмінь ярий займає після пшениці і кукурудзи третє місце і у вирішенні зернового балансу відіграє вагомую роль, оскільки є цінною зернофуражною, продовольчою та технічною культурою [2, 69, 70]. У галузі польового кормо виробництва він особливо важливий, оскільки собівартість виробленого зерна значно нижча від інших культур. Його зерно в розмеленому й подрібненому стані є високопоживним кормом для всіх видів тварин: - великої рогатої худоби, овець, птиці, при беконній відгодівлі свиней. І тому у цьому відношенні він має перевагу над іншими зерновими культурами. В одному кілограмі зерна міститься 1,21 кормових одиниць, що більше, від вівса (1,0), жита (1,14) і проса (0,94).

Окрім того в 100 кг ячмінної соломи міститься 37,0 кормовим одиницям [93]. Зерно містить від 12 до 15 % білка, 75 % вуглеводів, 2 % жиру біля 3 % зольних елементів. При цьому на фуражні цілі використовують сорти з більшим вмістом білку. Завдячуючи своїм унікальним кормовим якостям ячмінне зерно і продукти його переробки набагато корисніші від концентрованих кормів інших культур. При відгодівлі тварин мають значення і відходи пивоваріння, зокрема барда та пивна дробина.

Зерно добре збалансоване за амінокислотним складом, особливо таких, як лізин (5,5 г/кг зерна), метіонін (2,0 г/кг зерна), цистин (1,9 г/кг зерна) і триптофан (1,7 г/кг зерна) [47, 51]. Ячмінь є цінною продовольчою культурою. З його зерна виробляють ячмінну та перлову крупу, екстракт солоду, який використовують у пивній, спиртовій, кондитерській, і фармацевтичній промисловості, а також каву, дріжджі [19, 34, 96]. Витяжка з ячмінного солоду багата вуглеводами, білками, ферментами, вітамінами і тому має велике дієтичне і лікувальне значення. Вона знаходить широке застосування в медицині та хлібопекарській промисловості. Через відсутність у ячмінному борошні клейковини хліб з нього виходить мало об'ємний, слабо пористий і швидко черствіє. Тому при випіканні хліба його борошно часто додають до пшеничного або житнього борошна в кількості від 10 до 15 %.

Зерно ячменю є основною сировиною для пивоварної промисловості. Щоб отримати високоякісне пиво солод готують лише з ячменю, оскільки він надає пиву специфічний приємний смак, забарвлення і аромат. Тому, при виробництві пива велике значення має високий вміст в зерні ячменю крохмалю, не менше 65% і безазотистих екстрактивних речовин, вміст яких у кращих пивоварних сортів досягає 70 - 82%, а також зерно має бути виповненим і вирівняним, з пониженими показниками плівчастості та вмістом білка - не більше 10%. Слід відмітити, що згідно отриманих даних окремих дослідників, має велике значення не кількість, а якість білка. Якщо білок багатий на сірку, то він негативно не впливає на якість пива, тоді як за вмісту в зерні білка в межах 7 — 8 % пиво піниться погано, і це знижує його споживчу якість. Найбільш

цінними сортами пивоварного ячменю є зерно вирощене в Західному Лісостепу, на Поліссі, а також у передгірних районах Карпат.

В останні роки у зерні ячменю відкрили цінні для здоров'я людини компоненти – токали та фітати [83]. Ячмінне борошно багате на фосфор, кальцій, залізо, вітаміни В₁, В₂, РР. Для годівлі тварин також використовується і зелена маса ячменю, яку отримують при вирощуванні в суміші із зернобобовими культурами такими як вика яра, горох, кормові боби, люпин жовтий тощо [35]. Як грубий корм у тваринництві цінується і солома ячменю ярого, особливо від сортів, які мають гладенькі остюки.

Цінною культурою ячмінь ярий є і в агротехнічному плані. За даними наукових досліджень ячмінь ярий економно використовує вологу на утворення в урожаї сухої речовини, має відносно короткий вегетаційний період, рано звільняє зайняту площу і є добрим попередником для більшості культур в польовій сівозміні, особливо для багаторічних бобових трав. Його використовують також у якості страхової культури за необхідності пересіву озимини, що загинула під час перезимівлі [6].

Враховуючи важливе народногосподарське значення ячмінь ярий вирощують від крайньої півночі до субтропіків. У гірських районах Карпат дворядний ячмінь сіють на висоті 1000—1500 м над рівнем моря, а багаторядний – висівають у районах Середньої Азії та Кавказу на площах, розміщених на висоті 3000—4000 м над рівнем моря. Таке поширення ячменю ярого пояснюється його коротким вегетаційним періодом, який становить залежно від сорту 55-100 діб.

За своїм поширенням серед інших сільськогосподарських культур він займає четверте місце у світі після пшениці, рису та кукурудзи [101]. У світовому рослинництві його посівна площа становить близько 75 млн. га., а валовий збір досягає 158 млн. т.

Частка України в світовому виробництві ячменю становить 8%, або 9,9 млн. т., поступаючись лише країнам ЄС (59,8 млн. т), Росії (17,5 млн. т) і Австралії (13,4 млн. т). Проте за врожайністю (2,5 т/га) Україна значно поступається країнам Західної Європи, де цей показник перевищує 6 т/га [30].

У останні роки все більшого поширення в світовому рослинництві набувають голозерні ячмені. Їх посіви становлять біля 2 % від всієї посівної площі ячменю. Найбільше такі сорти вирощують для продовольчих потреб у гірських районах Таджикистану, Киргизії, Дагестану. Вони характеризуються скоростиглістю, менш вибагливі до тепла, стійкі до пізніх весняних заморозків, однак за урожайністю дещо поступаються півчастим сортам.

Поряд з цим, в останні роки через зміну пріоритетності культур на світовому ринку спостерігається значне коливання показників виробництва зерна ячменю ярого. Це в першу чергу пов'язано із зростанням об'ємів виробництва зерна кукурудзи, сої та пшениці [23, 48]. Відповідна тенденція відбувається і в Україні. За останні 17 років посівні площі під ячменем ярим скоротилися, майже, в чотири рази: з 5,8 млн. гектарів у 2003 році до 1,5 млн. гектарів у 2020–му році. Проте збільшилася врожайність зерна до 3,5 т/га [33, 52, 77, 79, 80, 103]. Хоча сучасні сорти вітчизняної селекції за дотриманням технологічних вимог спроможні забезпечити врожайність зерна на рівні 8 – 10 т/га [1, 13]. Однак, недотримання оптимальних елементів в технології їх вирощування та через несприятливі погодні умови потенціал урожайності цих сортів використовується тільки на 35 – 45 %, або ще менше. Тоді як в країнах ЄС потенціал їхніх сортів ячменю ярого використовується набагато вище, зокрема в Данії і Швеції на 60%, а в Нідерландах – на 70% [46].

Тому, в умовах сучасної інтенсифікації виробництва зерна основним завданням є розробка новітніх технологій вирощування ячменю ярого, які б забезпечили максимальну реалізацію генетичного потенціалу сортів даної культури, за рахунок спрямування всіх чинників на оптимальне регулювання фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі [23, 31]. За таких технологій вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і ячменю ярого, буде отримана найвища врожайність з високими якісними показниками.

1.2. Ботанічна характеристика і біологічні властивості ячменю ярого

Ячмінь відноситься до роду **Hordeum L.** і об'єднує біля 30 видів, серед

яких зустрічаються як однорічні, так і багаторічні форми з набором хромосом $2n-14, 28$ і 48 . У сільськогосподарському виробництві використовують лише ячмінь посівний (*H. sativum* Jessen.), який належить до родини тонконогових (**Graminea**). За числом розвинених нормально колосків на виступі стрижня цей вид поділяють на три підвиди: ячмінь багаторядний (*Hordeum vulgare* L.), ячмінь дворядний (*Hordeum distichum* L.) та ячмінь проміжний (*Hordeum intermedium* Vav). В Україні вирощують два перших підвиди, проміжний ячмінь зустрічається ще в Африці і Азії.

З багаторядних ячменів найбільш поширений різновид палідум (*var. pallidum* Ser.), який має плівчате зерно, колоскові луски вузькі, колос солом'яно-жовтий, не щільний, ості довгі, зазублені. А серед підвиду дворядного ячменю на виробництві найбільше поширення має різновид нутанс (*var. nutans* Schubl), який за зовнішнім виглядом зерна, майже, не відрізняється від різновиду палідум.

Окрім вже відміченого різновиду палідум, у шестирядного підвиду в культурі поширені також різновиди рікотензе (*var. ricotense* R. Reg.), паралелюм (*var. parallelum* Korn) і целесте (*var. coeleste* L.).

Серед дворядних ячменів на виробництві вирощують сорти, які відносяться до таких різновидностей, як медікум (*var. medicum* Korn), еректум (*var. erectum* Schiibl), нудум (голозерний) (*var. nudum* L.) і персікум (*var. persicum* Korn). Вони між собою відрізняються довжиною і щільністю колоса, опушенням колосового стрижня, співвідношенням довжини колоса і остей, формою, характером квіткових лусок, зазубленості бічних остюків, розміром зерна, характером опушення основної щетинки зерна. Всі ці ознаки враховують при сортовій апробації посівів.

Коренева система ячменю як і в інших хлібних злаків мичкувата і складається з корінців, основна маса яких розміщується у верхньому шарі ґрунту. Розрізняють первинні і вторинні корені. Первинні утворюються з тканин зародка насінини, а вторинні – з підземного вузла кущення. Коренева система ячменю ярого серед інших хлібних злаків найслабше розвинена.

Стебло ячменю починає свій ріст зразу ж за корінням і в залежності від

сорту та умов вирощування може мати висоту в межах від 30 до 135 см. Воно циліндричне, порожнє, не опушене, покрите восковим нальотом, розділене вузлами на 4 – 6 міжвузлів.

Листки широкі, добре розвинені, складаються з листової пластинки та листової піхви і утворюються на вузлах стебла. Листки ячменю ширші, від пшениці. Листова піхва охоплює стебло знизу, захищає його від пошкоджень і сприяє підняттю при виляганні. Язичок короткий, без зубчиків. Листова пластинка має лінійну або ланцетоподібну форму, розміри якої коливаються: - довжина від 12 до 25 см, ширина – від 8 до 22 мм; у багаторядних ячменів вони дещо ширші. По краях листової пластинки утворюються так звані вушка. На відміну від пшениці, жита і вівса листок ячменю вушка має добре розвинені. Вушка великі, охоплюють стебло і заходять одне за одне. За наявності вушок і язичків ячмінь на початку вегетації легко відрізнити від пшениці та вівса. В дослідженнях Пикуля В. Н. [72] ячмінь ярий спроможний сформувати площу листової поверхні на рівні 18,8 – 28,0 тис. м²/га.

Суцвіття у ячменю *колос*, який складається з членистого стрижня та колосків. Членики стрижня мають довжину від 2 до 5 мм і чим вони коротші, тим колос щільніший. На виступі кожного стрижня в багаторядних ячменів формується по три одно квіткових колоски. Тоді як у дворядних форм бокові колоски не утворюють зерна. Квіткові луски у плівчастих сортів зростаються із зернівкою. На кінці зовнішня квіткова луска переходить в зазублений або гладенький остюк.

Плід ячменю – плівчата або гола однонасінна зернівка. Довжина зернівки 7 – 10 мм, ширина і товщина 2 – 3 мм, маса 1000 зернин в залежності від сорту та умов вирощування коливається від 30 до 50 і більше грам. Плівчастість коливається від 8 до 14 %. В залежності від різновиду зерно може мати солом'яно – жовте, сіро – зелене або чорне забарвлення.

Біологічні властивості ячменю ярого. Культура по відношенню до тепла невибаглива. Її насіння починає проростати за температури 1 – 2°C, тоді як оптимальною вважається – 15 - 20°C. За температури ґрунту, біля 4°C

сходи на поверхні ґрунту з'являються через 12 діб, а при 15°C – через 7 діб [4]. За даними досліджень в цілому для проростання насінню ячменю ярого потрібно набрати понад 100°C суми активних температур [62].

Сходи й молоді рослини легко витримують короточасні заморозки до 3 - 4°C, а інколи до мінус 6 - 9°C. За такого зниження температури в період повного кушення листки можуть загинути, але зберігається вузол кушення з якого, після відновлення тепла, в рослин відростає надземна маса і продовжується вегетація. Шкідливими для ячменю ярого є зниження температури повітря до мінус 1 - 3°C в період цвітіння і формування зерна в результаті якої пошкоджуються зав'язь і пиляки.

За даними досліджень пониження температури в період швидкого розвитку кореневої системи, кушіння, диференціації конуса наростання до 8 – 12°C, навпаки, сприяють формуванню більшої кількості колосків у колосі ячменю ярого, а для формування колоса більш оптимальною є температура в межах 12 – 16°C, а при досяганні зерна – 23 - 24°C .

При цьому, рослини ячменю ярого володіють значною стійкістю проти високих температур, витримуючи їх підвищення до плюс 38 - 40°C. За такої температури повітря продири в листкових пластинках паралізуються тільки через 25 - 35 годин, тоді як у ярої пшениці — через 10 – 17, а у вівса — через 5 годин. Тому, ячмінь ярий успішно вирощують далеко на півдні. А взагалі сума активних температур, яка необхідна для повного циклу розвитку пивоварних сортів ячменю, за даними наукових досліджень становить близько 2000°C [22].

Вимоги до вологи. Серед хлібів першої групи ячмінь ярий є найбільш посухостійким. Для набухання і проростання насіння ячменю ярого потрібно лише 45 - 50 % води від його сухої маси, а це значно менше, ніж для насіння пшениці і вівса. Його транспіраційний коефіцієнт значно змінюється під впливом відносної вологості повітря і умов живлення рослин становить 310 – 520. Коефіцієнт водоспоживання становить від 1100 до 1400 м³/т урожаю отриманого зерна. Його величина залежить як від агротехнічних, так і кліматичних чинників. Доведено, що чим урожай вищий, тим раціональніше

рослини витрачали вологу. На добре окультурених, удобрених полях рослини ячменю ярого, за рахунок більш ефективного використання зменшують на 20 – 30% витрати води при формуванні врожаю. З цього приводу Тімірязєв К. А. писав: «До числа зовнішніх впливів, за допомогою яких людина може знизити непродуктивну втрату води рослинами, відноситься перш за все застосування добрив». Однак, на початку вегетації через недостатньо розвинену кореневу систему рослини ячменю ярого дуже сильно реагують на недостатню забезпеченість ґрунту водою. Недостатня кількість продуктивної вологи в цей період призводить до запізнення появи сходів та до їх зрідження. Тому, найвищі урожаї формуються на ґрунтах з високою водо утримуючою здатністю. При цьому, рослини використовують вологу, з опадів в середньому 52,2 %, а з ґрунту - 47,8% .

