

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

КУВШИНОВА АННА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 633.15:631.8:(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ
СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ
ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А.О. Кувшинова

Науковий керівник: ГАМАЮНОВА Валентина Василівна,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Миколаїв – 2025

АНОТАЦІЯ

Кувшинова А.О. Удосконалення технологічних заходів вирощування сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, 2024.

Ячмінь звичайний (лат. *Hordeum vulgare*) одна з провідних культур південного регіону країни. Вирощування ячменю є однією з найдавніших і найпоширеніших галузей сільського господарства, особливо в регіонах з помірним кліматом, включаючи території Євразії. Ячмінь, завдяки своїй стійкості до різних кліматичних умов і короткому вегетаційному періоду, став однією з перших культур, яку почали вирощувати люди.

Ячмінь є надзвичайно важливою зерновою культурою завдяки своєму збалансованому складу, що робить його цінним як для харчового, так і для фуражного використання. Зерно ячменю багате на білки та містить широкий спектр амінокислот, що робить його поживним продуктом для тварин і людей. Україна є однією з провідних країн у вирощуванні ячменю, завдяки сприятливим кліматичним і ґрунтовим умовам. Ячмінь в Україні вирощують в двох основних формах – ярий та озимий, кожен з яких має свої особливості щодо врожайності та умов вирощування.

За останні роки в Україні та за її межами селекційні інститути та наукові установи активно працюють над створенням нових сортів ячменю, які мають високий потенціал урожайності та стійкість до несприятливих умов. Завдяки цьому, сучасні сорти ячменю володіють покращеними характеристиками, що сприяє підвищенню їхньої продуктивності та адаптації до різних кліматичних і агротехнічних умов.

Вирощування ячменю озимого в умовах змін клімату та з урахуванням особливостей нових сортів вимагає адаптації технологічних заходів для досягнення максимального врожаю. Це дозволить максимально

реалізувати потенціал нових сортів ячменю, які реагують по-різному на зміни клімату в умовах вирощування. Отже, для нових, виведених сортів ячменю озимого необхідно забезпечити оптимальне живлення.

Живлення рослин є одним із ключових факторів, який значно впливає на наростання надземної біомаси, включаючи продуктивність та якість зерна, що є головною метою вирощування зернових культур. Цей вплив особливо помітний у процесі вирощування багатьох сільськогосподарських культур у різних агрокліматичних зонах. Правильне живлення рослин дозволяє максимально використовувати їх генетичний потенціал, забезпечити кращий ріст і розвиток усіх сільськогосподарських культур.

Ячмінь озимий добре реагує на азотні добрива, проте надмірне азотне живлення може призвести до вилягання рослин і недобору врожаю і тому слід знаходити баланс. Альтернативою азотним добривам може слугували підживлення рослин ячменю озимого біопрепаратами. Вони в своєму складі містять найбільш важливі мікроелементи та вітаміни для рослин, які сприяють підвищенню рівня врожайності та покращенню якості продукції.

Дисертація присвячена дослідженню формування продуктивності зерна ячменю озимого залежно від реакції сорту на застосування сучасних біопрепаратів, як фактора підвищення врожайності, покращення основних показників якості зерна та ефективного використання вологи в умовах Південного Степу України.

Досліджено особливості росту й розвитку рослин ячменю озимого залежно від сорту та ресурсоощадної оптимізації живлення. Встановлено динаміку наростання надземної біомаси рослин, площі листкової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні фази вегетації рослин. Визначено водоспоживання у розрізі сортів ячменю озимого та умов років вирощування, урожайність зерна і його якість залежно від взятих на вивчення факторів.

Визначено економічну та енергетичну ефективність застосування біопрепаратів у технології вирощування зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України.

Полеві дослідження були проведені в умовах Південного Степу України у період 2016-2019 рр. з чотирма сортами ячменю озимого: Достойний (st), Валькірія, МІПОскар і МІПЯсон. Взяті на вивчення сорти висівали в оптимальні для даної кліматичної зони терміни. Дослідження проводили в Навчально-науково-практичному центрі Миколаївського НАУ, на чорноземі південному, що має середню забезпеченість рухомими елементами живлення, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см складає 2,9-3,2%, рН-6,8-7,2. Попередником ячменю озимого був горох.

Нашими дослідженнями встановлено, що підживлення біопрепаратами збільшувало біомасу і висоту рослин, кількість продуктивних стебел, вплигло на врожайність зерна ячменю озимого.

При підживленні рослин ячменю озимого найбільших значень висоти у фазу повної стиглості вирізнявся сорт Ясон, який під впливом біопрепарату Азотофіт у фази весняного кущіння та виходу рослин у трубку сформував у середньому за роки досліджень –118,6 см. А найменшими показниками висоти рослин ячменю озимого вирізнявся сорт Достойний (st) –103,4 см. Щодо підживлень, то застосування біопрепарату Азотофіт у фази весняного кущіння та виходу рослин у трубку визначено найбільш ефективним по всіх досліджуваних сортах. Меншою ефективністю вирізнялись біопрепарати Мікофренд і Меланоріз.

Крім довжини рослин у висоту важливе значення посідає площа листової поверхні. Так, у фазу кущіння на посівах ячменю озимого оброблених водою, найбільшу площу листової поверхні сформували сорти Достойний (st) і Валькірія. А меншою площею листової поверхні у цю ж фазу вирізнялись сорти Оскар (6,69 тис. м²/га) і Ясон (6,45 тис. м²/га). Динаміка змін площі листової поверхні простежувалась при підживленні біопрепаратами. Найкраще це проявлялось при підживленні біопрепаратом

Азотофіт у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку на всіх досліджуваних сортах. Ці зміни були помітні і за кореляційно-регресійною залежністю між площею листкової поверхні рослин ячменю озимого і врожайністю зерна.

Також істотний вплив від застосування біопрепаратів спостерігали при наростанні сирої біомаси рослин ячменю озимого усіх досліджуваних сортів. Найбільших значень її було досягнуто у фазу колосіння за підживлення біопрепаратом Азотофіт у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку. У сортів Достойний (st) і Валькірія вони були майже на однакових рівнях – 4312 г/м² і 4311 г/м². У інших досліджуваних сортів наростання сирої біомаси при підживленні біопрепаратом Азотофіт відбувалось меншою мірою. А при підживленні біопрепаратами Мікофренд і Меланоріз ці показники були найнижчими. З аналогічною залежністю змінювалась і суха біомаса рослин ячменю озимого.

Встановлено, що за вирощування ячменю озимого у роки досліджень (2016-2019 рр.) запаси вологи істотно різнились. В балансі сумарного водоспоживання ячменю озимого, частка ґрунтової вологи у середньому за три роки вирощування склала 13,5%. Більше всього коефіцієнт водоспоживання зменшувався за проведення підживлення ячменю озимого біопрепаратом Азотофіт - на рівні 780,6-742,4 м³/т. Більшу кількість вологи від загального водоспоживання рослини використовували за рахунок опадів вегетаційного періоду.

За даними проведеними нами дослідженнями, встановлено, що підживлення біопрепаратами позитивно позначилось на рівнях урожайності зерна ячменю озимого. Найбільшу впливовість від застосування біопрепаратів на посівах ячменю озимого отримали за обробки рослин двічі - у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку біопрепаратом Азотофіт, який забезпечив урожайність у середньому за три роки досліджень по всіх чотирьох сортах на рівні 4,80-5,31 т/га. Меншою мірою у впливі на величину врожаю зерна ячменю озимого за ефективністю вирізнялися

біопрепарати Мікофренд і Меланоріз. При цьому кількість продуктивних стебел при підживленні рослин досліджуваними біопрепаратами також зростала. Найбільше продуктивних стебел в середньому за роки досліджень сформували сорти ячменю озимого Достойний (st) і Валькірія при підживленні біопрепаратом Азотофіт двічі за вегетацію –450-408 шт. А найменший продуктивний стеблостій було сформовано рослинами ячменю озимого за підживлення біопрепаратами Мікофренд і Меланоріз у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку.

З аналогічною залежністю усі біопрепарати, які використовували для проведення позакоренових підживлень, позитивно впливали на збільшення вмісту білка в зерні сортів ячменю озимого. Максимальних значень щодо вмісту білка було отримано від застосування біопрепарату Азотофіт на рівні –10,48% у зерні сорту Ясон, а мінімальних значень – за підживлення біопрепаратами Мікофренд і Меланоріз –9,89-10,09% в зерні сортів Валькірія і Оскар. Відносно значним приріст білку у середньому від підживлень по всіх препаратах в порівнянні з контрольним варіантом був визначений у 2019 р. у сортів Ясон і Оскар збільшення склало– 0,35% та 0,31% відповідно.

Згідно результатів наших досліджень, з аналогічною залежністю у роки досліджень змінювався один з важливих показників якості та структури врожаю ячменю озимого – маса 1000 зерен. Він зріс за рахунок проведення позакоренових підживлень біопрепаратами й більшою мірою за дворазової обробки посіву рослин ячменю озимого. А ось особливості сорту вплинули на масу 1000 зерен менш суттєво, у контрольному варіанті, де рослини обробляли водою, маса 1000 зерен ячменю озимого по сортах склала відповідно 43,4 г сорту Достойний (st); 42,1 г сорту Валькірія; 43,0 г сорту Оскар і 43,3 г сорту Ясон. Тобто, більшою величиною маси 1000 зерен відзначається сорт ячменю озимого Достойний (st), а меншою сорт Оскар.

У ринковій економіці одним з основних показників економічної ефективності технологічних процесів є отримання умовно чистого прибутку. та рівня рентабельності. Визначені дані умовно чистого прибутку свідчать

про те, що найменшим (10,0 тис. грн/га) він виявився при вирощуванні сорту ячменю озимого Ясон за підживлення біопрепаратом Меланоріз одноразово у фазу кушіння. Підживлення біопрепаратом Азотофіт забезпечило зростання цього показника до 21,5% у сорту Валькірія за дворазової обробки посівів. При цьому, рівень рентабельності елементів технології вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів коливався в межах від 105,4% у варіанті з сортом Ясон за одноразової обробки посіву біопрепаратом Азотофіт, а у сорту Валькірія у цьому ж варіанті він зріс до 177,1%. Різниця між цими однаковими варіантами підживлення Азотофітом у фазу весняного кушіння склала 68,0 відносних відсотків.

Нашими дослідженнями встановлено, що енергетичні витрати на вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів різнились. За вирощування сортів ячменю озимого Валькірія та Оскар у варіанті з обробкою посівів біопрепаратом Азотофіт, енергетичні витрати перевищили 25 ГДж/га.

При цьому, прирости енергії у середньому за роки вирощування у сортів ячменю озимого Валькірія і Оскар склали 26,0-27,1 ГДж/га. У сортів ячменю озимого Достойний (st) і Ясон цей показник був істотно меншим від 17,0 до 23,2%.

Таким чином, за вирощування ячменю озимого в зоні Південного Степу України доцільно використовувати сорти Валькірія і Оскар, для оптимізації живлення яких використовувати проведення позакореневих підживлень біопрепаратом Азотофіт двічі за вегетацію – у період весняного кушіння та виходу рослин у трубку.

Обґрунтовані нами підходи до удосконалення живлення сортів ячменю озимого біопрепаратами за вирощування культури після гороху є економічно вигідними та екологічно доцільним. Використання біопрепаратів у системах живлення ячменю озимого дозволяє знизити витрати на хімічні добрива або повністю відмовитись від їх застосування, отримуючи при цьому високий рівень урожайності та якості зерна.

Ключові слова: *Ячмінь озимий, сорти, біопрепарати, живлення рослин, водоспоживання, висота рослин, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, продуктивність рослин, урожайність, якість зерна, маса 1000 зерен, маса зерна з 1 колосу, вміст білка, рентабельність.*

SUMMARY

Kuvshinova A.O. Improvement of technological measures for the cultivation of winter barley varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 Agronomy (20 Agricultural sciences and food). Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, 2025.

Common barley (lat. *Hordeum vulgare*) is one of the leading crops of the southern region of the country. Barley cultivation is one of the oldest and most widespread branches of agriculture, especially in regions with a temperate climate, including the territories of Eurasia. Barley, thanks to its resistance to different climatic conditions and a short growing season, became one of the first crops that people began to grow.

Barley is an extremely important cereal crop due to its balanced composition, which makes it valuable for both food and forage use. Barley grain is rich in proteins and contains a wide range of amino acids, making it a nutritious product for animals and humans. Ukraine is one of the leading countries in the cultivation of barley, thanks to favorable climatic and soil conditions. Barley in Ukraine is grown in two main forms - spring and winter, each of which has its own characteristics in terms of yield and growing conditions.

In recent years, breeding institutes and scientific institutions in Ukraine and abroad have been actively working on the creation of new varieties of barley that have high yield potential and resistance to adverse conditions. Thanks to this, modern varieties of barley have improved characteristics, which contributes to

increasing their productivity and adaptation to various climatic and agrotechnical conditions.

Growing winter barley in conditions of climate change and taking into account the characteristics of new varieties requires the adaptation of technological measures to achieve the maximum yield. This will make it possible to fully realize the potential of new varieties of barley that react differently to climate changes in growing conditions. Therefore, it is necessary to provide optimal nutrition for new, bred varieties of winter barley.

Plant nutrition is one of the key factors that significantly affects aboveground biomass growth, including grain yield and quality, which is the main goal of cereal crop production. This influence is especially noticeable in the process of growing many agricultural crops in different agro-climatic zones. Proper nutrition of plants makes it possible to use their genetic potential to the maximum, to ensure better growth and development of all agricultural crops.

Winter barley responds well to nitrogen fertilizers, but excessive nitrogen nutrition can lead to plant dormancy and insufficient harvest, so a balance should be found. Fertilizing winter barley plants with biological preparations can serve as an alternative to nitrogen fertilizers. They contain the most important trace elements and vitamins for plants, which help to increase the level of productivity and improve the quality of products.

The dissertation is dedicated to the study of the formation of winter barley grain productivity depending on the reaction of the variety to the use of modern biological preparations, as a factor of increasing yield, improving the main indicators of grain quality and effective use of moisture in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

The peculiarities of the growth and development of winter barley plants depending on the variety and resource-saving optimization of nutrition were studied. The dynamics of the growth of above-ground plant biomass, leaf surface area, and the intensity of the photosynthesis process in the main phases of plant vegetation have been established. Water consumption was determined in terms of

winter barley varieties and conditions of growing years, grain yield and its quality depending on the studied factors.

The economic and energy efficiency of the use of biological preparations in the technology of growing winter barley grain in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine was determined.

Field research was conducted in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine in the period 2016-2019 with four varieties of winter barley: Dostoiny (st), Valkyria, MIPOscar and MIPYAsen. The varieties taken for study were sown in optimal terms for this climatic zone. The research was carried out at the Educational-Scientific-Practical Center of the Mykolaiv NAU, on southern chernozem, which has an average supply of mobile nutrients, the content of humus in the soil layer 0-30 cm is 2.9-3.2%, pH-6.8-7,2. The predecessor of winter barley was peas.

Our research established that the use of biological preparations increased the biomass of plants, the number of productive stems affected the yield and height of winter barley plants.

When fertilizing winter barley plants, the highest height values in the phase of full ripeness were distinguished by the Yason variety, which under the influence of the biopreparation Azotophyt in the phase of spring tillering and emergence of plants into the tube formed an average of -118.6 cm over the years of research. And the lowest height indicators of winter barley plants stood out variety Dostoiny (st) – 103.4 cm. As for top dressing, the use of biological preparation Azotophyt in the phase of spring tillering and emergence of plants in the tube was determined to be effective for all studied varieties. Biological preparations Mycofriend and Melanoriz were less effective.

In addition to the length of plants in height, the area of the leaf surface is important. Thus, in the tillering phase on untreated winter barley crops, the Dostoiny (st) and Valkyria varieties formed the largest leaf surface area. And the smallest leaf surface area in the same phase was distinguished by the varieties Oscar (6.69 thousand m²/ha) and Yason (6.45 thousand m²/ha). The dynamics of

changes in the area of the leaf surface were traced when feeding with biological preparations. And this was most noticeable when feeding with biological preparation Azotoft in the phase of spring tillering and emergence of plants in the tube on all studied varieties. These changes were also visible on the correlation-regression dependence between the leaf surface area of winter barley and yield.

Also, a noticeable effect from the use of biological preparations was observed in the growth of raw biomass of winter barley plants of all studied varieties. The most rapid values were reached in the earing phase when feeding with biological preparation Azotophyt in the phase of spring bushing and emergence of plants in the tube of Dostoinyi (st) and Valkyria varieties, they were almost at the same levels - 4312 g/m² and 4311 g/m². In other researched varieties, the growth of raw biomass when fed with biological preparation Azotophyt was observed less. And when fed with biological preparations Mikofrend and Melanoriz, these indicators were the lowest. The dry biomass of winter barley plants also changed with a similar dependence.

It was established that during the cultivation of winter barley in the years of research (2016-2019), moisture reserves differed significantly. In the balance of the total water consumption of winter barley, the share of soil moisture on average over three years of cultivation is 13.5%. Most of all, the coefficient of water consumption decreased due to feeding of winter barley with Azotophyt biological preparations - at the level of 780.6-742.4 m³/t. This is explained by the fact that the rest of the moisture from the total water consumption of the plant was used due to precipitation during the growing season.

According to the data of our research, it was established that feeding with biopreparations had a positive effect on the yield levels of winter barley grain. The greatest effectiveness from the use of biological preparations on winter barley crops was obtained by treating the plants twice - in the tillering phase and at the beginning of the emergence of the plants into the tube with the biological preparation Azotophyt, which provided an average yield over three years of research for all four varieties at the level of 4.80-5.31 t/ha. To a lesser extent,

biological preparations Mycofriend and Melanoriz stood out in terms of their effectiveness in influencing the size of the grain yield of winter barley. At the same time, the number of productive stems also increased when plants were fed with the studied biological preparations. On average, over the years of research, the most productive stems were formed by winter barley varieties Dostoiny (st) and Valkyria when fed with biological preparation Azotophyt twice per growing season - 450-408 pcs. And the smallest productive stem was formed by winter barley plants after feeding with biological preparations Mikofrend and Melanoriz in the phase of spring tillering and emergence of plants into the tube.

By genetic dependence, all biological preparations used for foliar feeding had a positive effect on increasing the protein content in grains of winter barley varieties. The maximum values of protein were obtained from the use of biological preparation Azotophyt at the level of -10.48% of the Yason variety, and the minimum values of protein when feeding with biological preparations Mikofrend and Melanoriz -9.89-10.09% of the Valkyrie and Oscar varieties. In 2019, a relatively significant increase in protein on average from top dressings for all preparations compared to the control variant was determined in Yason and Oscar varieties - 0.35% and 0.31%.

According to the results of our research, one of the main indicators of the structure of the winter barley harvest - the weight of 1000 grains - changed with a similar dependence during the years of research. It grew due to foliar fertilizing with biological preparations and, to a greater extent, due to two-time sowing of winter barley plants. But the features of the variety affected the mass of 1000 grains less significantly, in the control version, where the plants were treated with water, the mass of 1000 grains of winter barley by varieties amounted to 43.4 g of the Worthy (st) variety, respectively; 42.1 g of the Valkyrie variety; 43.0 g of the Oscar variety and 43.3 g of the Yason variety. That is, the winter barley variety Dostoiny (st) is characterized by a greater mass of 1000 grains, and the Oscar variety is less.

In a market economy, one of the main indicators of the economic efficiency of technological processes is obtaining a conditionally net profit. and the level of profitability. In this way, the calculated data of conditional net profit shows that it was the smallest (10.0 thousand hryvnias/ha) when growing the Yason winter barley variety with the biological preparation Melanoriz once in the tillering phase. Feeding with biological preparation Azotophyt

provided an increase in this indicator to 21.5% of the Valkyrie variety with two-time cropping. Moreover, the level of profitability of the elements of the winter barley grain cultivation technology, depending on the varietal composition and biological preparations, ranged from 105.4% in the variant with the Yason variety with one-time sowing treatment with the biological preparation Azotophyt. In the Valkyrie variety in the same version, it increased to 177.1%. The difference between these same variants of feeding with Azotophyte in the phase of spring tillering was 68.0 relative percent.

Our research has established that the energy costs for growing winter barley depend on the varietal composition and biological preparations. For the cultivation of winter barley varieties Valkyria and Oscar in the variant with the treatment of crops with the biopreparation Azotophyt, energy costs exceeded 25 GJ/ha

At the same time, the energy gains on average over the years of cultivation in winter barley varieties Valkyria and Oscar amounted to 26.0-27.1 GJ/ha. In winter barley varieties Dostoiny (st) and Yason, this indicator significantly decreased from 17.0 to 23.2%.

Thus, for the cultivation of winter barley in the Southern Steppe zone of Ukraine, it is advisable to use Valkyrie and Oscar varieties, to optimize their nutrition, use foliar fertilization with the biological preparation Azotophyt twice during the growing season - during the period of spring bushing and emergence of plants into the tube.

Our substantiated approaches to improving the nutrition of winter barley varieties with biological preparations are economically profitable and ecologically successful. The use of biological preparations in winter barley nutrition systems

allows to reduce the cost of chemical fertilizers or completely abandon their use, while maintaining a high level of yield and grain quality.

Our research has established that the energy costs for growing winter barley depend on the varietal composition and biological preparations. For the cultivation of winter barley varieties Valkyria and Oscar in the variant with the treatment of crops with the biopreparation Azotophyt, energy costs exceeded 25 GJ/ha

At the same time, the energy gains on average over the years of cultivation in winter barley varieties Valkyria and Oscar amounted to 26.0-27.1 GJ/ha. In winter barley varieties Dostoiny (st) and Yason, this indicator significantly decreased from 17.0 to 23.2%.

Thus, for the cultivation of winter barley in the Southern Steppe zone of Ukraine, it is advisable to use Valkyrie and Oscar varieties, to optimize their nutrition, use foliar fertilization with the biological preparation Azotophyt twice during the growing season - during the period of spring bushing and emergence of plants into the tube.

Our substantiated approaches to improving the nutrition of winter barley varieties with biological preparations are economically profitable and ecologically successful. The use of biological preparations in winter barley nutrition systems allows to reduce the cost of chemical fertilizers or completely abandon their use, while maintaining a high level of yield and grain quality.

Keywords: *winter barley, varieties, biological products, plant nutrition, water consumption, plant height, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity, plant productivity, yield, grain quality, weight of 1000 grains, weight of grain from 1 ear, protein content, profitability.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях Scopus:

1. Гамаюнова В.В., Панфілова А.В., Бакланова Т.В., **Кувшинова А.О.**, Касаткіна Т.О., Нагірний В.В. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. *Наукові горизонти. «Scientific Horizons»* - Наук. Журнал (Житомирський НАЕУ) №2(87), 2020. - С. 15-23.

doi: 10.332491/2663-2144-2020-87-02-15-23.

<https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/2-87-2020/zbilshyennya-zyernovirobnitstva-v-zoni-styepu-ukrayini-za-rakhunok-viroshchuvannya-yachmyenyu-ta-optimizatsiyi-yogo-zhivlyennya>

2. Gamajunova V.V., **Kuvshinova A.O.** Formation of the Main Indicators of Grain Quality of Winter Barley Varieties Depending on Biopreparations for Growing under the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. Poland, 2021, 22(4) P.86 - 92, Doi.org/10.12912/27197050/137864. ISSN 271-7050, License CC-BY 4.0

3. Gamajunova V.V., **Kuvshinova A.O.** Economic efficiency of growing winter barley under the influence of biologics in the Southern Steppe zone of Ukraine. *Наукові горизонти. «Scientific Horizons»*. Zhytomyr, 2023, № 26 (11), P. 39–48.

<https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.39> <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16395>

Статті у наукових фахових виданнях України:

4. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А. О.** Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту й оптимізації живлення в умовах

Південного Степу України. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2020, № 4. С. 10–17.

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.2>

5. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.** Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021, №1(89). 10с. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.006>

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14725>.

6. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А. О.** Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів. *Аграрні інновації. Селекція, насінництво*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023, № 18. С. 156–162.

7. Gamayunova V.V., **Kuvshinova A.O.**, Baklanova T.V. The value of biological preparations in increasing the profitability of growing winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 23 С.38-47.

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.6>

Статті в інших виданнях, матеріали конференцій:

8. Гамаюнова В.В., Литовченко А.О., Дворецький В.Ф., Касаткіна Т.О., Музика Н.М., **Кувшинова А.О.** Шляхи збільшення продуктивності та ефективності використання вологи зерновими культурами в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи (До 80-річчя Ківера В.Х.)* : матеріали регіональної наук.-практ. конф. Дніпро, 2017. С. 18–20.

9. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., **Кувшинова А.О.** Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин у південному Степу України. *Стан і перспективи впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування*

сільськогосподарських культур : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., (15-16 лист. 2017р.), Дніпро, 2017.С. 55–57.

10. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Литовченко А.О. **Кувшинова А.О.** Ресурсозберігаючі підходи до збільшення зерновиробництва на Півдні Степу України за зміни клімату. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної наук.-практ. конференції (3-5 жовт. 2018 р.)* Миколаїв, 2018. С. 96–97.

11. **Кувшинова А.О.**, Бескровна А.О., Маліцький Р.Р., Гамаюнова В.В. Значення сучасних біопрепаратів у формуванні врожаю зерна сортів ячменю озимого на півдні України. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.(28 лист. 2018 р.) Полтава, 2018. С. 95–97.

12. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.**, Касаткіна Т.О. Урожайність зерна ячменю ярого та озимого залежно від ресурсозберігаючих підходів до їх живлення в умовах Південного Степу України. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали II Всеукр. наук. інтернет-конф., (15 трав. 2019 р.) Кам'янець-Подільський, 2019. С. 25–27.

13. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., **Кувшинова А.О.** Значення регуляторів росту в підвищенні врожайності зерна сортів ячменю ярого і озимого на Півдні України. *Світові рослинні ресурси: Стан та перспективи розвитку* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (7 черв. 2019 р.) Київ, 2019. С. 178 –180.

14. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на формування врожайності сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції* : матеріали Міжнар. наук.-практ. Форуму. (21-22 черв. 2019 р.) Мелітополь, 2019. С. 115–117.

15. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., **Кувшинова А.О.** Продуктивність ячменю в умовах Південного Степу України за оптимізації

живлення. *Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського* : матеріали Міжнар. наук. конф., (14-15 серп. 2019 р.) Київ, 2019. С. 187–190.

16. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., **Кувшинова А.О.** Значення живлення в підвищенні врожаю ячменю озимого і ярого в зоні Степу України. *Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (12 вересня 2019 р.) Вінниця, 2019. С. 152–154.

17. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.** Значення біопрепаратів у впливі на врожайність зерна сортів ячменю озимого в зоні Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво* : матеріали доп. Міжнар. наук.-практ. конф., (16-18 жовтня 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 10–12.

18. Panfilova A., Voronkova H., **Kuvshynova A.** Use of stubble's biodestructor for soil fertility improvement and environment protection. 9th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus" & 14th International Conference «Young Scientists Towards The Challenges Of Modern Technology» Materials. – Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, NOVEMBER 21-23TH, 2019. pp. 234–238.

19. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на врожайність зерна сортів ячменю озимого в умовах Півдня України. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (4-6 груд. 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 63–66.

20. **Кувшинова А.О.** Формування врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції, (4 листопада 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 20–22.

21. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В., **Кувшинова А. О.** Особливості водоспоживання при вирощуванні озимих зернових культур в зоні

Південного Степу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конференції, (26 листопада 2020р.) Дніпро, 2020. С. 13-15.

22. **Кувшинова А.О., Якубчук І.С.** Агроєкологічні аспекти вирощування ячменю озимого під впливом біопрепаратів в умовах Степу України. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції, (9-11 грудня 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 69–71.

23. Гамаюнова В. В., **Кувшинова А. О.** Вплив сучасних біопрепаратів, сортових особливостей та погодних умов на вміст білка в зерні ячменю озимого. *«Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора Валентини Василівни Калитки (26 травня 2021 р.) Мелітополь, 2021. С. 41–44.

24. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., **Kuvshinova A.O.** Measures to preserve soil fertility and effective use of moisture in the zone of the southern Steppe of Ukraine. *Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources: 4-rd International scientific and technical conference. Petroșani, Romania, (NOVEMBER 12, 2021).* pp. 83-86.

25. **Кувшинова А.О.** Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *«Перлини степового краю»*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (23-25 листопада 2022 р.). Миколаїв, 2022. С. 36-38.

26. **Кувшинова А.О.** Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *«Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції – Міжнародний форум. (1-2 червня 2023 р.).Миколаїв, 2023. С.200-202.

27. **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на якість зерна ячменю озимого в умовах півдня України. *«Органічне агровиробництво: освіта і наука»*. матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конференції (21 листопада 2023 р.). Київ, 2023. С.21-22.

28. **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на продуктивність ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *«Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.71-75.

29. Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.**, Титаренко А.М. Ячмінь на півдні України та забезпечення рентабельності його вирощування. *«Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.122-125

30. **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на ростові процеси та якість зерна ячменю озимого в умовах змін клімату. *«Наукові основи реалізації принципів кліматичного орієнтованого сільського господарства в агросфері України»*: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених з нагоди дня науки в Україні (17 травня 2024 року). Одеса, 2024. С.68-70.

31. **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на продуктивність та використання вологи рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *«Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції. Міжнародного форуму (30-31 травня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.81-84.

32. **Кувшинова А.О.** Вплив біопрепаратів на накопичення зеленої маси рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України *«Перлини степового краю»*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (21-22 листопада 2024 року). Миколаїв, 2024. С.36-38.