Особливо чутливий ячмінь ярий до дефіциту вологи у період від початку виходу рослин у трубку до колосіння, оскільки в цей час проходять інтенсивний ріст стебел і генеративних органів та їх диференціація. Засуха, в період формування пиляків призводить до утворення череззерниці, що веде до значного зниження загальної продуктивності посівів. Проте, завдячуючи природним засобам захисту від посухи, якими є восковий наліт на стеблі і листках, рослини захищають себе від сонячного перегрівання та послаблюють випаровування. Ефективне значення має також розміщення на стеблі листків, їх форма, товщина, щільність та загальна площа листкової пластинки. В південних районах ячмінь ярий завдяки таким властивостям досягає до настання засухи і забезпечує достатньо високу врожайність [35].

На рівень продуктивності в значній мірі впливає і надлишок вологи. Надмірна кількість опадів в період вегетації, особливо, на багатих на поживні елементи ґрунтах сприяє надмірному кущенню, інтенсивному наростанню надземної маси, яке спричинює вилягання рослин і ураження посівів різними хворобами. А в період формування урожаю, затримує відтік пластичних речовин з вегетативних органів подовжуючи процес дозрівання, що веде до формування щуплого зерна з малим вмістом хімічних сполук. Тому, ячмінь

ярий вирощений на заболочених, не дренажованих ґрунтах, недостатньо пухких, з близьким заляганням ґрунтових вод різко знижує врожай.

Вимоги до світла. За характером індивідуального розвитку ярий ячмінь відноситься до рослин довгого світлового дня. Серед інших зернових ярих культур він є найбільш скоростиглою культурою, окремі його сорти дозрівають за 75 днів. Завдяки короткому вегетаційному періоду ячмінь ярий вирощують у північних районах Земної кулі, де він є практично основною продовольчою культурою. Тривалість вегетаційного періоду залежить також і від ґрунтово-кліматичної зони та агротехнічних умов вирощування. Зокрема, на півдні, південному заході, де світловий день коротший, вегетаційний період ячменю триває 105 — 115 днів [27].

Вимоги до ґрунту. Великий ареал ячменю посівного в світовому землеробстві вказує на його здатність пристосовуватися до різних типів ґрунтів, включаючи підзоли нечорноземної смуги, солонцюваті ґрунти південного сходу, багаті та звичайні чорноземи степів, сіроземи та інші. Однак, в силу своїх біологічних властивостей - слаборозвинена коренева система, низький рівень засвоювання з ґрунту важкодоступних форм мінеральних елементів живлення, найкращі результати за врожайністю та якістю зерна ячмінь забезпечує на родючих структурних, середньо зв'язаних ґрунтах суглинкового механічного складу з глибоким орним шаром [21]. Великі врожаї одержують у лісостеповій зоні на чорноземах опідзолених, темно-сірих опідзолених, сірих лісових та дерново-карбонатних ґрунтах. Менше придатні дерново-підзолисті поверхнево оглеєні з підвищеною кислотністю ґрунти Передкарпаття, а також супіщані ґрунти Полісся. Непридатними для ячменю є болотисті, торфові, кислі та дуже засолені ґрунти, на яких ячмінь можна вирощувати лише після докорінного їх поліпшення. Ячмінь дуже реагує на реакцію ґрунтового розчину. Для нормального розвитку рослинам ячменю необхідна близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину. При рН нижче 5,0 значна частина рослин впродовж вегетації випадає, а в умовах кислотності ґрунту рН 4,0 - 4,2 – гинуть відразу після сходів. За високої кислотності рослини не здатні засвоювати елементи

живлення з ґрунту. Найкраще ячмінь росте на ґрунтах, де рН становить 5,8-7,5 [61].

Важливою умовою для подальшого інтенсивного росту та розвитку ячменю ярого є наявність у ґрунті в достатній кількості легкодоступних поживних елементів в період від сходів до виходу в трубку, оскільки до фази виходу в трубку рослини споживають від загальної кількості біля 67 % калію, та 46 % фосфору, а також значну кількість азоту [67]. З ґрунту на початок цвітіння ячмінь поглинає 80 - 85% поживних речовин.

1.3. Вплив норми висіву насіння на врожайність ячменю ярого

Серед агротехнологічних заходів підвищення врожайності ячменю ярого важлива роль відводиться науково обґрунтованим нормам висіву насіння, за допомогою яких забезпечується оптимальна густина травостою, що найкраще реалізує біологічні можливості рослин. У виробництві норма висіву ячменю ярого коливається від 3,5 до 7 млн. схожих насінин на гектар. Однак, оптимальна густина рослин ячменю ярого, як і інших культур, в значній мірі залежить від різних факторів, зокрема: природно-кліматичних і агротехнічних. До природно-кліматичних відносяться: рівень родючості ґрунту, його тип, механічний склад, гідротермічні умови тощо, а до агротехнічних - попередники, якість основного і передпосівного обробітків ґрунту, добрива, за- бур'яненість, строки і способи сівби, глибини загортання насіння та ін. [20, 100]. При цьому, потрібно обов'язково враховувати біологічні властивості сортів – їхню чутливість та реакцію на добрива, стійкість до вилягання, скоростиглість та здатність до куціння [39]. Тому, норми висіву, за допомогою яких на виробництві формується оптимальна густина продуктивних стебел на одиниці площі, величина не стабільна і залежно від конкретних умов повинна уточнюватися.

Дослідження науково-дослідних установ і практика показують, що зменшення або збільшення норм висіву насіння ячменю ярого від

оптимальних, призводить до зниження врожаю зерна і погіршення його якості.

У занадто густих посівах в умовах надлишкового зволоження рослини вилягають і формують низький врожай щуплого і дрібного зерна. Тоді як за недостатнього зволоження у загущених посівах ячмінь досягає передчасно, дає невисокий урожай щуплого зерна, а в посушливі роки такі посіви навіть гинуть. За даними ряду авторів із збільшенням норми висіву зменшується польова схожість насіння, продуктивне куціння рослин та маса 1000 зерен, хоча сумарна кількість продуктивних стебел на одному гектарі залишається стабільною або навіть збільшується [43,74, 89]. Окрім цього, по мірі загущення посівів в зерні зменшується вміст білкових сполук. В загущених посівах через зменшення стебла в діаметрі та збільшення висоти рослини більш схильні до вилягання. В таких посівах рослини значно пошкоджуються різними хворобами. Тоді як занижені норми висіву насіння ведуть до утворення зріджених посівів, які в значній мірі пошкоджуються шведською мухою, збільшується забур'яненість, істотно зменшується врожайність [68]. Ось чому найкращою площею живлення рослин ячменю ярого буде та, яка забезпечить максимальний врожай зерна.

Науковими установами нашої країни щорічно проводяться дослідження з вивчення норм висіву насіння ячменю ярого і приймаються відповідні рекомендації щодо їх застосування при вирощуванні даної культури в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні. Зокрема, на основі багаторічних досліджень були встановлені для основних ґрунтово-кліматичних зон України орієнтовні норми висіву ячменю в таких межах: у поліських і західних районах 4,5 - 5,0 млн. схожих насінин/га, в Лісостепу, центральних і північних районах Степу 4,0 - 4,5, у південних і південно-східних степових районах 3,5 — 4,0 млн. схожих насінин/га. Для сортів, які схильні до вилягання, високо куцисті норми висіву потрібно зменшувати від загально рекомендованих, а для стійких проти вилягання і менш куцистих – відповідно, збільшувати на таку ж величину. Зменшують норму висіву і при сівбі ячменю після кращих попередників та збільшують – за пізніших строків сівби, або висіванні в сухий ґрунт. Корегують

норму висіву також залежно від способу висівання насіння. Так, за вузькорядної сівби насіння висівають на 0,5 – 1,0 млн./га схожих зерен більше, ніж при сівбі звичайним рядковим способом. Тому норми висіву насіння будь-якої культури в тому числі ячменю ярого, в кожному господарстві потрібно постійно уточнювати і коригувати, виходячи з конкретних виробничих умов, з урахуванням природних та агротехнічних характеристик кожного поля, а також сортових властивостей та якісних показників насіння [64, 75].

Слід відмітити, що в силу своїх біологічних властивостей ячмінь на відміну від інших зернових культур, має здатність до інтенсивного кущення. При цьому бокові пагони формують, майже, таку саму продуктивність, як і основні. І тому, достатньо високу врожайність зерна можна одержати на посівах ячменю ярого як із малою (200 - 250 штук рослин/м²), так і з великою (400 і більше шт./м²) густотою рослин. У зв'язку з цим густота продуктивного стеблостою має вирішальне значення [49].

На рівень висіву насіння ячменю ярого за даними ряду науковців впливає норма внесення мінеральних добрив. Зокрема, в дослідях проведених Білоножком М. А., Кусаїновим Х. Х. [5] збільшення норми висіву з 3,5 до 5,5 млн. схожих насінин/га на двох фонах удобрення у нормах N₆₀P₆₀K₆₀ і N₉₀P₉₀K₉₀ найвищу врожайність зерна забезпечила норма висіву 3,5 млн. насінин/га. Зменшення дії добрив у загущених посівах ячменю ярого відмічали в своїх дослідженнях Шарапа Н. Г. [97], Копчик З. М., Федько В. І. [36]. Однак, дослідження проведені в іншій ґрунтово-кліматичній зоні відмічають іншу закономірність. Так, дослідями Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва [90], було встановлено, що збільшення норми висіву насіння з 3,0 млн. схожих насінин/га до 5,5 млн. за високого рівня живлення не вплинуло істотно на величину врожаю, тоді як на варіанті де мінеральні добрив не вносили найвищу врожайність зерна - 4,05 т/га було отримано за норми 5,5 млн. схожих насінин/га.

Відповідні дослідження проводилися і по впливу норм висіву насіння на польову схожість та виживання рослин впродовж вегетації. Так, у дослідях Рогова Е. І. [82], проведених на фоні N₆₀P₉₀K₉₀, за норми висіву 3,0 млн.

насінин/га польова схожість становила 88%, а виживання рослин – 79%, тоді як збільшення норми висіву в два рази, тобто до 6,0 млн. насінин/га зменшило польову схожість 84,1%, а виживання рослин – до 71%. Було також відмічено часткове зменшення як числа продуктивних стебел, так і продуктивність колоса. Достатньо високий вплив різних норм висіву ячменю ярого було відмічено і на продуктивний потенціал схожого насіння, тобто на відношення числа продуктивних стебел в посіві до числа висіяного насіння. За даними Яблукова Ю. Н. [102] за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га при однакових умовах вирощування, продуктивний потенціал схожого насіння становив 1,9, тоді як за норм висіву 5 та 7 млн. насінин/га – зменшився, відповідно до 1,15 та 1,0, або зменшився на 65,2 і 90,0 %. Як відмічають Мусатов А. Г., Галаницька О. Й. [61], ячмінь ярий утворює більше продуктивних стебел тоді, коли рослини розміщені на одиниці площі рідше і рівномірніше. В їхніх дослідженнях збільшення норми висіву з 2 до 6 млн. схожих насінин/га веде до зменшення кущистості.

У досліді Гораш О. С. [14], зміна норми висіву ячменю ярого сорту Скарлет з 2,5 до 4,0 млн. схожих насінин/га веде до істотного зменшення маси 1000 зерен. Із даних цього ж автора [15] видно, що збільшення норми висіву в межах градацій 250, 300, 350, 400 млн. схожих насінин/га сприяє скороченню у ячменю ярого тривалості фази кушіння та періоду між фазами повне цвітіння – рання воскова стиглість на 2-3 доби та її збільшення від початку виходу в трубку до повного цвітіння на дві доби. В результаті збільшення норми висіву відбувається зменшення коефіцієнта продуктивного кушення на 0,4 - 0,9 і зменшення маси зернівки на 1,4 - 1,6 мг.

Як відмічають в своїх дослідженнях вчені з Чехії, що визначальними у формуванні структури врожаю ячменю ярого є тісний взаємозв'язок етапів органогенезу з відповідними фазами росту і розвитку рослин та тривалістю міжфазних періодів. Це дає можливість цілеспрямовано керувати і контролювати агротехнологічні заходи при вирощуванні сільськогосподарських культур в тому числі зернові культури, зокрема ячмінь

ярий. Ще Kirby E. J. M., вивчаючи, в свій час, морфогенез рослин ячменю ярого в посівах з різною густотою, зробив висновок, що збільшення кількості рослин на одиниці площі прискорює точку росту, зменшує розміри колоса і окремі його елементи.

Досліди Лози А. А. [45], проведені на теренах України показали, що у недостатньо загущених посівах за норми висіву 5 - 6 млн. схожих насінин/га можна отримати високу врожайність ячменю ярого. Тоді як Ториков В. Е. [94] вважає, щоб отримати врожайність ячменю ярого на рівні 45 - 50 ц/га, достатньо мати на метрі квадратному 600 - 700 продуктивних стебел, саме таку густоту, в умовах Лісостепу України, забезпечують норми висіву 4 - 5 млн. схожих насінин/га. Приблизні результати отримали Витрихівський П. І., Пузик І. І. [8], в яких було встановлено, що для сорту Носівський 2 незалежно від рівня удобрення, оптимальною нормою висіву є 5 млн. схожих насінин/га. Зменшення норми висіву до 3 і 4 млн. веде до зниження врожайності, тоді як її збільшення до 6 млн. – залишалася на рівні. У сорту Уніон результати були дещо інші. Найвищу врожайність забезпечувала норма висіву 4 млн. схожих насінин/га.

На Чернігівській сільськогосподарській дослідній станції впродовж трьох років проводили дослід з вивчення норм висіву насіння та рівнів удобрення сорту ячменю ярого Чернігівський 7. Ґрунт на дослідній ділянці - мало гумусний вилужений чорнозем. Попередник - картопля, під яку було внесено з розрахунку на один гектар 20 т ґною і повне мінеральне добриво. Результати показали, що завдяки високому агрофону та продуктивному кущенню сорт Чернігівський 7, при збільшенні норми висіву з 4 до 5 млн. схожих насінин на гектар врожай на контролі без добрив знизився на 3,1 ц/га, а підвищення норми до 6 млн. зерен знизило врожай на 5,5 ц/га. Тоді як зменшення норми висіву до 3 млн. насінин/гектар урожай знизився лише на 2,1 ц/га. Незалежно від удобрення відповідно впливали норми висіву і на куцистість ячменю ярого. Зокрема, від збільшення норми висіву з 3 до 6 млн. схожих насінин/га продуктивна куцистість ячменю знизилась на контролі з 2,46 до 1,68, а на фоні

$N_{60}P_{60}K_{60}$ - р 2,36 до 1,90 [21]. Зменшилися також: довжина колоса, кількість колосків у ньому, величина і вирівняність зерна. Тоді як із збільшенням норми висіву насіння екстрактивні речовини в зерні ячменю ярого залишилися на рівні оптимальної норми, а підвищення протеїну та плівчастість в зерні були незначні. Певне підвищення вмісту протеїну та плівчастості в зерні спричинило значне вилягання ячменю на високих нормах висіву.

У Інституті зернового господарства на Ерастівській дослідній станції після проведення трьохрічних досліджень по вивченню впливу норм висіву за різних рівнів живлення було встановлено, що якісні показники зерна сортів Донецький 8 і Зерноградський 73 істотно змінювалися [27]. Так, при висіві насіння в нормі 3 млн. шт./га вміст білка в зерні був найвищий, особливо на удобрених всіма макроелементами варіантах. Найменший вміст білка мало зерно в загущених посівах з нормою висіву 6 млн. насінин/га, але вміст крохмалю і плівчастість змінювалися у зворотній закономірності. В зміні маси 1000 зерен під впливом норм висіву та добрив чіткої залежності не було виявлено. Однак, за рівнем продуктивності оптимальними нормами висіву насіння для сорту Зерноградський 73 була 4,5, а для сорту Донецький 8 4,5 – 5,0 млн. схожих насінин/га. Аналогічні дані були отримані підчас виробничої перевірки на полях Донецької сільськогосподарської дослідної станції.

Згідно даних сортодільниць західних областей України на середньо родючих ґрунтах норми висіву ячменю ярого в кількості 4,5 - 5,0 млн. схожих насінин/га також забезпечили найвищий урожай.

Дослідження з вивчення реакції семи сортів ячменю ярого як вітчизняної, так і іноземної селекції, на різні норми висіву насіння проводили в Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН. Ґрунт - чорнозем типовий глибокий мало гумусний слабо вилугуваний крупно пилюватий середньо суглинковий. Дослід закладали після буряків цукрових. Вивчали такі норми висіву: 3,0, 4,0 і 5,0 млн. схожих насінин/га. За контроль було взято 4,0 млн. В процесі вивчення було встановлено, що для основної маси сортів норми висіву 4,0 і 5,0 млн. насінин/га формували урожайність в межах істотної різниці.

Лише для сортів Геліос та Ксанаду кращою була норма висіву 3,0 млн. шт./га. За даної норми висіву рівень урожайності становив, відповідно 3,17 і 2,96 т/га, тоді як найнижчу урожайність 1,95 т/га забезпечив сорт Командор [25].

Збільшення норми висіву ярого ячменю з 3,5 до 4,5 млн. схожих насінин/га вивчали на Хмельницькій дослідній станції. Для дослідження було взято шість сортів. З отриманих даних видно, що збільшення норми висіву насіння з 3,5 до 4,5 млн. шт./га позитивно вплинуло на урожайність усіх досліджуваних сортів. При цьому приріст урожайності становив 9,1 - 12,3 %. Збільшення норми висіву неістотно впливало на розвиток хвороб [9].

По різному реагують сорти ячменю ярого при вивченні норм висіву на ґрунтові умови. Так, в дослідях Моргуна Г. Р. [49], які проводилися впродовж трьох років на чорноземі опідзоленому оптимальною нормою висіву для сорту Носівський 9 були норми висіву 4,5 - 5 млн. схожих насінин/га, а на дерново-підзолистому ґрунті – 5,0 - 5,5 млн., тоді як для сорту Боратинський на обох ґрунтах кращою нормою виявилася 4,5 млн. схожих насінин/га. На загущених посівах помітно змінювались фізичні показники якості зерна.

Для отримання вирівняного зерна з високими пивоварними якостями науковці Українського науково-дослідного інституту землеробства рекомендують вирощувати ячмінь ярий за норми висіву 4,5 – 5,0 млн. схожих насінин/га і внесення азотних добрив нормі N_{30-40} [10]. За таких норм висіву і рівнів удобрення відбувається істотне зменшення в зерні вмісту азотних сполук і збільшення вмісту вуглеводів та екстрактивність зерна.

Дослідженнями Інституту сільського господарства карпатського регіону, які проводилися на сірих лісових ґрунтах, від підвищення норми висіву з 3 до 6 млн. схожих насінин/га, незалежно від рівнів удобрення, пивоварні властивості зерна ячменю ярого поліпшувалися [36]. За цього вміст білка в зерні зменшувався на 0,3 - 0,4 %, а крохмалю, навпаки, - збільшувався на 1,2 - 1,8 %.

У Білоруському НДІ в результаті вивчення впродовж трьох років восьми норм висіву насіння з 3 до 9 млн. шт./га було встановлено, що на середньо суглинкових ґрунтах за удобрення $P_{45}K_{45}$ максимальний урожай 28,8 ц/га

одержали за норми висіву 5 млн. насінин на гектар. При цьому, найнижча продуктивна кущистість була на посівах за норм 7 - 9 млн. схожих насінин на гектар, а найвища маса 1000 зерен – за норми 3,0 млн./га. Вміст екстрактивних речовин в зерні залишався в межах істотної помилки [21].

Дослідження, проведені в умовах США щодо вивчення густоти стояння рослин на одиниці площі показали, що вилягання посівів було найменше за норми висіву 1,25 млн. схожих насінин/га, але врожайність була найвища за норми 3,75 млн. насінин/га. Збільшення норми висіву до 5 млн. зменшує врожайність, внаслідок вилягання рослин.

Згідно іноземних досліджень хоч коефіцієнт продуктивного кушення є вищим за малих норм висіву, проте через значну частку в загальній масі зерна отриманого з вторинних стебел якісні показники зерна погіршуються.

Вплив норм висіву насіння залежить також від погодних умов в період сівби. Так, в результаті багаторічних дослідів встановлено, що за недостатнього забезпечення ґрунту вологою і на менш родючих ґрунтах, де рослини слабо кушаться, норму висіву насіння потрібно збільшувати на 10 – 15 %, а на родючих ґрунтах з достатньою вологоємністю, - навпаки, зменшувати. Як правило, за сприятливих ґрунтових умов, та достатнього волого забезпечення, оптимальна густота рослин і найвища врожайність зерна забезпечується рекомендованою нормою висіву насіння для певного сорту і зони вирощування [65].

Таким чином, у зв'язку зі створенням нових сортів ячменю ярого та впровадженням новітніх елементів в технології, норми висіву насіння потрібно систематично вивчати та коригувати для різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування.

Розділ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та метеорологічні умови місця проведення досліджень

Досліди проводили на полях Навчально-наукового центру Львівського національного аграрного університету, які знаходяться у південно-східній частині Жовківського району Львівської області, що належить до ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу і займає біля 38 % території у західних областях. Далше на північ зона межує з Малим Поліссям. Як відмічають в своїй праці Оленчук Я., Николин А. до цієї зони входять Волинське і Подільське плато, Опілля, Росточчя, Градове Побужжя. За характером рельєфу і геоморфологічними особливостями територія Львівщини дуже різноманітна. В її границях виділяються чотири ландшафтні зони: лісо лучна поліська, лісостепова, лісо лучна перед карпатська і гірсько-карпатська. Кожній з цих зон притаманні певні природні умовами і ґрунтовий покрив. До ґрунтів лісостепової зони Львівщини належать світло-сірі і сірі лісові та темно-сірі опідзолені ґрунти, а також опідзолені чорноземи, які утворилися на карбонатних лесовидних та інших породах.

За своїми агрохімічними властивостями темно-сірі опідзолені ґрунти наближаються до чорноземів опідзолених. Для них характерний добре гумусова ний, слабо виявлений гумусово-елювіальний горизонт завглибшки до 35-40 см, який переходить у верхню гумусовану частину ілювіального горизонту глибиною 55 – 70 см. З глибини 130 – 150 см починає залягати карбонатна материнська порода.

У темно-сірих опідзолених ґрунтах ознаки опідзолення помітні слабо, тоді як процеси акумуляції гумусу – інтенсивні. Вміст гумусу коливається в межах 2,1 – 3,5 %. Оскільки у складі гумусу переважають гумінові речовини, то тип гумусу фульватно - гуматний. Щільність орного шару ґрунту

коливається на рівні 1,1-1,3 г/см². Реакція ґрунтового розчину слабо кисла, рН сольове коливається в межах 5,6-6,4.

Темно-сірі опідзолені ґрунти мають добрі агрофізичні властивості. Завдяки значній кількості водостійких агрегатів і кращій гумусованості вони більш структурні в порівнянні з ясно-сірими та сірими лісовими ґрунтами, і тому менш схильні до запливання. За гранулометричним складом відносяться до середніх та важких суглинків. Забезпеченість рухомим азотом коливається від низької до середньої, фосфором – від середньої до вище середньої, рухомим калієм – до середньої. Дані ґрунти за інтенсивного використання потребують час від часу проведення вапнування.

Польовий дослід було закладено на темно-сірому опідзоленому середньо суглинковому ґрунті, агрохімічна характеристика якого подана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Агрохімічна характеристика ґрунту на дослідній ділянці

№ поля сівозміни	Глибина орного шару	Вміст гумусу, %	рН сольової витяжки	Вміст поживних речовин, мг на кг ґрунту		
				легкогідролі зований азот, N	рухомий фосфор, P ₂ O ₅	обмінний калій, K ₂ O
4	0-30	2,6	5,8	102	106	98

Даний ґрунт характеризується сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур фізико-хімічними властивостями. За даними агрохімічних аналізів вміст гумусу в орному шарі 0 – 30 см становив 2,6 %. Реакцією ґрунтового розчину слабо кисла - рН сольове 5.8, сума ввібраних основ середня – 21,5 мг.-екв. на 100г ґрунту. Вміст легкогідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію за методом Кірсанова становив, відповідно 102, 106 і 98 мг/кг ґрунту. За вмістом азоту даний ґрунт відносяться до низької, а фосфору і калію середньої забезпеченості.

Клімат області помірно теплий з нестійким але достатнім зволоженням. Максимум прямої сонячної радіації припадає на липень; мінімум – на грудень.

Стійкий перехід середньодобових температур повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ спостерігається, переважно, в кінці березня початок квітня. Тривалість теплового періоду 195 - 215 діб. Сума активних температур (вище 10°C) становить 2200 - 2400 $^{\circ}\text{C}$. Безморозний період у повітрі триває 170 - 180 діб, а на поверхні ґрунту 156 – 160. Середня багаторічна температура становить $+7,8^{\circ}\text{C}$. Максимальна глибина промерзання ґрунту – 115 см, середня – 75 і найменша – 27 см. Мінімальна температура взимку становить -33°C , максимальна влітку $+36^{\circ}\text{C}$.

Середньо багаторічна кількість опадів становить 615 мм, за період вегетації ярих культур (квітень–жовтень) – 511 мм. Найбільші запаси вологи формуються, як правило, в травні - червні.

Аналіз гідротермічних умов вегетаційного періоду в роки досліджень проведений згідно даних Львівської метеорологічної станції, що знаходиться в 12 км від місця проведення досліджень. За роки досліджень (2020 – 2021 рр.) погодні умови були різними (табл. 2.2 і 2.3, рис. 2.1 і 2.2).

Аналіз отриманих гідротермічних даних показав, що зимові місяці у 2020 році за рівнем температурного режиму повітря були зовсім іншими в порівнянні як до середньо багаторічних, так і до зимових показників 2019 року. Так, коли середня багаторічна температура другого місяця зими становила мінус $4,6^{\circ}\text{C}$ то в 2020 році плюс $0,6^{\circ}\text{C}$, що на $5,2^{\circ}\text{C}$ вище норми. А в порівнянні з 2019 роком різниця становила $4,1^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.2 - Середньомісячна температура повітря в роки досліджень (дані Львівської метеостанції)

Роки	М і с я ц і									Середнє за 9 місяців
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2019	-3,5	1,6	4,8	10,0	13,1	21,1	18,2	19,7	14,3	11,4
2020	0,6	2,3	4,6	8,4	10,8	18,4	18,8	20,0	15,1	11,0
2021	-1,4	-2,6	1,7	5,9	12,7	18,5	21,7	17,3	13,5	9,7

Норма	-4,6	-2,7	0,5	8,4	12,9	16,3	17,5	16,9	13,1	8,1
-------	------	------	-----	-----	------	------	------	------	------	-----

Лютий був ще тепліший. Середньомісячна температура становила плюс 2,3⁰С, тоді як середня багаторічна - мінус 2,7⁰С, або бала вищою на 5,0⁰С. В 2019 році лютий також був теплим, але холодніший від 2020 року на 0,7⁰С. За цей період опадів випало на 31 мм більше від багаторічної норми і становило 114 мм. Дуже багато випало опадів в лютому - 81 мм проти 43 мм згідно багаторічних даних.

Достатньо теплою була погода в березні. Різниця до середньо багаторічної температури становила 4,1⁰С. Опадів випало за місяць в межах норми. Помірні температури і достатня кількість вологи в ґрунті на час сівби ячменю ярого сприяло швидкому проростанню насіння та отриманню повних і дружніх сходів.