Патент:

33. Патент на корисну модель №140714 від 10.03.2020 р. Спосіб удосконалення агротехнічних прийомів вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Винахідники: Гамаюнова В.В., **Кувшинова А.О.**

ЗМІСТ

ВСТУП	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	Стор. 24
РОЗДІЛ 1	СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО.....	32
	1.1. Походження, народногосподарське значення та сучасний стан виробництва ячменю озимого в Україні та світі.....	32
	1.2. Ботанічна характеристика та агроекологічні особливості ячменю озимого.....	44
	1.3. Значення біопрепаратів у формуванні врожайності та якості зерна ячменю озимого.....	62
	Висновки до розділу 1.....	66
	Список використаної літератури до розділу 1.....	67
РОЗДІЛ 2	УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	80
	2.1. Кліматична характеристика південно-степового регіону та погодні умови у роки проведення досліджень.....	80
	2.2. Ґрунтові умови зони досліджень.....	86
	2.3. Програма і методика проведення досліджень.....	92
	2.4. Агробіологічна характеристика вирощуваних у досліді сортів ячменю озимого.....	95
	2.5. Характеристика препаратів, що взяті на вивчення.....	98
	Висновки до розділу 2.....	109
	Список використаної літератури до розділу 2.....	110
РОЗДІЛ 3	ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВНІ БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО.....	115
	3.1 Динаміка ростових процесів рослин сортів ячменю озимого за впливу біопрепаратів.....	115
	3.2 Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від досліджуваних факторів.....	125
	Висновки до розділу 3.....	134
	Список використаної літератури до розділу 3.....	135
РОЗДІЛ 4	ВОДОСПОЖИВАННЯ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА УМОВ	

	ВЕГЕТАЦІЇ У РОКИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	138
	Висновки до розділу 4.....	146
	Список використаної літератури до розділу 4.....	147
РОЗДІЛ 5	ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ	150
	5.1Формування врожайності зерна та структура врожаю сортів ячменю озимого залежно від застосування біопрепаратів.....	150
	5.2. Показники якості зерна сортів ячменю озимого залежно від досліджуваних факторів	163
	Висновки до розділу 5.....	171
	Список використаної літератури до розділу 5.....	172
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО.....	177
	6.1. Економічна ефективність вирощування сортів ячменю озимого	177
	6.2. Енергетична оцінка досліджуваних елементів технології.....	186
	Висновки до розділу 6.....	192
	Список використаної літератури до розділу 6.....	194
	ВИСНОВКИ.....	197
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	202
	ДОДАТКИ.....	203

ВСТУП

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. Південь України є зоною вирощування високоякісних хлібів усіх зернових культур, у т.ч. і ячменю озимого. Значна частина посівів цієї культури зосереджена в зоні Степу, яка характеризується недостатнім зволоженням та високим температурним режимом, а негати́вне варіювання погодних умов призводить до суттєвого зниження та значного недобору врожаю. Ячмінь озимий займає провідну роль у вирішенні зернової проблеми країни. Це важлива зернофуражна, харчова (борошно, крупа) і технічна культура. Ячмінь озимий молодша культура, ніж ячмінь ярий орієнтовно на 2000 років [1]. Але не дивлячись на це врожайність його не завжди задовольняє потреби сільгосподарських виробників. Нині у багатьох країнах світу відбувається збільшення площ під посівами ячменю озимого за рахунок їх зменшення під ячменем ярим. Тому основним способом збільшення врожайності ячменю озимого є підживлення біопрепаратами.

Використання біопрепаратів на посівах ячменю озимого є перспективним підходом для зниження енерговитрат у сільському господарстві. Це не тільки підвищує ефективність виробництва, але й сприяє сталому розвитку агросектору, зберігаючи природні ресурси та зменшуючи екологічний вплив. Впровадження таких технологій дозволяє аграріям оптимізувати процеси вирощування, отримати при цьому високі врожаї та покращити якість продукції.

Біопрепарати є важливими інструментами в сучасному сільському господарстві для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища. Їхній позитивний вплив на фізіологічні та метаболічні процеси рослин сприяє кращій адаптації до умов стресу, що в результаті підвищує врожайність і якість продукції. Використання біопрепаратів також відповідає

принципам сталого розвитку, зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Такі елементи технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на використанні нових ресурсозберігаючих підходів до живлення культури сучасних препаратів за дотримання заходів до їх застосування. Це зменшує навантаження на довкілля, дозволяє підвищити рівні врожайності та поліпшити якість сільськогосподарської продукції, зокрема і зерна.

Багатьма дослідниками, у т.ч. України та інших країн світу, встановлено, що сучасні регулятори росту здатні підвищувати врожай основних сільськогосподарських культур на 10-30%. У зв'язку з цим дослідження з визначення закономірностей дії рістрегулюючих речовин у вирощуванні ячменю озимого є досить актуальними для розвитку рослинництва в умовах Півдня України [2,3].

У зв'язку з цим, питання адаптація елементів технології вирощування ячменю озимого до конкретних умов є виключно актуальною для сучасного стану господарювання, оскільки дозволяє не тільки повністю задовольняти потреби рослин, але й одержувати максимально можливу продуктивність за мінімальних витрат енергетичних та матеріальних ресурсів за одночасного збереження навколишнього середовища.

Зв'язок роботи з науковими програмами, проектами, темами.

Наукові дослідження виконані впродовж 2016-2019 рр. відповідно до напряму науково-дослідницької роботи Миколаївського національного аграрного університету за темою: «Удосконалення технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур в умовах Степу України за обмеженого ресурсного забезпечення та зміни клімату» (державний реєстраційний номер 0114U005623) та «Застосування інноваційних комплексних технологій живлення польових культур у сівозмінах зони Степу України» (державний реєстраційний номер 0117U000486).

Мета і завдання досліджень. Удосконалити живлення рослин ячменю озимого після гороху у напрямі ресурсозбереження шляхом використання

сучасних біопрепаратів в основні фази вегетації. Визначити більш адаптовані до зони посушливого Південного Степу України сорти ячменю озимого.

Для досягнення поставленої мети передбачали вирішити наступні питання:

- дослідити особливості росту й розвитку рослин ячменю озимого залежно від сорту та оптимізації живлення;
- встановити динаміку наростання надземної біомаси рослин, площі листової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні фази вегетації рослин залежно від факторів, які взяті на вивчення;
- визначити особливості водоспоживання досліджуваними сортами ячменю озимого та його залежність від оптимізації живлення.
- дослідити вплив біопрепаратів на врожайність зерна сортів ячменю озимого і основні показники його якості;
- розрахувати економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України.
- удосконалити ресурсоощадне живлення, як один з найважливіших елементів технології вирощування ячменю озимого, на засадах ресурсозбереження, за добору сорту і застосування сучасних біопрепаратів.

Об’єкт дослідження: формування ростових процесів ячменю озимого, його продуктивності за добору адаптованих до умов зони сортів та оптимізації живлення рослин шляхом застосування біопрепаратів в умовах Південного Степу України.

Предмет дослідження: процеси росту і розвитку рослин сортів ячменю озимого залежно від умов та факторів, що впливають на формування врожаю і якості зерна.

Методи дослідження: для вирішення поставленої задачі застосовували наступні методи дослідження:

- польовий - для визначення взаємодії об’єкта досліджень з біотичними та абіотичними факторами;

- вимірювально-ваговий – встановлення біометричних показників росту й розвитку рослин, формування рівнів урожайності зерна сортами ячменю озимого;
- лабораторний – проведення агрохімічного аналізу ґрунту, його вологості та визначення окремих показників якості зерна досліджуваних сортів ячменю озимого;
- статистичний – для визначення вірогідності даних та кореляційних залежностей, дисперсійного та факторіального аналізу;
- порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності удосконалених елементів технології вирощування.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження. *Вперше в умовах Південного Степу України на чорноземі південному досліджено особливості росту, розвитку та формування врожаю зерна ячменю озимого сортів Достойний, Валькірія, Оскар та Ясон. Проведено оцінку якості у формуванні сталої продуктивності сортами ячменю озимого за оптимізації живлення рослин у різні за погодно-кліматичними умовами роки вирощування, залежно від застосування сучасних біопрепаратів шляхом позакореневого підживлення рослин в основні періоди вегетації. Визначено економічну та енергетичну ефективність застосування біопрепаратів, у технології вирощування досліджуваних сортів ячменю озимого.*

Набуло подальшого розвитку розроблення і наукове обґрунтування ресурсозберігаючих елементів технології вирощування ячменю озимого, зокрема оптимізації живлення, з метою формування сталих рівнів врожаю зерна за високої його якості.

Удосконалено один з основних елементів технології вирощування, а саме оптимізовано ресурсозберігаюче живлення ячменю озимого, на чорноземі південному в умовах Степу України на засадах заощадження ресурсів.

У комплексних дослідженнях науково обґрунтована і підтверджена за допомогою експерименту ефективність використання біопрепаратів нового покоління – Азотофіту, Мікофренду, Меланорізу для оптимізації живлення рослин з метою підвищення врожайності зерна ячменю озимого та покращення основних показників його якості за одночасно ефективного використання вологи в агрокліматичних умовах Південного Степу України.

Практичне значення одержаних результатів досліджень полягає в обґрунтуванні, розробці й впровадженні у виробництво елементів технології вирощування зерна ячменю озимого сортів Достойний, Валькірія, Оскар і Ясон, які забезпечують отримання врожайності зерна на рівні 4,2-5,6 т/га з високими показниками якості за економії матеріальних і трудових ресурсів.

За результатами проведених досліджень та їх виробничої перевірки запропоновано науково-обґрунтовані рекомендації з технології вирощування зерна досліджуваних сортів ячменю озимого, підвищення їх продуктивності на засадах ресурсозбереження шляхом застосування позакореневих підживлень біопрепаратами нового покоління в основні фази вегетації рослин (на початку кушіння та виходу рослин у трубку) на чорноземі південному в зоні Степу України.

Основні положення дисертаційних досліджень впродовж 2016-2019 рр. були впроваджені у виробничу діяльність: ФОП ГАМАЛІЙ Микола Миколайович Вознесенського району Миколаївської області на площі 135 га (довідка №4/01 від 26 липня 2021 р.), ТОВ "Агрофірма «Муравка»" Баштанського району Миколаївської області на площі 170 га (довідка №6/02 від 03 серпня 2020 р.) та ФГ «Земля» Вознесенського району Миколаївської області на площі 170 га.

Особистий внесок здобувача. Автор дисертаційної роботи особисто брала участь у розробці основної концепції, виборі й обґрунтуванні теми, у визначенні мети та завдань досліджень. Здійснювала інформаційний пошук, теоретичне обґрунтування, аналіз отриманої наукової інформації, закладання і проведення польових та лабораторних досліджень, узагальнювала

результати. Аналіз робочої гіпотези та формулювання висновків виконано спільно з науковим керівником. Автором здійснено математичні розрахунки із застосуванням дисперсійного й кореляційно-регресійного аналізів. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача, всі теоретичні розробки належать дисертанту.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення та практичні аспекти дисертаційного дослідження за 2016-2019 рр. оприлюднювалися на наукових і науково-практичних конференціях. Результати представленого наукового дослідження доповідались на: регіональній науково-практичній інтернет-конференції *«Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи (До 80-річчя Ківера В.Х.)»*, Дніпро, 2017; II Міжнародній науково-практичній конференції *Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*, (15-16 листопада 2017 року) Дніпро, 2017 р.; Міжнародній науково-практичній конференції *«Вплив змін клімату на онтогенез рослин»* (3-5 жовтня 2018 року) Миколаїв, 2018 р.; Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції *«Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти»* (28 листопада 2018 року) Полтава, 2018 р.; II Всеукраїнській науковій інтернет-конференції *«Інноваційні технології в рослинництві»* (15 трав. 2019 року) Кам'янець-Подільський, 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції *«Світові рослинні ресурси: Стан та перспективи розвитку»* (7 червня 2019 року) Київ, 2019 р.; Міжнародному науково-практичному форумі *«Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»* (21-22 червня 2019 рік) Мелітополь, 2019 р.; Міжнародній науковій конференції *«Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського»* (14-15 серпня 2019 року) Київ, 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції *«Поєднання науки, освіти,*

практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції» (12 вересня 2019 року) Вінниця, 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції *«Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво»* (16-18 жовтня 2019 року) Миколаїв, 2019 р.; 9th International Youth Science Forum “Litteris et Artibus” & 14th International Conference «Young Scientists Towards The Challenges Of Modern Technology» Materials. – Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, (NOVEMBER 21-23TH) 2019; Всеукраїнській науково-практичній конференції *«Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення»* (4-6 грудня 2019 року) Миколаїв, 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції *«Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво»* (4 листопада 2020 року) Миколаїв, 2020 р.; Всеукраїнській науково-практичній конференції *«Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення»* (9-11 грудня 2020 року) Миколаїв, 2020; 4-rd International scientific and technical conference *«Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources»* (NOVEMBER 12, 2021) Petroșani, Romania, 2021; Всеукраїнській науково-практичній конференції *«Перлини степового краю»* (23-25 листопада 2022 року) Миколаїв, 2022 р.; Міжнародному форумі *«Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»* глобальні та національні виміри» (1-2 червня 2023 року) Миколаїв, 2023 р.; VIII Міжнародній науково-практичній конференції *«Органічне агровиробництво: освіта і наука»* (21 листопада 2023 року) Київ, 2023 р.; Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених *«Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»* (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024 р.; Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених *«Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»* (21-22 березня 2024 року) Миколаїв, 2024 р.; Міжнародній науково-практичній конференції молодих

учених з нагоди до дня науки в Україні *«Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України»* (17 травня 2024 року) Одеса, 2024 р.; Міжнародному форумі. *«Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»* (30-31 травня 2024 року) Миколаїв, 2024 р. Всеукраїнській науково-практичній конференції *«Перлини степового краю»* (21-22 листопада 2024 року) Миколаїв, 2024 р.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 33 наукові праці, у тому числі 3 статті у виданнях скопус, 4 статті у наукових фахових виданнях України, 24 тез у матеріалах конференцій різного рівня, отримано патент на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 213 сторінках комп'ютерного тексту (із них основного – 139). Вона складається із анотації, вступу, 6-ти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків.

Робота містить 24 таблиці та 31 рисунок. Список використаних джерел налічує 213 найменувань, з яких 209 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

1.1. Походження, народногосподарське значення та сучасний стан виробництва ячменю озимого в Україні та світі

Зерно є одним із головних джерел прибутку для багатьох країн, і Україна є яскравим прикладом цього. З роками озимі зернові культури, набувають дедалі більшого значення, оскільки їх вирощування забезпечує стабільний врожаї та кращу стійкість до змін клімату порівняно з ярими культурами.

Ячмінь озимий (*Hordeum vulgare* L.) є важливою культурою в сільському господарстві, що широко використовується в різних галузях. Його вирощування має велике значення для виробництва зерна як фуражного (корм для тварин), так і продовольчого призначення (для виробництва круп, борошна, пива). Ячмінь також є важливою кормовою культурою завдяки високому вмісту поживних речовин.

Ячмінь вважається однією з найдавніших культурних рослин, окультурення якої відбулося приблизно 10 тисяч років тому на території Близького Сходу. Ячмінь відіграв ключову роль у становленні аграрних цивілізацій того часу, адже його вирощування забезпечило стабільні запаси харчових продуктів, що сприяло розвитку життя, торгівлі та розширенню людських спільнот [4].

Окрім того, ячмінь використовувався не лише як продукт харчування, але і для виготовлення пива, що було важливим аспектом соціальної культури. Він також став важливим кормом для тварин, що допомогло розвивати тваринництво. Його швидке адаптування до різних кліматичних

умов дозволило йому поширитися по всьому світу, ставши одним із ключових елементів у світовому сільському господарстві.

Упродовж останніх років ячмінь набув нової популярності завдяки його корисним властивостям та застосуванню у функціональному харчуванні. Ячмінь багатий на вітаміни (особливо групи В), мінерали (такими як залізо, магній, фосфор) та антиоксиданти. Однією з ключових переваг ячменю є високий вміст бета-глюканів – розчинних харчових волокон, які позитивно впливають на зниження рівня холестерину та підтримку здоров'я серцево-судинної системи [5,6].

Ячмінь завдяки своїм відмінним поживним властивостям, що робить його не лише корисною, а й універсальною культурою для здорового харчування останніми роками, стає важливою частиною аграрного виробництва злакових сільськогосподарських культур, і за розмірами посівних площ поступається лише пшениці, кукурудзі та рису [7].

Дикий ячмінь (*Hordeum vulgare*) має надзвичайно широкий ареал поширення, що простягається від Середземноморського регіону, включаючи острів Крит і Північну Африку, до гірських регіонів Тибету на сході. Це свідчить про його високу адаптивність до різноманітних кліматичних умов і екосистем.

Археологічні дослідження показують, що ячмінь почали використовувати в їжу ще приблизно 17 тисяч років тому, зокрема на території Палестини, що свідчить про його довгу історію як харчової культури до моменту його окультурення. Окультурення ячменю та інших злакових культур стало ключовим фактором у цьому переході, забезпечуючи стабільні харчові ресурси.

Ячмінь поширився до Європи з Малої Азії приблизно в третьому, четвертому тисячоліттях до н. е., що відображає ранні міграційні процеси та розвиток сільського господарства на континенті. Разом з пшеницею та іншими злаковими культурами, ячмінь став основою для аграрної економіки багатьох європейських народів. Його висока адаптивність до різних

кліматичних умов і здатність швидко рости зробили його однією з ключових культур того часу [8,9].

Тенденція до переходу на вирощування ячменю озимого спостерігається у багатьох країнах світу, наприклад, у таких країнах, як Румунія та Болгарія. У Німеччині та Франції більше половини площ також засівається ячменем озимим, що підкреслює його важливість у сільському господарстві цих країн. Тоді, як в країнах Угорщини та Польщі ячмінь озимий займає менші площі, що також свідчить про його популярність у Центральній Європі. Така зміна у структурі посівних площ свідчить про адаптацію сільського господарства до сучасних кліматичних умов і потреб у збільшенні врожайності [10].

Ячмінь має давню історію вирощування в різних регіонах світу. На Близькому Сході, як Ірак, Йорданія та Сирія, його вирощування налічує близько 8 тисяч років до н.е. Це свідчить про значущість ячменю як ранньої культурної рослини в аграрних суспільствах. У Туркменістані ячмінь почали вирощувати в V-IV тисячоліттях до н.е., тоді як у Закавказзі його зерна знайдені з II тисячоліття до н.е. Ці факти підкреслюють поширеність ячменю в різних кліматичних умовах та його важливу роль у забезпеченні харчування давніх цивілізацій. Археологічні знахідки в Єгипті, зокрема розкопки на відстані 100 км від Каїра, підтверджують, що ячмінь вирощували ще 5000 років тому. Таким чином, ячмінь не лише сприяв розвитку сільського господарства, але й відігравав ключову роль у соціально-економічному розвитку багатьох давніх цивілізацій [11].

Ячмінь має багатий символічний зміст в історії. Євреї вважали ячмінь символом сили, і він часто асоціювався з бойовими традиціями. Це значення також поділяли римські гладіатори, які отримували ячмінь як частину свого раціону, оскільки він вважався позивним і калорійним продуктом. Що стосується Америки, то з огляду на історію, Христофор Колумб привіз ячмінь на своїх кораблях під час своєї першої експедиції в 1493 році. Вирощування ячменю в Новому Світі почалося з його завезення

європейськими колонізаторами. Ячмінь швидко поширився в різних кліматичних умовах Америки, ставши важливим елементом сільського господарства.

З часом ячмінь набув значення не лише як харчова культура, а й як сировина для виробництва пива, що стало особливо популярним у колоніальних часах і пізніше.

Аналізуючи літературні джерела, можна зрозуміти те, що ячмінь був широко поширений в країнах Європи. Так, в IV—III тисячоліттях до н.е., ячмінь був завезений в Європу з Малої Азії і з тих пір його вирощування поширилося на південь, включаючи території сучасної Молдови та України.

Серед відомих морфотипів ячменю, дворядні ячмені є більш давніми, тоді як шестирядні ячмені з'явилися приблизно на 2000 років пізніше. Це свідчить про еволюцію та селекцію різних форм ячменю в процесі його окультурення [12].

Зерно ячменю озимого багате на білок, особливе значення цей показник має при визначенні харчової придатності або кормових цілей, у цілому в зерні міститься біля 12% білка, понад 75% вуглеводів і 2,1% жиру [13,14]. Також ячмінь вважається одним із кращих кормів для великої рогатої худоби, в 1 кг зерна міститься близько 1,2 кормової одиниці (к.о.) та 100 г перетравного протеїну.

Як "сірий хліб", ячмінь використовується не лише в кормовій промисловості, але й у продовольстві та технічних цілях. Важливість ячменю як зернофуражної культури важко переоцінити, оскільки він забезпечує високу продуктивність і поживність для різних видів тварин.

Для кормових цілей використовують як зерно, так і соломку. Зерно ячменю є чудовим джерелом енергії та протеїну для сільськогосподарських тварин, тоді як солома може використовуватися як корм або підстилка. Ячмінь таким чином виконує не лише харчову, але й економічну роль у тваринництві, підтримуючи ефективність виробництва молока, м'яса та інших продуктів тваринного походження [15,16].

Ячмінь, а особливо ячмінна дерть та висівки, містять більше лізину і триптофану порівняно з білком інших злакових культур. Ці амінокислоти важливі для підтримки імунної системи та загального здоров'я тварин. Додавання ячмінної дерті або висівок до раціону тварин сприяє швидшому набору їх маси, що є особливо важливим у тваринництві, де швидкість зростання та продуктивність мають економічне значення. Ячмінь вирощують не лише для зерна, але й для отримання зеленого корму і сіна в сумішах з ярою викою, горохом та чиною. Такі суміші можуть давати високий урожай, до 25-30 тонн на гектар, що робить їх дуже вигідними для фермерів [17].

Зерно ячменю має велике значення в виробництві круп та у пивоварній промисловості. Він є основною сировиною для виготовлення різних видів круп, які користуються популярністю завдяки своїй поживній цінності і корисним властивостям. У пивоварній промисловості ячмінь є основною сировиною для виробництва пива, оскільки він містить ферменти, які сприяють процесу бродіння. Однак, незважаючи на значний прогрес у селекції та виведенні нових сортів ячменю озимого, існують певні недоліки які впливають на якість зерна.

Для удосконалення сортів, селекціонери постійно працюють над створенням нових сортів ячменю, які б відповідали сучасним вимогам харчової промисловості. Це включає не лише покращення агрономічних властивостей, але й підвищення стійкості до хвороб та стресів, що також важливо для забезпечення стабільного виробництва.

В Україні створено велику різноманітність сортів ячменю, які можна класифікувати за трьома екологічними групами: лісостеповою, степовою та гірськоукраїнською (Полісся). До лісостепової групи належать сорти, які вирощують у Лісостепових районах. Ці сорти, як правило, вологолюбні, середньостиглі та високорослі. Середня врожайність цих сортів варіює на рівні - 2,21 до 4,72 т/га, що свідчить про їх продуктивність у відповідних кліматичних умовах [18,19].

З 2010 року виробництво ячменю збільшилось майже на 24% та склало 8,9 млн т. Посівні площі під ячменем зайняли 2,45 млн га, а середня врожайність була на рівні біля 3,4 т/га. Обсяги внутрішнього споживання зросли лише на 12%, що свідчить про поступову втрату попиту [20,21].

Зерно ячменю вирощене в Україні користується попитом на міжнародних ринках, що підкріплюється високою якістю продукції. Ця культура є важливою для економіки країни. Україна активно співпрацює з іншими країнами-виробниками, що сприяє обміну досвідом та технологіями, а також розширенню ринків збуту зерна в Україні [22].

З огляду на статистичні дані, посівна площа ячменю на земній кулі дійсно складає значні масштаби — близько 75 мільйонів гектарів, з яких ячмінь озимий займає приблизно 10%. Це окреслює важливість цієї культури у світовому сільському господарстві, хоча частка ячменю озимого є відносно невеликою в порівнянні з яровими сортами [23,24].

Ячмінь озимий в Україні рекомендований для вирощування в 14 областях, що охоплюють регіони з помірними агрокліматичними умовами [25].

Виробництво ячменю в Південній зоні Степу України за останні три роки різнилось (рис.1.1).

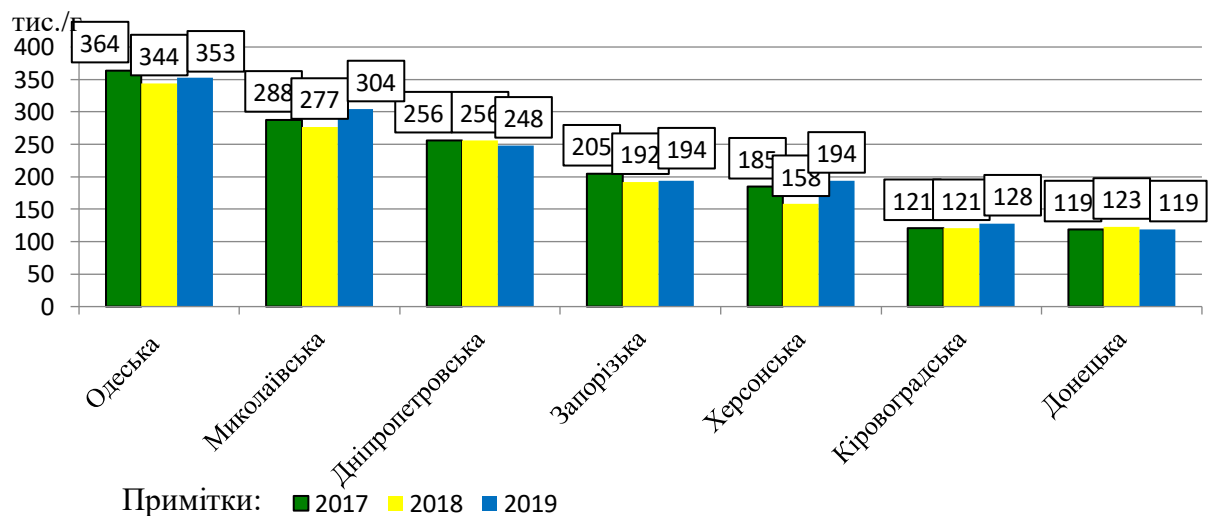


Рис. 1.1 Динаміка посівних площ ячменю в південних областях України

*Статистичний збірник сільське господарство України

Традиційним лідером посівних площ під цією культурою є Одеська, Миколаївська та Дніпропетровська області. Так, у Південних регіонах України, найбільші площі посівів цієї культури зайнято в 2018 році. Відповідно 2019 рік виявився більш продуктивним для Херсонської, Миколаївської і Одеської областей.

Тобто, в останні роки площі під посіви ячменю більш-менш стабілізувались, пов'язано це не лише з кліматичними особливостями зони, але й із створенням нових сортів з великою потенційною продуктивністю. Станом на 2019 рік посівні площі в Україні під ячменем перевищили позначку в 360 тис. га. Проаналізувавши таку динаміку, можна стверджувати, що розширення посівних площ під ячменем, не супроводжувалось зниженням урожайності зерна цієї культури (рис.1.2).

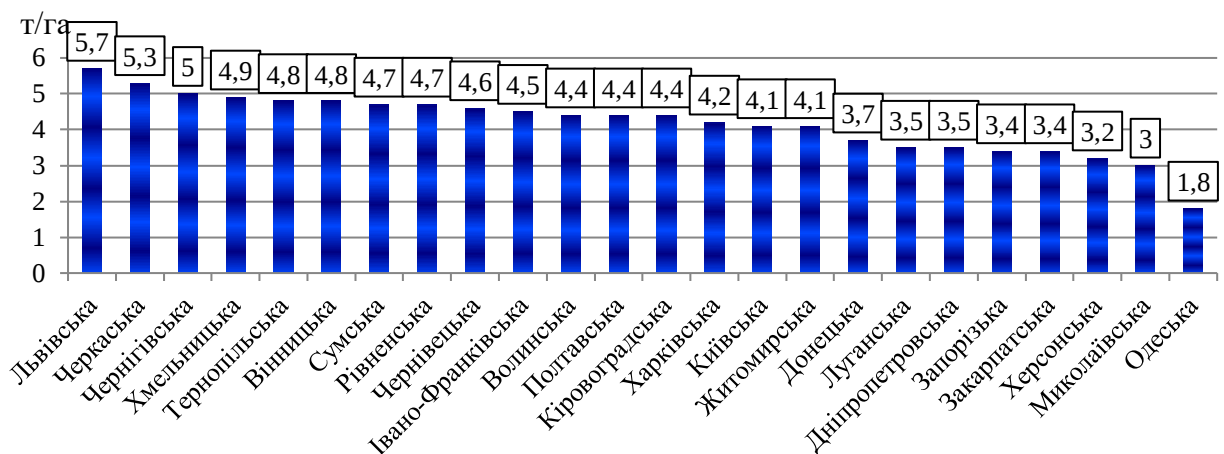


Рис.1.2 Рейтинг областей за середньою врожайністю зерна ячменю озимого (2017-2019 рр.)

*Державна служба статистики України

Характерним є те, що зазначена динаміка супроводжується постійним зростанням середньої врожайності зерна цієї культури [26,27].

Крім того, врожайність ячменю озимого за останні 7 років виросла з 2,0 т/га до 3,4 т/га, але вона, на жаль, у два рази нижча від рівня в країнах ЄС.

Вирощування ячменю озимого у низинній частині Закарпатської області за сприятливих кліматичних умов забезпечують вищі рівні врожаїв,

ніж ярого. За рівнем врожайності, Україна входить до 5 найбільших експортерів цієї культури. (рис.1.3).

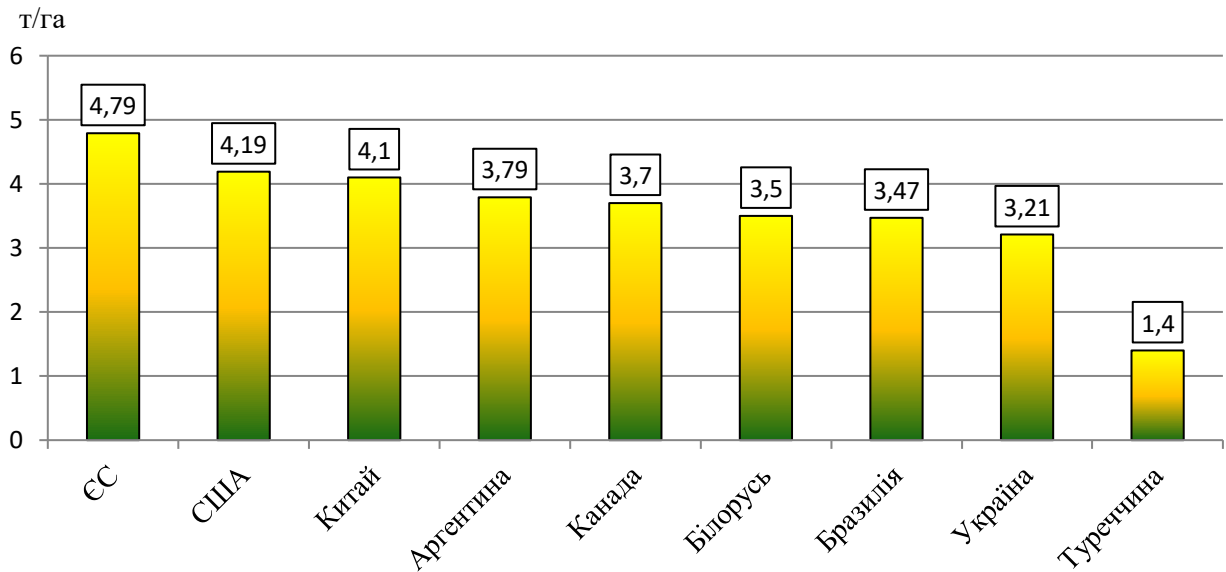


Рис. 1.3 Середня врожайність зерна ячменю у країнах світу, т/га

*Державна служба статистики України

Найвищим показником середньої врожайності зерна ячменю вирізняються країни Європейського Союзу — 4,79 т/га, США — 4,19 т/га, Китай — 4,1 т/га. Висока експортна потреба ячменю з України обумовлена сприятливими агрокліматичними умовами для його вирощування, великими посівними площами та високою якістю зерна [28,29].