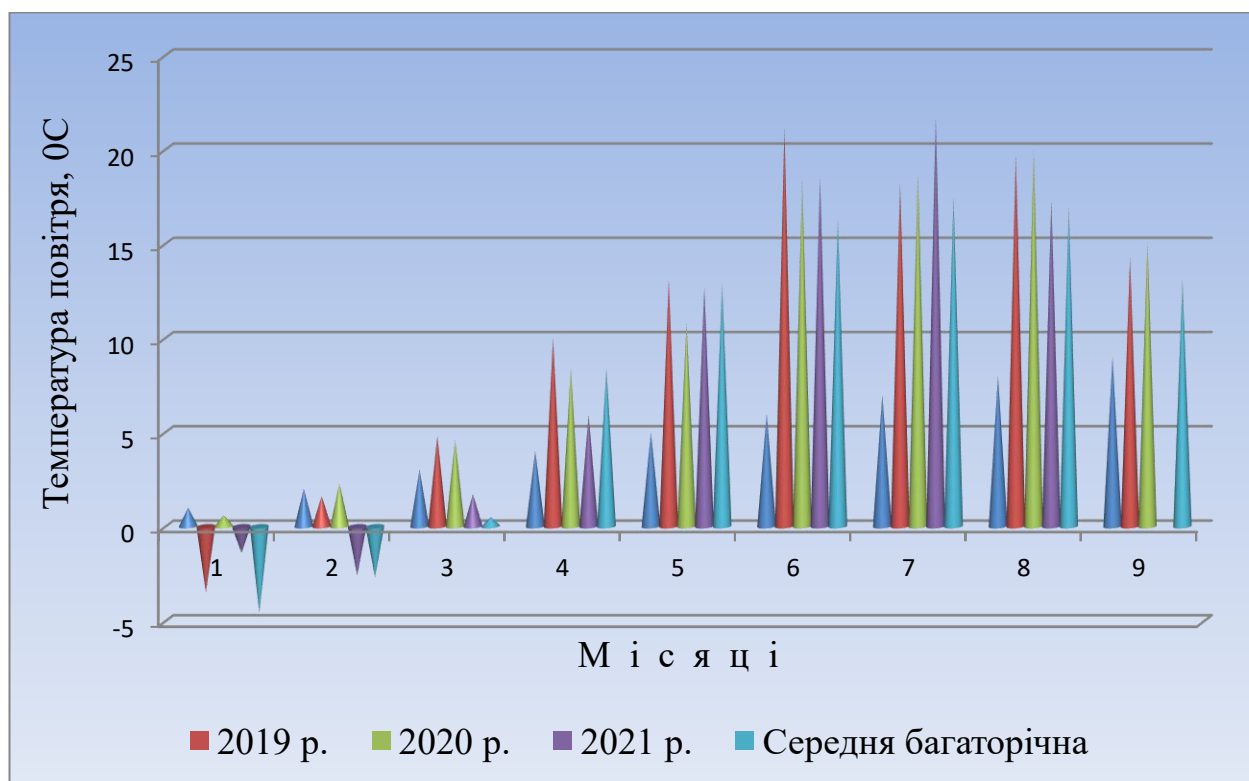


Рисунок 2.1 - Середньомісячна температура повітря

Метеорологічні умови квітня - травня дуже відрізнялися як від багаторічних показників, так і 2019 року. Особливо за кількістю опадів в квітні. Всього за місяць випало опадів аж 7 мм проти 51 мм згідно норми. Тоді як в травні їх випало 148 мм, тобто в два рази більше. Такі перепади вологості в певній мірі негативно вплинули як на ростові процеси рослин ячменю ярого, так і на їх розвиток. Недостатня кількість вологи в квітні призупинила ріст рослин у висоту, але сприяла більшому розвитку кореневої системи. Багато опадів випало і в червні – 141 мм. На 40 мм більше від середніх багаторічних показників випало опадів і в липні. Такі, екстремальні погодні умови весняно-літнього періоду в певній мірі стали причиною зниження врожайності зерна ячменю ярого.

У 2021 році гідротермічні умови січня і лютого значно різнилися від умов 2020 року. Зокрема – січень був на 2,0⁰С холодніший, а лютий - на 4,9 градуси. За цей період опадів випало на 54 мм більше від минулого року і становило 168 мм, а відносно середніх багаторічних показників то в два рази.

Таблиця 2.3 - Середньомісячна кількість опадів в роки досліджень (дані Львівської метеостанції)

Роки	М і с я ц і									Сума за 9 місяців
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2019	63	23	25	37	161	41	74	102	50	576
2020	33	81	36	7	148	141	122	39	101	708
2021	50	118	51	39	51	44	47	128	16	544
Норма	40	43	44	51	75	93	82	67	58	553

Особливо значна кількість опадів випала в лютому 118 мм проти 43 мм згідно середніх багаторічних показників. Дещо теплішим видався і березень. Середньомісячна температура становила 1,7⁰С, що на 1,2 градуси вище від середньо багаторічних показників, але 2,9 градусів холоднішим температури

повітря 2020 року. Такі погодні умови дали можливість розпочати весняні роботи лише в другій декаді місяця. Опадів в березні випало на рівні середньо багаторічних даних. Всього опадів у березні випало 51 мм, тоді як за норми – 44 мм.

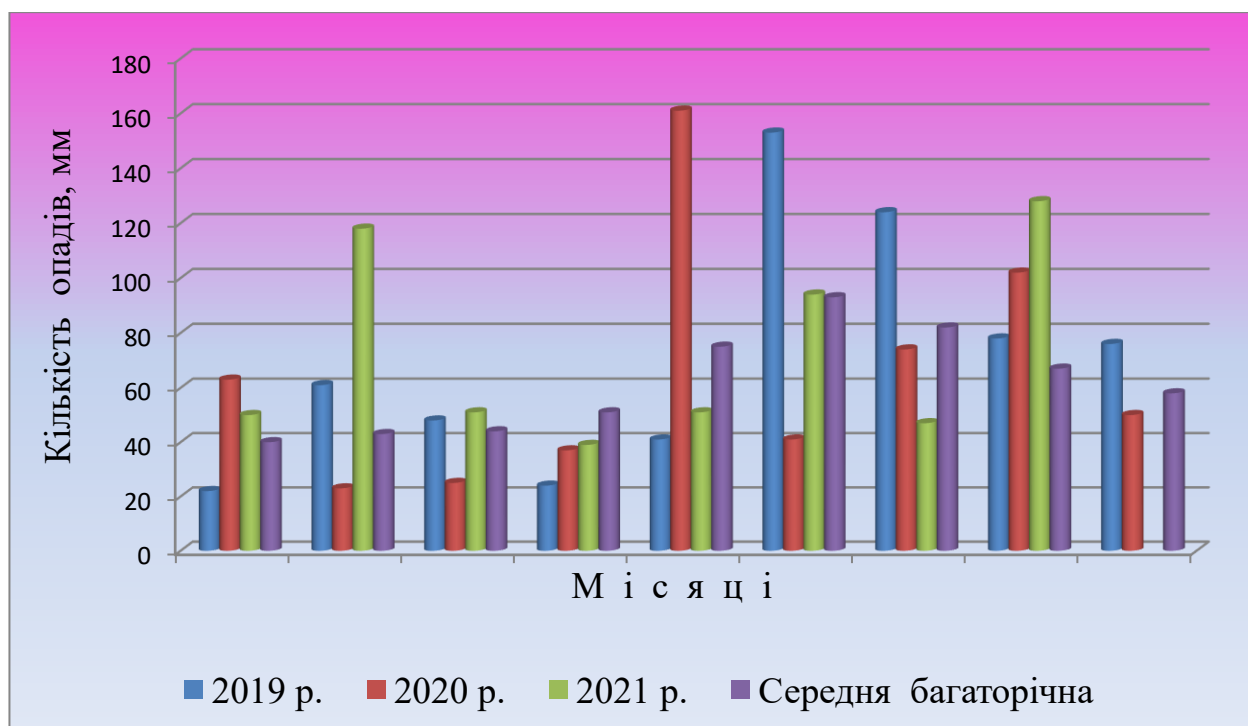


Рисунок 2.2 - Середньомісячна кількість опадів

Достатньо холодними були умови і в квітні, що негативно вплинуло на розвиток рослин ячменю ярого на перших етапах розвитку. Значно теплішим був травень. Середньомісячна температура становила $12,7^{\circ}\text{C}$, що відповідало середньо багаторічному показнику. Опадів в ці місяці випало на 36 мм менше, зокрема в квітні – на 12 мм, а в травні – на 24 мм. Літні місяці, зокрема червень і липень за кількістю опадів також різнилися. Як в червні, так і в липні їх випало в два рази менше норми. Найбільше опадів випало в серпні – 128 мм, тоді як норма - 67 мм.

В цілому, в роки досліджень гідротермічні умови в тій чи іншій мірі сприяли росту і розвитку рослин пшениці ярої, що дало можливість отримати на кращих варіантах високу урожайність зерна з добрими показниками якості.

2.2. Методика проведення досліджень

Полеві дослідження проводили згідно “Методики польових досліджень” та вимог методики Державного сорто випробування сільськогосподарських культур [26, 55].

Програмою наших досліджень передбачалось встановлення оптимальних для умов Західного Лісостепу норм висіву насіння ячменю ярого та їх вплив на ріст, розвиток рослин впродовж вегетації, структуру і якість урожаю сорту Орвел.

Досліджували чотири норми висіву насіння. Дослідження проводили методом польових і лабораторних досліджень за такою схемою:

Назва сорту	Норми висіву схожого насіння, млн. шт./га
Орвел	3
	4
	5
	6

Варіанти з різними нормами висівання насіння розміщували після сої. Технологія вирощування ячменю ярого загально прийнята для Західного Лісостепу України.

Площа дослідної ділянки - 125 м², облікова 100 м², повторність триразова. Варіанти в досліді розміщували систематичним методом, в одноярусній послідовності, схематичний план яких подано на рис. 2.3.

I повторення				II повторення				III повторення			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Рис. 2.3. Одноярусне послідовне розміщення варіантів в досліді
У досліді використано високопродуктивний сорт ячменю ярого Орвел. Мінеральні добрива вносили вручну під передпосівну культивуацію у формі аміачної селітри ($N - 34,6 \%$), суперфосфату ($P_2O_5 - 19,5 \%$) і калійної солі ($K_2O - 40,0 \%$) в дозах $N_{60}P_{90}K_{90}$. Спосіб сівби – звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см.

Спостереження, обліки й аналізи проведені за сучасними методиками [24, 56]. Фенологічні спостереження проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [57]. Наростання вегетативної маси і накопичення сухої речовини впродовж вегетації ячменем ярим визначали шляхом відбору проб у першій і третій повтореннях з 0,33 погонного метра з двох суміжних рядків. Зразки рослин відбирали у фазі кущіння, виходу в трубку, колосіння та повної стиглості. В них визначали вміст сухої речовини шляхом висушування за температури $105^{\circ}C$ до постійної ваги. Упродовж вегетації рослин ячменю ярого визначали площу листової поверхні за методикою О. О. Ничипоровича [63], вимірюючи довжину і ширину листка та перемноживши на перевідний коефіцієнт, який для злакових культур з лінійною формою становить 0,65. Для визначення площі листків використовували формулу:

$$П = Д \cdot Ш \cdot 0.65$$

де П - площа одного листка в квадратних сантиметрах;

Д - довжина листка в сантиметрах;

Ш - ширина листка в сантиметрах;

0,65 – листковий коефіцієнт для вівса з перерахуванням на один гектар посіву.

Облік урожаю сорту ячменю ярого проводили суцільним поділяночним збиранням прямим комбайнуванням. Визначення структури врожаю проводили за методикою М. О. Майсуряна [50]. Для оцінки якості зерна сорту ячменю ярого визначали вміст білка за ДСТУ 4117: 2007, натуру зерна – гравіметричним методом (ГОСТ 10840–64), склоподібність за ГОСТ 10987-76 і масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89.

Хімічні аналізи ґрунту, рослин та зерна ячменю ярого проводили на кафедрі агрохімії і ґрунтознавства Львівського національного аграрного університету. Економічну ефективність елементів агротехнології ячменю ярого розраховували за технологічними картами та відповідними рекомендаціями на основі цін, що склалися на ринку осінню 2020 і 2021 років. Енергетичну ефективність застосування різних строків висіву насіння визначали за методикою описаною О. К. Медведовським та П. І. Іваненком [53]. Враховували енергетичну цінність зерна, витрати енергії на вирощування ячменю ярого, вираховували коефіцієнт енергетичної ефективності (К.е.е.). Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу польового дослідження, використовуючи сучасні комп'ютерні технології (ПК «Agrostat», MS Office Excel).

2.3. Характеристика сорту та агротехніка вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці

Сорт Орвел. Оригінатор – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. Сорт створено шляхом індивідуального відбору з гібридної комбінації Роланд х Азимут. Різновидність – *нутанс*. Рослина за габітусом пряма. Колос дворядний, середньої довжини і щільний, циліндричної форми. Положення прапорцевого листка похиле. Інтенсивність антоціанового забарвлення верхівок остюків середня, на краях остюків зубчики. Положення безплідного колоска від паралельного до ледь відхиленого, форма верхівки загострена. Зерно півчасте, волоски основної щетинки довгі.

Сорт середньостиглий, високоврожайний, переважає сорт Оболонь і Княжий, відповідно на 6 і 7 ц/га, рослини стійкі до вилягання (7 – 9 балів), стійкий до летючої сажки (9 балів) та інших листостеблових захворювань, має добрі фізичні та пивоварні властивості зерна. Маса 1000 зерен 44 – 45 г, натура зерна – 658 – 660 г/л, крупність – 96 %, вирівняність – 94 %, вміст білка – 11,9 %, екстрактивність – 77 – 78 %, півчастість – 8,4 – 8,5 %. Пройшов

випробування в зонах Полісся, Лісостепу і Степу на 24 сортовипробувальних станціях України. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України в 2017 році і рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу і Полісся.

Технологія вирощування ячменю ярого на дослідній ділянці. Оптимальні умови для росту і розвитку рослин створюються за проведення якісного і своєчасного обробітку ґрунту.

Підготовка ґрунту включала основний, ранньовесняний та передпосівний обробіток. Основний обробіток ґрунту полягав у луценні стерні і зяблевої оранки на глибину 24-25 см. Весною при підсиханні ґрунту проводили закриття вологи та проміжну культивуацію культиватором УСМК-5,4 на глибину 10-12 см і передпосівну на глибину висіву насіння 4-5 см. Підчас проведення передпосівного обробітку поєднували декілька операцій, виконуючи їх одним агрегатом. Це виключало зайве використання важкої техніки, яка сильно руйнує структуру ґрунту. Фосфорно - калійні добрива вносили під зяблеву оранку а азотні під весняну культивуацію в нормі $N_{60}P_{90}K_{90}$. Для сівби використовували очищене, високоякісне, кондиційне за всіма параметрами насіння ячменю ярого першої репродукції. Для протруювання насіння використовували Вітавакс (3 л/т), наприкінці III етапу органогенезу в боротьбі з бур'янами застосовували гербіцид гранстар – 25 г/га, з хворобами – фунгіцид рекс (0,6 л/га) у баковій суміші, а з шкідниками – інсектицид карате (0,2 л/га). Сівбу проводили в ранні строки рядковим способом, сівалкою СЗУ-3,6 з нормою висіву насіння згідно схеми дослідю.

Урожай зерна збирали за повної стиглості в першій половині серпня зерновим комбайном марки Дон, яке перераховували на стандартну 14 % вологість та засміченість.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

3.1. Вплив норми висіву на польову схожість насіння, ріст та розвиток рослин ячменю ярого сорту Орвел

Для отримання високої врожайності будь-якої сільськогосподарської культури в тому числі і ячменю ярого визначальними критеріями є процеси росту і розвитку рослин, починаючи від проростання насіння і закінчуючи формуванням основної продукції [98]. Для проходження цих етапів рослинам потрібні відповідні умови: волога, тепло, світло, поживні речовини тощо. За наявності в оптимальній кількості даних чинників рослини, за відсутності стихійних явищ, спроможні забезпечити найвищу продуктивність. Однак в силу різних причин такі умови не завжди відповідають фізіологічним потребам рослин. Дуже часто, на певному етапі свого розвитку, рослини страждають від недостатньої кількості або надлишку того чи іншого фактора. За багато чисельними даними лише від несприятливих на окремому з етапів розвитку рослин погодних умов втрати урожайності можуть становити 45-50 % [38]. При цьому, врахувавши біологічні властивості культури та гідротермічні умови ґрунтово-кліматичної зони значну частину цих втрат можна було б запобігти.

Найпершим періодом при вирощуванні сільськогосподарських культур, особливо ярих зернових, є час і гідротермічні умови під час сівби, оскільки вони в значній мірі впливають на процеси проростання насіння. Дуже часто насіння з високими показниками енергії проростання і лабораторної схожості за несприятливих умов забезпечує низьку польову схожість, яка веде не тільки до зрідження посіву, а й послаблення ростових процесів рослин в результаті чого знижується їхня продуктивність. Літературні дані свідчать, що зниження польової схожості насіння через відсутність у ґрунті достатньої кількості продуктивної вологи на один відсоток зменшує врожайність зерна ячменю ярого на 0,15 – 0,20 т/га [73]. Згідно фізіологічних вимог в посівному шарі ґрунту під час набухання і проростання насіння оптимальна вологість має

становити 70% від повної вологості. Такі умови на час сівби забезпечують польову схожість на рівні лабораторної та істотно впливають на величину врожаю [73].

Дослідженнями отриманими нами встановлено, що польова схожість насіння ячменю ярого залежала як від норм висіву, так і від гідротермічних умов в післяпосівний період і коливалася по варіантах в межах від 77,6 % до 87,9 % (табл. 3.1). З даних таблиці 3.1 видно, що під впливом норми висіву польова схожість насіння знижувалась в напрямку від меншої норми до більшої.

Таблиця 3.1 – Вплив норм висіву і метеорологічних умов в роки досліджень на польову схожість насіння ячменю ярого, %

Норми висіву, млн. схожих насінин/га	Роки досліджень		В середньому
	2020 р.	2021 р.	
3	82,8	87,9	85,4
4	81,3	86,0	83,7
5	79,4	84,9	82,2
6	77,6	84,1	80,9

Так, в середньому за два роки найвищу польову схожість насіння забезпечила норма висіву 3 млн. шт./га і становила 85,4 %, а найменшу – 80,9 % норма висіву в 6 млн. насінин/га, або на 4,5 % нижча. За норм висіву в 4 і 5 млн. схожих насінин/га польова схожість становила, відповідно 83,7 і 82,2 %, що в порівнянні до норми висіву 3 млн. шт./га нижче на 1,7 і 3,2 %. Зниження польової схожості насіння по мірі збільшення норми висіву пояснюється як сприятливими умовами перезараження його різними хворобами, так і посиленням токсичних виділень пророслих насінин між собою. Змінювалася польова схожість насіння і від гідротермічних умов в період його проростання.

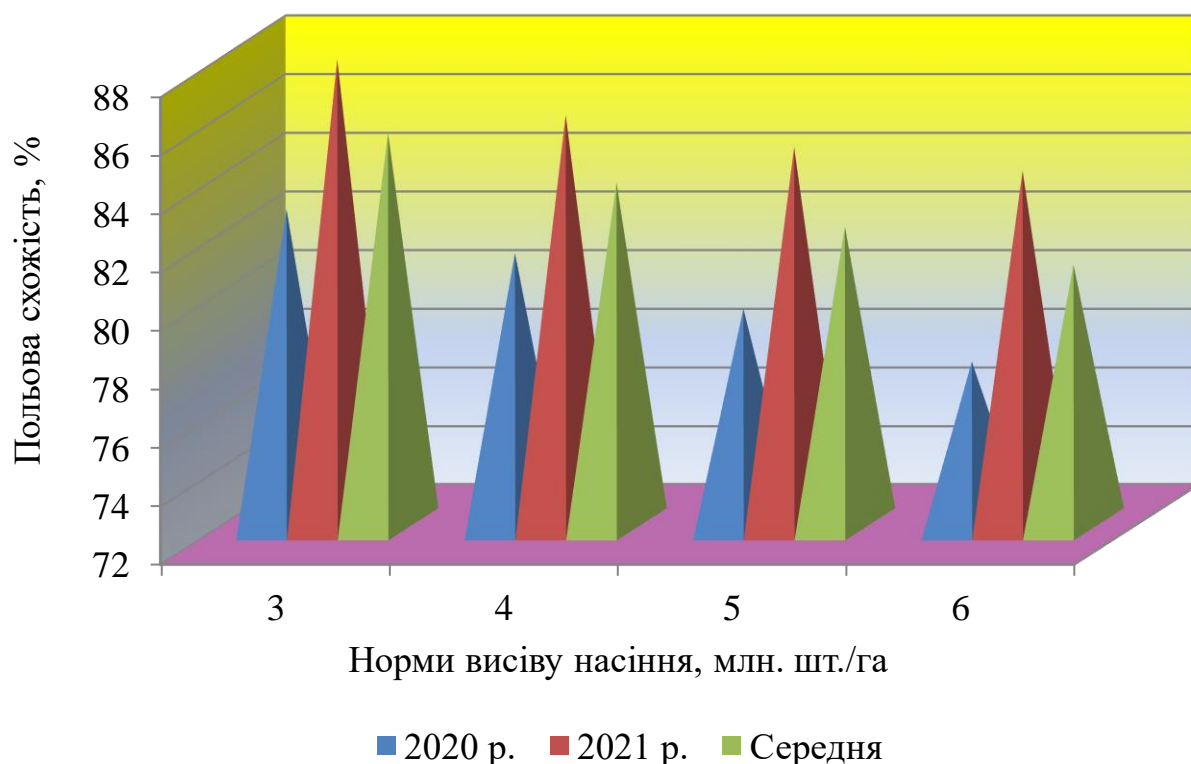


Рис. 3.1 Вплив норми висіву на польову схожість насіння

Як відмічали в своїх результатах дослідники, польова схожість насіння зернових культур, в залежності від умов в якому воно проростає, може змінюватися від 40 до 88 %.

В нашому досліді польова схожість насіння ячменю ярого в середньому по досліді була в 2021 році на 5,4 % вищою порівняно з 2020 роком. Недостатня кількість опадів в зимово-весняний період не лише знизили польову схожість насіння, але спричинили довготривале його проростання.

Після сходів не всі рослини зберігаються до закінчення вегетації. В процесі росту і розвитку певна кількість їх випадає. Причини бувають різні: засуха, або надмірне зволоження, недостатня кількість поживних елементів, сильна забур'яненість, ураження шкідниками і хворобами тощо. Зрідження проходить впродовж всього періоду вегетації. Дані досліджень із зерновими культурами показують, що в озимих культур на час збирання врожаю

зберігається від висіяного насіння від 35 до 48 % рослин, тоді як в ярих - 50 – 60 %. На інтенсивність випадання рослин впливає в значній мірі і густота їх стояння на одиниці площі. За даними Осіна А. Е. [66] збільшення норми висіву насіння ячменю ярого з 3 до 7 млн. шт./га знизило виживання рослин з 79,4% до 63,6%, або на 15,8 %. Аналогічні результати були отримані Лук'янюк В. І. і Долгодворовою В. Є. на пшениці озимій де збільшення норми висіву насіння з 6 до 8 млн. шт./га знизило виживаність рослин на фазу повної стиглості 3,4 %. Таким чином, на основі отриманих даних науковці вважають, що в середньому сумарне зрідження рослин за вегетаційний період коливається від 6,9 до 31,5 % [78]. Однак, слід відмітити, що виживаність хоча і зменшується однак абсолютна кількість рослин зростає.

З результатів досліджень проведеними нами видно, що із збільшенням норми висіву виживання рослин впродовж вегетації зменшується (табл. 3.2).

Так, в середньому за два роки, за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га, збереглося на період збирання урожаю у сорту Орвел – 89,7 %, або 230 рослин, тоді як за норми висіву 6 млн. схожих насінин/га лише – 80,5 %, або 390 рослини на метрі квадратному, що на 160 рослин більше. Аналогічну закономірність отримали за норм висіву 4 і 5 млн. схожих насінин/га.

Таблиця 3.2 – Вплив норми висіву насіння на виживання рослин ячменю ярого, в середньому за 2020 – 2021 рр.

Норми висіву, млн. схожих насінин/га	Кількість рослин на час повних сходів, шт./м ²	Кількість рослин, збережені на час збирання, шт./м ²	Вживання рослин, %
3	256	230	89,7
4	335	293	87,6
5	411	344	83,8
6	485	390	80,5

З аналізу отриманих даних відомо, що величина врожаю в зернових

культурах не завжди залежить від числа рослин на одиниці площі, а тому збільшення чи зменшення норми висіву насіння не гарантує ступінь зрідження або загушення посівів. У зернових культур на густоту стеблостою в значній мірі впливає здатність рослин до кущення, яке, за даними Бердіна С. І. [7] і Машинника О. О., Господаренко Г. М. [54] залежить в значній мірі у фазі повної стиглості зерна від густоти рослин та числа продуктивних стебел на одній рослині. Окрім цього на формування стеблостою також істотно впливають умови вирощування. Так, на основі досліджень Барсукової О. А. [3], було виділено чотири типи агрометеорологічних умов, які визначають динаміку кущистості та густоту продуктивного стеблостою: за першого типу стеблостій формується в кількості 650-700 стебел/м², за другого - 675-725, за третього - 550-600, і за четвертого типу - 470-520 стебел/м². Згідно цих критеріїв, перший тип відноситься до зони Полісся, другий – до Лісостепу; третій - до північного Степу і четвертий тип – до південного Степу [7]. Однак, за відповідних умов можна отримати достатньо високу врожайність і за малої кількості рослин. Тому важливим елементом у досягненні відповідної продуктивності є кількість продуктивних стебел на одиниці площі [44]. На таку особливість вказував ще Д. М. Прянішніков. Згідно його досліджень, кількість висіяного насіння не гарантує кінцеву щільність рослин в посіві, так як рослини за меншої норми висіву формують більше продуктивних стебел, що за оптимальних для росту умов робить посів тотожним тому, який формується за більшої норми висіву. Проте в зернових культур кількість продуктивних стебел хоч і впливає на величину врожайності, однак оптимальна їх кількість залежить як від сортових властивостей, так і від умов за яких вирощується культура [99].

Вплив норм висіву насіння на інтенсивність кущення злаків знаходять підтвердження в багатьох дослідженнях. Так, в дослідях проведених Витрихівським П. І. [8] на посівах ячменю ярого коефіцієнт продуктивного кущення за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га становив 1,51, тоді як за норми висіву 6 млн. він зменшився до 1,12. Однак, як відмічають в

держкомісії по сортовипробуванню сільськогосподарських культур високий рівень кущення рослин, зокрема ярих, не спроможний компенсувати зрідженість посіву обумовлену заниженими нормами висіву насіння [56]. Тому, оптимальна норма висіву значно надійніше гарантує отримання високого врожаю, порівняно з підвищеною кущистістю. Просто при плануванні посівних відомостей потрібно врахувати, що для сортів, які сильніше кушаться, норму висіву насіння зменшують, в протилежному разі – збільшують.

В досліді проведеному нами, як коефіцієнт продуктивного кущення, так і кількість продуктивних стебел на одиниці площі в певній мірі залежали від норми висіву насіння ячменю ярого (табл. 3.3, рис. 3.2).

Таблиця 3.3 - Вплив норми висіву насіння на кількість продуктивних стебел ячменю ярого, в середньому за 2020-2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Коефіцієнт продуктивного кущення	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²
3	1,72	440
4	1,64	549
5	1,49	612
6	1,33	645

З отриманих даних видно, що по мірі збільшення числа висіяного насіння на погонному метрі рядка коефіцієнт продуктивного кущення знижується. Так, підвищення норми висіву з 3 млн. схожих насінин/га до 6 млн. зменшило коефіцієнт продуктивного кущення ячменю ярого сорту Орвел з 1,72 до 1,33, або на 0,39. За норм висіву 4 і 5 млн. насінин/га коефіцієнт продуктивного кущення був нижчий в порівнянні з нормою 3 млн., відповідно на 0,08 і 0,23, але вищий відносно норми висіву 6 млн. на 0,31 і 0,16.

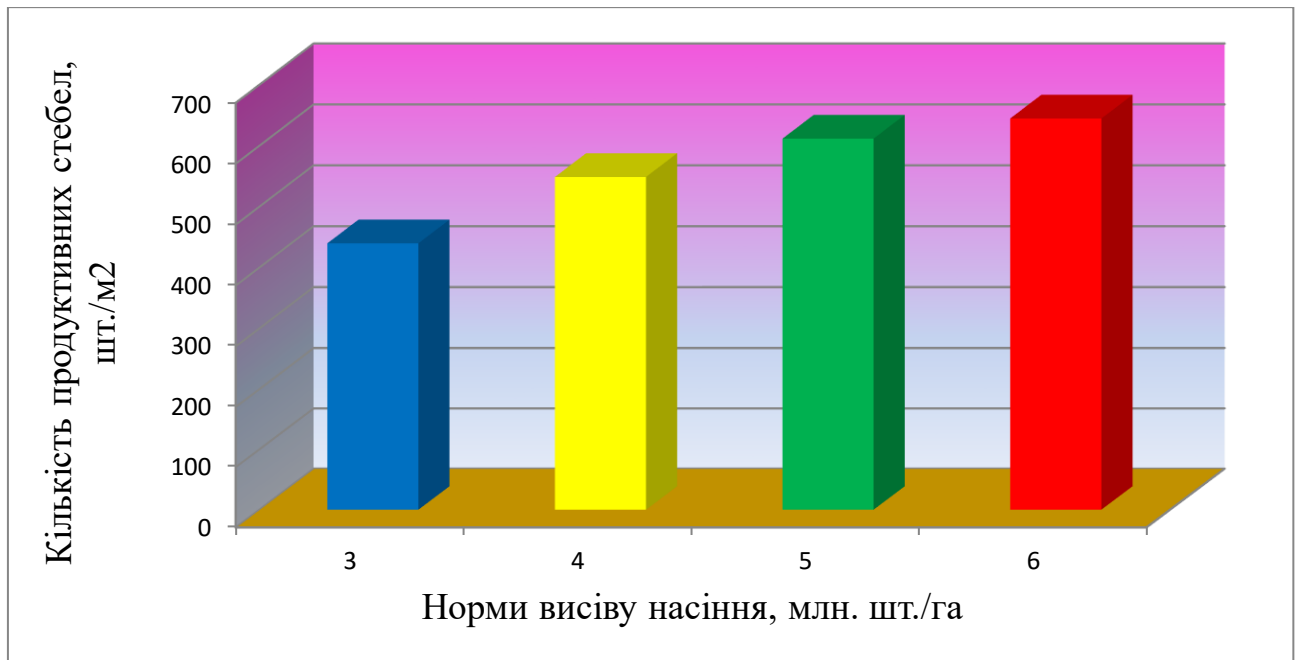


Рис. 3.2 Вплив норми висіву насіння на кількість продуктивних стебел ячменю ярого

Із зміною коефіцієнта продуктивного куцання змінювалася і кількість продуктивних стебел на метрі квадратному. Найменшу кількість продуктивних стебел забезпечила норма висіву 3 млн. схожих насінин/га. Вона становила 440 шт., що на 109 стебел менше від норми висіву 4 млн. насінин/га. Збільшення норми висіву на один мільйон насінин забезпечило по 612 стебел на метрі квадратному посіву. Найвищу кількість продуктивних стебел забезпечила норма висіву 6 млн. схожих насінин/га. Вона становила 645 шт./га, що на 205 стебел більше від норми висіву 3 млн. шт./га.