За посівною площею і валовим збором зерна у світовому землеробстві ячмінь, як ми вже зазначали, займає четверте місце. В Україні ячмінь озимий найбільш поширений у Закарпатській, Волинській, Івано - Франківській, Львівській, Чернівецькій, Хмельницькій областях і в степових районах – у Запорізькій, Миколаївській, Одеській, Херсонській областях. Посівна площа в останні роки становить більше 300 тис. га. Основною причиною незначного поширення ячменю озимого є низька морозостійкість сортів. Це особливо важливо в північних та східних областях України, де зими можуть бути тривалими й морозними.

Через це ячмінь озимий частіше вирощується в регіонах з м'якими, помірними зимами, таких як західні та південні регіони, де ризик вимерзання менший, а весняне відновлення рослин відбувається швидше.

Наукові дослідження в цій сфері залишаються мало вивченими. Ареал його поширення, за останні 15 років досліджень, спрямовано на поліпшення технологій вирощування або селекції нових сортів ячменю озимого [30,31].

Традиційно лідирує ЄС, який у поточних сезонах забезпечив валовий збір ячменю на рівні 60,3 млн. т, в країнах Канади – 10,2 млн. т, Австралії – 9,2 млн.т.

За даними Державної служби статистики України в структурі посівних площ під урожай за період 2017-2019 рр. ячменем озимим було зайнято від 887 тис. га до 1057,8 га, що характеризує його відповідне четверте місце в структурі посівних площ України (рис.1.4).

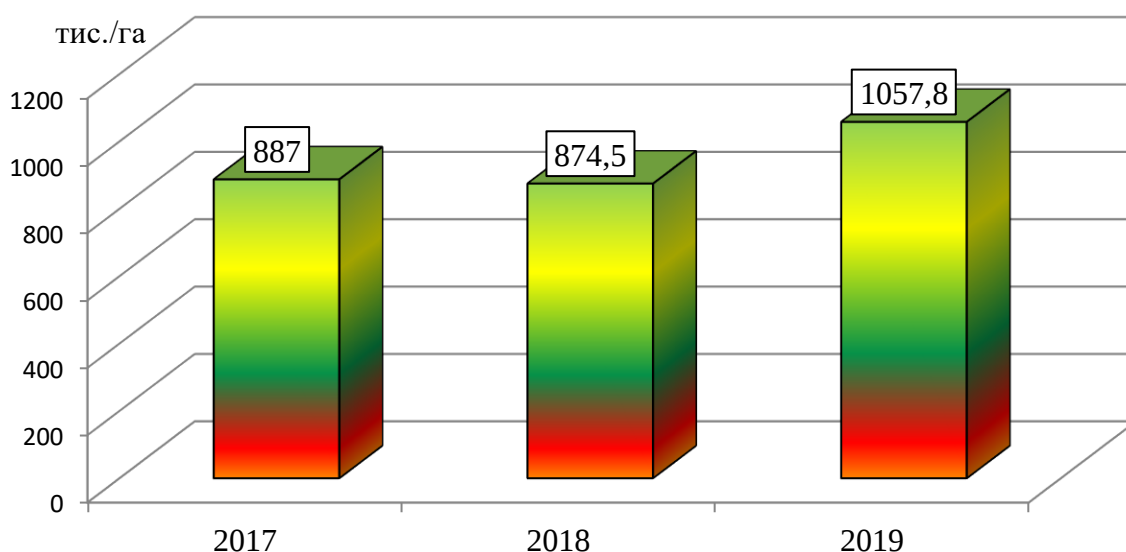


Рис. 1.4 Посівні площі під ячменем озимим в Україні у 2017-2019рр.

*Державна служба статистики України

Головною причиною стрімкого поширення ячменю є те, що він є однією з найбільш урожайних озимих культур. За врожайністю зерна він перевищує інші озимі культури на 0,84-1,11 т/га, а в окремі роки – на 1,6-3,3 т/га. Інша причина – погодно-кліматичні умови в Україні змінилися в бік потепління. Однак, збільшення площ під ячменем озимим відбулося завдяки

скороченню площі посіву жита озимого, а в окремі роки відбувалось стрімке зменшення площ посівів кукурудзи, гороху та інших сільськогосподарських культур [32, 33].

Ячмінь озимий у середньому за 2017-2019 рр. вирощували у 24 областях України, про що свідчить структура посівних площ у розрізі областей (рис. 1.5).

Протягом останніх років спостерігаються значні обсяги виробництва ячменю озимого як на світовому рівні, так і в окремих країнах та регіонах [34, 35].

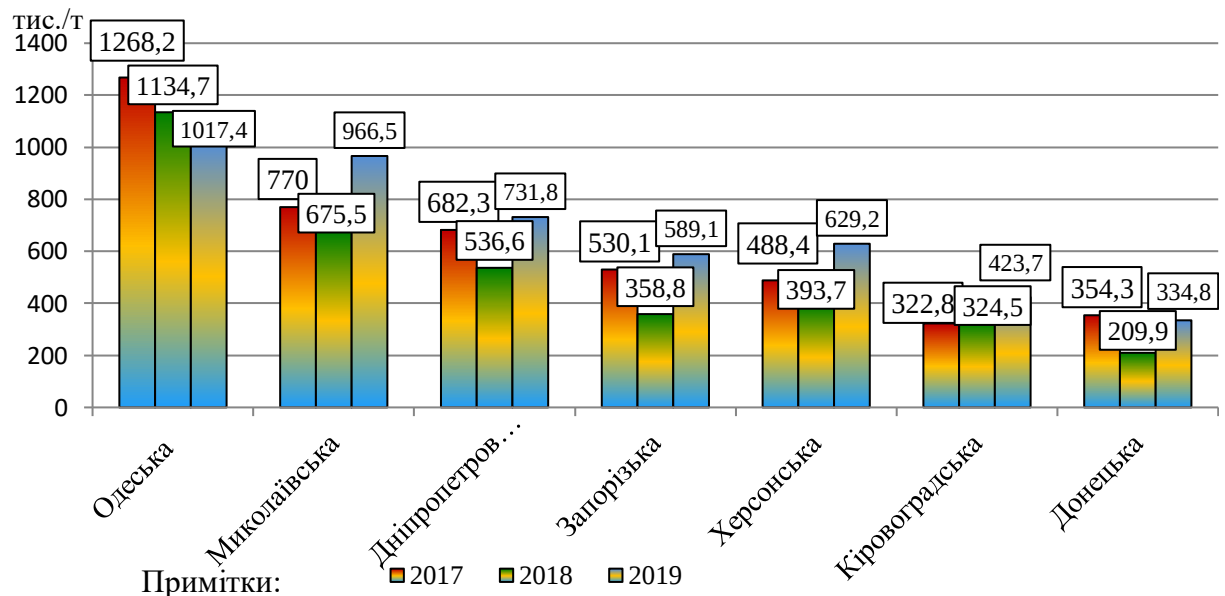


Рис.1.5 Виробництво ячменю озимого в південних областях України

*Державна служба статистики України

Протягом останніх 20 років найбільше зростання посівних площ і врожайності ячменю озимого відбувалося в зоні Степу України, де ці показники досягли 89,5% від загального зростання в країні. Це обумовлено сприятливими кліматичними умовами для вирощування ячменю озимого в цьому регіоні. В Лісостеповій зоні зростання було значно меншим і склало 8,8%, тоді як у Зоні Полісся, через більш суворі кліматичні умови, цей показник був найнижчим. Ці регіональні відмінності пояснюються різною придатністю ґрунтів та кліматичних умов для вирощування ячменю озимого, а також обмеженою морозостійкістю сортів [36].

Завдяки сприятливим агрокліматичним умовам, південні області, такі як Запорізька, Миколаївська, Одеська, та Херсонська, є лідерами у вирощуванні ячменю озимого (таблиця 1).

Таблиця 1.1

Виробництво зерна ячменю озимого за регіонами України

	Валовий збір, тис. т			Урожайність, ц з 1 га			Площа, з якої зібрано врожай, тис.га		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Україна у т.ч. області:	8284,9	7349,1	8916,8	33,1	29,6	34,2	2501,5	2484,3	2609,2
Вінницька	469,0	394,7	486,2	44,3	37,5	44,8	105,9	105,3	108,7
Дніпропетровська	682,3	536,6	731,8	26,6	21,0	29,4	256,4	255,9	248,4
Донецька	354,3	209,9	334,8	29,8	17,1	28,0	118,7	122,6	119,6
Житомирська	102,9	100,7	108,8	34,7	32,3	34,8	29,6	31,2	31,2
Закарпатська	11,6	9,4	8,1	28,4	26,0	27,2	4,1	3,6	3,1
Луганська	114,3	91,4	118,3	24,8	19,0	23,8	46,2	48,2	49,8
Львівська	255,7	232,0	255,8	49,1	46,5	46,1	52,1	49,9	55,4
Кіровоградська	322,8	324,5	432,7	27,0	26,9	33,9	119,6	120,6	127,5
Миколаївська	770,0	675,5	966,5	26,8	24,5	32,0	286,9	275,5	301,6
Одеська	1268,2	1134,7	1017,4	34,7	33,1	29,0	365,1	342,8	350,5
Полтавська	304,8	308,0	333,7	33,1	33,5	34,7	92,0	92,0	96,2
Рівненська	193,6	186,6	192,5	41,2	38,5	38,1	47,1	48,4	50,4
Сумська	143,9	185,2	208,0	38,8	40,1	39,2	37,0	46,2	53,0
Тернопільська	532,6	494,2	538,4	50,7	43,2	46,3	104,9	114,4	116,3
Харківська	488,6	450,7	522,2	34,7	30,8	32,5	140,7	146,6	160,7
Херсонська	488,4	393,7	629,2	26,3	25,1	32,6	185,8	156,7	193,1
Хмельницька	456,0	413,0	438,4	50,6	42,8	42,8	90,2	96,5	102,6
Черкаська	189,8	202,9	222,9	34,6	36,1	42,4	54,9	56,2	52,7
Чернівецька	77,5	65,5	73,8	39,7	31,7	34,8	19,5	20,7	21,3
Чернігівська	80,3	98,9	116,2	42,1	39,2	40,2	19,1	25,1	28,8
Запорізька	530,1	358,8	589,1	25,9	18,8	30,3	205,0	191,3	194,3
Івано- Франківська	122,5	115,0	125,2	45,9	39,4	42,5	26,7	29,3	29,6
Київська	219,8	259,4	352,8	35,1	35,7	43,5	62,7	72,6	81,0

(*Статистичний збірник сільське господарство України 2019)

Таким чином, основний приріст посівних площ і врожайності ячменю озимого в Україні відбувся саме в Степовій зоні, яка є найоптимальнішою для цієї культури.

Основні площі посівів ячменю в Україні сьогодні зосереджені в 14 областях, переважно в південних і центральних регіонах. На ці області припадає близько 50% загального виробництва ячменю в країні.

Аналізуючи структуру посівних площ у розрізі регіонів, можна виділити топ–5 областей Півдня України, в яких найбільше вирощували ячмінь озимий. Це Одеська, Миколаївська, Дніпропетровська, Херсонська, і Запорізька області. Виробництво зерна займає чільне місце серед інших галузей рослинництва, адже воно є беззаперечною умовою існування людства, а також визначає соціальноекономічне становище як країни, так і окремого регіону. Зернові культури щорічно займають більше половини загальної посівної площі в Україні та забезпечують значну частину прибутків товаровиробників [37].

У цілому сільськогосподарські підприємства області мають значний виробничий потенціал, який дозволив регіону зайняти значне місце у рейтингу за обсягами валового виробництва сільськогосподарської продукції в Україні. Вже багато років поспіль, ячмінь озимий є другою після пшениці найбільш рентабельною зерновою культурою [38].

За статистичними даними вищими показники валового збору ячменю в Україні визначені у 2019 р. і порівняно з минулими роками складала 8916,8 тис.т (табл.1). Анологічно з такою ж залежністю змінювалася і площа, з якої зібрано врожай ячменю, з 2017 року вона дещо зросла від 2501,5 тис. га до 2609,2 тис.га - у 2019 році [39,40].

Тобто, якщо порівняти врожайність зерна та валовий збір ячменю, то можна стверджувати, що в Україні є потенціал для того, щоб вже у найближчі роки практично подвоїти виробництво сільгосппродукції, яка забезпечить продовольчу безпеку країни та буде направлена на зовнішні ринки.

В Україні створено багато цінних сортів ячменю, які мають потенціал для формування високих врожаїв, але лише з дотриманням правильних агрономічних технологій вирощування в середньому врожаї ячменю в Україні можуть досягати 5,0 т/га і більше, що відповідає рівню, притаманному розвиненим європейським країнам [41,42].

В Україні право на поширення і комерційне використання сортів рослин мають лише ті сорти, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні (надалі — Реєстр).

Станом на 26 липня 2019 року, відповідно до даних Міністерства аграрної політики та продовольства України, у Державному реєстрі сортів рослин налічувалося 64 сорти ячменю озимого. Серед них: вітчизняна селекція: 27 сортів; Іноземна селекція: 37 сортів. У 2018 році до Реєстру було включено 3 нові сорти ячменю озимого [43].

Станом на 2017 рік до Державного реєстру суб'єктів насінництва та розсадництва було включено 96 господарств з 19 областей України, які займалися виробництвом насіннєвого матеріалу для ячменю озимого. Найбільше їх створено в Одеській області: 21 господарство, Миколаївській області: 11 господарств, Запорізька область 9, Херсонській області 8 господарств і Полтавська область займає 7 господарств [44].

1.2. Ботанічна характеристика та агроекологічні особливості ячменю озимого

Ячмінь (*Hordeum*) — це важлива культура з родини злакових, яка має кілька різновидів, зокрема це *pallidum*. Основні характеристики ячменю (*Hordeum sativum*) включають:

Зерно —плівчасте, з вузькими колосковими лусками. Колос - солом'яно-жовтого забарвлення, нещільний, чотиригранної або прямокутної форми, з коротким або довгим опушенням. Довжина остей перевищує колос

у 1,2–2 рази. Членики колосового стрижня їх кількість варіюється від 10,5 до 13 на 4 см.

Класифікація ячменю включає три підвиди залежно від кількості нормально розвинутих плодоносних колосків:

1. *H. vulgare* L. – багаторядний ячмінь.
2. *H. distichum* L. – дворядний ячмінь.
3. *H. intermedium* – проміжний ячмінь.

Багаторядний та дворядний ячмінь є найбільш поширеними в сільському господарстві, тоді як проміжний ячмінь інколи зустрічається в Африці та Азії.

Проміжний ячмінь (*H. intermedium*) має свою унікальну структуру, оскільки кількість колосків на кожному виступі колосового стрижня може бути різною, це надає йому особливої, відмінності.

Багаторядні види ячменю можна розділити на дві основні групи за щільністю і формою поперечного розрізу колоса: Шестирядний ячмінь (*H. hexastichum*), характеризується щільним колосом. Колоски з кожного боку колоса утворюють по три правильних вертикальних ряди. У поперечному перерізі колос має форму правильної шестипроменевої зірки, що робить його виразним і впізнаваним [45].

Ця форма та структура колоса забезпечують оптимальне накопичення поживних речовин і можуть впливати на врожайність. Шестирядний ячмінь часто використовують для виробництва борошна і пива, оскільки його зерна зазвичай містять більше крохмалю та інших корисних речовин.

Культурний ячмінь належить до однорічних, однодольних самозапильних рослин ярого або ж озимого типу розвитку. Культурний ячмінь відомий своєю здатністю адаптуватися до різних умов вирощування

Коренева система рослин ячменю має свої специфічні характеристики, ячмінь має мичкувату кореневу систему, цей тип кореневої системи формується з первинного кореня, який з часом розвивається у численні корінці.

Глибина проникнення кореневої системи ячменю в ґрунт досягає 90-100 см. Проте основна маса коренів розташована в орному шарі ґрунту на глибині до 30 см. Це дозволяє рослинам ефективно засвоювати вологу та поживні речовини з верхнього шару ґрунту. Насіння ячменю починає проростати формуючи 5–8 первинних корінців. Це сприяє формуванню сильної кореневої системи, яка підтримує розвиток рослини ячменю озимого. Вторинна коренева система - формується з вузла кущіння, що розташована на стеблі [46].

Стебло ячменю являє порожнисту циліндричну соломину, що має специфічні характеристики, які впливають на його розвиток та стійкість. За органолептичними характеристиками, стебло ячменю гладке, але має восковий наліт, що допомагає зменшити випаровування вологи та захистити рослину від шкідливих факторів навколишнього середовища. Довжина стебла варіюється від 30 до 135 см, а товщина становить 2,5–4 мм. Це робить стебло коротшим, ніж у інших зернових культур, таких як жито, пшениця чи овес. Стебло має від 5 до 7 вузлів, які зазвичай мають зелене забарвлення. Вузли також покриті восковим нальотом. Ячмінь, як і багато інших злакових, може бути схильний до вилягання. Це часто відбувається внаслідок сильного вітру, дощів або перевищення норми добрив.

Суцвіття ячменю являє собою незакінчений колос, який може бути дворядним або багаторядним. Воно складається з двох основних частин колосовий стрижень і колосків. Колосовий стрижень - це головна ось суцвіття, на якій розміщуються колоски. Довжина члеників стрижня варіюється від 2 до 5 мм, і від їхньої довжини залежить щільність колоса: чим коротші членики, тим щільніший колос. Ця будова суцвіття ячменю є характерною його особливістю та впливає на кількість зерен, яку можна зібрати з одного колоса.

Взалежності від виду ячменю, колоски рослин мають різну будову: дворядний ячмінь (*Hordeum distichum*) - на кожному вузлі колосового стрижня лише середні колоски є плодоносними. Бічні колоски залишаються

безплідними, або редукованими, що призводить до утворення лише двох рядів зерен у колос; багаторядний ячмінь (*Hordeum vulgare*)- колоски на кожному вузлі колосового стрижня є плононосними, що забезпечує більшу кількість зерен і підвищену врожайність [47,48].

Будова колосків складається з колоскових і квіткових лусок. В свою чергу колоскові луски у кожному плононосному колоску мають дві вузькі колоскові луски, які служать для захисту і підтримки. Квіткові луски в кожному колоску також мають дві широкі квіткові луски. Їхня функція – покривати і захищати зернівку. У плівчастих сортів ячменю квіткові луски зростаються із зернівкою, що надає зерну плівчастого характеру. Квіткові луски у голозерних сортів ячменю не зростаються із зернівкою, а лише охоплюють її. Такі сорти легше обробляються і очищаються від лусок, що робить їх більш популярними для виробництва круп і борошна. Це є важливими для визначення напрямку вирощування ячменю у виробництві, адже голозерні сорти більше підходять для харчових цілей, тоді як плівчасті частіше використовуються для корму або пивоваріння [49].

Листки ячменю мають характерні особливості, які відрізняють його від інших зернових культур. Форма і розмір листкової пластинки - широкі та добре розвинені. Довжина листкової пластинки листків другого ярусу (верхніх листків) становить 11–25 см. Ширина листка коливається від 8 до 22 мм, причому у багаторядного ячменю листки набагато ширші, ніж у дворядного. Листки ячменю мають добре розвинені вушка (розміром 2–5 мм), що є важливою відмінністю цієї культури від інших зернових колосових. Вушка мають білувате або антоціанове (червонувате або фіолетове) забарвлення. Вони охоплюють стебло своїми кінцями, забезпечуючи щільний контакт між листками і стеблом [50,51].

Колос ячменю змінює своє забарвлення в процесі дозрівання. На ранніх етапах стиглості він зазвичай має світло-солом'яно-жовтий колір. У міру дозрівання (фазу повної стиглості зерна) колос стає темно-жовтим, що свідчить про готовність рослини до збору врожаю.

Плід ячменю — це зернівка, яка може бути плівчастою або голою залежно від сорту. У плівчастих сортів ячменю зернівка щільно охоплена квітковими лусками, що зростаються з нею, а у голозерних сортів ячменю квіткові луски не зростаються із зернівкою, що полегшує обробку зерна. Довжина зернівки ячменю близько 7–10 мм., Ширина і товщина на рівні 2–3 мм.

Маса 1000 зерен коливається залежно від сортових особливостей і ґрунтово-кліматичних умов та складає біля 30 – 50 г, а плівчастістьна 8 – 14% більше.

Опушення зернівок ячменю є однією з морфологічних ознак, які використовуються для ідентифікації та класифікації різних сортів ячменю. У нижній частині борозенки в основі зернівки ячменю, є основна щетинка, яка відіграє важливу роль у визначенні сорту ячменю. Її опушення може бути різним, як волосисте, так і повстяне. Волосиста щетинка-це щетинка вкрита тонкими довгими волосками., а повстяна - це щетинка яка має щільніше і коротше опушення, яке нагадує повсть.

Колір зерно ячменю зазвичай солом'яно-жовтий, який може варіюватися в залежності від сорту і умов вирощування. Відтінки можуть бути як світло-жовті на початку дозрівання, так і темно-жовті або навіть злегка золотисті на пізніших стадіях. Таке забарвлення ячменю озимого служить служить індикатором стиглості зерна і готовності до збору врожаю.

Багаторядний і дворядний ячмені в основному відрізняються за вирівняністю зерна. Дворядний ячмінь - зерно формується на виступах колосового стрижня. Зернівки мають симетричну будову і практично однакові за розміром по всьому колосу. Завдяки цьому дворядний ячмінь цінується за більш однорідне зерно, яке підходить для харчової промисловості. Багаторядний ячмінь - зерно розміщується щільніше, через що може бути менш вирівняним за розміром. Через різне положення зерен у колосі вони можуть мати різні розміри і форм [52].

Співвідношення симетричних і несиметричних зернин у багаторядного ячменю становить приблизно 1:2, що означає, що більшість зернин є несиметричними. Ця різниця в розмірах і формі зернин впливає на їх якість і можливість використання в різних галузях [53].

Серед усіх озимих зернових культур, ячмінь озимий - найменш морозо- і зимостійкий, відповідно він поширений в регіонах з теплими зимами, добре переносить високі літні температури (до 35 °C), але погано реагує на стрімкі та виснажливі спеки.

Усі ячмені, які культивуються у виробництві, представлені 3-ма біотипами: ярими, озимими та дворучками, або альтернативного типу розвитку, що підтверджено на генетичному рівні.

Озимі форми ячменю – вирощують відповідно в озимих посівах. Висівають такі форми ячменю восени і до початку літа вони формують врожай. При сівбі таких форм навесні призводить до запізнення фази колосіння або вони зовсім не колосяться, що призводить до недобору врожаю, тому це виключає їх вирощування на зерно. Зимують рослини ячменю озимого у фазі кущіння. Весною поновлюють свою вегетацію, але для переходу до наступних фаз розвитку потребують понижених температур і тривалого світлового дня.

Дворучки (або озимі форми ячменю), мають особливі вимоги до умов вирощування. Дворучки вимагають помірного температурного режиму на ранніх етапах органогенезу. У зимових період ячмінь переходить у фазу кущіння, що є критичним етапом для його розвитку. Ця фаза впливає на кількість колосків і, відповідно, на врожайність. Такі форми ячменю можуть бути висіяні навесні, вони зазвичай досягають одночасно з ярими ячменями. Це може бути перевагою в умовах, коли потрібні пізні терміни збору врожаю, або посіви яких ячмені випали. Врожайність дворучок зазвичай нижча, ніж у ярого ячменю. Це може бути пов'язано з різними факторами, такими як конкурентоспроможність з іншими культурами, особливості агротехніки та стійкість до хвороб. Для досягнення кращих результатів

важливо враховувати всі ці аспекти при плануванні вирощування дворучок [54].

Характерною особливістю форм ячменю дворучок є те, що восени вони пізніше закінчують вегетацію, а навесні раніше її відновлюють, після чого в них з'являється можливість скористатись невичерпаними запасами весняної вологи, що дає змогу їм краще відновити вегетацію.

Дворучки, мають певні особливості росту та розвитку. Пізня сівба дозволяє їм адаптуватися до весняних умов, що часто сприяє хорошій розгалуженості і формуванню високоякісного врожаю. Завдяки науковим дослідженням та селекції, створюються нові сорти дворучок, які мають підвищену врожайність і стійкість до захворювань [55].

Дворучки, які раніше не мали особливого статусу, завдяки новим агрономічним відкриттям, стають важливим елементом сільськогосподарського виробництва. Дворучки, які висіваються пізно, здатні зійти навесні, що дозволяє їм добре розвиватися та розкущуватися. Це може бути зручно в умовах, коли традиційні сорти не можуть забезпечити бажаного врожаю [56,57].

Однак останні дослідження в агрономії, включаючи роботи академіка Гаркавого П.Х., показали, що дворучки можуть відігравати важливу роль у сільському господарстві, особливо в південних регіонах України та в Молдові. Їх здатність адаптуватися до нестабільних кліматичних умов, а також високі показники врожайності роблять їх перспективними для розвитку сільськогосподарського виробництва в цих країнах [58,59]. Цей розвиток може сприяти підвищенню продовольчої безпеки та економічної стабільності в аграрних регіонах. Гаркавого П.Х., стверджував, що дворучки являють собою окрему групу ячменю, відмінну як від озимих, так і ярих форм і здатних проявляти високу морозостійкість. Специфічною була реакція дворучок у схрещуваннях: перше покоління гібридів дворучок з озимими формами розвивалось за озимим типом, у схрещуваннях ярих з озимими домінувала яровість [60].

Сорти-дворучки мають кілька переваг у порівнянні з традиційними озимими сортами, особливо в умовах зимово-весняних сходів. Перш за все це стрімкий ріст і розвиток рослин ячменю. Дворучки можуть розпочати свій розвиток раніше і використовувати весняну вологу, що дозволяє їм активно кушитися, навіть якщо верхній шар ґрунту вже підсох. У роки з недостатньою вологістю традиційні озимі сорти можуть бути менш продуктивними через затримку в розвитку. Дворучки ж в окремих регіонах вирощування, здатні формувати вищий врожай завдяки кращій адаптації до умов зростання. Дворучки є менш вибагливі до попередників, строків сівби та коливань гідротермічних умов. Одним з позитивних відмінностей сортів-дворучок ячменю є використання їх як страхових культур, що дозволяє не змінюючи структури посівних площ, вийти на оптимальний рівень урожайності [60].

Ярі сорти ячменю зазвичай висівають рано навесні, що дозволяє їм активно розвиватися протягом весняно-літнього сезону. Це дає їм можливість використовувати весняну вологу та створені оптимальні температури для їх росту. Але ярі сорти мають високу вірогідність вимерзати через холодні температури на весні, оскільки ці рослини не мають достатньої зимостійкості, і вони зовсім непридатними для осінніх посівів. Ярі форми часто демонструють високу врожайність завдяки швидкому зростанню в сприятливих умовах. Але вирощування ярих форм ячменю в Зоні Південного Ступу України навпаки знижує їх зимостійкість і врожайність за несприятливих кліматичних змін [61].

Перші сорти ячменю ярого з'явилися у Реєстрі сортів України в 1931р. Продовжив цю роботу учень А.О. Сапегіна академік П.Х. Гаркавий, який створив перший в Україні сорт ячменю озимого Одеський 17 (у Реєстрі сортів з 1955 р.). З 1984 р. роботу із селекції ячменю очолює учень академіка П.Х. Гаркавого академік НААН А.А. Лінчевський — автор 86-ти сортів ячменю ярого й озимого, який із селекцією ячменю працює з 1960 р. [62].

Ячмінь озимий має нижчу морозостійкість порівняно з іншими озимими культурами, такими як пшениця або жито. Це робить його більш вразливим до морозів, особливо в умовах сильних зимових холодів. Краще росле в регіонах з теплими зимами. Якщо заморозки тривають довго, ячмінь ушкоджується навіть при температурах мінус 12-13°C. Ячмінь озимий належить до рослин довгого дня, тривале освітлення потрібне для нормального його розвитку. Сталі врожаї він забезпечує в умовах високої родючості та на зв'язних ґрунтах. Непридатні для нього заболочені, кислі, сильно засолені й піщані ґрунти. До вологи ячмінь вибагливий, але її надлишок переносить негативно. Весняні похолодання і відлиги дуже вражають рослини ячменю озимого, що призводить його до стресу, але при настанні потепління рослини знову поновлює вегетацію.

За ранньої сівби весною він може стрімко входити у фазу виходу рослин у трубку, після чого морозостійкість сильно знижується. Це пояснюється тим, що стадія яровизації є критично важливим етапом у розвитку ячменю, особливо для сортів дворучок і триває ця стадія приблизно 30-40 днів. Сорти дворучок особливо адаптовані до різних умов сівби, тому вони здатні проходити стадію яровизації незалежно від того, коли їх висівають — восени, взимку чи навесні [63].

Завдяки коротшій тривалості вегетаційного періоду, ячмінь озимий досягає раніше — приблизно на 9-10 днів раніше, ніж озима пшениця, і на 12-14 днів раніше, ніж ярий ячмінь.

Веgetаційний період ячменю озимого, залежно від умов вирощування та сортових особливостей, триває 230 — 290 днів. Ячмінь озимий є самозапильною культурою, що означає, що його запилення відбувається переважно всередині квітки, що сприяє стабільності у формуванні зерна.

Найкращими для вирощування ячменю озимого є багаті на елементи живлення чорноземні та каштанові ґрунти середнього механічного складу з рН 6,0-7,5. Ці ґрунти забезпечують хорошу структуру, а також легкодоступні форми елементів живлення. Важкі, засолені, підтоплені ґрунтовими водами,

кислі, а також безструктурні піщані ґрунти малопридатні для вирощування ячменю озимого. Для озимого ячменю транспіраційний коефіцієнт становить на рівні 300-450. Цей показник вказує на те, скільки води рослина споживає в порівнянні з масою утвореного врожаю. Для формування однієї тонни зерна ячменю озимого з відповідною кількістю соломи з ґрунту виводить: 23-30 кг азоту, 9-11 кг фосфору, і 17-23 кг калію [64].

Правильний вибір попередників є важливим фактором для отримання високих врожаїв ячменю озимого. Краще висівати сорти ячменю озимого після кукурудзи, такі поля залишаються чисті від бур'янів, що забезпечує добрі умови для його вирощування. Картопля також є хорошим попередником, оскільки після неї зазвичай залишається багато доступних поживних речовин у ґрунті, а зернобобові слугують найкращим попередником, оскільки сприяють збагаченню ґрунту азотом, що покращує його родючість. Добре підібрані попередники сприяють покращенню структури і складу ґрунту та підвищенню його родючості, що безпосередньо впливає на врожайність [65,66].

Вимоги до температури. Ячмінь озимий вважають найменш морозостійкою культурою серед озимих колосових і його посіви можуть гинути вже за зниження температури біля вузла кушіння до мінус 10-12°C. Якщо рослини ячменю озимого не встигли увійти у фазу кушіння перед настанням холодів, він може бути ушкоджений морозами. Найоптимальніший період для сівби ячменю озимого — це час, коли середньодобові температури повітря становлять приблизно 12-16 °C. У цей час рослини мають можливість добре укорінитися та підготуватися до зими. Мінімальна температура для проростання насіння ячменю озимого становить приблизно 1-4 °C. Це означає, що при таких температурах насіння може почати проростати, але при різких коливаннях, процес розвитку рослин може бути уповільнений, що може вплинути на їх подальше зростання [67,68].

Ячмінь озимий добре реагує на раннє відновлення весняної вегетації, особливо коли середньодобові температури поступово підвищуються. Це ключовий момент для його розвитку і формування врожаю.

Рослини ячменю озимого найкраще ростуть і розвиваються за температури 20-25°C, що є оптимальним діапазоном для активного фотосинтезу та інших фізіологічних процесів у рослині. При цьому рослини здатні витримувати короточасні періоди спеки, що дозволяє їм продовжувати ріст та розвиток. Однак тривала спека без достатньої кількості вологи може негативно позначитися на врожайності, тому важливим є забезпечення рослин водою у критичні фази розвитку [69].

Ячмінь належить до групи культур довгого дня, і ріст та розвиток значною мірою залежать від тривалості світлового дня. Довший світловий день стимулює фотосинтез і підвищує загальну продуктивність рослини що дозволяє рослині краще кущитися і формувати більшу кількість колосків у колосі. У південних регіонах світловий день довший, ніж у північних, що створює більш сприятливі умови для розвитку ячменю озимого. Завдяки цьому на півдні рослини можуть ефективніше використовувати тривалий день для росту і формування більшого врожаю.

Вимоги до вологи. Завдяки своєму ранньому виходу рослин у фазу трубки, ячмінь озимий ефективно використовує зимові запаси вологи, що є однією з його важливих переваг порівняно з іншими культурами. Ячмінь озимий починає активно рости на початку весни, коли в ґрунті ще зберігається волога після зимових опадів. Для проростання насіння ячменю потрібно 48-50% води від його маси. Це менший показник порівняно з іншими зерновими культурами, що свідчить про його здатність ефективніше використовувати наявну вологу для початкового росту [70,71].

У фазі виходу рослин у трубку ячмінь озимий активно використовує зимові запаси вологи що служить основою для формування врожаю а транспіраційний коефіцієнт є нижчим, ніж у інших зернових культур.

Вимоги до ґрунту. Ячмінь озимий менш вибагливий до родючості ґрунту порівняно з ячменем ярим. Це дозволяє вирощувати його на розширеному діапазоні ґрунтових типів, у тому числі на менш родючих ґрунтах, що дає перевагу в різних агрономічних умовах. Найкраще росте на ґрунтах із високою структурою і достатнім вмістом поживних речовин. Проте ячмінь озимий є більш вимогливим до вмісту кальцію в ґрунті. Кальцій важливий для формування сильної кореневої системи, сприяє кращому засвоєнню інших поживних елементів і покращує загальну стійкість рослин до несприятливих умов. Оптимальна реакція ґрунту для ячменю знаходиться в межах нейтральної або слабколужної (рН 6,2-7,0). На таких ґрунтах ячмінь краще засвоює поживні речовини, що сприяє формуванню високої врожайності. Ячмінь озимий погано росте на кислих ґрунтах, оскільки на таких землях погіршується засвоєння кальцію та інших поживних речовин. Тому ґрунти з рН нижче 6,0 вимагають вапнування для нейтралізації кислотності і створення сприятливіших умов для росту ячменю озимого [72,73].

Ячмінь озимий добре реагує на внесення як мінеральних так і органічних добрив, що істотно підвищує його врожайність та якість зерна, але під ячмінь озимий органічні добрива не застосовують, їх вносять під попередник. Органічні добрива, такі як гній, компост або зелені добрива (сидерати), позитивно впливають на структуру ґрунту, його водоутримувальну здатність і загальну родючість. Внесення восени перед сівбою цих компонентів, забезпечує тривалий ефект і післядію добрив протягом вегетаційного періоду ячменю озимого. Оптимальне забезпечення рослин ячменю озимого азотом допомагає збільшити кількість колосків і зерен у колосі, що підвищує врожайність [74,75].

Після кращих попередників (кукурудза на силос, зернобобові культури): рекомендовано застосовувати мінеральні добрива в дозах $N_{40} P_{40} K_{40}$. Такий баланс забезпечує достатнє живлення для рослин, оскільки після кращих попередників ґрунт має більше поживних речовин.

Після гірших попередників (наприклад, після пізніх зернових або соняшника) дози добрив збільшуються до N_{60} P_{60} K_{60} , що компенсує виснаженість ґрунту і покращує його поживний баланс. На опідзолених чорноземах і темносірих лісових ґрунтах рекомендовані дози становлять N_{30-45} P_{40-50} K_{40-50} . Такі ґрунти є досить родючими, проте потребують додаткового азоту і фосфору для підтримки оптимальної врожайності. На світлосірих ґрунтах, які мають нижчий рівень природної родючості, дози добрив збільшуються до N_{45-60} P_{45-60} K_{45-60} , щоб забезпечити необхідний рівень живлення [76,77].

Ячмінь озимий дуже чутливий до строків сівби, що безпосередньо впливає на його зимостійкість та подальший розвиток. Правильно підібрані строки посівів є критичним для успішного вирощування цієї культури. Якщо посів проводити занадто рано, особливо після кращих попередників, таких як бобові або кукурудза на силос, ячмінь озимий може швидко розвиватися і переростати. Це відбувається через надлишок вологи та поживних речовин, а також сприятливі температурні умови [78,79].

Оптимальні час для проведення сівби ячменю озимого настає, коли середньодобова температура становить 12-16°C. Це дає можливість рослинам ячменю озимого розвинути кореневу систему та перезимувати. Оптимальною фазою за якої ячмінь озимий може перезимувати – фаза 3-4 листків, що є оптимальним для їх зимостійкості та здатності витримувати морози.

Правильно підібраний строк сівби ячменю озимого — це баланс між достатнім часом для осіннього розвитку і недопущенням надмірного переростання. Такий підхід забезпечує рослинам максимальну стійкість до зимових умов і оптимальний старт для весняного відновлення вегетації. Оптимальними строками сівби у південних степових областях прийнято вважати період з 10 по 25 вересня [80,81]. Норми висіву встановлюють відповідно умовам вирощування, в залежності від сортових та ґрунтово-кліматичних особливостей ячменю озимого. Середня норма висіву в південних степових районах становить 3,5-4 млн. схожих насінин на 1га без

поливу і 4-4,5 млн. - на зрошуваних землях; у Західних областях України вона складає 4-4,5 млн. Глибина сівби 4-5, за посушливих умов – 6-8 см, на важких ґрунтах Західних областей – 3-4 см [82].

Упродовж вегетації ячмінь озимий проходить такі фази росту як: проростання, сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, формування і досягання зерна. Кожну з цих фаз виявляють тоді, коли ознаки її початку помітні приблизно у 10% рослин, а за завершення вважають, коли фаза охоплює 75-80% рослин.

Проростання насіння. Насіння ячменю озимого може краще прорости за наявності необхідної кількості вологи – у межах 48 – 57% до повітряно-сухої маси насіння. Після того, як насіння ячменю озимого поглинає воду, воно починає набухати (бубнявіти). У цей момент активуються ферменти, які сприяють розщепленню складних запасних речовин, таких як крохмаль і білки, на простіші сполуки (цукри, амінокислоти). Ці сполуки стають джерелом енергії та матеріалом для розвитку зародка. Зародкові корінці першими починають проростати, забезпечуючи рослину водою і поживними речовинами з ґрунту. Після цього з'являються зародкові листки, які починають рости і прориватися на поверхню ґрунту. Як тільки на поверхні ґрунту з'являється перший справжній листок, настає перша фаза розвитку ячменю озимого — сходи. Ця фаза є критичною, оскільки визначає подальший розвиток рослини та впливає на її здатність витримувати стресові умови, такі як посуха або холод [83].

Сходи. Фаза сходів ячменю озимого значною мірою залежить від температури і вологості посівного шару ґрунту. Насіння починає проростати вже при температурі 3-4°C, але процес значно прискорюється при більш високих температурах, зокрема 19-20°C. Температурний режим є ключовим фактором, який впливає на швидкість проростання та дружність сходів.

За оптимальних умов — належної температури та достатньої вологості ґрунту — сходи з'являються на 6-8-й день після сівби. У цей період важливо

забезпечити рослинам сприятливі умови для розвитку, оскільки це впливає на їхню здатність до кушіння.

Фаза сходів ячменю озимого — це період, коли пророслі паростки з'являються на поверхні ґрунту, і це є першою видимою стадією розвитку рослини. Після проростання насіння зародкові корінці починають розвиватися під землею, а перші справжні листки виходять на поверхню. Дружні сходи є передумовою успішного переходу до наступної фази розвитку — кушіння.

Кушіння. Фаза кушіння ячменю озимого — це період активного розвитку бічних пагонів (стебел) з основи рослини. Ця фаза є надзвичайно важливою, оскільки від кількості утворених пагонів (стебел) як бічних, так і продуктивних, безпосередньо залежить майбутній урожай зерна ячменю озимого. Фаза кушіння зазвичай починається після появи сходів, приблизно через 6-8 днів після їхнього формування, якщо умови для росту рослин ячменю озимого сприятливі. Кушіння розпочинається після того, як у рослини сформується три-п'ять справжніх листків. У цей період з вузла кушіння, розташованого біля поверхні ґрунту, починають розвиватися бічні стебла. Вони є потенційними додатковими стеблами, які згодом можуть утворювати колоси. Активність формування бічних пагонів залежить від кількох факторів, таких як густота посіву, вологість ґрунту, кількість поживних речовин та світла. Температура для кушіння ячменю озимого є оптимальною в межах 10-15°C. Висока вологість ґрунту та хороше забезпечення поживними речовинами, особливо азотом, сприяють інтенсивному кушінню. А недостатня кількість вологи або поживних речовин може зменшити кількість утворених пагонів і, відповідно, вплинути на врожайність. Фаза кушіння ячменю озимого зазвичай завершується з настанням фази виходу рослин у трубку, коли головні стебла починають інтенсивно витягуватися і готуватися до утворення колосу [84].

Вихід у трубку. Фаза виходу в трубку у рослин ячменю озимого є важливим етапом його вегетаційного періоду, коли відбувається активний

ріст стебла. Під час цієї фази стебло витягується в довжину, і всередині нього починається формування майбутнього колоса. Фаза виходу в трубку починається після завершення кущіння, коли рослина закладає свій продуктивний потенціал. Ця фаза зазвичай починається у весняний період, коли середньодобова температура досягає 10-12°C і рослини ячменю озимого отримують достатньо світла та вологи. В цій фазі головне (продуктивне) стебло рослини ячменю озимого інтенсивно росте, витягується в довжину і стає трубчастим.

Бічні пагони, сформовані під час кущіння, продовжують ріст, але продуктивні стебла зазвичай виростають швидше і першочергово формують колос. Під час виходу рослин ячменю озимого в трубку, всередині стебла вже починається формування колоса, який згодом вийде на поверхню. На цьому етапі важливо забезпечити рослини ячменю озимого живленням, особливо фосфором і калієм, які впливають на розвиток колоса та збереження його якості. Фаза виходу рослин ячменю озимого в трубку триває приблизно 15-25 днів, залежно від погодних умов та сортових особливостей рослини. У цей період відбувається не лише витягування стебла, але й активне формування генеративних органів, тобто майбутніх зерен. Вихід у трубку ячменю озимого є критичним періодом для формування майбутнього врожаю, оскільки саме під час цієї фази визначається кількість квіток у колосі та потенційна кількість зерен [85].

Фаза виходу рослин ячменю озимого в трубку завершується, коли стебло досягає максимальної висоти, а колос починає виходити на поверхню, сигналізуючи про початок наступної фази — колосіння.

Колосіння. Фаза колосіння ячменю озимого — це ключовий етап розвитку рослин, коли колос повністю сформований і виходить з піхви верхнього листка на поверхню. Ця фаза є ключовою у формуванні зерна. Це зазвичай відбувається в період підвищення температури та при достатній кількості вологи у ґрунті. Рослини ячменю озимого на цей час вже мають добре розвинене стебло і кілька листків. Колос спочатку виходить частково, а

згодом повністю з'являється на поверхні, після чого стає доступним для комах і вітру, завдяки якому відбувається запилення. Але нестача вологи, низькі або занадто високі температури можуть негативно вплинути на процес запилення та формування зерен. Оптимальна температура для фази колосіння ячменю озимого — 15-20°C. Посушливі умови або надмірна спека під час цієї фази можуть призвести до стерильності пилку або погіршення якості цвітіння і, як наслідок, до зменшення кількості зерен у колосі. Фаза колосіння ячменю озимого завершується, коли колос повністю виходить на поверхню і починається процес цвітіння та запилення. Після цього рослина переходить до фази цвітіння.

У ячменю озимого фаза цвітіння відбувається протягом кількох днів і залежить від погодних умов, поступово охоплюючи всі квітки в колосі. Ячмінь озимий є самозапилюючою рослиною, тобто більшість його квіток запилюються власним пилком. Однак певна частина пилку може переноситися вітром, сприяючи додатковому запиленню. Оптимальні умови для цвітіння — це помірна температура (15-20°C) і достатня кількість вологи. У таких умовах запилення відбувається швидко і ефективно. Надмірна спека (більше 25°C), посуха або сильні дощі під час цвітіння ячменю озимого можуть негативно вплинути на запилення та зменшити кількість запліднених квіток, що призведе до зниження врожайності. Фаза цвітіння завершується, коли всі квітки в колосі запилені, і починається процес формування зерна. Якість зерна ячменю озимого також значною мірою залежить від того, наскільки сприятливими були умови під час цвітіння [86].

Формування і досягання зерна. Фази формування та досягання зерна ячменю озимого — це завершальні етапи його вегетаційного циклу, коли відбувається накопичення поживних речовин в зернах, їхня зрілість і підготовка до збору врожаю. Від успішного проходження цих фаз залежить як кількість, так і якість отриманого зерна. Початок фази починається одразу після завершення фази цвітіння ячменю озимого, коли квітки в колосі запліднені і розпочинається процес розвитку зернівки. Цей період триває

приблизно до трьох тижнів, протягом яких відбувається інтенсивне накопичення поживних речовин у зерні ячменю озимого, зокрема крохмалю, білків і вітамінів. Спочатку зерно ячменю озимого є молочної консистенції, а пізніше набуває твердості. У цей період рослина активно споживає поживні речовини з ґрунту та їх перерозподіляє між колосом і листям. Особливо важливими є азот, калій і фосфор, які сприяють утворенню білка і вуглеводів у зерні. Оптимальна температура для формування зерна ячменю озимого — 18-24°C, а достатня кількість вологи в ґрунті сприяє накопиченню сухих речовин у зернівці. Посушливі умови можуть уповільнити процес накопичення речовин у зерні і призвести до зменшення його маси та якості.

Існує три основні фази досягання зерна ячменю озимого: молочна, воскова, та повна стиглість. Молочна стиглість – зерно наповнене рідиною, яка має молочну консистенцію. Це початковий етап формування. Воскова стиглість – зерно більш тверде, але ще містить багато вологи. Його консистенція нагадує віск. Повна стиглість–зерно стає твердим і повністю дозрілим. Вміст вологи в ньому значно зменшується [87,88].

Фаза досягання (повна стиглість) починається після завершення формування зерна ячменю озимого, коли накопичення поживних речовин майже завершено. У цей період рослина поступово припиняє активне споживання вологи та поживних речовин, і зерно починає дозрівати. Тривалість цієї фази становить 10-14 днів і залежить від погодних умов. Важливо, щоб у цей період не було різких змін температури або надмірної вологи, що може зашкодити зерну.

Маса 1000 зернин у цей період, як правило, досягає всього 8 - 12 г і залежить від сорту.

Під час процесу досягання відбувається поступове висихання зерна і зменшення вмісту вологи до оптимального рівня для збору врожаю. У цей період рослини ячменю озимого починають жовтіти, листя засихає, і колос повністю досягає. Зерно стає твердим, з високою концентрацією сухих

речовин. Зовні колос набуває золотистого кольору, і в цей період рослина повністю готова до збору врожаю [89].

Збір врожаю ячміню озимого розпочинають, коли зерно досягає повної стиглості і вологість зменшується до 14-16%. У цей момент зерно добре відділяється від колосу і має максимальну масу. Важливо не затягувати зі збором врожаю, оскільки надмірне зволікання може призвести до втрат через осипання зерна або погіршення його якості.

За останні роки в Україні та за її межами створено багато цінних сортів ячменю з високим потенціалом урожайності. Так, станом на кінець 2024 року до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» внесено 4 сорти ячменю дворучки, 122 озимого та 186 сортів ячменю ярого [90].

1.3. Значення біопрепаратів у формуванні врожайності та якості зерна ячменю озимого

Впровадження сучасного, екологічно-чистого виробництва сільськогосподарської продукції стає все більш актуальним у світі та є важливим кроком на шляху до сталого розвитку, оскільки зростає попит на якісні і безпечні продукти харчування та збереження навколишнього середовища. Використання перспективних, економічних, біологічних методів вирощування є ключовим елементом у досягненні цих цілей [90]. Залучення новітніх технологій, знань і досвіду науковців, фермерів грає важливу роль у досягненні цього. Такі агенти не забруднюють навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для масового виробництва та мають невичерпні ресурси. Саме тому, більшість розвинутих країн світу надають переваги екологічно безпечним методам регуляції чисельності шкідливих організмів у агрофітоценозах. Їх застосування у сільському господарстві є важливим інструментом для досягнення стабільного і сталого виробництва сільськогосподарської продукції. Вони дозволяють оптимізувати процеси

росту і розвитку рослин, підвищувати врожайність та покращувати якість продукції, водночас зберігаючи екосистему і природні ресурси. Цей підхід не тільки відповідає вимогам сучасного агровиробництва, але й принципам сталого розвитку [91].

Одним із шляхів підвищення врожайності ячменю озимого і покращення якості його зерна у сучасних технологіях вирощування є застосування стимуляторів росту як для обробки насіння, так і посіву рослин упродовж вегетації, які стимулюють проходження імуннозахисних процесів, діють на рослину через активізацію розвитку кореневої системи і підвищення її абсорбуючої активності, внаслідок чого посилюється інтенсивність засвоєння елементів живлення[92].

За останні роки в Україні вироблено біля 100 тис. гектарних норм біопрепаратів, Угорщині – понад 200 тис., Великобританії та Польщі – по 500 тис., Румунії – більше 1 млн, Індії – 3 млн, Канаді – 4 млн, а в Австралії – біля 6 млн гектарних норм [93]. Дивлячись на останні тенденції розробок, то можна відстежити розвиток біологічних препаратів, які на початку створення були спрямовані лише проти фітофагів, то останніми роками асортимент їх щоразу поступово істотно зростає, від стримування збудників хвороб до покращення фізіологічних процесів у рослинах, що відіграє важливу роль у сталому сільському господарстві. На сьогоднішній період біологічні препарати комплексної дії є важливим елементом у сучасному агровиробництві, оскільки вони забезпечують ефективний і екологічно безпечний захист сільськогосподарських культур в частості і ячменю озимого. Їх використання допомагає аграріям досягати високої продуктивності при зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище, що є критично важливим у контексті глобальних викликів у сільському господарстві. Розвиток біологічних засобів захисту рослин, особливо для ячменю озимого, є важливим етапом у створенні сталих агросистем. Застосування нових біопрепаратів, які контролюють розвиток хвороб і підвищують продуктивність, забезпечує не лише зростання

врожайності, а й збереження екологічної рівноваги. Це відкриває нові можливості для аграріїв у досягненні якісного і безпечного врожаю [94].

Досвід С. Пономаренка щодо одночасного протруєння насіння та його обробки біостимуляторами відображає сучасні тенденції в агрономії, які орієнтовані на підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур. Використання біостимуляторів у поєднанні з оптимізацією норм протруйників може стати важливим інструментом для агрономів у досягненні успіху в виробництві [95,96].

Позитивною стороною застосування біопрепаратів є протидія окремим хворобам рослин. Корисні мікроорганізми, внаслідок заселення у кореневу систему, певний час стримують інфікування рослин патогенами [97,98]. Відносно до маси насіння, ячмінь озимий потребує для проростання 47-50% води та значну кількість елементів живлення. Відомо, що ґрунтові запаси основного біогенного елементу азоту щорічно зменшуються, і в більшості ґрунтів азотні мінеральні сполуки, доступні для рослин (нітрати, аміак), знаходяться в мінімальній кількості. Відповідно, недостатнє утворення харчового і кормового білку є переважно результатом низького рівня забезпеченості ґрунту азотом, що призводить до зниження врожайності.

Регулятори росту рослин відіграють важливу роль у покращенні адаптаційних можливостей рослин до несприятливих умов. Завдяки здатності інтенсифікувати клітинну діяльність і викликати зміни в будові рослин, вони допомагають рослинним організмам краще справлятися з несприятливими умовами. Це робить їх незамінними у сучасному агрономічному виробництві, сприяючи підвищенню врожайності та якості сільськогосподарських культур.

Збільшення частки зв'язаної води в клітинах сільськогосподарських рослин під впливом регуляторів росту і біопрепаратів є ключовим фактором для підвищення морозостійкості. При цьому регулятори росту і біопрепарати стимулюють синтез білків і вуглеводів, які виконують кілька важливих функцій. Перш за все білки, такі як десикатори і крохмали, допомагають підтримувати структуру клітин та запобігають їхньому пошкодженню під час

замерзання. Вуглеводи служать джерелом енергії для метаболічних процесів у рослинах, що особливо важливо в умовах стресу. Регулятори росту можуть знижувати стрес, викликаний фітотоксичними речовинами, активуючи захисні механізми в рослинах. Це може включати збільшення антиоксидантних ферментів, які нейтралізують шкідливі вільні радикали [97,98].

Дослідження багатьох вчених показали, що регулятори росту та біопрепарати активують певні гени, які відповідають за стресову реакцію сільськогосподарських рослин. Це може включати активацію шляхів, що відповідають за синтез білків стресу (таких як шаперони), які допомагають сільськогосподарським рослинам адаптуватися до стресових умов.

Використання біопрепаратів на посівах ячменю озимого є запорукою одержання високих урожаїв за незначних енерговитрат та високої екологічної безпеки. У багатьох випадках біопрепарати розглядають лише як додаткове джерело підвищення родючості ґрунту, врожайності та якості сільськогосподарських культур. На формування показників якості зерна ячменю озимого істотно впливають позакореневі підживлення в основні фази вегетації рослин. Найбільш стрімкого поширення в останні роки набули препарати на основі азотфіксувальних бактерій, що здатні забезпечувати рослини біологічним азотом, який не забруднює довкілля і не порушує природні екосистеми [100,101,102].

Вчені, такі як Л. Анішин, Л. Биценко, З. Грицаєнко, С. Пономаренко та інші, провели численні дослідження щодо ефективності регуляторів росту в технологіях вирощування зернових колосових. Їхні дослідження допомагають розширити розуміння механізмів дії цих препаратів та їх впливу на рослинні системи. Тобто на основі їх досліджень агрономи можуть адаптувати технології вирощування до конкретних умов, що підвищує ефективність агровиробництва. Дослідження, проведені науковцями, сприяють глибшому розумінню їхніх механізмів дії і впливу на рослини, що,

в свою чергу, допомагає аграріям реалізувати потенціал сільськогосподарських культур [103-105].

Багатьма дослідниками, у т.ч. України та інших країн світу, встановлено, що сучасні біопрепарати здатні підвищувати врожай основних сільськогосподарських культур на 10–30 %. За ефективністю дія гектарної дози рістрегулятора є рівнозначною до дії мінеральних добрив на рівні 25 кг/га д.р. NPK [106]. Для зернових культур, зокрема зерна ячменю озимого, це дає можливість забезпечити приріст урожайності на рівні до 1 т/га, що значною мірою залежить ще й від забезпеченості ґрунту рухомими елементами живлення, а також від погодних умов упродовж вегетаційного періоду рослин та інших факторів. При цьому, чим складніші (несприятливі) ґрунтово-кліматичні і погодні умови, тим важливішою стає роль біологізації в технологіях вирощування ячменю озимого. Застосування одного біопрепарату не в змозі повністю забезпечити потреби рослин в елементах живлення, але за його систематичного використання в сівозміні (щорічно) можна зменшити негативний баланс азоту не менш як на 50%, фосфору – на 20–30%, а також істотно поліпшити склад ґрунтової мікрофлори та фітосанітарний стан землекористування.

Висновки до розділу 1:

- Зерно ячменю є важливим для різних напрямків використання у багатьох країнах світу. Виробництво зерна ячменю в Україні за останні декілька років різнилось, але традиційними лідерами за посівних площами під цією культурою залишаються Одеська і Миколаївська області. Разом з тим рівні врожайності зерна цієї культури супроводжуються поступовим зростанням. Необхідно зауважити, що в багатьох країнах світу та в Україні зокрема, наука і практика стрімко займаються пошуком шляхів підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур, зниження негативного впливу токсичних речовин на агросистеми за рахунок регуляторів росту і біопрепаратів в процесі розвитку культур.

- З проаналізованих вітчизняних і зарубіжних джерел, в яких висвітлено результати досліджень і закордонний досвід агрогосподарств з питань виробництва і використання регуляторів росту в сільському господарстві, встановлено, що застосування біопрепаратів у технологіях вирощування ячменю озимого, дає змогу подолати низку проблем щодо підвищення врожайності, одержання якісного і екологічно чистого зерна.

- За результатами багатьох вчених, які проводили дослідження з ячменем озимим, встановлено, що позакореневі підживлення рослин в основні періоди вегетації дають змогу не тільки збільшити врожайність а і покращити якість зерна за використання ресурсозберігаючого живлення. Найголовніше, що цей захід – забезпечує збереження екологічного стану навколишнього середовища загалом, у тому числі не призводить до погіршення родючості ґрунту.

- Враховуючи важливу роль застосування біологічно активних регуляторів росту у підвищенні врожайності та якості зерна ячменю озимого, програмою наших досліджень передбачали провести експериментальні та виробничі дослідження їх використання під ячмінь озимий. В умовах Південного Степу України досліджували ефективність біопрепаратів Азотофіту, Мікофренду і Меланорізу на посівах чотирьох сортів ячменю озимого шляхом проведення позакореневих підживлень в основні фази вегетації рослин. З цією метою розглянуто і проаналізовано вітчизняну і зарубіжну літературу щодо сучасного стану виробництва та застосування біопрепаратів на посівах рослин ячменю озимого. На основі проведеного аналізу наукових праць та обґрунтування його результатів визначено робочу гіпотезу, обґрунтовано мету і завдання досліджень.

Список використаної літератури до розділу 1:

1. Гамаюнова В.В., Литовченко А.О., Дворецький В.Ф., Касаткіна Т.О., Музика Н.М., Кувшинова А.О. Шляхи збільшення продуктивності та

ефективності використання вологи зерновими культурами в умовах Південного Степу України. Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи (До 80-річчя Ківера В.Х.) : матеріали регіональної наук.-практ. конф. Дніпро, 2017. С. 18–20.

2. Продуктивність ячменю озимого-дворучки за осінньої та весняної сівби залежно від обробки насіння та фону живлення / І. Д. Ткаліч та ін. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 31–35.

3. Чугрій Г. А., Вінюков О. О., Гирка А. Д. Вивчення впливу біопрепаратів за різних норм внесення на продуктивність пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Science Review*. 2020. Vol. 1(28). С. 9-15

4. Марков І., Дмитришак М., Мокрієнко В. Ярий ячмінь. Сучасні технології АПК. Вирощування основних сільськогосподарських культур. Київ : ТОВ «Видавничий дім «Імпери – Медіа», 2011. С. 32-55.

5. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Поліщук С. С. Ячмінь як продукт функціонального харчування : монографія / голов. ред. В. В. Моргун ; НАН України. Київ : Логос, 2016. 618 с.

6. Петриченко В. Ф., Безуглий М. Д., Жук В. М., Іващенко О. О. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. Київ : Аграрна наука, 2012. 48 с.

7. Бондаренко В. І., Рябуха М. М. Особливості вирощування озимого ячменю в північно-західних районах Степу України. Вісник аграрної науки. 1994. № 3. С. 31-35.

8. Сторчак М. В. Озимі зернові культури в умовах півдня України : навч. посіб. / ред. В. В. Колесніков ; Херсонський державний аграрний університет. Херсон : Айлант, 2006. 76 с.

9. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів:НВФ «Українські технології», 2008. 624 с

10. Рослинництво. Частина 1 : навч. посібн. / В. А. Мазур, І. С. Поліщук, Н. В. Телекало, Н. О. Мордванюк. Вінниця : ВНАУ, 2020. 352 с.