Рівень продуктивності всіх зелених рослин, особливо сільськогосподарських культур залежить від інтенсивності процесів фотосинтезу, на який впливають умови навколишнього природного середовища, зокрема водний і повітряний режими, інтенсивність освітлення, температура ґрунту і повітря, біологічні властивості сорту, а також величина листового апарату та продуктивність і тривалості його дії. Останні показники в значній мірі залежать від агротехнологічних прийомів вирощування культури, в тому числі від густоти стояння рослин в посіві [63]. Однак, як за сильно розвиненої листової поверхні, так і за недостатньої - інтенсивність

використання енергії Сонця знижується [87]. Хоча, надмірно розвинута листова поверхня в загущених посівах могла б ефективніше поглинати падаючу на них сонячну енергію, однак взаємозатінення листя верхнього ярусу прискорює відмирання нижніх листків і тим самим знижує продуктивність фотосинтезу. За результатами ряду науковців, в період викидання колосу оптимальна площа листового апарату для ячменю ярого повинна становити від 45 до 50 тис. м²/га [11]. Проте, є дослідження, що найвагоміший вплив на рівень урожаю має збільшення площі листків в посівах зернових культур до 30 тис. м²/га, подальше збільшення площі листків дає вже менший ефект [10].

Аналогічна динаміка площі листків ячменю ярого відмічена і в результатах наших досліджень (табл. 3.4; рис. 3.3). Так, в середньому по досліді, листова поверхня в ячменю ярого зростала від фази кущення і до викидання колоса. Зокрема, в фазі кущення рослини мали площу 11,6 тис. м²/га, то в фазі викидання колоса – 43,1 тис. м²/га, або збільшилася на 31,5 тис. м²/га.

Таблиця 3.4 – Вплив норм висіву насіння на площу листової поверхні та динаміку її формування рослинами ячменю ярого, тис.м²/га

Норми висіву схожого насіння, млн. шт./га	Фази вегетації			
	кущення	вихід в трубку	викидання колоса	молочно–воскова стиглість
3	9,4	21,3	37,1	19,3
4	10,9	24,7	43,4	20,6
5	12,3	26,2	46,8	21,4
6	13,8	27,5	45,2	19,3

Слід відмітити, що інтенсивність наростання площі листків по фазах розвитку проходила по різному. Якщо від фази кущення до фази виходу в

трубку площа листків зростає в 2,1рази, то від фази виходу в трубку і до викидання колоса – в 1,7 рази. З подальшим розвитком рослин асиміляційна поверхня різко зменшується і в фазі молочно-воскової стиглості становила 20,4 тис. м²/га, або зменшилася в порівнянні із фазою колосіння на 22,7 тис. м²/га. Така закономірність пов'язана як з біологічними особливостями культури, так і з відтоком поживних речовин на формування урожаю зерна.

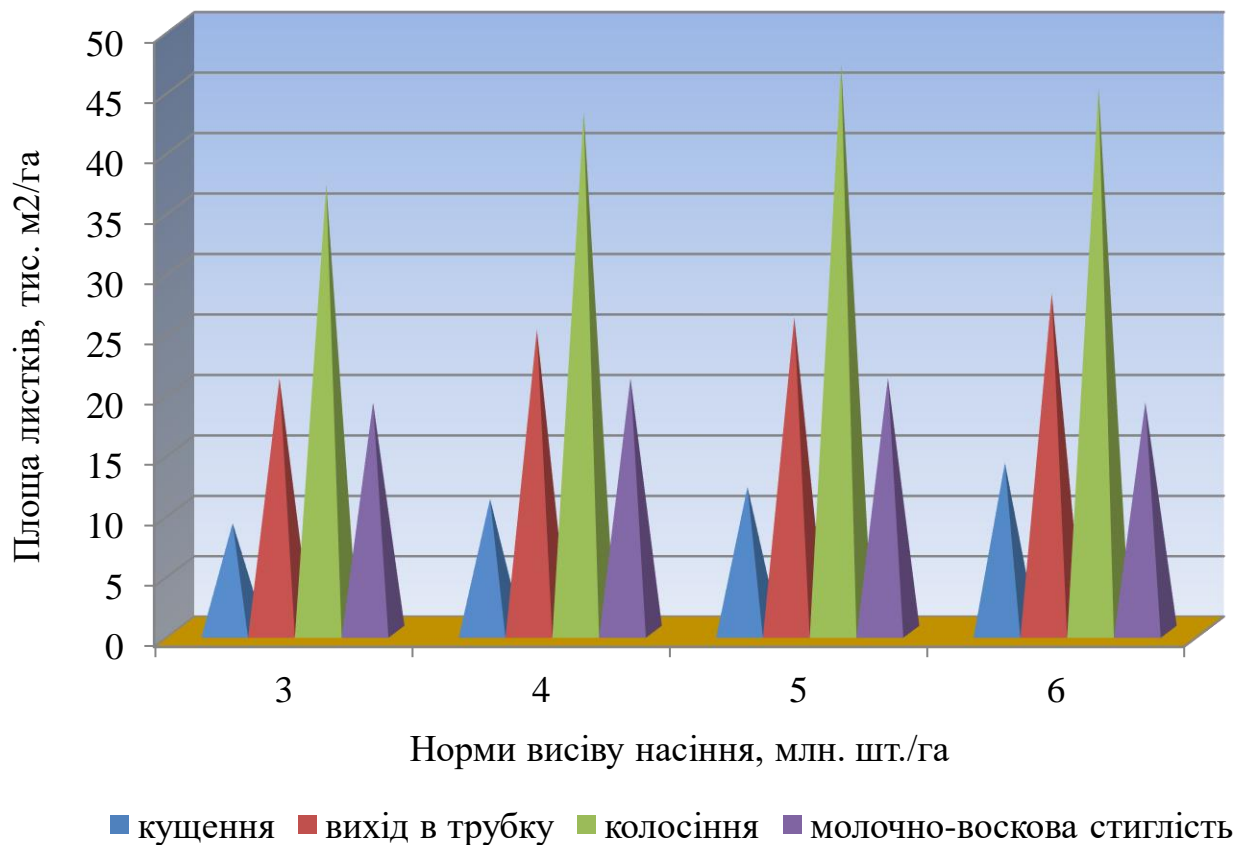


Рисунок 3.3 Динаміка площі листків залежно від норм висіву насіння

Площа листової поверхні в певній мірі змінювалася і від такого агрозаходу як норми висіву насіння ячменю ярого. Було встановлено, що із збільшення норми висіву насіння площа асиміляційної поверхні зростає тільки до фази виходу рослин в трубку.

Так, за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га у фазах кущення і виходу рослин ячменю ярого в трубку становила, відповідно 9,4 і 21,3 тис. м²/га, то за норми висіву 6 млн. – 13,8 і 27,5 тис. м²/га. Різниця між крайніми варіантами в

фазі кущення складала 4,4 тис. м²/га, а в фазі виходу рослин в трубку – 6,2 тис. м²/га. Починаючи з фази виходу в трубку і до молочно-воскової стиглості площа листків за норми висіву 6 млн. схожих насінин/га була менша в порівнянні із нормою висіву 5 млн./га. Якщо, в фазі колосіння різниця складала 1,6 тис. м²/га, то в фазі молочно-воскової стиглості – 2,1 тис. м²/га. Найбільшу площу асиміляційної поверхні сформували рослини за норми висіву насіння 5 млн. шт./га. Вона становила 46,8 тис. м²/га. При цьому різниця до норми висіву 4 млн. шт./га складала 3,4 тис. м²/га.

Таким чином, в результаті досліджень встановлено, що збільшення норми висіву з 3 до 6 млн. схожих насінин/га негативно вплинуло на польову схожість насіння і коефіцієнт кущення рослин, але збільшило кількість продуктивних стебел та площу листової поверхні, що в свою чергу вплинуло на ріст і розвиток ячменю ярого.

3.2 Вплив норми висіву насіння на формування елементів структури врожаю ячменю ярого сорту Орвел

Важливим критерієм оцінки зернової продуктивності злакових культур є елементи індивідуальної структури рослин до яких належать густина продуктивного стеблостою, висота рослин, довжина колоса, кількість зерен в колосі та їх маса [59, 85]. Так, за даними Ламана Н.А. [41,42] урожайність зернових культур на 60 % залежить від щільності продуктивного стеблостою, на 25 % – від кількості зерен у колосі і на 15 % – від маси 1000 зерен. А за даними Пруцкова Ф. М., Осипова І. П. [76] величина урожайності на 50% залежить від числа продуктивних стебел, на 25% від числа зерен в колосі і від маси 1000 зерен.

Одним із критеріїв оцінки процесів росту і розвитку рослин у технології вирощування с.-г. культур, в тому числі ячменю ярого, є їх висота, оскільки завдяки апікальному або інтеркалярному типу росту вони збільшують свою надземну вегетативну масу. Будучи генетичною властивістю сорту, на висоту стебла у ячменю ярого впливають в певній мірі умови за яких він вирощується.

Поряд з цим висота рослин впродовж вегетації змінюється не рівномірно. Зокрема, від фази кущення і до виходу в трубку рослини мають приблизно однакову висоту, тоді як інтенсивний ріст у висоту в рослин відбувається у фазах колосіння та цвітіння. Після фази цвітіння і до фази молочно-воскової стиглості ростові процеси поступово затухають [71].

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що висота рослин ячменю ярого по різному змінювалася залежно від норм висіву насіння (табл. 3.5; рис. 3.4).

Таблиця 3.5 - Вплив норм висіву насіння на висоту рослин ячменю ярого сорту Орвел, в середньому за 2020 - 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./ га	Висота рослин, см	Відхилення від найменшої норми висіву	
		см	%
3	61,4	-	100,0
4	68,6	+ 7,2	111,7
5	70,9	+ 9,5	115,5
6	65,2	+ 3,8	106,2

Зокрема, збільшення висоти рослин ячменю ярого під впливом різної густоти стояння відбувається до певної величини, а пізніше зменшується. Найвищими були рослини ячменю ярого сорту Орвел за норми висіву 5 млн. схожих насінин/га. В середньому за два роки вони мали 70,9 см. Зменшення норми висіву схожого насіння до 4 млн. шт./га забезпечило висоту рослин на рівні 68,6 см, що на 2,3 см нижчу від попередньої норми. Слід відмітити, що при такій висоті рослини не вилягли. Найнижчу висоту мали рослини за висіву насіння в нормі 3 млн. шт./га. За такої норми висота рослин становила 62,4 см, що на 10,0 і 13,6 % були нижчими в порівнянні із нормами висіву 4 і 5 млн. схожих насінин/га, відповідно.

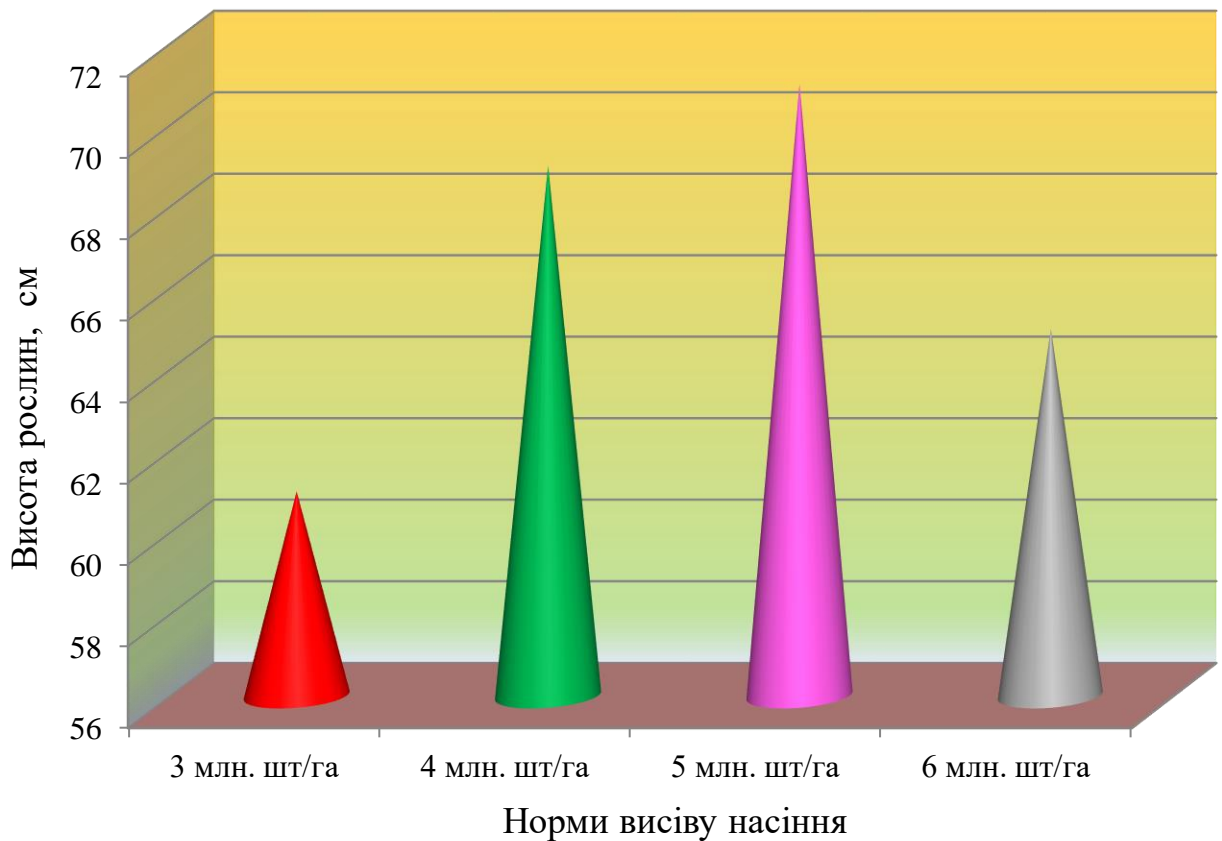


Рисунок 3.4 Висота рослин ячменю ярого залежно від норми висіву насіння

Незначна висота рослин ячменю ярого за найменшої норми висіву зумовлено відсутністю конкурентності між рослинами за світло, а також сильнішим кущенням, оскільки у зріджених посівах бічні стебла, які утворилися, дещо нижчі в порівнянні з центральними. Тоді як збільшення норми висіву схожого насіння до 6 млн. шт./га веде до зменшення висоти. Висота рослин за такої норми висіву насіння становила 65,2 см., і була лише на 3,8 см вища в порівнянні з нормою 3 млн. шт./га.