11. Розвиток органічного ринку - Україна та світ. Organicinfo.ua. 2018. URL: <https://organicinfo.ua/news/rozvytok-orhanichnoho-rynku-ukraina-ta-svit/>
12. Рослинництво з основами програмування врожаю : навч. посіб. / за ред. О. Г. Жатова. Київ : Урожай, 1995. 253 с.
13. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Підвищення адаптаційних властивостей ячменю озимого до змін кліматичних умов Степу України. Стан і перспективи розвитку селекції в умовах змін клімату : матеріали Міжнар. наук-практ. інтернет-конф. (23 лют. 2018 р.) Херсон, 2018. С. 37–39.
14. Рослинництво з основами кормовиробництва : підручник / С. М. Каленська, М. Я. Дмитришак, Г. І. Демидась та ін. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2014. 650 с.
15. Влох В. Г., Дубковецький С. В., Кияк Г. С., Онищук Д. М. Рослинництво. Київ : Вища школа, 2005. 382 с.
16. Рослинництво з основами кормовиробництва : підручник / С. М. Каленська, М. Я. Дмитришак, Г. І. Демидась та ін. Вінниця : Нілан ЛТД, 2014. 650 с.
17. Рослинництво : підручник / С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я. Дмитришак та ін. ; за редакцією О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.
18. Лісовий М. М., Воронюк З. С. Сучасний стан і перспективи вирощування основних круп'яних культур. Зрошуване землеробство. 2010. Вип. 54. С. 103-113.
19. Кернасюк Ю. Ринок ячменю: потенціал розвитку. *Агробізнес сьогодні*. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7950-rynok-iachmeniu-potentsial-rozvytku.html>
20. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин у Південному Степу України. Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування

сільськогосподарських культур : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 2017 р. Дніпро, 2017. С. 55–57.

21. Жарун О. В., Наумова О. В. Ефективність виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах Уманського району. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Вип. 81(2). С. 51-55. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2012_81%282%29__8

22. Григоренко С. Проблеми та перспективи насінництва в Україні. Агробізнес сьогодні. 2018. URL : <https://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/9136-problemy-ta-perspektyvy-nasinnystva-v-ukraini.html>.

23. Камінська В. Дудка О. Високоякісне зерно ячменю. Аграрний тиждень Україна. URL : <https://a7d.com.ua/plants/31874-visokoyaksne-zernoyachmenyu.html>.

24. Каражбей Г. Стан та перспективи ячменю озимого на насіннєвому ринку України. Інфоіндустрія. 2019. URL: <https://infoindustria.com.ua/stan-ta-perspektivi-yachmenyu-ozimogo-na-nasinnnyevomu-rinku-ukrayini/>

25. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

26. Бабан Т. О. Динаміка світового виробництва ячменю та роль України у формуванні його пропозиції. Наукові праці ПДАА. 2012. Т. 1. Вип. 2(5). С. 18-21.

27. Вирощування ячменю у світі. Yara Україна. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/barley/barley-key-facts/barley-world-production/>

28. Кордін О. Зернові від ЗААТЕН-УНІОН – німецька якість, адаптована до умов України. Зерно. 2015. № 7 (112). С. 108–109.

29. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво : навч. посіб. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
30. Захарчук О. В. Сучасна концепція розвитку насінництва в Україні. Сучасні напрями селекційного удосконалення пшениці : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присв. 100-річчю селекції пшениці в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення, м. Одеса, 1-3 червня 2016 р. Вінниця, 2016. С. 138-140. URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua/pshenytsa2016/paper/view/8005>
31. Сільське господарство України 2017 : статистичний збірник. Державна служба статистики України. 2018. 245 с. URL : https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/zb_sg2017_pdf.pdf.
32. Рослинництво України 2018 : статистичний збірник. Державна служба статистики України. 2019. 220 с. URL : https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf
33. Україна: тенденції зернового ринку (березень 2025 р.). АПК-Інформ. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/analytics/1547514>
34. Кафлевська С. Г., Козяр Н. О. Стан та проблеми розвитку ринку зерна в Україні. Ефективна економіка. 2013. № 4. URL : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1928>
35. Захарчук О. В. Аналіз розвитку високопродуктивних сортів і насіння сільськогосподарських культур. Економіка АПК. 2016. № 3. С. 57–65.
36. Panfilova A., Voronkova H., Kuvshynova A. Use of stubble's biodestructor for soil fertility improvement and environment protection. 9th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus" & 14th International Conference «Young Scientists Towards The Challenges Of Modern Technology» Materials. – Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, NOVEMBER 21-23TH, 2019. p. 234–238.
37. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Значення біопрепаратів у впливі на врожайність зерна сортів ячменю озимого в зоні Степу України.

Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво : матеріали доп. Міжнар. наук-практ конф., (16-18 жовтня 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 10–12.

38. Маслак О. Ринок ячменю: підсумки та перспективи. Агробізнес сьогодні. 2012. <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7828-rynok-iachmeniu-pidsumky-ta-perspektyvy.html>

39. У 2019 році експорт всіх зернових з України складе 52 млн тонн. Українська зернова асоціація. URL : <http://uga.ua/news/u-2019-rotsi-eksport-vsih-zernovih-z-ukrayini-sklade-52-mln-tonn/>.

40. Лук'янчук С. Всупереч прогнозам, Україна в 2018 році збрала найбільший урожай зернових за весь час свого існування. Texty.org.ua - статті та журналістика даних для людей. URL : http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/91519/Vsuperech_prognozam_Ukraina_v_2018_roci_zibrala.

41. Лінчевський А. А. Головний фактор високого врожаю ячменю. *Насінництво*. 2009. № 4. С. 4–7

42. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с. URL : <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2018-rik.pdf>.

43. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. Київ, 2017. 392 с. URL : <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2017-rik.pdf>.

44. Лінчевський А. А., Легкун І. Б., Бабаш А. Б., Щербина З. В. Пріоритети в селекції ячменю (*Hordeum vulgare* L.) для сучасних умов виробництва зерна в Україні. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2017. Вип. 30(70). С. 23-39.

45. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : підручник. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
46. Лозовіцький П. С. Основи землеробства та рослинництва. Книга 1. Землеробство : навч. посіб. Київ. 2010. 268 с.
47. Поліщук С. С., Моргун Б. В., Рибалка О. І. Поліморфізм генів *Vmy1*, *Lox-1* та *Wax* як детермінантів ознак харчової цінності зерна ячменю. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2014. Вип. 24 (64). С. 28–40.
48. Гораш О. С., Климишена Р. І. Реалізація потенціалу продуктивності елементів структури врожайності ячменю озимого. Вісник аграрної науки. 2015. № 7. С. 27-30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_7_7
49. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Системи контролю початкового розвитку сучасних селекційних зразків озимих зернових колосових культур у СГІ – НЦНС. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 16. С. 156–160.
50. Кувшинова А.О., Якубчук І.С. Агроекологічні аспекти вирощування ячменю озимого під впливом біопрепаратів в умовах Степу України. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., (9-11 грудня 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 69–71.
51. Сардак М. О., Сардак М. І., Гвоздь О. О. Формування врожаю голозерного та плівчастого ярого ячменю залежно від норм висіву та мінерального живлення в умовах Північного Лісостепу України. Миронівський вісник. 2016. Вип. 2, С. 249-261.
52. Резніченко Н. Д. Збережемо потенціал ячменю озимого. Аграрний тиждень. 2017. № 12 (325). С. 49– 50.
53. Мотрук Б. П. Рослинництво. Київ : Вища школа, 1999. 464 с.
54. Пушкаренко О. Я., Хореба В. В. Гаркавий Прокіп Хомич. Енциклопедія Сучасної України. Київ, 2005. Т. 5. С. 401.

55. Andreychenko L. V., Lavrishina O. Y. Alternative varieties of winter barley for growing in conditions of South of Mykolaiv region. The Scientific Journal Grain Crops. 2020. Vol. 3, no. 2. P. 286–292. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0088>
56. Продуктивність ячменю озимого-дворучки за осінньої та весняної сівби залежно від обробки насіння і фону живлення / І. Д. Ткаліч та ін. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААНУ. 2016. № 7. С. 31–35.
57. Лінчевський А. А. Гаркавий Прокіп Хомич (1908–1984). Вчені-генетики і селекціонери у галузі рослинництва. Кн. 4. Київ, 2000. С. 48-51.
58. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М., Баташова М. Е. Селекція і генетика ячменю (*Hordeum vulgare* L.): Напрями та методи селекції ячменю. Селекція і генетика окремих культур. AGRO MAGE. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=463
59. Гирка А. Д. Агробіологічні основи формування продуктивності озимих та ярих зернових культур у північному Степу України : дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09. – рослинництво / наук. консультант А. В. Черенков. Дніпропетровськ, 2015. 353 с. URL: <https://institut-zerna.com/library/repositariy/docs/girka/girka-dis.pdf>.
60. Linchevs'kyj A., Legkun I. A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. Visnyk agrarnoi nauky. 2020. Vol. 98, no. 9. P. 34–42. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-05>
61. Лінчевський А. А. Ячмінь в умовах зміни клімату. Аграрний тиждень. 2016. № 11. С. 48–51.
62. Кувшинова А.О., Бескровна А.О., Маліцький Р.Р., Гамаюнова В.В. Значення сучасних біопрепаратів у формуванні врожаю зерна сортів ячменю озимого на півдні України. Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти : матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.(28 лист. 2018 р.) Полтава, 2018. С. 95–97.

63. Мамєдова Е. І. Вплив агротехнологічних заходів вирощування на формування надземної маси рослин ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 61–66.
64. Солодушко М. М., Солодушко В. П., Гасанова І. І., Ярошенко С. С. Вплив строків сівби озимого ячменю після різних попередників на його урожайність. *Агроном*. 2019. № 3. С. 106. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-strokov-sivby-ozymogo-yachmenyu-pislya-riznyh-poperednykiv-na-jogo-rozvytok-i-urozhajnist/>
65. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : навч. посібник. Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. 432 с.
66. Лінчевський А. А. Ячмінь в умовах зміни клімату. *Аграрний тиждень*. 2016. № 11. С. 48-51.
67. Завалипін Н. О. Особливості перезимівлі рослин ячменю озимого залежно від строків сівби в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 312–317. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0091>
68. Стельмах А. Ф., Бальвінська М. С., Файт В. І., Захарова О. О. Оцінка систем регуляції темпів початкового розвитку зразків ячменю (*Hordeum Vulgare* L.) осіннього строку сівби. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2017. Вип. 29 (69). С. 50–59.
69. Кисіль Л. Б., Заєць С. О. Вплив погодних умов та строків сівби на врожайність сортів ячменю озимого на зрошуваних землях Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 41-51. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.8>
70. Резніченко Н. Д. Динаміка накопичення сирої маси та сухої речовини сортами ячменю озимого за різних умов вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 113–117.

71. Балюк С. А., Носко Б. С., Воротинцева Л. І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4. С. 5–12.
72. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 816 с.
73. Климишина Р. І. Продуктивність ячменю озимого залежно від удобрення та норм висіву насіння. *Вісник аграрної науки*. 2012. №10. С. 76–79.
74. Система удобрення сільськогосподарських культур в землеробстві початку ХХІ століття : моногр. / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. Київ, 2016. 400 с.
75. Рябчун Н. І., Тимчук В. М., Садовой О. О. Формування структури площ озимих зернових культур з урахуванням їх адаптованості до умов середовища. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 19. С. 86-94
76. Лінчевський А. А. Ячмінь в зерновиробництві України. *Посібник українського хлібороба*. 2010. С. 184-185
77. Мазур В. А., Цицюра Я. Г. Перспективи виробництва високоенергетичних культур та оцінка біоенергетичного потенціалу Вінниччини. *Збірник наукових праць інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 203-208.
78. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О., Музика Н. М. Значення попередника у формуванні зернової продуктивності озимих культур в умовах Степу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1(53). С. 80–87.
79. Собко М. Г. Бондаренко І. М. Урожайність ячменю озимого в залежності від строків сівби в умовах змін клімату Північно-Східного Лісостепу. *Таврійський науковий вісник* № 130. С. 234-239.
80. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Єлькін І. В. Урожайність різних сортів озимих зернових культур залежно від строків сівби в умовах

Причорномор'я. Scientific Journal «ScienceRise». 2019. № 9-10 (62-63). С. 12-16. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/3009>.

81. Ярчук І. І., Божко В. Ю., Невтриніс А. В. Визначення критеріїв пересіву ушкоджених взимку посівів ячменю. Агроном. 2012. № 1 (35). С. 86–87.

82. Агротехнологічні вимоги до сівби озимих культур під урожай 2019 року у Південному Степу України : науково-практичні рекомендації / уклад. : Р. А. Вожегова, С. О. Заєць, А. М. Коваленко та ін. Миколаїв, 2018. 44 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/4638>

83. Федорчук М. І., Нагірний В. В. Зимостійкість сортів озимого ячменю за лабільних параметрів клімату на півдні України. Таврійський науковий вісник. 2018. Вип. 104. С. 108-115.

84. Марков І. Біологічні особливості ячменю посівного. Агробізнес сьогодні. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8902-bioekolohichni-osoblyvosti-iachmeniu-posivnoho.html>

85. Елементи технології вирощування насіння сортів ячменю ярого Миронівської селекції у Лісостепу України : методичні рекомендації / О. А. Демидов, В. М. Гудзенко, В. С. Кочмарський та ін. Миронівка, 2018. 30 с.

86. Ячмінь / упор. : В. А. Кононюк, З. Б. Борисонік, А. Г. Мусатов та ін. Київ : Урожай, 1986. 144 с.

87. Жук С. В. Особливості ярого ячменю. Фермерське господарство. 2004. № 5. С. 21. 24.

88. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2002. С. 159–207

89. Лінчевський А. А. 92 роки селекції ячменю в Селекційно-генетичному інституті. Збірник наукових праць СГІНАЦ НАІС. 2008. Вип. 12 (52). С. 24–49.

90. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Значення живлення в підвищенні врожаю ячменю озимого і ярого в зоні Степу

України. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (12 вересня 2019 р.) Вінниця, 2019. С. 152–154.

91. Сергєєв А. А. Вплив біостимуляторів росту рослин на продуктивність озимої пшениці. Зрошуване землеробство. 2007. Вип. 48. С. 68-72.

92. Думич В., Шкоропад Л. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування озимих зернових культур. Техніка і технології АПК. 2018. № 2. С. 19-22.

93. Застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур на полях з мінімальними системами обробітку ґрунту / М. Кожушко та ін. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2016. Вип. 20. С. 345-354. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2016_20_44

94. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування : зб. наук. праць УДАУ. Умань, 2008. С. 44-51.

95. Анішин Л. О. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. Пропозиція. 2012. № 5. С. 64–65

96. Ткаленко Г. Біологічний метод захисту рослин в Україні: реалії і перспективи. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/25041-biologichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html>

97. Український ринок біопрепаратів росте. AgroPortal.ua. URL: <https://agroportal.ua/blogs/ukrainskii-rynok-biopreparatov-rastet>

98. Чугрій Г. А., Вінюков О. О., Гирка А. Д. Вивчення впливу біопрепаратів за різних норм внесення на продуктивність пшениці озимої в умовах Північного Степу України. Science Review. 2020. Vol. 1(28). С. 9-15.

99. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур О. В., Максимов А. М. Використання біопрепаратів - перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. Сільське господарство та лісівництво. 2015. Вип. 2. С. 5-17.
100. Буценко Л. М., Пирог Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин підручник. Київ : Ліра-К, 2018. 346 с.
101. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ :
102. Анішин Л. А. Пономаренко С. П, Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. Київ : МНТЦ «Агробіотех», 2011. 54 с.
103. Кожушко М. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур в Західному регіоні України. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37-42.
104. Колесніков М.О., Пономаренко С.П. Вплив біостимуляторів Стимпо та Регоплант на продуктивність ячменю ярого. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 81-86.
105. Ефективність застосування препаратів Антистрес та Марс-Elbi на посівах ячменю озимого / І. І. Ярчук та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 96. С. 135-140.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматична характеристика південно-степового регіону та погодні умови в роки проведення досліджень

На врожайність сільськогосподарських культур істотно впливають погодні умови, відіграючи вирішальну роль в їх рості і розвитку.

На сучасному етапі, результатами багатьох науковців зазначається, що при підвищенні температури збільшується і частота стихійних опадів. Розуміння взаємодії між рослинами та навколишнім середовищем дозволяє аграріям ефективніше використовувати потенціал рослин у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Кожна ґрунтово-кліматична зона характеризується певним типом ґрунтів, які можуть бути більш або менш родючими, мати різний рівень кислотності, структуру та вологозабезпечення. Знання реакції рослин на ці особливості дозволяє вибирати оптимальні сорти та адаптувати агротехнічні прийоми.

Надання своєчасної та детальної інформації про поточні та очікувані погодні умови, а також оцінку їхнього впливу на розвиток посівів, допомагає аграріям враховувати складні агрометеорологічні умови в певній місцевості. Це, у свою чергу, дозволяє їм ефективно використовувати ресурси та робочу силу, тим самим підвищуючи врожайність та мінімізуючи втрати, спричинені несприятливими погодними умовами.

Степова зона розташована на південь від лісостепу і простягається до Азовсько-Чорноморського узбережжя. Протяжність зони становить 1075 кілометрів зі сходу на захід і 500 кілометрів з півночі на південь. Залежно від рівня тепло- і водозабезпеченості, властивостей ґрунтів і рослинного покриву степова зона поділяється на три природні зони: північний степ, центральний степ і південний степ (посушливий степ). Клімат Степової зони помірно-

континентальний. Порівняно з лісостеповими ділянками луки характеризуються більшими річними коливаннями температури, меншою кількістю опадів і недостатнім зволоженням. Як правило, вологість повітря низька, посушливі періоди, завдають шкоди сільському господарству.

Основним джерелом цінних ресурсів регіону є його стратегічне положення в степовій природній зоні, що надає значні агропромислові ресурси. Крім того, його прибережне розташування сприяє його вражаючому рекреаційному потенціалу. Через велику протяжність регіону з півночі на південь і його близькість до Чорного моря, кліматичні та природні умови в різних районах значно відрізняються. Тому структура та продуктивність сільського господарства сильно відрізняються за регіонами вирощування [1].

Південний регіон України включає територію чотирьох областей (Запорізької, Миколаївської, Одеської, Херсонської).

Зона Степу займає площу – 195,1 тис. км², що становить 32,3 % загальної площі. Зазвичай клімат Миколаївської області помірно континентальний, літо спекотне, вітряне, з частими «суховіями». Зима малосніжна, порівняно нехолодна, середньобаторічні показники температури повітря Південної зони складають 9,2°C, при цьому найнижча температура спостерігається у січні (мінус 3,1°C), а найвищі показники зафіксовано – у липні (27,8°C) [2,3].

Польові та лабораторні дослідження з чотирма сортами ячменю озимого проводили впродовж 2016-2019 рр. у навчально-науково-практичному центрі Миколаївського національного аграрного університету (с. Благодатне Миколаївського району), яке розташоване на правому березі річки Південний Буг і згідно агрокліматичного районування території Миколаївської області відноситься до південного посушливого агрокліматичного району, що характеризується дуже спекотним, кліматом. Миколаївський район стикається з дефіцитом водних ресурсів на місцевості. Проте вихід є завдяки наявності Південнобузької зрошувальної системи, яка охоплює поля трьох районів Миколаївської області.

Характеристика кліматичних умов за багаторічний період та в роки вирощування наводиться за даними Миколаївського обласного центру з гідрометерології та метеопункту ННПЦ МНАУ.

Погодні умови у роки проведення досліджень наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Погодні умови у роки проведення досліджень

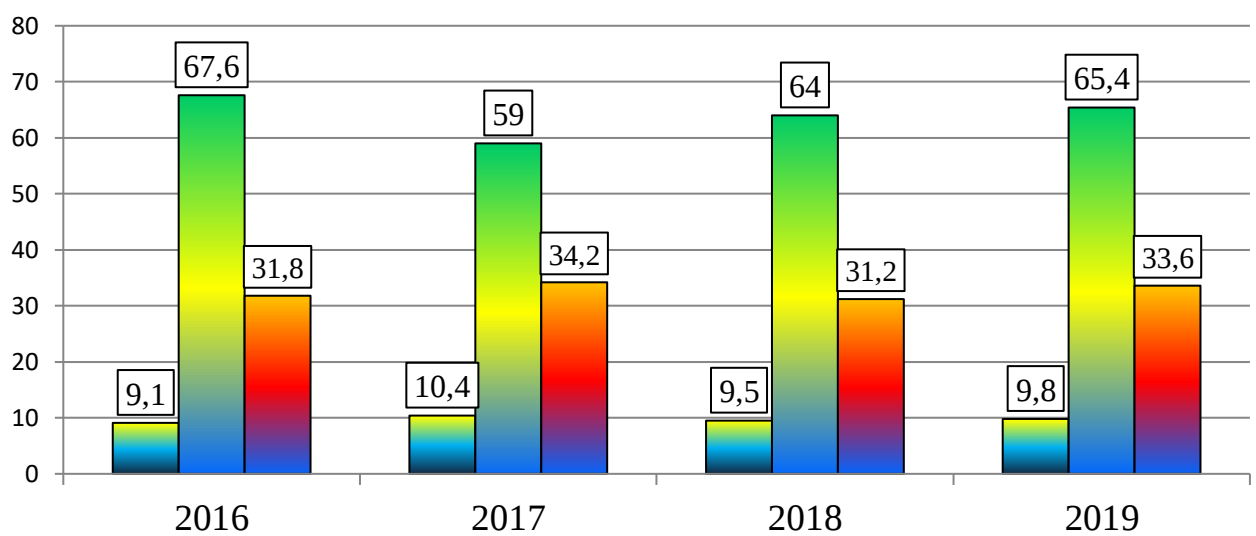
Строки визначення	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень
Середьодобова температура повітря у роки проведення дослідження											
2016	17,6	11,5	6,4	-2,0	-2,5	-3,0	6,3	12,6	16,1	22,1	24,4
2017	16,1	13,2	7,9	-1,0	-1,5	-2,0	7,0	9,3	16,3	22	26,4
2018	17,5	12,5	8,5	-2,3	-2,0	-3,5	4,8	12,8	18,9	22,4	26,3
2019	18,3	14,0	8,2	-2,5	-2,3	-3,0	5,6	13,2	17,2	23,2	27,8
Середнь-обогаторічна	17,4	12,8	7,8	-2,0	2,1	2,9	5,9	12,1	17,1	22,4	24,5
Середня відносна вологість повітря у роки проведення досліджень											
2016	56,5	69,4	89,5	85,2	87,5	81,0	78,5	71,5	66,4	68,3	58,0
2017	54,3	64,5	78,7	80,1	84,5	83,4	73,3	72,7	64,0	61,5	51,3
2018	55,2	62,4	74,2	83,5	85,9	82,5	86,5	61,2	65,3	53,0	54,3
2019	56,6	67,5	76,6	86,2	87,8	80,2	82,4	60,4	70,5	62,8	53,2
Середнь-обогаторічна	55,7	66,0	79,8	83,8	86,4	81,8	79,2	66,5	66,6	61,4	54,2
Кількість опадів у роки проведення досліджень											
2016	32,2	40,2	29,6	41,6	15,0	22,5	19,5	36,8	71,7	43,0	29,8
2017	35,0	44,5	33,2	45,3	19,0	21,0	15,1	47,9	25,6	51,3	39,8
2018	36,2	42,0	30,1	45,9	22,0	24,3	18,0	33,5	35,7	49,5	37,5
2019	40,6	44,2	32,5	46,5	20,5	25,5	22,5	42,8	33,2	54,8	40,6
Середнь-обогаторічна	36	42,7	31,4	44,8	19,1	23,3	18,8	40,3	41,6	49,7	37,0

Річна кількість опадів південної зони коливається від 300—350 мм, тобто, витрати вологи на випарування вдвічі перевищують кількість її надходження. Максимум опадів влітку, випадають переважно у вигляді злив. Вегетаційний період в середньому триває близько 210 діб.

Південний регіон характеризується не стійким сніговим покривом, який зазвичай утворюється з грудня і до кінця лютого, при цьому безморозний період в цілому триває 160–220 днів, і відноситься до помірно-континентальних кліматичних зон. Вказані кліматичні особливості Південного Степу, де сума ефективних температур, що перевищують 10°C, складає 3200–3400°C, а опади у вересні й жовтні випадають у вигляді дощів, а в листопаді вже мають змішаний характер (дощ зі снігом), відіграють важливу роль в аграрному плануванні.

У 2016-2019рр. проводився облік опадів, який на основі даних метеорологічних спостережень агрометеорологічних станцій Миколаївської області, із додатковим коригуванням кількості опадів за допомогою ґрунтових дощомірів на дослідних ділянках, є ефективним підходом для точного моніторингу вологозабезпеченості. Дані, отримані від агрометеорологічних станцій, дають загальну картину опадів на регіональному рівні [4,5].

Основні метеорологічні показники у роки проведення досліджень представлено на рисунку 1.



Примітки:
■ Середьодобова температура повітря за роки проведення дослідження
■ Середня відносна вологість повітря у роки проведення досліджень
■ Кількість опадів у роки проведення досліджень

Рис. 1 Погодні умови у роки проведення дослідження

Зима в зоні Степу характеризується помірними температурами, але з нестійкими морозами та періодичними відлигами, що створює певні виклики для агровиробництва, зокрема для вирощування озимих культур, таких як озимий ячмінь і пшениця. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) становить $-2...-4^{\circ}\text{C}$, що дозволяє рослинам зберігати відносну стійкість до холоду. Проте навіть короточасні періоди сильних морозів можуть спричиняти стрес для озимих культур. А періодичні відлиги можуть бути небезпечними, оскільки через різкі перепади температур створюється ризик утворення крижаної кірки на полях, що обмежує доступ повітря до кореневої системи рослин. Тобто, кліматичні особливості Степу взимку — помірно холодні. Відлиги, слабкий сніговий покрив та вітрові заметілі — є серйозними факторами, які можуть впливати на продуктивність озимих культур.

Весна у Степовій зоні зазвичай починається раніше порівняно з іншими регіонами, що дозволяє швидше розпочати весняні польові роботи. Ранній прихід весни забезпечує сприятливі умови для активного росту рослин, зокрема озимих культур (ячменю озимого), після зимового періоду.

Літня пора у південному регіоні відзначається спекотними та посушливими періодами, що створює специфічні кліматичні виклики для сільськогосподарських культур, зокрема ячменю озимого. Середня температура липня $+23...+25^{\circ}\text{C}$ є типовою для регіону, але в окремі роки вона може значно перевищувати ці показники, що призводить до підвищення випаровування та втрат ґрунтової вологи. Погодні умови першої декади травня є цілком сприятливими для цвітіння та виколошування ячменю озимого. Саме в цей період розпочався стрімкий ріст рослин ячменю озимого у висоту. Фаза розвитку рослини, яка характеризується появою колосу, та його наливу припадає на другу декаду травня, що характеризується настанням більш стрімких температурних показників.

Зазвичай, літо супроводжується значною посухою, що знижує водозабезпеченість рослин та може негативно вплинути на процес наливу зерна, особливо при нестачі вологи в ґрунті.

В першу чергу це стосується ранньостиглих сортів, ячменю озимого. Проте за останні роки стрімке підвищення температури і спека розпочинається ще наприкінці травня – червня місяця, і тримається до серпня. Початок припадає в середньому на 10 – 12 травня, коли відбувається стійкий перехід температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення. В цей період порівняно з іншими місяцями, випадає найбільша кількість опадів. В ці дні спостерігається грозова активність, що супроводжується сильними зливами, що часто спостерігається в літні місяці після посушливого періоду. Середня температура липня досягає $28-35^{\circ}\text{C}$ тепла, абсолютний максимум температури в цей період досягає $38-43^{\circ}\text{C}$. Середня температура січня $2,5-4,7$ градусів морозу.

Осінь пора помірна, тепла і часто посушлива, але перший місяць осені - надмірно теплий, інколи навіть жаркий. З 20-тих чисел вересня спостерігається температурний спад, при переході середньодобової температури повітря і ґрунту через $+10^{\circ}\text{C}$ в бік зниження, у більшості випадків цей період спостерігається 11 – 12 жовтня [6,7].

Осінь у південному регіоні України має свої особливості, які важливо враховувати для сільськогосподарських робіт, зокрема для підготовки до сівби озимих культур. Перший місяць осені часто характеризується надзвичайно теплими, а іноді навіть жаркими днями, що не завжди сприяє активному розвитку посівів ячменю озимого. У вересні спостерігаються посушливі умови, які можуть впливати на вологонасичення ґрунту і умови для сівби озимих культур. Через нестачу опадів і високі температури ґрунт може бути недостатньо зволуженим, що може затримати оптимальний час сівби або вплинути на рівномірність сходів озимих культур. З 20-х чисел вересня починається поступове зниження температури, що може бути

сприятливим для посівів ячменю озимого. Цей період сприятливий для формування кореневої системи у зернових колосових культур [8,9].

Також, в цей період відзначаються зливи та великі пориви вітру. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0°C, який зазвичай відбувається в третій декаді листопада, є критичним моментом, оскільки він сигналізує про початок зимового періоду. Цей перехід супроводжується зниженням активного росту рослин і переходом у стан спокою.

Специфічні кліматичні умови степових районів зумовлюють бідність річкової мережі. У степовій зоні розташовані нижні течії Дніпра, Південний Буг, Придністров'я та Дунай. У межах долин є кілька приток великих річок.

За спостереженням з агрокліматичних показників, 2017 рік виявився найспекотнішим та таким, в якому випало найбільше опадів, що супроводжувало негативний вплив на рослини ячменю озимого та зменшення врожайності загалом.

2.2. Ґрунтові умови зони досліджень

Степова зона України, відрізняється своїми природними ресурсами, серед яких ґрунтові відміни є найбільшим скарбом. Чорноземи є одним з найбільш родючих типів ґрунтів, що забезпечують високі врожаї. Вони містять велику кількість гумусу, що позитивно впливає на фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту. Також, чорноземи багаті на органічні речовини, мікроелементи та поживні речовини, що робить їх сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур.

Відповідно до специфіки ґрунтово-кліматичних особливостей, підзону Південного Степу додатково класифікують на дві окремі зони: підзону Південного Степу та підзону Сухого Степу.

Ґрунт дослідної ділянки в основному забезпечений гумусом. Наявність гумусу покращує структуру ґрунту, роблячи його більш пористим і

зменшуючи щільність. Це забезпечує кращу аерацію та водопроникність, що є важливими для кореневої системи рослин ячменю озимого. Цей процес мінералізації залишків утворюється в результаті розкладання трав'янистої рослинності за участю мікроорганізмів, які розкладають органічні рештки, перетворюючи їх на доступні для рослин поживні речовини. Трав'яниста рослинність, яка є багатою на азот і зольні речовини, сприяє ефективному накопиченню гумусу в ґрунті, що покращує його агрономічні властивості.

Лесові відкладення, які складаються з дрібнозернистої сировини, створюють сприятливі умови для формування родючих чорноземів завдяки їх хорошій водопроникності та дренажним властивостям. У степовій зоні через варіації у зволоженні, температурних режимах та рослинності утворюються різні типи ґрунтів. Наприклад, чорноземи, каштанові ґрунти, а також солонці та солончаки в більш посушливих умовах. Чорноземи Приазовської височини, з вмістом гумусу до 7,2 %, є одними з найбільш родючих у регіоні. Це робить їх надзвичайно цінними для сільськогосподарського виробництва. Ці чорноземи характеризуються сприятливими агрокліматичними умовами, що дозволяють вирощувати широкий спектр культур, включаючи зернові, олійні та кормові рослини [10].

Земельний фонд Миколаївської області вирізняється значним біопродуктивним потенціалом, де помітна частка чорноземних ґрунтів, що сприяє створенню сприятливих умов для продуктивного землеробства.

У Миколаївській області в центральній частині, ґрунти представлені чорноземам звичайними, для північно-західних і південних районів області характерні чорноземи, а в південній частині - переважають темно-каштанові ґрунти.

За даними Головного управління Держгеокадастру у Миколаївській області із 2458,50 тис. га земельного фонду області 2006,00 тис. га займають сільськогосподарські угіддя, 1699,20 тис. га, що свідчить про високий рівень сільськогосподарського освоєння земель [11].

Чорноземи з високим вмістом гумусу є ідеальними для вирощування зернових, тоді як легкі піщані ґрунти можуть бути кращими для вирощування овочів і фруктів. Основний тип сільськогосподарських угідь це рілля, де вирощуються однорічні культури. Рілля займає значну частину сільськогосподарських земель, оскільки забезпечує основний обсяг продовольства. Також, до структури угідь входять багаторічні насадження - включають сади, виноградники, плантації, які потребують тривалого догляду, але можуть забезпечувати стабільний урожай протягом багатьох років. Пасовища, це угіддя важливі для тваринництва, оскільки забезпечують корми для худоби.

Ґрунтовий покрив Степу України має величезне значення для сільського господарства та екології вцілому. Його протяжність з південного заходу на північний схід (на 1100 км), і з півночі на південь на рівні 500 км, що робить його одним із найбільших ґрунтових покривів в Україні. Степ займає площу близько 25 млн га, що складає 40% загальної території України. Це робить його ключовим регіоном для сільськогосподарського виробництва. У межах цього регіону сільськогосподарські угіддя займають 16,4 млн га, що свідчить про високий рівень аграрної діяльності. На ріллю припадає 13,3 млн га, або 82% усіх сільськогосподарських угідь. Це вказує на те, що регіон є переважно орієнтованим на вирощування однорічних культур, таких як зернові, бобові та інші [12].

Чорнозем є безцінним ресурсом для сільського господарства, забезпечуючи високі врожаї та сприяючи економічному розвитку аграрних регіонів. Він має характерний чорний або темно-коричневий колір, який зумовлений високим вмістом гумусу. Його структура переважно зернисто-грудкувата, що сприяє хорошему дренажу та аерації ґрунту, що є важливими для гарного росту рослин ячменю озимого. Високий вміст органічних речовин, мінералів та поживних елементів робить чорнозем одним із найродючіших ґрунтів у світі. Це забезпечує умови для вирощування різних сільськогосподарських культур, включаючи зернові, бобові, овочі та

фруктові рослини. Чорнозем здатний утримувати вологу, що особливо важливо в умовах змінного клімату та недостатнього зволоження. Це дозволяє сільськогосподарським рослинам, зокрема і ячменю озимому отримувати необхідну вологу, навіть у періоди посухи.

Зазвичай чорноземний шар формується природним шляхом, протягом багатьох років під трав'янистою рослинністю, в особливих кліматичних умовах степових і лісостепових зон. По суті, багатий чорноземний ґрунт є не чим іншим, як продуктом, який утворився в результаті процесу розкладання залишків рослин і різних мікроорганізмів і тварин.

Рельєф українських Степів є складною і багатогранною системою, що формувалася під впливом різних геологічних та кліматичних факторів та склалася на 4-х різних за будовою рівнях. Бузько-Дністровський рівень характеризується помірно хвилястими та плоскими територіями. Тут розташовані численні балки і яри, які створюють різноманіття ландшафтів. Високий рівень родючості ґрунтів, завдяки вмісту чорноземів, робить цей рівень особливо придатним для сільського господарства. Донецький включає в себе підвищення, що утворюють височини, а також улоговини. Придніпровський рівень, цей рівень має характерні для нього широкі долини річок, такі як Дніпро. Причорноморський рівень представлений низовинами, зокрема узбережжям Чорного моря, де рельєф є менш піднятим. Вплив моря на кліматичні умови, зокрема вологість та температуру, має вирішальне значення для агрокліматичних умов [13].

Ґрунтовий покрив південного Степу є важливою складовою природного середовища, що забезпечує родючість та продуктивність сільськогосподарських угідь, і займає площу приблизно 4662 тис. га, ці ґрунти є надзвичайно родючими та характеризуються високим вмістом гумусу (до 5-6%). Вміст легкогідролізуємого азоту в орному шарі становить на рівні 8 мг на 100 г ґрунту. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи рослин, покращує цвітіння та утворення плодів, а також впливає на процеси фотосинтезу, загальний вміст його в ґрунті складає 0,15% [14].

У північному регіоні основним типом ґрунту є — звичайний середньо та малогумусний чорнозем. За кліматичними особливостями у південних регіонах області сформувався чорнозем, який згодом переходить у темно-каштанові ґрунти, поєднуючись із солончаками.

Потужність гумусового горизонту чорноземів в Україні демонструє поступове зменшення з півночі на південь та з заходу на схід. Це явище можна спостерігати на прикладі трьох різних регіонів в розрізі областей. Потужність гумусового горизонту Миколаївської області складає 70-80 см. Цей регіон характеризується високим вмістом гумусу та оптимальними умовами для сільськогосподарського виробництва. Одеська область - на відстані 90 км на південь від Первомайської (Миколаївської області) характеризується потужністю гумусового горизонту від 60 до 70 см. Це свідчить про поступове зниження родючості ґрунту, яке може впливати на вирощування сільськогосподарських культур. Запорізька область на сході регіону гумусовий горизонт має потужність 65-75 см. Хоча тут також спостерігається зменшення, вміст гумусу все ще залишається на рівні 6,2% [15].

Чорноземи південні — це тип ґрунтів, які виникли в умовах степової зони, особливо в її південних регіонах, де характерним є посушливий клімат та недостатнє зволоження. Вони є результатом природного ґрунтоутворення, що відбувалося під впливом степової рослинності в умовах глибокого залягання ґрунтових вод та нерівномірного розподілу опадів. Характерною ознакою таких ґрунтів є їх склад та темно сірий колір верхнього горизонту, вміст гумусу 3-4%, що є нижчим порівняно з типовими чорноземами. Потужність гумусового горизонту таких ґрунтів залишається на рівні - 40-50 см. При цьому реакція ґрунтового розчину варіює від нейтральної до слабколужної (рН 6,5-7,5). Оскільки ці ґрунти знаходяться в зонах з обмеженим зволоженням, вони часто потребують зрошення для отримання високих урожаїв. Ці ґрунти є одними з основних у сільськогосподарському використанні південної частини степової зони України і використовуються

для вирощування ячменю, пшениці, соняшнику, кукурудзи та інших сільськогосподарських культур. Зазвичай потужність шару чорнозему становить 60-80 см, але може варіювати залежно від конкретних умов. Верхній шар цих чорноземів найголовніший і найродючіший може досягати 3-4%, а в окремих випадках — до 6-8% гумусу. Водорозчинні солі можуть бути присутніми на глибині 2-3 метри, що впливає на родючість. Всі ці характеристики є цінними для вирощування багатьох сільськогосподарських культур за отримання сталих врожаїв[16].

Важливим показником біологічної активності ґрунту є також інтенсивність розкладу органічних речовин, які є в ґрунті — гумусу, та потрапляють у ґрунт з органічними добривами, рослинними і тваринними рештками та іншими речовинами. В усіх цих органічних речовинах клітковина є основним джерелом енергії для всього життя ґрунту [17,18].

А на глибині 90-120 см залягає суцільний водонепроникний горизонт. Це погіршує агрономічні властивості цих ґрунтів. Вони містять від 3,5 до 5,0% гумусу у верхньому шарі. Для вирощування сільськогосподарських культур на цих ґрунтах потрібне зрошення [19].

Польові досліді проводили на полях Навчально-науково практичного центру Миколаївського НАУ (Миколаївський район Миколаївська область) протягом 2016-2019 рр. Ґрунт дослідних ділянок типовий для підзони південного Степу України – чорнозем південний малогумусний на лесах. У шарі ґрунту 0-30 см міститься гумусу (за Тюрінім) – 2,9-3,2%, легкогідролізованого азоту 65, нітратів (за Грандваль-Ляжу) – 22-27 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 37-40 мг/кг, обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 330-340 мг/кг ґрунту, рН-6,8-7,2.

Агрохімічні показники родючості ґрунту відіграють ключову роль у забезпеченні високих врожаїв зернових культур, зокрема ячменю озимого. Агрохімічні показники ґрунту є оптимальним фактором для формування високих урожаїв зерна ячменю озимого і збереження родючості в довгостроковій перспективі.

2.3. Програма і методика проведення досліджень

Полеві дослідження були проведені в умовах Південного Степу України в період 2016-2019 рр. з чотирма сортами ячменю озимого: Достойний (st), Валькірія, МІП Оскар і МІП Ясон. Взяті на вивчення сорти висівали в оптимальні для даної кліматичної зони терміни.

Дослідження проводили в Навчально-науково практичному центрі Миколаївського НАУ. Агротехніка вирощування культури в досліді була загальноприйнятою та відповідною для зони Південного Степу України, окрім факторів, що взяті на вивчення.

Ґрунт дослідних ділянок - чорнозем південний, що має середню забезпеченість рухомими елементами живлення, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см складає 2,9-3,2%, рН-6,8-7,2.

Схема досліду включала наступні фактори та варіанти:

Фактор А – сорт:

1. Достойний (st);
2. Валькірія;
3. МІП Оскар;
4. МІП Ясон;

Фактор В – варіант живлення:

1. Контроль (обробка водою);
2. Азотофіт – 1 обробка біопрепаратом у фазу весняного кушіння;
3. Азотофіт – 1+2 обробка біопрепаратом у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку;
3. Мікофренд – 1 обробка біопрепаратом у фазу весняного кушіння;
4. Мікофренд – 1+2 обробка біопрепаратом у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку;
5. Меланоріз – 1 обробка біопрепаратом у фазу весняного кушіння;
6. Меланоріз – 1+2 обробка біопрепаратом у фазу весняного кушіння та виходу рослин у трубку.

Разом з біопрепаратами застосовували прилипач - Ліпосам. Норма використання препаратів складала 200 г/га, а робочого розчину 200 л/га. Позакореневі листові підживлення ячменю озимого проводили одноразово у фазу весняного кущіння та двічі, окрім фази кущіння, ще на початку виходу рослин у трубку, згідно схеми дослідів.

Дослідження проводили з районованими сортами ячменю озимого створених у Селекційно-генетичному інституті національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення і Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла ННАН України.

Площа посівної ділянки 72 м², облікової - 30 м², повторність дослідів чотириразова. Попередником ячменю озимого був горох. Норма висіву насіння ячменю озимого складала біля 200 кг/га, 4,5 -5,0 млн. шт/га.

Закладання і проведення дослідів, відбирання зразків проводили згідно методики дослідної справи [20,21,22].

Враховуючи значення попередника та забезпеченість ґрунту елементами живлення, мінеральні добрива під ячмінь озимий не вносили. Вологість ґрунту на глибину 0–100 см визначали перед сівбою і після збирання культури термостатно-ваговим методом. Після збирання попередника поле дискували, оранку проводили на глибину 25-27 см. Після основного обробітку поле доглядали з метою знищення сходів бур'янів і вирівнювання ґрунту. Сівбу проводили суцільним рядковим способом впоперек культивування на 4-5 см.

Урожай ячменю озимого визначали з кожної ділянки дослідів методом суцільного зважування з поправкою на 14% вологість і 100% чистоту зерна, вона піддавались математичній обробці.

Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання розраховували методом водного балансу з урахуванням витрат ґрунтової вологи та опадів, що випали за вегетаційний період.

Фенологічні спостереження проводили у основні фази росту і розвитку рослин ячменю озимого згідно з «Методикою державного

сортівипробування сільськогосподарських культур». Початок фази фіксували, коли вона наступала в 10% рослин і повну – у 75% рослин [23].

Густоту стояння рослин ячменю озимого визначали в період повних сходів та перед збиранням урожаю шляхом суцільного підрахунку рослин на фіксованих ділянках по діагоналі з кожної ділянки в двох несуміжних повтореннях [24].

Площу листків у фенологічні фази визначали методом висічок. Фотосинтетичний потенціал розраховували шляхом множення середньої площі листків на 1 га на кількість днів у період між першим і останнім обліками.

Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно методики польових дослідів, методичних рекомендацій відповідно до вимог методики дослідної справи (Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А. та ін., 2008, 2012), спеціальних методик у рослинництві та державних стандартів [24,26].

Показники якості зерна ячменю озимого визначали за методиками, передбаченими діючими ДСТУ. Визначали і аналізували найважливіші показники якості зерна: масу 1000 зерен (ДСТУ 4138-2002), вміст білка в зерні – методом К`ельдаля [27].

Проведено дисперсійний аналіз результатів вимірів, отриманих визначень та обліку врожайності. Статистичну обробку отриманих результатів здійснено за допомогою власної комп'ютерної техніки (з використанням програм Microsoft, Office Exel) відповідно до методичних рекомендацій з проведення польових дослідів [28-30].

Економічну та енергетичну ефективність вирощування ячменю озимого визначали відповідно до загальноприйнятих методик. Оцінку енергетичної ефективності елементів технології виробництва досліджуваних культур проводили відповідно до рекомендацій Медведовського О.К. і Іваненка П.І. Економічну ефективність визначали за технологічними картами і цінами, що склались на 01.12.2020 р. [31].

2.4. Агробіологічна характеристика вирощуваних у досліді сортів ячменю озимого

Найефективнішим інструментом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є сорт. Як фактор землеробства, посівні якості насіннєвого матеріалу сорту забезпечують 20-25% до загального рівня підвищення врожайності. Саме його добір є важливим у збільшенні виробництва сільськогосподарської продукції. Збільшення обсягів виробництва зерна забезпечується на 2/3 за рахунок створення і впровадження нових сортів і гібридів і на 1/3 – за рахунок вдосконалення технологій виробництва [32].

Вітчизняними селекціонерами створено багато якісних високоврожайних сортів різних сільськогосподарських культур, у т. ч. і ячменю озимого. Виробникам підприємств різних форм власності рекомендовано вибір сорту робити з урахуванням зони вирощування, попередника, стану конкретного поля і загального рівня землеробства в господарстві. Практика минулих років свідчить, що оптимальне поєднання цих факторів на фоні несприятливих метеорологічних умов забезпечує врожайність зерна озимих культур до 5,0-6,0 т/га і вище.

На сьогодні до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, з 2020 року внесено 52 сорти ячменю озимого.

Достойний (st) – занесений до Реєстру сортів рослин України з 2006 року для Степу й Лісостепу. Оригінатор – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, сорт - зернового призначення. Сорт озимий-дворучка з підвищеною адаптивною здатністю до умов південних регіонів України. Добре кушиться за пізніх сходів восени та ранньою весною, скоростиглий і характеризується середньою зимостійкістю й стійкістю до вилягання та осипання, середньою стійкістю до хвороб. Середня урожайність у конкурсному сортовипробуванні інституту за три

роки була 9,9 т/га. Можливість висіву в лютневі вікна Потенціал урожайності становить 10,0 т/га.

Господарсько-цінні ознаки: Посухостійкий (7-8 балів); Стійкий до вилягання (7-8 балів); Зимо-, морозостійкість 7 балів; Стійкість до борошнистої роси, чорної і кам'яної сажок доволі висока (7-8 балів), успадкована від донора СІ 13664.

Апробаційні ознаки: Різновид *pallidum*. Колос шестирядний, середньої довжини (6-8 см), нещільний (10-11 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, прямокутної форми, з переходом у верхній частині в ромбічну, солом'яно - жовтий. Ості довгі, слабо зазубрені, трохи розлогі, тонкі, еластичні, жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска зморшкувата, нервація добре виявлена, нерви зазубрені, перехід в ость поступовий. Основна щетинка зерна повстяна. Кущ напіврозлогий. Лист неопушений, проміжний, зелений, зі слабким восковим нальотом під час кушіння. Висота рослин 100 - 105 см. Зерно крупне, як для озимого ячменю, жовте, видовженої форми. Маса 1000 зерен 42-43 г.

Агротехніка: Звичайна для зони вирощування. Протруєння насіння препаратом Вітавакс 200 ФФК і внесення добрив обов'язкові.

Валькірія – занесений до Реєстру сортів рослин України з 2018 року середньостиглий сорт ячменю. Оригінатор - Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, сорт озимий-дворучка, середньоранній. Рекомендований для зони вирощування Степ. Тип розвитку - альтернативний (дворучка). Критична від'ємна температура у вузлі кушіння - 13 С., за роки державного сортовипробування по лісостеповій зоні середнє перевищення над стандартом склало 10,8%, у Вінницькій області у 2016 році при врожайності у 105,5 ц/га перевищення над стандартом склало 38,9%. Відрізняється густим щільним стеблостоем. Висота рослин – 80 см, посухостійкість – 8 балів, стійкість до осипання – 8 балів; середньоранній (252 - 256 діб), дозріває на 1 - 2 дні пізніше сорту Достойний;

імунний до сажкових захворювань, стійкість до борошнистої роси – 6 балів, до гельмінтоспоріозу – 5 балів; вміст білка – 11,5%.

Апробаційні ознаки: Різновид *pallidum*. Колос шестирядний, середньої довжини 7 - 8 см, середньої щільності (11 - 12 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, солом'яно-жовтий, циліндричної форми з переходом у верхній частині у ромбічну. Ості довгі, зазубрені, трохи розлогі, еластичні, жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска зморшкувата, нервація достатньо виявлена, перехід у ость поступовий. Основна щетинка зерна має коротке опушення. Кущ напівпрямостоячий. Лист неопушений, проміжний, зелений, зі слабким восковим нальотом під час кушіння. Зернівка середня, жовта, видовженої форми. Вміст білка при вирощуванні в зоні Степу – 11,7%. Маса 1000 зерен – 37,8 - 39,5 г.

Агротехніка: звичайна для зони вирощування. Протруєння насіння препаратами Юнта Квадро і Селест Топ обов'язкове для запобігання розвитку корневих гнилей та інших листостеблових захворювань, внесення добрив обов'язкове.

МПП Оскар – занесений до державного реєстру сортів України в 2017 році. Оригінатор: Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України. Усереднена урожайність сорту за п'ять попередніх років склала 49,6 - 69,3 ц/га. Напрямок використання – на зерно.

Господарсько-цінні ознаки: Посухостійкий (8,5 - 8,7 балів). Стійкість до вилягання 7,3 - 8,3 балів. Стійкість до обсіпання 8,7 - 9,0 балів. Стійкість проти борошнистої роси 8,7 - 9,0 балів. Стійкість проти бурої іржі 8,3 - 9,0 балів. Стійкість до гельмінтоспоріозу 7,0 - 7,2 балів. Стійкість проти сажки 9,0 балів. Вміст білка - 10,5 - 12,8%. Зимостійкість вища за середню.

Апробаційні ознаки: Висота рослини - 96,5см. Урожайність сорту 51,2 - 64,5 ц/га. Тривалість періоду вегетації складає 248 - 266 діб. Рекомендована зона для вирощування: Степ, Полісся. Маса 1000 зерен 38-46 г. Вміст білка – 12,8%.

Агротехніка: Загальноприйнята для зони вирощування.

МПП Ясон – занесений до державного реєстру в 2017 році. Оригінатор: Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України. Урожайність сорту 50 - 70,6 ц/га. Сорт зернового використання. Тривалість періоду вегетації складає 250 - 265 діб. Напрямок використання – на зерно.

Апробаційні ознаки: Висота рослини - 85,5 - 98,8 см. Стійкість до вилягання 7,2 - 8,6 балів. Стійкість до обсіпання 8,8 - 9,0 балів. Стійкість до посухи 8,6 - 8,7 балів. Стійкість проти борошнистої роси 8,2 - 9,0 балів. Стійкість проти бурої іржі 8,7 - 9,0 балів. Стійкість до гельмінтоспориозу 7,3 - 7,6 балів. Стійкість проти сажки 9,0 балів. Рекомендована зона вирощування: Полісся, Лісостеп, Степ. Маса 1000 зерен 46-50 г. Вміст білка - 11,0 - 12,6% [33-35].

2.5. Характеристика препаратів, що взяті на вивчення

На сьогоднішній день великою альтернативою хімічним методам обробки сільськогосподарських рослин є біологічний метод, який в свою чергу служить захистом рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Практична зацікавленість у біологічному методі обробки сільськогосподарських культур зростає завдяки його численним перевагам, серед яких є безпечність для людини та теплокровних тварин.

Сучасні біопрепарати дозволяють регулювати кількість і співвідношення поживних речовин, що надходять до рослин. Це сприяє їх активному росту, розвитку та формуванню здорових урожайних одиниць. Біологічні методи також ефективно допомагають рослинам протистояти різним небажаним природним факторам, таким як посуха, перепади температури, хвороби та шкідники. Наприклад, мікоризоутворюючі гриби які містяться в складі багатьох біопрепаратів, покращують водопостачання та забезпечують рослини необхідними елементами живлення, підвищуючи їх

стійкість до стресових умов. Завдяки застосуванню біопрепаратів, можна зменшити використання синтетичних добрив, що в свою чергу, призводить до зниження витрат на агрономічні заходи та покращення екологічної ситуації. Збалансоване застосування біопрепаратів забезпечує не тільки високу врожайність, але й стійкість до природних стресів, що робить агровиробництво більш ефективним і екологічно безпечним. Ось чому у екологічно розвинених країнах біологічний захист рослин є екологічно безпечною і пріоритетною формою в довготривалих програмах боротьби зі шкідливими організмами [36].

Сучасні біопрепарати для стимуляції росту рослин часто містять біоактивні компоненти, які позитивно впливають на розвиток рослин і підвищують їх стійкість до стресів. Вони служать джерелом енергії та допомагають у збереженні води. Проте, також сприяють формуванню здорової кореневої системи та покращують мікробіологічну активність в ґрунті. До їх складу зазвичай входять такі елементи, як залізо, цинк, мідь, бор, марганець та інші, які є необхідними для оптимального росту та розвитку рослин. Вони беруть участь у багатьох фізіологічних процесах, зокрема в фотосинтезі та диханні. Завдяки такій різноманітності складових, біопрепарати стають важливими інструментами для агрономів, які прагнуть досягти високих результатів у вирощуванні сільськогосподарських культур [37,38].

В Україні, як і в інших країнах, біопрепарати ще не отримали масового впровадження в сільському господарстві, але їх використання зростає, оскільки все більше агрономів усвідомлюють їхні переваги. З огляду на переваги біопрепаратів, їх використання стане важливим елементом у стратегії сталого сільського господарства. Поступово вони можуть зайняти свою нішу поряд з традиційними методами, забезпечуючи ефективний та безпечний підхід до вирощування сільськогосподарських культур у майбутньому. Виготовлені на основі спеціальних, відселекціонованих мікроорганізмів, біологічні препарати – технологічні у застосуванні, безпечні

для рослин, людини, теплокровних тварин, медоносних бджіл, риб та навколишнього середовища [39,40].

Основу біологічних препаратів насправді складають мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності, які ефективно протистоять шкідникам і хворобам рослин. Біопрепарати відрізняються від традиційних хімічних препаратів своєю природною основою та механізмом дії. Біопрепарати діють через біологічні процеси, такі як конкуренція, паразитизм або стимуляція природних захисних механізмів рослин. Наприклад, деякі бактерії можуть виробляти токсини, що вбивають шкідників, або стимулювати рослини до виробництва власних захисних речовин. Хімічні препарати, в свою чергу, зазвичай діють шляхом прямого отруєння шкідників або блокування їхніх фізіологічних функцій. Як стверджують вчені, основна мета біологічних препаратів полягає не у повному винищуванні шкідливих організмів, а в контролі їх чисельності та зменшенні їхнього впливу на рослинність до економічно невідчутних рівнів. Постійне використання одних і тих же хімічних засобів може призвести до розвитку резистентності у шкідників. А біологічні препарати, які діють через різні механізми, допомагають запобігти цьому процесу інакше [41,42].

Виготовлення біопрепаратів є складним процесом, що включає кілька етапів, які забезпечують ефективність і безпечність готового продукту. Для біопрепаратів часто використовують природні мікроорганізми (бактерії, гриби, віруси), які мають властивості, корисні для рослин. Перед виходом на ринок, біопрепарати проходять ряд тестів на ефективність, безпечність і стабільність. Це включає в себе лабораторні дослідження, а також польові випробування. Стимулятори росту використовуються для покращення росту та розвитку рослин. Вони можуть діяти на різні фізіологічні процеси, сприяючи підвищенню врожайності, поліпшенню якості продукції та підвищенню стійкості до стресових умов. У своєму складі вони містять ауксини, що сприяють подовженню клітин, розвитку кореневої системи, а

також утворенню плодів. Гиббереліни, в їх складі викликають подовження стебел, цвітіння і покращують розвиток плодів [43].

Біоактиватори — це спеціалізовані біологічні препарати, які містять живі мікроорганізми, зокрема природні азотфіксуючі бактерії. Вони виконують важливу роль у покращенні агрономічних характеристик і підвищенні родючості ґрунту. Діюча основа серед яких найбільш відомі представники — це *Azotobacter*, *Rhizobium* та інші, які здатні фіксувати молекулярний азот з атмосфери, переводячи його в доступну для рослин форму (аміак). Біоактиватори можуть використовуватися для передпосівної обробки насіння, щоб підвищити його проростання і вкорінення. Шляхом кореневого підживлення, для покращення живлення рослин під час їхнього росту, або позакореневе підживлення для забезпечення рослин необхідними мікроелементами і стимуляторами під час вегетації. Зазвичай це препарати комплексної дії, що виконують функцію біологічного протруйника для насіння, стимулятора росту та біодобрива для рослин. Доведено, що за правильного використання ці препарати можуть забезпечити надбавку врожайності до 30% і більше, в залежності від виду рослин, умов вирощування та інших факторів. В процесі росту і розвитку культури при підживленні біопрепаратами вміст рослинного білка і клейковини у злаків (ячменю, пшениці) підвищується, збільшується і кількість олії в насінні соняшника, сої та ріпака, підвищується рівень цукрів у плодово-ягідних культурах, а також вміст крохмалю в картоплі.

Широко відомі і частіше застосовуються бактеріальні біологічні препарати на основі *Azotobacter chroococcum*, що мають високу ростостимулюючу ефективність та фунгіцидні дії.

Azotobacter chroococcum — це один з перших представників роду *Azotobacter*, який був відкритий і описаний у 1901 році голландським мікробіологом і ботаніком Мартінусом Бейєрінком. Це відкриття стало важливим кроком у вивченні азотфіксуючих бактерій, які здатні фіксувати атмосферний азот і переводити його в доступну для рослин форму. Ця

бактерія має здатність фіксувати молекулярний азот (N_2) з атмосфери, перетворюючи його на амоній (NH_4^+), що робить азот доступним для рослин. Дослідження *Azotobacter chroococcum* тривають і в наш час, оскільки ця бактерія має потенціал для покращення агрономічних показників та зменшення використання синтетичних добрив.

Азотофіт – біопрепарат на основі бактерій *Azotobacter chroococcum*, є дуже ефективними засобами для покращення живлення рослин та стимулювання їх росту. *Azotobacter chroococcum* — це природна азотфіксуюча бактерія, яка здатна фіксувати атмосферний азот і перетворювати його в доступну для рослин форму. Це особливо важливо в умовах недостатнього забезпечення ґрунту азотом.

Особливості дії. Біопрепарат на основі бактерії *Azotobacter chroococcum* є комплексним засобом, який має як ростостимулюючі, так і фунгіцидні властивості. Дія цього біопрепарату базується на ряді біохімічних процесів, що забезпечуються діяльністю бактерій. Бактерії *Azotobacter chroococcum* здатні фіксувати азот з атмосфери і переводити його в доступну для рослин форму (аміак, нітрати), що дозволяє зменшити потребу в азотних мінеральних добривах. *Azotobacter chroococcum* синтезує ряд фітогормонів, вітамінів, (які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин), нікотинову кислоту (вітамін B3), що бере участь у метаболізмі, стимулює синтез енергії та покращує стійкість до стресів; (вітамін B5) - бере участь у процесах клітинного метаболізму та активізує ріст; Гетероауксин (індолілоцтова кислота) - один з основних фітогормонів-ауксинів, який стимулює ріст коренів, розвиток тканин і клітин, підвищує стійкість до несприятливих умов. *Azotobacter chroococcum* виділяє фунгіцидні речовини, які пригнічують ріст патогенної мікрофлори. Це допомагає захищати рослини від фітопатогенів, таких як грибки, які можуть викликати захворювання і знижувати врожайність. Завдяки цій властивості знижується потреба у застосуванні хімічних фунгіцидів, що робить вирощування екологічно безпечнішим.