До структурних показників врожайності зернових культур відноситься і довжина колоса. Як показали дані наших досліджень, вона певною мірою залежала від рівня густоти стояння рослин на одиниці площі (табл.3.6). Так, якщо у варіанті за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га довжина колоса складала 10,8 см, то за норми – 4 млн./га вона зменшилася на 5,6%.

Таблиця 3.6 – Вплив норми висіву насіння на індивідуальну продуктивність рослин ячменю ярого, в середньому за 2020 - 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./ га	Довжина колоса, см	Кількість зерен в колосі	Маса зерна з колоса, г	Маса зерна з однієї рослини, г
3	10,8	22,3	0,95	1,63
4	10,2	21,7	0,91	1,48
5	9,4	20,4	0,82	1,22
6	8,3	17,8	0,68	0,90

Подальше збільшення норми висіву до 5 млн./га спричинило зменшення довжини колоса по відношенню до найменшої норми на 13,0%, а по відношенню до норми 4 млн./га на 7,8 %. Найменшу довжину колоса сформували рослини за норми 6 млн. схожих насінин/га. Вона становила 8,3 см, або була на 2,5 см меншою в порівнянні з нормою 3 млн. схожих насінин/га.

Важливими елементами в структурі колоса, які беруть основну участь у формуванні врожаю ячменю ярого є кількість зерен у колосі і маса зерна з одного колоса [12, 51]. Згідно наявних в літературі даних відомо, що розвиток колоса залежить від певних чинників, основними з яких є як агротехнічні, так і генетичні властивості сорту[92].

Як показали дані наших досліджень, кількість зерен у колосі залежно від норм висіву насіння коливався в межах від 17,7 до 22,3 шт. Найбільша кількість зерен у колосі сорту Орвел була на ділянках де висіяли насіння в нормі 3 млн. шт./га і становила 22,3 шт. Збільшення кількості висіяного насіння на один і два мільйони шт./га призвело до неістотного зменшення числа зерен в колосі, в середньому за два роки, на 2,7 і 8,5 %. Найменше зерен в колосі було нами відмічено за норми висіву 6 млн. схожих насінин/га. Вона становила 17,7 штук, що на 20,6 % менше в порівнянні з найменшою нормою висіву.

Із кількістю зерен у колосі тісно пов'язаний такий показник структури

врожайності, як маса зерна з одного колоса. Залежно від біологічних властивостей сорту і норм висіву насіння маса зерен у колосі в середньому за роки досліджень становила 0,68 - 0,95 г. Різниця між крайніми нормами становила 39,7 %, що вказує на значний вплив норм висіву на цей показник. Найвищим він був за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га і найменший – за норми 6 млн. шт./га. За висіву насіння в нормі 4 і 5 млн. шт./га маса зерен в колосі була, відповідно на 4,2 і 13,7 % меншою в порівнянні з нормою висіву 3 млн. шт./га.

Важливим показником структури врожаю є маса зерна з однієї рослини, яка напряму залежить від маси зернівки. В нашому досліді найбільшу масу зерна з однієї рослини, з врахуванням числа продуктивних стебел, було отримано у варіанті де насіння висіяли в нормі 3 млн. шт./га. Вона становила 1,63 грами. Дана маса була вища відносно інших норм висіву, відповідно на 0,15; 0,41 і 0,73 грам.

3.3 Вплив норми висіву насіння ячменю ярого сорту Орвел на врожайність зерна та його якість

Основним критерієм оцінки ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур є рівень їх врожайності, який найповніше визначає вплив досліджуваних факторів на показники елементів структури врожаю та значно залежить як від гідротермічних умов навколишнього середовища у період вегетації, так і елементів технології вирощування до яких відноситься оптимальна норма висіву насіння. Однак, як стверджують окремі вчені, дуже часто збільшення одного з елементів урожайності веде до зменшення іншого і навпаки. Зокрема, незначну кількість продуктивних стебел в рослині може компенсувати збільшення числа колосків в колосі [60]. Проте, серед науковців, більша їх частина дотримується думки, що високопродуктивні

посіви можна створити лише за умови ефективного впливу на кожний елемент врожайності.

У наших дослідження щодо впливу норм висіву на урожайність зерна ячменю ярого сорту Орвел виявлено певну закономірність (табл. 7 - 9). Зокрема, при збільшенні норми висіву з 3,0 млн. схожих насінин на 1 гектар до 6,0 млн. шт./га урожайність зерна збільшувалася до певного рівня. Якщо за норми висіву насіння 3 млн. шт./га рівень урожайності у 2020 році становив 36,9 ц/га, то збільшення норми висіву до 4 млн. шт./га забезпечило надвишку врожаю 6,5 ц/га, або 17,6%. Тоді як за норми висіву 5 млн. насінин/га прибавка до найменшої норми складала 7,7 ц/га, або 20,9 %, а до норми 4 млн. шт./га лише 1,2 ц/га, або 2,8 %, що є не істотною.

Таблиця 3.7 - Урожайність зерна ячменю ярого сорту Орвел залежно від норми висіву насіння в 2020 році

Норми висіву схожих насінин, млн. шт./га	Урожайність зерна, ц/га	Відхилення врожаю	
		ц/га	%
3	36,9	-	100,0
4	43,4	+ 6,5	117,6
5	44,6	+ 7,7	120,9
6	37,3	+ 0,4	101,1

НІР_{0,5} ц/га

3,6

З подальшим підвищенням норми висіву до 6 млн. схожих насінин/га рівень урожайності зменшився і становив 37,3 ц/га. Різниця до норми 5 млн. насінин/га становила 7,3 ц/га, або 16,4 %, а до 3 млн. шт./га – 0,4 ц/га.

Норми висіву мали також істотний вплив на рівень урожайності і у 2021 році. При цьому їх вплив мав однакову закономірність (табл. 8). Тобто, відносно найвищу врожайність забезпечила норма висіву 5 млн. насінин/га.

Врожайність становила 57,0 ц/га, що більше відносно найменшої норми на 10,3 ц/га, тоді як відносно висіву в 4 млн. насінин/га лише 0,4 ц/га, тобто практично урожайність була однаковою. За сівби в 6 млн. насінин/га врожайність отримали на рівні 50,5 ц/га. Проте, аналіз рівня урожайності зерна по роках проведення дослідів показав, що погодні умови в 2021 році як весни, яка розпочалася відносно рано з достатньою кількістю опадів, так і літніх місяців, були більш сприятливими для формування врожайності зерна ячменю ярого порівняно з 2020 роком. Якщо, у 2020 році врожайність зерна сорту Орвел в середньому по досліді становила 40,6 ц/га, то в 2021 році – 52,7 ц/га, або була вищою на 12,1 ц/га.

Таблиця 3.8 - Урожайність зерна ячменю ярого сорту Орвел залежно від норми висіву насіння в 2021 році

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Урожайність зерна, ц/га	Відхилення врожаю	
		ц/га	%
3	46,7	-	100,0
4	56,6	+ 9,9	121,2
5	57,0	+ 10,3	122,1
6	50,5	+ 3,8	108,1
НІР _{0,5} ц/га		4,2	

Таким чином, в середньому за два роки досліджень, на дослідних ділянках де сівбу ячменю ярого було проведено з нормою висіву насіння 4 млн. шт./га отримано істотно вищу врожайність зерна в порівнянні із нормами 3 і 6 млн. насінин/га (табл. 3.9). Надвишка становила по відношенню до норми 3 млн. насінин/га 8,2 ц/га, а по відношенню до норми 6 млн. шт./га – 6,1 ц/га. Зниження урожайності зерна за норми 6 млн. обумовлене як значним виляганням посівів у період вихід в трубку – виколошування, а також ураженням хворобами.

Таблиця 3.9 - Урожайність зерна ячменю ярого сорту Орвел залежно від норми висіву насіння, в середньому за 2020 – 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Урожайність зерна, ц/га	Відхилення врожаю	
		ц/га	%
3	41,8	-	100,0
4	50,0	+ 8,2	119,6
5	50,8	+ 9,0	121,5
6	43,9	+ 2,1	105,0

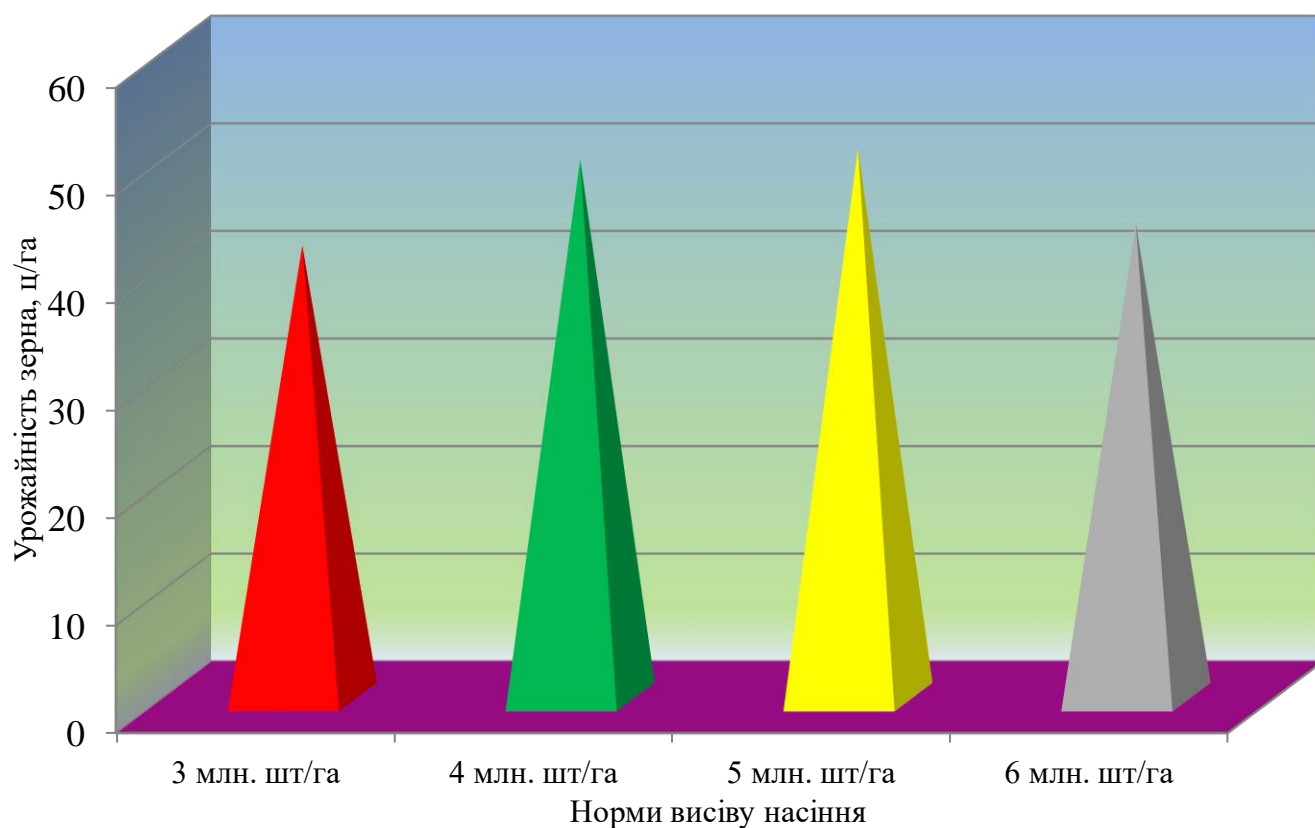


Рисунок 3.5 Вплив норм висіву насіння на врожайність ячменю ярого

Рослини при збільшенні норми висіву насіння до 5 млн. шт./га сформували врожайність на рівні посівів з нормою висіву 4 млн. шт./га. Різниця в сторону збільшення становила лише 0,8 ц/га, або 1,6%.

Із зміною, під дією норм висіву насіння, рівня врожайності зазнають змін і фізичні показники зерна ячменю ярого. До таких показників відносяться: маса 1000 зерен, його натура і плівчастість.

Маса 1000 зерен на практиці використовується для оцінки зерна на екстрактивність та пивоварні якості в цілому. Встановлено, що в процесі підготовки солоду крупні зерна утворюють більше ферментів, які розщеплюють поліцукри. Тоді як дрібні зерна сильно нагріваються, спостерігаються значні втрати сухих речовин, що веде до зменшення кількості в солоді екстракту [18]. При цьому маса 1000 зерен є найстабільнішим показником у структурному аналізі врожаю і значно залежить від конкретних погодних умов вирощування рослин. Вона залежить від сортових особливостей, але в більшості випадків – від умов вирощування [37, 47]. Літературних даних стосовно впливу норм висіву на масу 1000 зерен дуже мало. Однак, зустрічаються дослідження в яких відмічається, що із збільшенням норм висіву насіння маса 1000 зерен дещо знижується [78].

У середньому за роки наших досліджень маса 1000 зерен ячменю ярого сорту Орвел відповідала показникам, характерним для пивоварного ячменю, і в певній мірі залежала від норми висіву насіння (табл. 3,10). З даних таблиці видно, що по мірі збільшення кількості рослин на одиниці площі маса 1000 зерен зменшується. Так, за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га маса 1000 зерен була найвищою і становила 42,6 г. За норми висіву 4 млн. насінин/га маса 1000 зерен становила 41,7 г, або зменшилася відносно попередньої норми лише на 2,1 %. Найменшу масу 1000 зерен сформували рослини за норми висіву 6 млн. схожих насінин/га. Вона становила 38,1 грами, що менше від норми висіву 3 млн. насінин/га на 4,5 г, або на 10,6 %. Аналіз отриманих нами даних показав, що норми висіву насіння, в середньому за роки досліджень, істотно не впливали на масу 1000 зерен.

Таблиця 3.10 - Вплив норми висіву насіння на фізичні показники зерна ячменю ярого, в середньому за 2020 - 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г/л	Плівчастість зерна, %
3	42,6	634	8,57
4	41,7	652	8,92
5	40,2	648	9,08
6	38,1	638	8,64

Важливим показником якості зерна ячменю є його маса в об'ємі одного літра, або натура. Натура зерна характеризує такі властивості як щуплість, виповненість, шорсткість. Згідно вимог стандартів на пивоваріння, цей показник повинен мати не менше 600 г/л. На величину цього показника впливає ряд факторів, зокрема форма зерна та ступінь його вирівняності, що визначає характер розміщення зерна в пурці та щільність укладання. Вирівняність має особливе значення для пивоварного ячменю, оскільки вона забезпечує під час проростання рівномірне намокання і проростання зерна [32]. Дрібне, але виповнене зерно дає таку ж щільність укладання, як і велике, або навіть більшу, бо за однакової питомої ваги зумовлює рівний або більший показник натурі.