Azotobacter chroococcum продукує метаболіти, які здатні розчиняти важкорозчинні фосфати ґрунту і робити їх доступними для рослин. Фосфор є ключовим елементом для енергетичних процесів у рослинах, він бере участь у формуванні кореневої системи. Завдяки фіксації азоту та розчиненню фосфатів ґрунту рослини отримують більше поживних речовин, що позитивно впливає на їх ріст, розвиток та продуктивність. Синтезовані фітогормони, амінокислоти та вітаміни покращують ріст як кореневої системи, так і надземної частини рослин. Використання біоактиватора Азотофіт дозволяє зменшити застосування хімічних добрив і пестицидів, що сприяє збереженню екосистеми та підвищенню екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва.

Застосування. Передпосівна обробка насіння: процедуру слід проводити безпосередньо в день сівби. Насіння занурюють у розчин біопрепарату та залишають для замочування на 1-2 години. Це дозволяє насінню ввібрати корисні речовини та активні компоненти, які стимулюватимуть його ріст. Після замочування насіння акуратно промокають, щоб видалити зайву вологу. Далі насіння можна висівати одразу після обробки. Якщо негайна сівба неможлива, то насіння підсушують у затінку, уникаючи прямого сонячного світла, і висівають не пізніше ніж через 7 годин після обробки. Важливо не затягувати цей процес, щоб зберегти активність біопрепарату.

Позакореневе підживлення (обприскування) рослин: в період вегетації слід проводити у затінених місцях. Це допомагає уникнути негативного впливу прямих сонячних променів, які можуть знижувати ефективність препаратів або пошкоджувати насіння. Найкраще обробляти насіння в ранкові години або пізно ввечері, коли температура нижча і сонячне випромінювання не таке інтенсивне. Так само, як і з насінням, обробка розсади та саджанців має проходити у затінку. Це зменшує ризик стресу для рослин, пов'язаного з перепадом температур та освітлення. Рекомендується проводити кореневе та позакореневе підживлення в похмуру погоду або

ввечері. Це дозволяє зменшити випаровування вологи з листків і ґрунту, забезпечуючи кращу адсорбцію поживних речовин.

Заходи безпеки. Препарат необхідно добре збовтувати перед застосуванням для рівномірного розподілу активних компонентів у розчині. Готові розчини біоактиватора можна використовувати не більше ніж протягом однієї доби після приготування. Це важливо для збереження життєдіяльності бактерій та їхньої ефективності.

Умови зберігання. Препарат необхідно зберігати в герметично закритій упаковці. Це запобігає контакту з повітрям і вологістю, які можуть вплинути на якість препарату. Зберігати в захищеному від світла місці. Температура зберігання повинна бути в межах від 4 °С до 10 °С. Це оптимальні умови для збереження життєдіяльності бактерій. Важливо уникати заморожування та перегрівання.

Препарат випускається БТУ-ЦЕНТР, який спеціалізується на виробництві біопрепаратів для сільського господарства. Дотримання цих умов дозволяє зберігати Азотофіт тривалий час без втрати його ефективності.

Мікофренд – це мікоризоутворюючий біопрепарат, основним принципом якого є створення симбіотичної асоціації між міцелієм грибів і кореневою системою рослин. Цей симбіоз має безліч переваг для рослин і сприяє їх оптимальному росту та розвитку.

Основна діюча речовина: мікоризоутворюючі гриби: *Glomus VS*, *Trichoderma Harzianum*; мікроорганізми, що підтримують утворення мікоризи та ризосфери рослин: *Streptomyces sp.*, *Pseudomonas Fluorescens*; фосфатмобілізуєчі бактерії: *Bacillus Megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Muciloginosus*, *Enterobacter sp*, загальне число життєздатних клітин $(1,0 - 1,5) \times 10^8$ КУО/мл, біологічно активні речовини: фітогормони, вітаміни, фунгіциди та амінокислоти.

Концентрація діючої речовини: *Glomus VS 1224* - (0,5- 25) %, *Trichoderma harzianum 11/16 TM* – (0 -15) %, *Bacillus subtilis* - (0-10) %, *Bacillus megaterium var. phosphaticum P/14Л* – (0-10) %, *Bacillus muciloginosus*

M/15Л - (0-10) %, *Enterobacter* sp. 30 АФ-Л/13 – (10 -30) %, *Pseudomonas fluorescens* Л/16-2 - (0 -10) %, *Streptomyces* sp. Н/15 – (0 -10) %.

Ефект від використання. Активне заселення кореневої та прикореневої зони мікоризоутворюючими грибами та сапрофітними ризосферними бактеріями має суттєвий вплив на розвиток рослин. Мікоризоутворюючі гриби (наприклад, *Glomus* sp.)- створюють симбіотичні процеси з коренями рослин, що веде до формування мікоризи. Цей процес збільшує обсяги живлення рослин, оскільки гриби здатні фіксувати і переносити поживні елементи з ґрунту безпосередньо до рослин. Сапрофітні ризосферні бактерії (наприклад, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*): Допмагають у розщепленні органічних залишків і вивільненні доступних форм поживних речовин. Підтримують мікробіологічну активність у ризосфері, що сприяє загальному здоров'ю рослин. Мікориза збільшує площу поглинання кореневої системи рослин, що дозволяє рослинам ефективніше поглинати воду та поживні речовини, зокрема фосфор, калій і мікроелементи.

Призначення та застосування. Біопрепарат, мікофренд, що містить мікоризоутворюючі гриби та сапрофітні бактерії, може бути застосований у різних агрономічних практиках, для обробки насіння зернових, технічних і бобових культур, та підживленні.

Біопрепарат можна вносити безпосередньо в рядки під час сівби, що забезпечує його близькість до кореневої системи рослин і сприяє активному заселенню мікоризними грибами. Застосування препарату у процесі фертигації (внесення добрив разом з поливною водою) дозволяє забезпечити рівномірний розподіл корисних мікроорганізмів у кореневій зоні та поліпшити живлення рослин.

Насіння обприскують робочим розчином Мікофренд, що дозволяє рівномірно покрити його корисними мікроорганізмами. Альтернативний метод — замочування насіння у розчині Мікофренд на 1-2 години в день висіву. Цей спосіб забезпечує глибше проникнення активних речовин у насіння.

Біологічна дія препарату: Мікоризоутворюючі гриби, зумовлюють утворення більш розвиненої кореневої системи; покращуються умови для колонізації прикореневої зони корисними для рослин мікроорганізмами, збільшуються площі поглинання води та розчинів елементів живлення, відбувається покращення мінерального живлення та підвищення схожості насіння, приживлення розсади.

Антагоністи патогенних для рослин грибів та бактерій, здатні фіксувати молекулярний азот; мобілізувати фосфор, продукувати ферменти а також виконувати важливі екологічні функції, які сприяють здоров'ю рослин.

Фосфатмобілізуючі бактерії, здатні засвоювати як органічний, так і мінеральний азот, перетворювати важкорозчинні фосфати ґрунту, органічні сполуки фосфору в доступні для рослин мінеральні легкорозчинні солі фосфорної кислоти, продукувати фітогормони, вітаміни, та ін..

Дію біологічного препарату давно доведено виробниками і багатьма фермерами. Біологічний і безпечний продукт, який підтримує якісне вирощування зернових, технічних або овочевих культур. У складі виключені хімікати і хімічні сполуки, що шкодять ґрунту. Робочим розчином можна відразу обприскувати поверхню рослин або вимочувати насіння перед сівбою за 1-2 години.

Засоби безпеки. Мікофренд вносити у бакову суміш. Це дозволяє зберегти активність мікроорганізмів у складі препарату, оскільки попередні компоненти можуть містити агресивні речовини, які можуть негативно впливати на їх життєздатність. Перед застосуванням препарат обов'язково збовтувати! Це необхідно для однорідного розподілу мікроорганізмів у розчині, що забезпечить їх ефективність під час внесення.

Приготування робочого розчину: відбувається в день обробки. Це важливо для збереження активності мікроорганізмів, оскільки їх життєздатність може знижуватися з часом. За необхідності можна зберігати в прохолодному темному місці не більше 4-х годин. Це допоможе уникнути втрати активності препарату через тривале зберігання.

Меланоріз –це біопрепарат комплексної дії, який складається з природних мікроорганізмів та біологічно активних речовин. Він призначений для покращення росту і розвитку рослин, а також для захисту від патогенних організмів.

Склад: мікоризоутворюючі гриби: *Glomus*, *Aspergillus terreus*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*; мікроорганізми ризосфери, які підсилюють утворення мікоризи та загальну регуляцію процесу розвитку рослини: *Bacillus subtilis*, *Bacillus macerans*, *Paenibacillus polymyxa*, *Arthrobacter*, загальне число життєздатних ефективних мікроорганізмів $2,5 \times 10^7$ КУО/см³.

Концентрація діючої речовини: *Glomus* sp. (0,5-20) %, *Aspergillus terreus*– (0-30) %, *Trichoderma lignorum*– (0-30) %, *Trichoderma viride* - (0-20) %, *Bacillus macerans* – (0-10) %, *Arthrobacter* sp. – (0-10) %, *Bacillus subtilis* - (0-10) %, *Paenibacillus polymyxa* – (0-10) %, загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^7$ КУО/мл

Ефект від використання: Меланоріз сприяє активізації заселення кореневої та прикореневої зон мікоризними грибами. Ці гриби формують симбіотичні поєднання з корінням рослин, що позитивно впливає на їх ріст і розвиток.; Крім мікоризних грибів, меланоріз активізує розвиток сапрофітних бактерій у ризосфері. Ці бактерії сприяють розщепленню органічних речовин, покращуючи структуру ґрунту і забезпечуючи рослини додатковими поживними речовинами. Завдяки активізації мікоризоутворення, меланоріз збільшує площу поглинання кореневою системою рослин. Мікоризні гриби формують міцелій, який розширює зону, з якої рослина може отримувати воду і розчинені в ній елементи живлення.

Також, покращує схожість насіння та приживлення розсади; підвищує імунітет рослин; забезпечує рослини елементами живлення в легкодоступній формі, необхідними для росту та розвитку.

Призначення та застосування: для обробки насіння зернових, зернобобових, технічних, овочевих культур; внесення в рядок, фертигація; для обробки розсади.

Способи застосування: Розчин можна наносити за допомогою обприскувачів або ручних розподільників, щоб забезпечити рівномірне покриття листя рослин. Цей процес рекомендовано робити у затінку (уникаючи дії прямих сонячних променів). Оброблене насіння можна висівати одразу або просушити на відкритій ділянці уникаючи спеки. Меланоріз можна використовувати в системах фертигації, що дозволяє комбінувати внесення добрив і біопрепаратів. Це забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин.

Особливості застосування: обробку насіння та розсади проводять у затінку, уникаючи дії прямих сонячних променів. Можна проводити обробку насіння вручну, використовуючи спеціальні ємності для змішування з біопрепаратом. Позакореневе підживлення краще проводити вранці або ввечері, коли температура нижча, а сонячне випромінювання не таке інтенсивне. Перед використанням біопрепарат ретельно збовтують, щоб активні компоненти рівномірно розподілилися в розчині. Робочий розчин біопрепарату слід готувати в той день, коли запланована обробка рослин або насіння. За необхідності готовий розчин можна зберігати в прохолодному темному місці до 3х годин, перед використанням обов'язково перемішати для однорідності. Біопрепарат можна застосовувати як самостійно, так і сумісно з іншими дозволеними препаратами для живлення та захисту рослин. При приготуванні бакової суміші з іншими препаратами, Меланоріз слід додавати останнім. Це допоможе уникнути негативних реакцій між компонентами, що можуть знизити ефективність біопрепарату. При зберіганні біопрепарату можуть виникати конгломерати клітин мікроорганізмів, що виявляються у вигляді біоплівки на поверхні рідини. Це є нормальною реакцією, що свідчить про активність мікроорганізмів. Можливе також утворення згустків біомаси, які можуть осідати на дно ємності. Це не є показником зниження

якості препарату, але вказує на те, що мікроорганізми продовжують жити та розвиватися. Перед використанням робочого розчину препарату рекомендується його профільтрувати. Це допоможе видалити згустки біомаси або інші частки, які можуть вплинути на рівномірність розприскування [44].

Висновки до розділу 2:

- досліді з ячменем озимим були проведені на полях Навчально-науково практичного центру Миколаївського НАУ, що знаходиться в зоні Південного Степу України.

- ґрунт дослідного поля – чорнозем південний, цілком придатний для формування високої продуктивності ячменю озимого. Було обрано адаптовані для південної посушливої зони чотири районовані сорти – Достойний (st), Валькірія, МІП Оскар і МІП Ясон. Взяті на дослідження біопрепарати рекомендовані, апробовані та придатні для застосування у підживлення ячменю озимого. Виготовлені на основі спеціальних, відселекціонованих мікроорганізмів, біологічні препарати технологічні у застосуванні, безпечні для рослин, людини, та навколишнього середовища.

- усі біометричні виміри, спостереження, та визначення виконували згідно прийнятих методик, ДСТУ та загальних рекомендацій.

Загалом визначено, що у роки проведення досліджень агрокліматичні умови різнились, переважно за кількістю опадів та температурним режимом, але були типовими для зони проведення досліджень.

З вище наведеного можна зробити висновок, що за роки досліджень ґрунтово-кліматичні умови (за винятком 2017 року) були сприятливими для проведення польових досліджень з вивчення ефективності застосування біопрепаратів при вирощуванні ячменю озимого та характерними й типовими для зони.

Список використаної літератури до розділу 2:

1. Агрокліматичні ресурси півдня України та їх раціональне використання : монографія / Лимар А.О., Лимар В.А., Коковіхін С.В. Домарацький Є.О. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 246 с
2. Клімат і рельєф Миколаївської області. Історія заселення Миколаївської області. <https://ukrssr.com.ua/mikolayivska/vid-redaktsiynoyi-mikolayivska-oblast>.
3. Mats A. Study of the feature of the temperature regime of the Mykolaiv and region in the context of the issue of climate change. Екологічна безпека та природокористування, вип. 3 (51), 2024 С.59-71.
4. Малицька Л.В. Дискомфорт погодних умов зимового періоду в Україні. Український гідрометеорологічний журнал. 2017, 20, С. 26–36.
5. Мітрясова О.П., Смирнов В.М., Марійчук Р.Т., Чвир В.А. Європейські зелені виміри: навч. посібник / за редакцією проф. Олени Мітрясової. Миколаїв : ЧНУ імені Петра Могили, 2024. 471 с.
6. Туз Р.В. Глобальні зміни клімату та їх вплив на стан водних ресурсів Миколаївської області. Збережемо для нащадків : матеріали XV Миколаївських міських екологічних читань, м. Миколаїв, 30 листопада 2022 р., Управління екології департаменту ЖКГ Миколаївської міської ради, Миколаївський міський центр екологічної інформації та культури [та ін.]. Миколаїв, 2023, С. 88–91.
7. Siple P.A., Passel C.F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. Proceedings of the American Philosophical Society. 1945, 89 (1), P. 177–199.
8. Бабіченко В.М., Ніколаєва Н.В., Гущина Л.М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття // Укр. геогр. журн. – 2007. – № 4. – С. 3 –12.
9. Вальчук-Оркуша О.М. Метеорологія з основами кліматології : навч. Посібник. / О.М. Вальчук-Оркуша, О.І. Ситник. – Умань :

Видавничополіграфічний центр «Візаві» (Видавець «Сочінський»), 2015. – 224 с.

10. Демидає Г. І., Нестеров Г. І. Біологічна активність чорнозему типового при різних системах обробітку. Збірник наукових праць Інституту агроєкології та біотехнології УААН. 2001. № 4. С. 136–139.

11. Головного управління Держгеокадастру у Миколаївській області <https://mykolaivska.land.gov.ua/>

12. Дем'янюк О. С., Шамрій Н. М. Мікробіологічна активність ґрунту як показник родючості. Вісник Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків, 333 2002. № 1. С. 129–132.

13. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Вплив кліматичних змін на режим зволоження вегетаційного періоду в Україні. Український гідрометеорологічний журн. 2015. № 16. С. 128–139.

14. Крикунов В.Г. Ґрунти та їх родючість. – К.: Вища школа, 1993. – 287с.

15. Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України. – К.: Колообіг, 2005. – 304 с.

16. Мазур Г.А. Проблема відтворення і регулювання родючості ґрунтів / Г.А. Мазур // Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. — Вип. 4. — 1999. — С. 48–56.

17. Ковальов В.Б., Трембіцька О.І., Радько Т.В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. Агропромислове Виробництво Полісся. Випуск 82015 С.15-20.

18. Спрямування біологічних процесів у ґрунті за різних систем удобрення пше- ниці озимої та погодних умов / О.С. Дем'янюк, О.В. Шерстобоева, В.В. Чайков- ська, О.А. Демідов. Збалансоване природокористування. 2016. № 2. С. 146–151.

19. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науководослідницької діяльності. – К.: Знання- прес, 2002. – 295 с.

20. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
21. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз ; за ред. В. О. Єщенка. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. – 332
22. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
23. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В.В. Волкодава. – К., 2001. – Вип. II.
24. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. К. : 2011. Вип. 7. Вид. 2. 108 с.
25. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С. 2014. 286 с.
26. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): навч. посіб. / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон : Грінь Д.С. 2014. – 448 с.
27. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. К. : 2011. Вип. 7. Вид. 2. 108 с.
28. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон : Айлант 2008. – 272 с. 140.
29. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон: Айлант. 2007. – 237 с.

30. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант , 2009. 372 с.
31. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві : підручник. Київ : Урожай. 1988. 208 с.
32. Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю. Селекція, насінництво і технологія вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України / за ред. В. Т. Колючого. Київ : Аграрна наука, 2007. 800с.
33. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с. URL : <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2018-rik.pdf>.
34. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. Київ, 2017. 392 с. URL : <https://www.rivneprod.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/Derzhavnyj-reyestr-sortiv-roslyn-prydatnyh-dlya-poshyrennya-v-Ukrayini-na-2017-rik.pdf>.
35. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
36. Застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур на полях з мінімальними системами обробітку ґрунту / М. Кожушко та ін. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2016. Вип. 20. С. 345-354. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2016_20_44
37. Колесніков М. О., Пономаренко С. П. Вплив біостимуляторів Стимпо та Регоплант на продуктивність ячменю ярого. Агробіологія. 2016. № 1. С. 81-86.
38. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур О. В., Максимов А. М. Використання біопрепаратів - перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. Сільське господарство та лісівництво. 2015. Вип. 2. С. 5-17.

39. Буценко Л. М., Пирог Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин підручник. Київ : Ліра-К, 2018. 346 с.
40. Ефективність застосування препаратів Антистрес та Марс-Elbi на посівах ячменю озимого / І. І. Ярчук та ін. Таврійський науковий вісник. 2016. № 96. С. 135-140.
41. Ткаленко Г. Біологічний метод захисту рослин в Україні: реалії і перспективи. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/25041-biologichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html>
42. Український ринок біопрепаратів росте. AgroPortal.ua. URL: <https://agroportal.ua/blogs/ukrainskii-rynok-biopreparatov-rastet>
43. Кожушко М. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур в Західному регіоні України. Техніка і технології АПК. 2016. № 5. С. 37-42.
44. Каталог біологічних препаратів БТУ 2025.<https://btu-center.com/storage/catalogs/1/file/katalog-2025-final-final-final-2.pdf>

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ РОСЛИН СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

3.1 Динаміка ростових процесів рослин сортів ячменю озимого за впливу біопрепаратів.

Досить важливе значення в житті рослин належить надземній масі. Ріст рослин – є біологічним процесом формування та накопичення біомаси рослин завдяки процесу фотосинтезу. Фотосинтез рослин є найважливішим явищем природи, в процесі чого у зеленому листку відкладається в запас сонячна енергія, трансформована в різні органічні продукти. К.А. Тимірязєв з цього приводу писав, що мікроскопічне зелене зерно хлорофілу є фокусом у світовому просторі, в яке з одного кінця припливає енергія сонця, а з другого – беруть початок усі прояви життя на Землі [1-3].

Визначення висоти рослин ячменю озимого за основними фенофазами дає можливість оцінити динаміку росту рослин за різних технологічних та кліматичних умов вирощування, особливості ростових процесів і їх взаємозв'язок з агротехнікою. На сучасному етапі багато селекціонерів пряцюють над створенням нових сортів, які мають високий потенціал урожайності і володіють певними адаптивними властивостями до конкретної зони вирощування. Висота сортів ячменю озимого може слугувати побічним показником урожайності, загальної біомаси рослин та фотосинтетичного потенціалу [4,5].

Нашими дослідженнями визначено, що рослини ячменю озимого, позитивно реагували на застосування усіх досліджуваних біопрепаратів. Одразу після проведення позакореневих підживлень стан рослин ячменю озимого істотно покращувався, зокрема посилювався їх ріст у висоту (табл.3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив позакоренових підживлень біопрепаратами на висоту рослин
ячменю озимого (середнє за 2017-2019 рр.),см**

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації			
		Кущіння	Вихід у трубку	Колосі ння	Повна стиглість зерна
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	21,2	62,5	99,8	102,0
	Азотофіт 1	-	64,1	101,8	103,1
	Азотофіт 1+2	-	-	102,2	103,4
	Мікофренд 1	-	63,6	100,8	102,3
	Мікофренд 1+2	-	-	101,3	102,9
	Меланоріз 1	-	62,8	100,1	102,1
	Меланоріз 1+2	-	-	100,5	102,5
Валькірія	Контроль (обробка водою)	22,7	64,6	101,4	103,2
	Азотофіт 1	-	66,2	102,5	104,4
	Азотофіт 1+2	-	-	102,8	104,7
	Мікофренд 1	-	65,5	102,2	103,9
	Мікофренд 1+2	-	-	102,4	104,1
	Меланоріз 1	-	65,0	101,6	103,3
	Меланоріз 1+2	-	-	102,0	103,7
Оскар	Контроль (обробка водою)	19,5	66,0	105,7	107,7
	Азотофіт 1	-	68,0	107,5	109,1
	Азотофіт 1+2	-	-	107,8	109,5
	Мікофренд 1	-	67,6	106,7	108,6
	Мікофренд 1+2	-	-	107,4	109,3
	Меланоріз 1	-	66,6	106,1	107,9
	Меланоріз 1+2	-	-	106,4	108,2
Ясон	Контроль (обробка водою)	20,8	70,0	114,3	116,6
	Азотофіт 1	-	71,2	117,0	118,1
	Азотофіт 1+2	-	-	117,3	118,6
	Мікофренд 1	-	70,3	116,3	110,8
	Мікофренд 1+2	-	-	116,7	117,8
	Меланоріз 1	-	70,0	115,8	116,9
	Меланоріз 1+2	-	-	116,2	117,2

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Із досліджуваних біопрепаратів найменше на висоту всіх сортів ячменю озимого впливав Меланоріз. Встановлено, що значно ефективнішими за

впливом на ріст рослин ячменю озимого у висоту виявився біопрепарат Азотофіт [6].

Під впливом застосування підживлень біопрепаратами двічі за проведення їх у фази кущіння і на початку виходу рослин у трубку, рослини формували дещо більшу висоту (рис. 3.1).

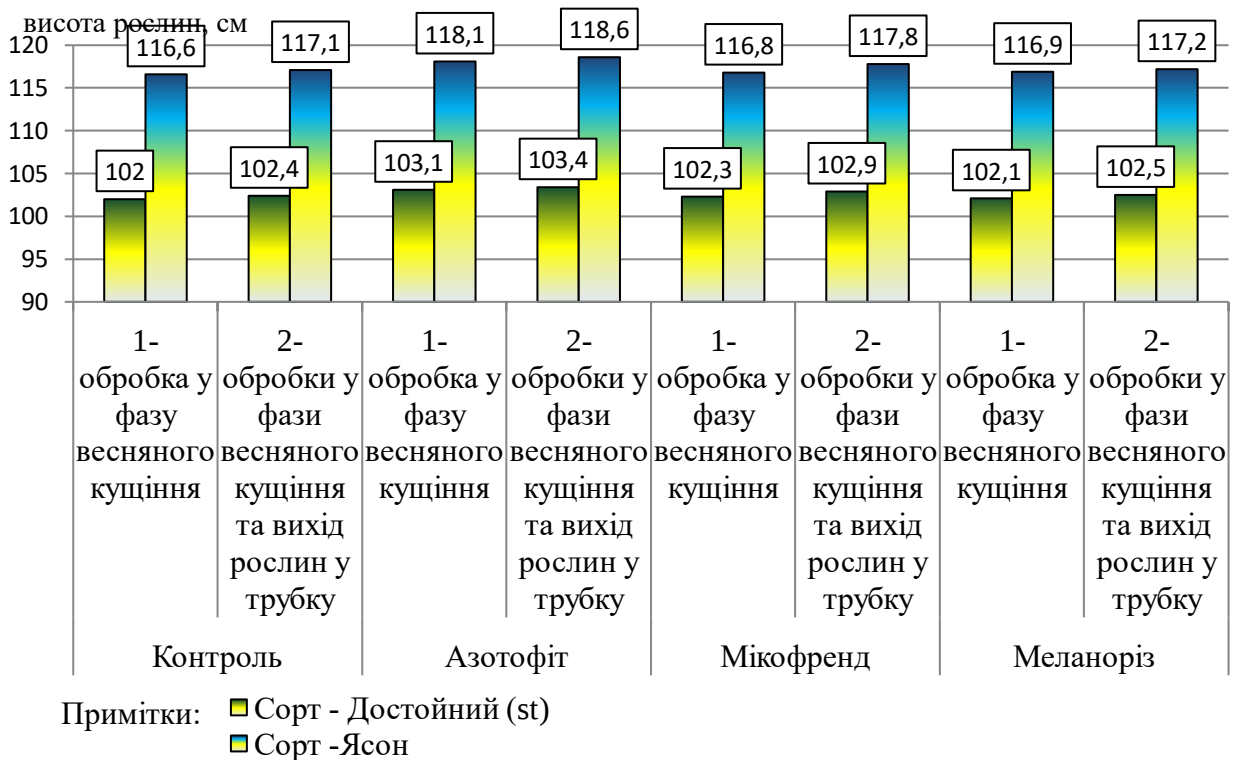


Рис. 3.1 Висота рослин окремих сортів ячменю озимого у період повної стиглості зерна залежно від обробки посіву біопрепаратами (середнє за 2017-2019 рр.), см

Нашими дослідженнями встановлено, що висота рослин у розрізі сортів істотно не різнилась. Усі сорти, що взяли на дослідження, характеризувались близькими значеннями цього показника. Разом з тим із усіх чотирьох сортів дещо більшими показниками лінійної висоти рослин вирізнявся сорт Ясон, а найменшими – сорт стандарт Достойний. Певну різницю у висоті рослин між цими сортами в основні періоди вегетації та її зміни залежно від позакоренових підживлень біопрепаратами характеризує рисунок 3.1.

За ілюстрацією рисунка можна простежити висоту рослин у фазу повної стиглості ячменю озимого залежно від однієї обробки рослин у фазу

кущіння та за двох обробок рослин двічі за вегетацію у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку.

Знову ж за наведеною ілюстрацією можна простежити значення оптимізації живлення щодо впливу його на ростові процеси рослин, зокрема за двох обробок посіву - незначної переваги проведення їх Азотофітом. Слід вказати на досить тісну кореляційно-регресійну залежність між рівнями врожаю зерна ячменю озимого та висотою рослин досліджуваних сортів (рис.3.2).

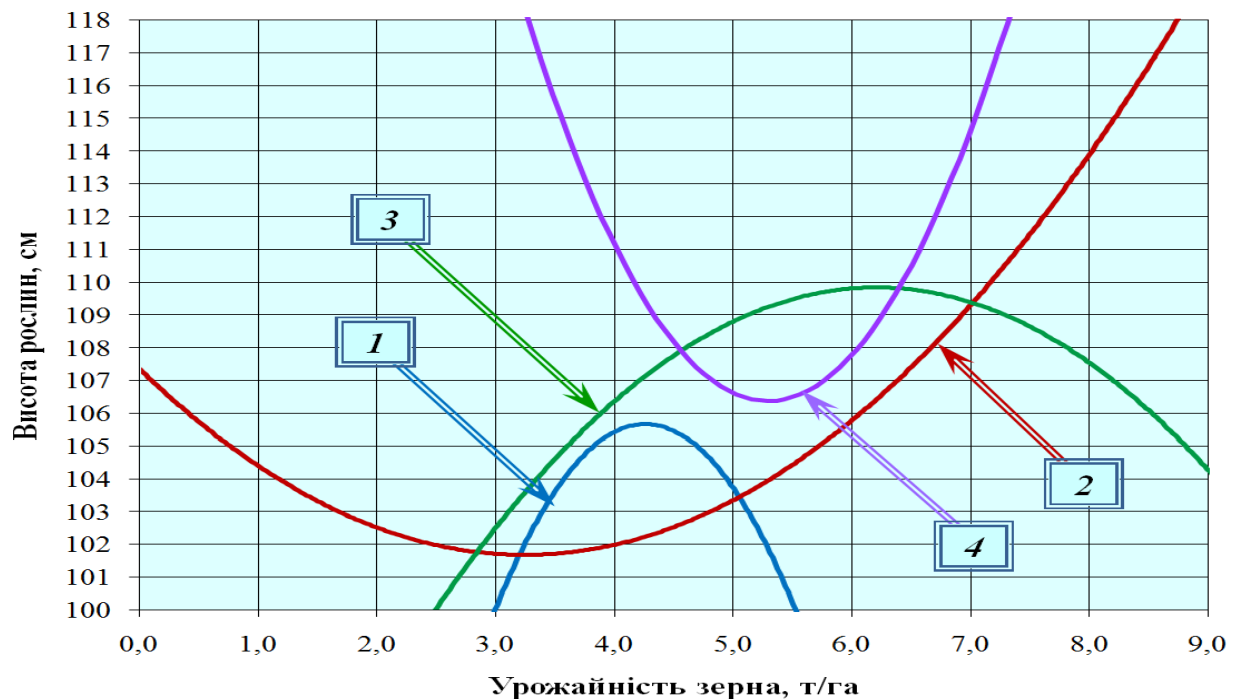


Рис. 3.2. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна ячменю озимого та висотою рослин на період повної стиглості зерна:

1 – Достойний (st): $y = -2,181x^2 + 20,94x + 53,12$; $R^2 = 0,793$;

2 – Валькірія: $y = 0,494x^2 - 3,235x + 107,9$; $R^2 = 0,984$;

3 – Оскар: $y = -0,777x^2 + 9,768x + 79,32$; $R^2 = 0,929$;

4 – Ясон: $y = 4,644x^2 - 37,96x + 193,6$; $R^2 = 0,679$.