У наших дослідженнях норми висіву насіння ячменю ярого на зміну натурі зерна істотно впливу не мали. Спостерігалася лише тенденція до збільшення даного показника за норм 4 і 5 млн. схожих насінин/га. Якщо, за норми 3 млн. насінин/га натура зерна становила 634 г/л, то за норм 4 і 5 млн., відповідно 652 і 648 г/л, або збільшилася на 2,8 і 2,2 %. За подальшого збільшення норми висіву до 6 млн. насінин/га забезпечило натуру зерна на рівні 638 г/л, що практично дорівнює натурі зерна отриманої за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га.

До важливих показників пивоварних якостей зерна ячменю належить і

плівчастість зерна. Для пивоварних ячменів цей показник повинен становити 8-10%.

Оболонка зернівки в плівчастих сортів ячменю складається з двох частин, спинної – більшої за розміром і черевної – меншої, які зростаються з зернівкою. Це проходить приблизно за 10 діб до досягнення зернівкою максимальних розмірів. По мірі дозрівання зерна вміст води зменшується до 14%, в цей період зернівка починає зморщуватися і на плівках з'являються складки. Зморшкуватість є характерною ознакою тонко плівчастого ячменю.

Для виробництва якісного світлого пива придатний ячмінь тільки з тонкою світлою плівкою, тоді як товста плівка не лише інтенсивніше забарвлює пиво, але містить більше дубильних речовин. Ці речовини у поєднанні з високомолекулярними білковими сполуками можуть спричинити помутніння, знижувати смакові якості і навіть здатні повністю зробити напій непридатним для вживання. Ячмені з товстою плівкою використовують тільки для приготування темного баварського типу пива.

Окрім цього частина плівок потрібна для нормального технологічного процесу, оскільки вони створюють природний фільтр для суслу. Також плівка містить корисні речовини, що впливають на якісні показники пива. Негативна сторона плівок зводиться до вмісту в них полі фенолів, і, перш за все, антоціанідів. Сьогоднішні пивоварного спрямування сорти ячменю створені не містять антоціаніди [97].

Результати наших досліджень показали, що норми висіву насіння не мали істотного впливу на зміну плівчастості зерна, яка в цілому по досліді не перевищувала встановлені параметри для пивоварних сортів. Тільки на посівах з нормою висіву 4 і 5 млн. насінин/га спостерігалось незначне збільшення даного показника відносно норм 3 і 6 млн. шт./га.

Окрім фізичних показників якості зерна ячменю ярого велике значення має наявність в ньому хімічних сполук, зокрема таких як вміст білка. У відповідності до вимог ДСТУ 3769–98 для зерна ячменю першого класу масова частка білка, повинна бути не більше 11%, а для другого – не більше 11,5%. Зерно з вищим вмістом білка через зниження ефективності солодування та нижчий вихід пива

непридатне для пивоваріння, і, навпаки, інтенсивність процесу бродіння уповільнюється, напій втрачає утворення стійкої піни та погіршується його смак якщо в ячмінному солоді білкових речовин менше 8 % [84].

Вміст білка в зерні значною мірою залежить від погодних умов вегетаційного періоду, особливо під час наливу та досягання зерна. Значна роль у зміні показника білковості зерна належить агротехнічним прийомам вирощування. В одних і тих же ґрунтово-кліматичних умовах можна різко змінити хімічний склад зерна [29]. На даний час в Україні створено і впроваджено у виробництво сорти з генетично успадкованими пивоварними властивостями.

В дослідженнях проведених нами в результаті аналізу встановлено, що самий високий вміст білка в зерні було відмічено за норми висіву насіння 3 млн. шт./га (табл. 3.11). Він становив 11,34 %, що вище його вмісту на 0,42 і 0,56 % в зерні за норм висіву 4 і 5 млн. насінин/га. За норми висіву 6 млн. насінин/га вміст білка був дещо вищий в порівнянні з нормами 4 і 5 млн. шт./га, але нижчий відносно найменшої норми і становив 11,21 %.

Таблиця 3.11 - Вміст білка в зерні ячменю ярого сорту Орвел залежно від норми висіву насіння, в середньому за 2020 – 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Вміст білка, %	Відхилення до найменшої норми висіву, +/-	
		абсолютне, %	відносне, %
3	11,34	-	100,0
4	10,92	- 0,42	96,3
5	10,78	- 0,56	95,1
6	11,21	- 0,13	98,9

Таким чином, як показали результати двохрічних досліджень, що в умовах Жовківського району Львівської області найбільш ефективним є висів насіння ячменю ярого сорту Орвел нормами 4 і 5 млн. шт./га на фоні N₆₀P₉₀K₉₀.

3.4. Економічна та енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від норми висіву насіння

Головним завданням діяльності с.-г. товаровиробників є отримання максимальної кількості високоякісної продукції і на основі цього одержати прибуток, який сприятиме впровадженню сучасних технологій, закуповувати нову техніку, високоякісне насіння, стимулювати продуктивність праці. Для цього, потрібно підібрати оптимальні, економічно обґрунтовані заходи з вирощування польових культур, в тому числі ячменю ярого [81, 84].

Оцінка економічної ефективності застосування відповідних елементів технології дозволяє виявити резерви підвищення цих показників у виробничих умовах сільськогосподарського виробництва [86].

У зв'язку з цим ми поставили завдання на основі експериментальних досліджень обґрунтувати не лише агротехнологічні, але й економічні аспекти застосування різних елементів технології вирощування ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу.

Економічну ефективність визначали шляхом порівняння результатів одержаних за різних норм висіву насіння. Витрати обчислювали на основі складених технологічних карт та діючих методичних рекомендацій [95]. Для цього використовували такі показники: вихід зерна з 1 га посівної площі, вартість зерна одержаного з 1 га на підставі середніх ринкових цін 2020 -2021 років (на пивоварний ячмінь – 7400 грн.), виробничі витрати на 1 га, чистий дохід з 1 га, собівартість 1 ц зерна, та рівень рентабельності.

Аналіз економічної ефективності вирощування ячменю ярого за різних норм висіву насіння на оптимальному фоні внесення мінеральних добрив – $N_{60}P_{90}K_{90}$ показав, що цей чинник істотно впливає на ефективність виробництва (табл. 3.12). Вирощування ячменю ярого сорту Орвел забезпечує одержання найбільшого чистого прибутку з гектара – 21893 - 22066 грн., найменшої собівартості – 302 – 306 грн. та найвищого рівня рентабельності – 145 - 142 %, за норм висіву 4 і 5 млн. схожих насінин на гектар. Як менші, так і більші

норми висіву насіння були економічно менш вигідними. За менших норм висіву насіння спостерігався низький рівень врожайності, а збільшення норми до 6 млн. насінин/га призвели як до зменшення врожайності через вилягання посівів, так до збільшення виробничих витрат на насіння, що в кінцевому результаті негативно позначилося на економічних показниках.

Таблиця 3.12 - Економічна ефективність вирощування ячменю ярого залежно від норми висіву насіння, в середньому за 2020 - 2021 рр.

Норми висіву насіння, млн. шт./га	Урожайність зерна, ц /га	Вартість продукції, грн. /га	Всього витрат на 1 га, грн.	Собівартість зерна, грн. /ц	Чистий прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
3	41,8	30932	14684	351	16248	111
4	50,0	37000	15107	302	21893	145
5	50,8	37592	15526	306	22066	142
6	43,9	32486	15982	364	16504	103

У теперішній час для оцінки ефективності запровадження того чи іншого агрозаходу в технології вирощування польових культур почали використовувати енергетичний аналіз, оскільки біоенергетичні показники більш стійкі, що надзвичайно важливо в умовах вільного ціноутворення, інфляційних процесів, зміни курсів валют, тощо [81]. Біоенергетична оцінка передбачає визначення співвідношення кількості акумульованої в урожаї культури енергії до сукупних енерговитрат, вкладених у виробництво продукції [53].

У досліді проведеному нами аналіз отриманих даних показав, що кількість не поновлюваної енергії яка була витрачена на отримання урожаю зерна ячменю ярого відрізнялася від величини не поновлюваної енергії, що містилася у вирощеній продукції (табл. 3.13). Так, за норми висіву 3 млн. схожих насінин/га було затрачено енергії 48,6 тис. Мдж./га, тоді як збільшення норми

висіву до 6 млн. насінин/га витрати не поновлювальної енергії збільшилися до 51,1 тис. Мдж. /га, або на 2,5 тисяч Мдж. /га.

Таблиця 3.13 - Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого залежно від норми висіву насіння, в середньому за 2020 – 2021 рр.

Показники	Норми висіву насіння, млн. шт./га			
	3	4	5	6
Енергоємність урожаю зерна, тис. Мдж./га	68,8	82,3	83,6	72,2
Енерговитрати на 1 га посіву, тис. Мдж./га	48,6	49,4	50,2	51,1
Чистий енергетичний прибуток, тис. Мдж./га	20,2	32,9	33,4	21,1
Енерговитрати на 1 ц зерна, тис. Мдж./га	1,16	0,99	0,99	1,16
К. е. е. по зерну	1,42	1,67	1,67	1,41

При цьому, енергоємність урожаю була вищою порівняно із затраченою за всіх норм висіву. Різниця в цілому по досліді становила, в середньому за два роки, 26,9 тис. Мдж./га, тоді як найвищий приріст не поновлювальної енергії було отримано за норми висіву насіння 5 млн. схожих насінин/га. Він становив 33,4 тис. Мдж./га, що більше від норми висіву насіння 3 млн. шт./га на 13,2 тис. Мдж./га. За такої норми висіву насіння коефіцієнт енергетичної ефективності становив 1,67. Однак, потрібно відмітити, що за норми висіву 4 млн. схожих насінин/га як енерговитрати на 1 ц зерна, так і коефіцієнт енергетичної ефективності мали однакові показники з нормою висіву 5 млн. насінин/га. В середньому за два роки досліджень посіви за норми висіву в 6 млн. схожих насінин/га забезпечили енергетичний прибуток, майже, на рівні найменшої норми висіву. Він становив при к. е. е. 1,41 лише 21,1 тис. Мдж./га. Різниця до норми висіву в 3 млн. насінин/га складала тільки 0,9 тис. Мдж./га.

Висновки

У кваліфікаційній роботі подано проходження процесів росту, розвитку та формування урожайності та якості зерна ячменю ярого та впливу на них густоти стояння рослин з урахуванням біологічних властивостей сорту Орвел, що дозволило зробити наступні висновки:

1. Гідротермічні умови в роки проведення досліджень були різними й відрізнялись від середньо багаторічних показників як за інтенсивністю надходження тепла, так і за рівнем зволоження. При цьому, погодні умови в 2021 році як весни, яка розпочалася відносно рано з достатньою кількістю опадів, так і літніх місяців, були більш сприятливими для формування врожайності зерна ячменю ярого порівняно з 2020 роком.

2. Встановлено, що польова схожість насіння ячменю ярого залежала як від норм висіву, так і від гідротермічних умов в післяпосівний період і коливалася по варіантах в межах від 77,6 % до 87,9 %. Під впливом норми висіву польова схожість насіння знижувалась в напрямку від меншої норми до більшої. Так, в середньому за два роки найвищу польову схожість насіння забезпечила норма висіву 3 млн. шт./га і становила 85,4 %, а найменшу – 80,9 % норма висіву в 6 млн. насінин/га, або на 4,5 % нижча. Змінювалася польова схожість насіння і від гідротермічних умов в період його проростання. Так, польова схожість насіння ячменю ярого була в 2021 році на 5,4 % вищою порівняно з 2020 роком.

3. Відмічено, що листкова поверхня в ячменю ярого зростає до фази викидання колоса, а пізніше зменшується. Якщо в фазі викидання колоса вона становила в середньому по досліді 43,1 тис. м²/га, то в фазі молочно-воскової стиглості становила 20,4 тис. м²/га, або зменшилася в 2,1 рази. Така закономірність пов'язана як з біологічними особливостями культури, так і з відтоком поживних речовин на формування урожаю зерна. Площа листкової поверхні в певній мірі змінювалася і від норми висіву насіння. Було встановлено, що із збільшення норми висіву насіння площа асиміляційної

поверхні зростає тільки до фази виходу рослин в трубку.

4. Висів насіння в нормі 3 млн. шт./га забезпечило формування максимальних показників індивідуальної продуктивності рослин, зокрема довжина колосу (10,8 см), кількість (22,3 шт.) та маса (0,95 г) зерен з колоса і їх маса з однієї рослини (1,63 г). Подальше збільшення норми висіву до 6 млн. схожих насінин/га зменшило ці показники відповідно на 23,1; 20,2; 28,4 і 44,8%.

5. Збільшення норми висіву з 3,0 млн. схожих насінин на 1 гектар до 6,0 млн. шт./га урожайність зерна збільшувалася до певного рівня. Якщо за норми висіву насіння 3 млн. шт./га рівень урожайності у середньому за два роки становив 41,8 ц/га, то збільшення норми висіву до 4 млн. шт./га забезпечило надвишку врожаю 8,2 ц/га, або 19,6%. Тоді як за норми висіву 5 млн. насінин/га прибавка до норми 4 млн. шт./га становила лише 1,2 ц/га, або 2,8 %, що є не істотною. З подальшим підвищенням норми висіву до 6 млн. схожих насінин/га рівень урожайності зменшився і становив 43,9 ц/га.

6. Із зміною, під дією норм висіву насіння, рівня врожайності зазнають змін як фізичні, так і хімічні показники зерна ячменю ярого. Зокрема, по мірі збільшення норми висіву зменшувалася маса 1000 насінин з 42,6 г до 38,1 г, а вміст білка – з 11,34 % до 11,21%.

7. Економічна оцінка вирощування ячменю ярого сорту Орвел за різних норм висіву насіння показала, що одержання найбільшого чистого прибутку з гектара – 21893 і 22066 грн., найменшої собівартості – 302 і 306 грн. та найвищого рівня рентабельності – 145 і 142 %, забезпечили норми висіву 4 і 5 млн. схожих насінин на гектар. При цьому відмічено і найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,67. Як менші, так і більші норми висіву насіння були економічно менш вигідними. За менших норм висіву насіння спостерігався низький рівень врожайності, а збільшення норми до 6 млн. насінин/га призвели як до зменшення врожайності через вилягання посівів, так до збільшення виробничих витрат на насіння.

Пропозиції виробництву

На основі отриманих результатів досліджень, їх економічного і енергетичного аналізу та отримання максимальної урожайності зерна ячменю ярого (5,0 т/га) із високим вмістом в ньому білку (10,92 %) господарствам Жовківського району Львівської області потрібно висівати сорт Орвел нормою 4 млн. схожих насінин/га.