Найбільш тісні зв'язки між зазначеними складовими визначено для сортів Валькірія ($R^2=0,984$) і Оскар ($R^2=0,929$). Високою, але дещо меншою була залежність між рівнями врожайності зерна та висотою рослин у сортів Достойний та Ясон, R^2 у яких відповідно визначено як 0,793 і 0,679.

З аналогічною залежністю росту у висоту, рослини ячменю озимого накопичували надземну біомасу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Наростання сирої надземної біомаси рослинами сортів ячменю озимого залежно від позакоренових підживлень сучасними біопрепаратами (середнє за 2017-2019 рр.), г/м²

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації			
		Кущіння	Вихід у трубку	Колосін ня	Молочна стиглість зерна
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	817	2587	3361	2038
	Азотофіт 1	-	2682	3835	2243
	Азотофіт 1+2	-	-	4312	2370
	Мікофренд 1	-	2615	3583	2177
	Мікофренд 1+2	-	-	4103	2309
	Меланоріз 1	-	2603	3551	2157
	Меланоріз 1+2	-	-	4074	2301
Валькірія	Контроль (обробка водою)	811	2576	3470	2106
	Азотофіт 1	-	2670	3607	2198
	Азотофіт 1+2	-	-	4311	2343
	Мікофренд 1	-	2594	3493	2131
	Мікофренд 1+2	-	-	4182	2348
	Меланоріз 1	-	2585	3488	2194
	Меланоріз 1+2	-	-	4079	2309
Оскар	Контроль (обробка водою)	832	2493	3212	2148
	Азотофіт 1	-	2572	3414	2171
	Азотофіт 1+2	-	-	4093	2197
	Мікофренд 1	-	2504	3247	2193
	Мікофренд 1+2	-	-	3878	2191
	Меланоріз 1	-	2501	3241	2136
	Меланоріз 1+2	-	-	3860	2093
Ясон	Контроль (обробка водою)	857	2427	3197	1935
	Азотофіт 1	-	2503	3303	1478
	Азотофіт 1+2	-	-	3797	2093
	Мікофренд 1	-	2475	3215	1983
	Мікофренд 1+2	-	-	3734	2092
	Меланоріз 1	-	2468	3178	1947
	Меланоріз 1+2	-	-	3701	2048

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Надземна маса рослин слугує одним із основних компонентів посіву, від якого значною мірою залежить продуктивність сорту. Найбільше накопичення (90-95%) сирої біомаси врожаю відбувається за рахунок фотосинтезу, процеси якого протікають у листках. Тривалість та інтенсивність накопичення сирої та сухої біомаси рослин залежить від біологічних особливостей їх сорту, приростів біомаси в основні міжфазні періоди вегетації та інтенсивності використання фотосинтетичної радіації. В ці періоди приріст біомаси може бути більш інтенсивним, оскільки рослини активно використовують ресурси, такі як вода та поживні речовини. Інтенсивність використання фотосинтетичної радіації (сонячного світла) також впливає на процес накопичення біомаси. Чим більше світла рослина здатна засвоювати та перетворювати на енергію через фотосинтез, тим вищий її потенціал до накопичення біомаси. Фактори, такі як інтенсивність світла, тривалість світлового дня та кліматичні умови, можуть суттєво впливати на цей процес [7,8].

Оптимізація живлення рослин за допомогою сучасних біопрепаратів має позитивний вплив на ріст і розвиток ячменю озимого протягом всього вегетаційного періоду. Застосування біопрепаратів сприяє поліпшенню фізіологічних процесів, підвищенню ефективності поглинання поживних речовин і води, а також стимулює активність мікроорганізмів у ґрунті, що покращує його родючість [9,10].

На ранніх етапах вегетації, біопрепарати сприяють розвитку потужної кореневої системи, що дозволяє рослинам ефективніше використовувати поживні речовини і вологу з ґрунту.

Позитивний вплив від оптимізації живлення рослин при вирощуванні ячменю озимого шляхом застосування сучасних біопрепаратів у підживлення спостерігали на протязі всього вегетаційного періоду.

У всіх досліджуваних сортів ячменю озимого окрім накопичення сирої надземної біомаси з аналогічною залежністю змінювалось й утворення сухої

речовини (табл. 3.3), адже цей показник є розрахунковим і залежить певною мірою від нагромадженої кількості зеленої біомаси та вмісту в ній вологи.

Таблиця 3.3

Накопичення сухої біомаси рослинами ячменю озимого залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2016-2019 рр.), г/м²

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації			
		Кущіння	Вихід у трубку	Колосін ня	Молочна стиглість зерна
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	392	821	974	696
	Азотофіт 1	-	862	1112	766
	Азотофіт 1+2	-	-	1250	803
	Мікофренд 1	-	830	1039	743
	Мікофренд 1+2	-	-	1188	783
	Меланоріз 1	-	826	1031	736
	Меланоріз 1+2	-	-	1181	780
Валькірія	Контроль (обробка водою)	390	818	1006	719
	Азотофіт 1	-	848	1046	750
	Азотофіт 1+2	-	-	1250	794
	Мікофренд 1	-	823	1012	727
	Мікофренд 1+2	-	-	1212	796
	Меланоріз 1	-	821	1011	738
	Меланоріз 1+2	-	-	1182	783
Оскар	Контроль (обробка водою)	379	791	1020	733
	Азотофіт 1	-	817	1083	740
	Азотофіт 1+2	-	-	1186	742
	Мікофренд 1	-	795	1031	713
	Мікофренд 1+2	-	-	1124	728
	Меланоріз 1	-	794	1029	705
	Меланоріз 1+2	-	-	1119	729
Ясон	Контроль (обробка водою)	356	770	1015	660
	Азотофіт 1	-	795	1049	677
	Азотофіт 1+2	-	-	1161	705
	Мікофренд 1	-	786	1021	665
	Мікофренд 1+2	-	-	1082	704
	Меланоріз 1	-	783	1009	665
	Меланоріз 1+2	-	-	1073	703

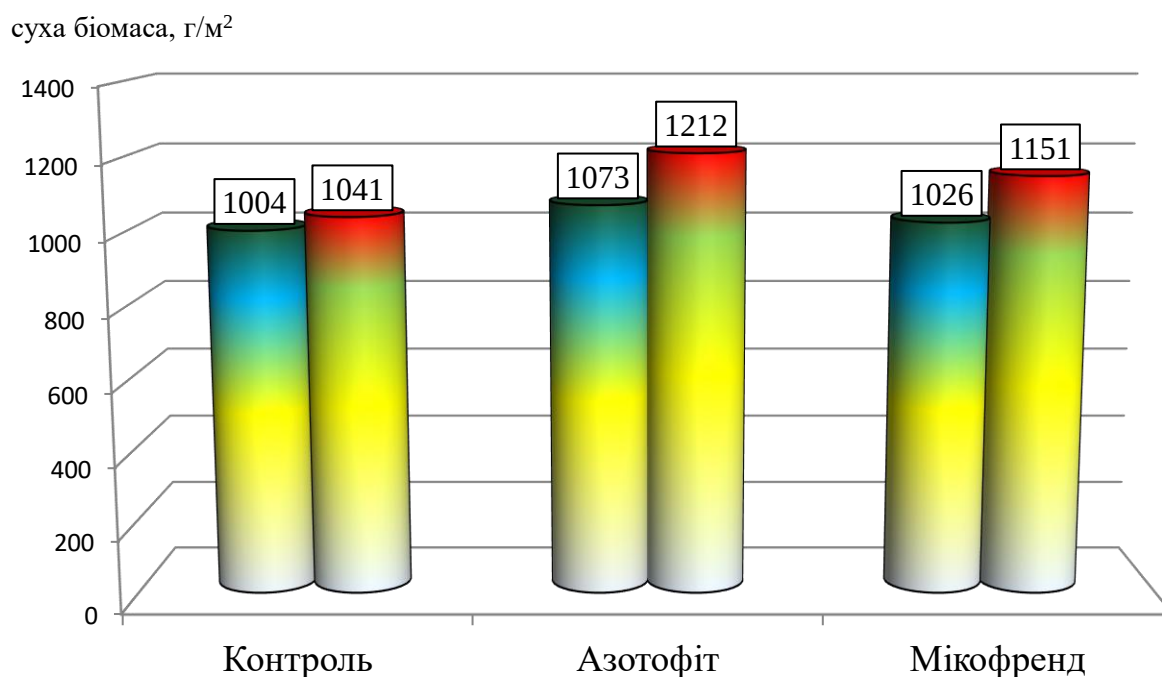
Примітки: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Отримані значення сирої і сухої речовини в рослинах є, як правило, однаковими та дуже тісно корелюють між собою.

Кількість сухої біомаси рослин усіх чотирьох сортів ячменю озимого, так само, як і сирої накопиченої ними речовини, збільшувалась за впливу позакоренових підживлень біопрепаратами у тому числі й кількості обробок. Покажемо це на прикладі одного з найефективніших для живлення біопрепарату Азотофіту та значно менш впливовішого Мікофренду (рис 3.3).



Примітки: ■ 1-обробка рослин у фазу кущіння
■ 2- обробки у фази кущіння та виходу рослин у трубку

Рис. 3.3 *Значення біопрепарату та кількості обробок посіву у накопиченні сухої біомаси рослинами ячменю озимого (середнє по сортах за 2017 -2019 рр.), г/м²*

При цьому зазначимо, що достатньо високі прирости наростання надземної біомаси рослинами усіх сортів ячменю озимого як сирої, так і сухої, забезпечував біопрепарат Азотофіт.

Визначено, що найменшу кількість сухої надземної біомаси рослини накопичили у фазу кущіння, вона істотно наростала і збільшувалась у періоди виходу рослин у трубку та колосіння і різнилась залежно від біопрепаратів та кількості обробок.

Нами визначено, що всі сорти ячменю озимого позитивно реагували на застосування досліджуваних біопрепаратів, проте найбільш істотно на Азотофіт.

З найменшою інтенсивністю накопичення надземної біомаси рослин усіх сортів ячменю озимого відбувалося за впливу обробки рослин Мікофрендом і Меланорізом, хоча вони також посилювали процес її наростання.

Максимальних значень утворена біомаса вологих рослин сортів ячменю озимого досягла на період колосіння, що можна простежити за ілюстрацією рис. 3.4.

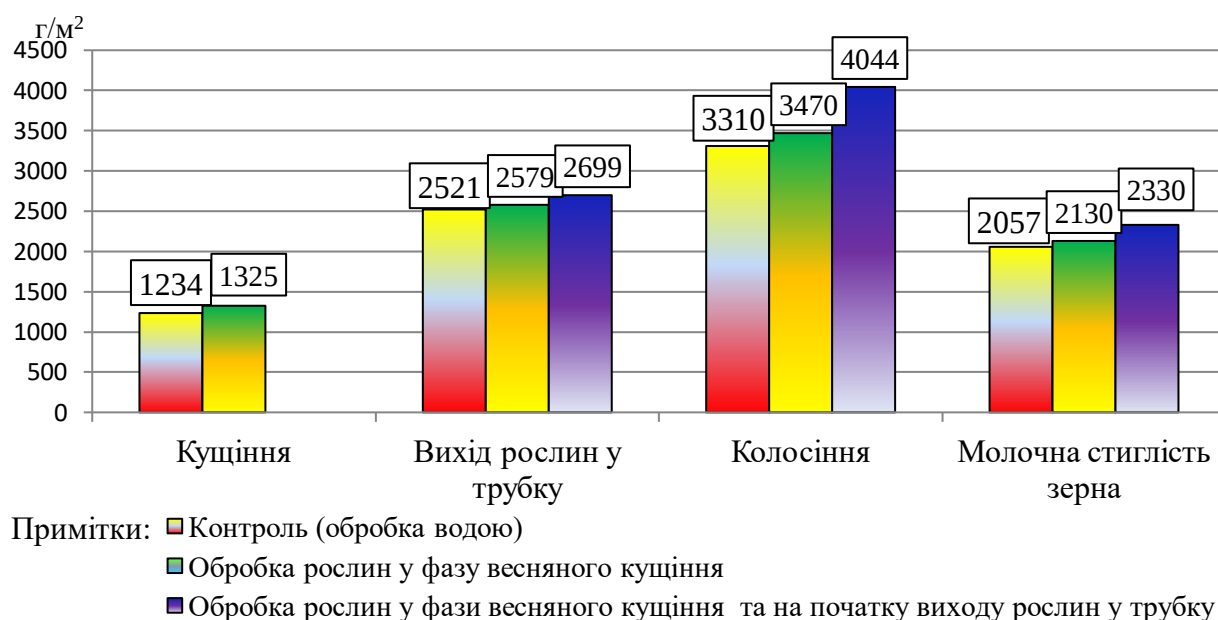


Рис. 3.4 Динаміка накопичення сирої біомаси рослинами ячменю озимого (середнє по препаратах і сортах за 2017-2019рр.)

Інтенсивність наростання її була найбільш значною від фази кушіння до виходу рослин у трубку та колосіння, а вже до періоду досягання зерна цей показник суттєво зменшується через підсихання рослин на завершення вегетації. Нашими дослідженнями встановлено, що незалежно від фази визначення кількості надземної біомаси, більше її накопичували рослини сортів ячменю озимого, які оброблені біопрепаратами й особливо за проведення цього заходу двічі за вегетацію – у фази кушіння та виходу

рослин у трубку. Так, якщо у контрольному варіанті за обробки рослин водою у фазу колосіння сирії надземної біомаси у середньому по сортах накопичено 3310 г/м², за проведення позакореневого листового підживлення біопрепаратами у фазу кушіння її кількість зросла до 3470, а дворазової обробки – ще й у період виходу рослин у трубку – до 4044 г/м², або в останньому варіанті дослідів кількість біомаси рослин збільшилася на 22,5% порівняно з контролем [10].

Між накопиченою надземною біомасою рослин сортів ячменю озимого та врожайністю зерна встановлено тісну кореляційно - регресійну залежність (рис. 3.5).

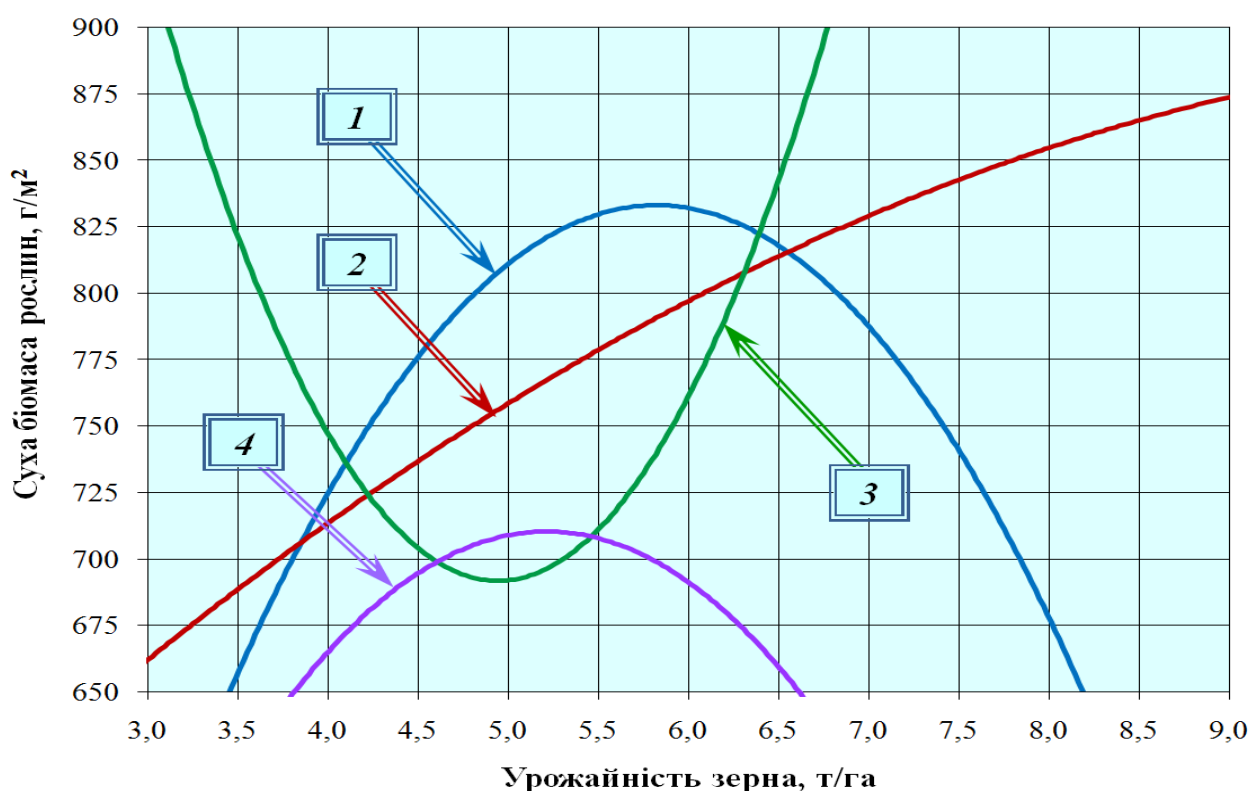


Рис. 3.5. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна сортів ячменю озимого та сухою біомасою рослин на період повної стиглості зерна:

1 – Достойний (st): $y = -34,50x^2 + 402,0x - 335,6$; $R^2 = 0,764$;

2 – Валькірія: $y = -3,305x^2 + 75,56x + 469,0$; $R^2 = 0,801$;

3 – Оскар: $y = 55,10x^2 - 540,2x + 2047$; $R^2 = 0,899$;

4 – Ясон: $y = -26,42x^2 + 273,2x - 4,453$; $R^2 = 0,710$.

Навіть у період відбору снопових зразків перед збиранням, коли кількість надземної біомаси вже зменшується, залежність між накопиченою сухою масою рослин та врожайністю зерна ячменю озимого була значною й особливо у сортів Оскар і Валькірія (R^2 відповідно склала як 0,899 та 0,801). У сортів ячменю озимого Достойний і Ясон зазначений зв'язок визначено на рівнях $R^2 = 0,764$ та $R^2=0,710$.

3.2 Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від досліджуваних факторів

У вирощуванні сільськогосподарських культур окрім надземної біомаси рослин дуже важливо визначити і величину листкової їх поверхні. Адже відомо, що в накопиченні як загальної кількості сирової і сухої речовини, чи не найбільшу роль в утворенні безпосередньо врожаю чинять саме листки. Вони синтезують фотосинтетичну активну радіацію та приймають пряму участь у формуванні врожаю. Збільшення асиміляційної площі відбувається з початку вегетації, коли рослина активно формує листкову масу. На цьому етапі відбувається активне поглинання сонячної енергії для фотосинтезу. Саме із кореневої системи і листків усі елементи живлення та волога перерозподіляються в рослині, а в кінці вегетації переміщуються в генеративні органи. У зернових культур це зерно. Отож від роботи асиміляційного апарату залежить і величина врожаю зерна, а також і його якість.

Знову ж, чим тривалішою є робота листкової поверхні рослин, тим вищим має бути врожай. Адже добре відомо, що сорти і гібриди середньопізньої групи стиглості формують вищу продуктивність порівняно з ультраранніми та ранніми, які мають менший період вегетації.

Фотосинтетична активність ячменю озимого змінюється впродовж усіх фаз його вегетаційного періоду. На початковому етапі фази куціння відбувається активне формування листкової поверхні, і фотосинтез стає

інтенсивнішим із збільшенням асиміляційної площі. А максимальних значень площу листкової поверхні, коли рослина досягає найбільшої асиміляційної площі, що дозволяє їй максимально поглинати сонячне світло та перетворювати його в енергію для формування зерна, рослини ячменю озимого можуть сформувати у фазу колосіння.

За результатами досліджень, які були проведені в продовж 2016-2019 рр. з сортами ячменю озимого визначено, що площа листкової поверхні рослин у фазу кушіння змінювалась залежно від сортових особливостей. Так найбільшу площу листкової поверхні у фазу кушіння визначено у сортів ячменю озимого Достойний (st) і Валькірія 7,03 тис. м²/га і 7,01 тис. м²/га. А найменшу площу литкової поверхні сформували сорти ячменю озимого Оскар і Ясон- 6,69 тис. м²/га. та 6,45 тис. м²/га відповідно (рис. 3.6).

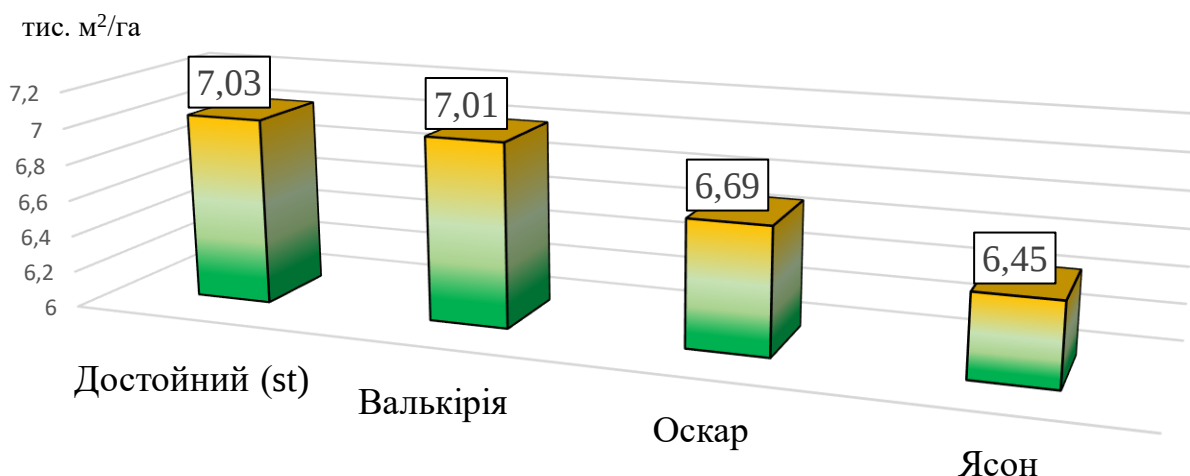


Рис. 3.6 Площа листкової поверхні рослин сортів ячменю озимого у фазу кушіння (середнє за 2016-2019 рр.), тис. м²/га

Ми визначали площу листкової поверхні рослин досліджуваних сортів ячменю озимого в основні фази розвитку та як змінюється цей показник під впливом позакореневих підживлень біопрепаратами.

Встановлено, що асиміляційна площа рослин змінювалась упродовж вегетації та найбільших значень досягла у період колосіння (табл. 3.4).

Динаміку зміни та впливу факторів вирощування ячменю озимого на площу асиміляційної поверхні рослин упродовж вегетації в середньому за роки досліджень демонструє таблиця 3.4.

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), тис. м²/га

Сорти (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації		
		Вихід у трубку	Колосіння	Молочна стиглість зерна
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	16,22	36,88	12,75
	Азотофіт 1	17,54	41,60	14,49
	Азотофіт 1+2	-	47,25	16,94
	Мікофренд 1	16,35	37,64	13,46
	Мікофренд 1+2	-	38,12	15,33
	Меланоріз 1	16,43	37,37	13,33
	Меланоріз 1+2	-	37,89	15,41
Валькірія	Контроль (обробка водою)	16,43	37,89	14,08
	Азотофіт 1	18,08	44,28	15,33
	Азотофіт 1+2	-	48,16	17,14
	Мікофренд 1	17,48	36,33	13,48
	Мікофренд 1+2	-	39,50	15,75
	Меланоріз 1	17,46	37,64	13,37
	Меланоріз 1+2	-	38,97	17,28
Оскар	Контроль (обробка водою)	15,58	37,47	14,49
	Азотофіт 1	16,82	44,61	15,49
	Азотофіт 1+2	-	48,84	17,78
	Мікофренд 1	16,23	37,67	14,55
	Мікофренд 1+2	-	38,73	16,89
	Меланоріз 1	16,28	37,74	14,46
	Меланоріз 1+2	-	39,11	16,12
Ясон	Контроль (обробка водою)	16,23	36,83	13,46
	Азотофіт 1	16,87	41,60	14,79
	Азотофіт 1+2	-	46,78	17,04
	Мікофренд 1	16,39	36,84	14,08
	Мікофренд 1+2	-	37,59	16,73
	Меланоріз 1	16,39	36,49	14,08
	Меланоріз 1+2	-	38,47	16,55

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Як і накопичення надземної біомаси рослинами, площа листків також найбільш інтенсивно збільшувалась у проміжок вегетації від виходу рослин у трубку до фази колосіння. У подальший період росту і розвитку рослин усіх сортів площа листків, навпаки, поступово починала зменшуватись. Листки жовтіли, відмирили, у них проявлявся посилений відток елементів живлення у зерно. Найменшою (мінімальною за показниками) площа листкової поверхні визначена нами у період кушіння (на початку наростання біомаси), а в подальшій вегетації - у фазу молочної стиглості (дозрівання) зерна. Цей показник у всіх взятих на дослідження сортів ячменю озимого за обробки посіву рослин сучасними біопрепаратами зростав. Більшою мірою це відбувалось за проведення цього заходу двічі за вегетацію - у періоди кушіння та виходу рослин у трубку [11].

Так, у фазу колосіння рослини ячменю озимого сортів Валькірія і Оскар за обробки у фазі весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку біопрепаратом Азотофіт сформували найбільшу площу листкової поверхні на рівні – 48,16 тис. м²/га і 48,84 тис. м²/га порівнянно з контрольним варіантом, де рослини обробляли водою.

У фазу молочної стиглості зерна ячменю озимого простежувалось зниження показників площі листкової поверхні, так як у цей період росли переходять у фазу повної стиглості зерна, знижується кількість вологи а з цим і площа листкової поверхні.

Дані, наведені в таблиці 3.4, пересвідчують про високу ефективність дворазової обробки посіву рослин Азотофітом. На розмірі площі листків рослин ячменю озимого порівняно з контролем значною впливовістю не вирізнялися біопрепарати Мікофренд і Меланоріз, які забезпечили отримання практично таких же її величин, як і в рослинах контрольного варіанту.

Найбільшу впливовість біопрепарату Азотофіт й особливо за дворазового використання його для підживлень підтверджено і визначенням кореляційно-регресійної залежності між урожайністю зерна та площею листкової поверхні рослин ячменю озимого у фазу колосіння (рис. 3.7).

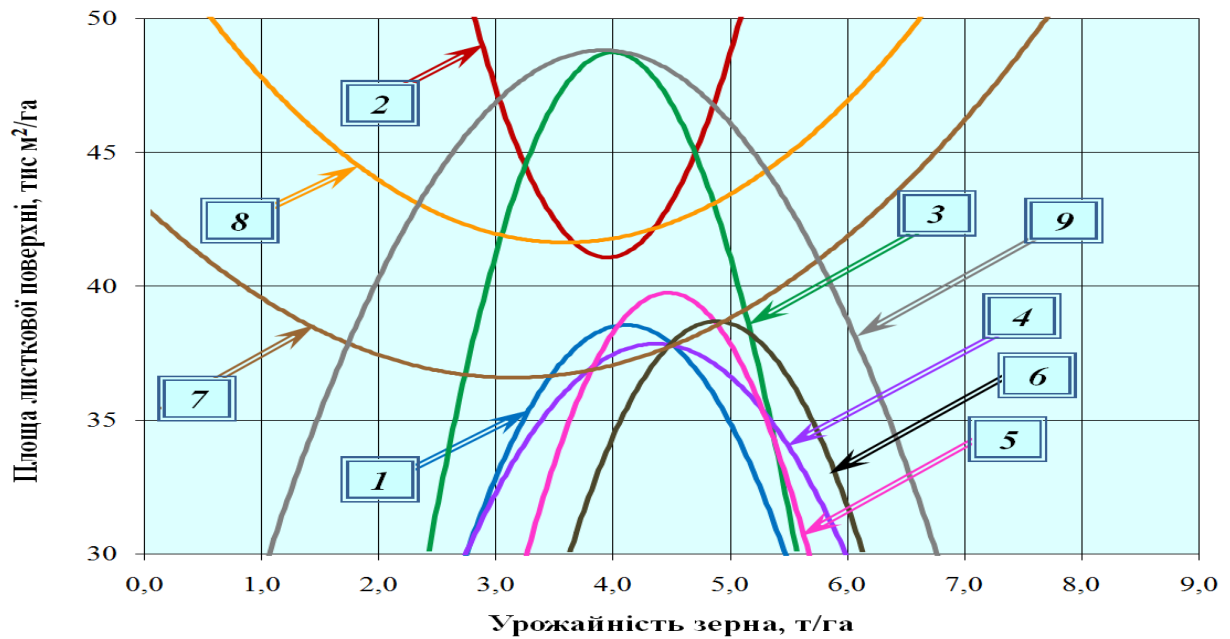


Рис. 3.7 Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна ячменю озимого та площею листкової поверхні у фазу колосіння:

1 – Контроль (обробка водою): $y = -4,217x^2 + 36,87x - 42,47$; $R^2 = 0,839$;

2 – Азотофіт 1: $y = 6,346x^2 - 56,5x + 167,3$; $R^2 = 0,909$;

3 – Азотофіт 1+2: $y = -9,442x^2 + 97,91x - 205,1$; $R^2 = 0,999$;

4 – Мікофренд 1: $y = -2,949x^2 + 27,24x - 25,57$; $R^2 = 0,888$;

5 – Мікофренд 1+2: $y = -6,167x^2 + 61,35x - 113,3$; $R^2 = 0,900$;

6 – Меланоріз 1: $y = -4,853x^2 + 44,41x - 63,81$; $R^2 = 0,908$;

7 – Меланоріз 1+2: $y = 0,591x^2 - 3,703x + 43,14$; $R^2 = 0,916$;

8 – Середнє по препаратах 1: $y = 0,836x^2 - 7,028x + 56,84$; $R^2 = 0,877$;

9 – Середнє по препаратах 1+2: $y = -2,114x^2 + 19,59x + 2,381$; $R^2 = 0,909$.

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1 - у фазу весняного кушіння;

1+2 - у фази весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку

У цьому варіанті досліді R^2 склала 0,909, а за дворазового позакоренового підживлення - $R^2 = 0,999$.

Зазначимо, що два позакоренових підживлення більшою мірою сприяли зростанню асиміляційного апарату у рослин сортів ячменю озимого порівняно з одноразовою обробкою, незалежно від біопрепарату.

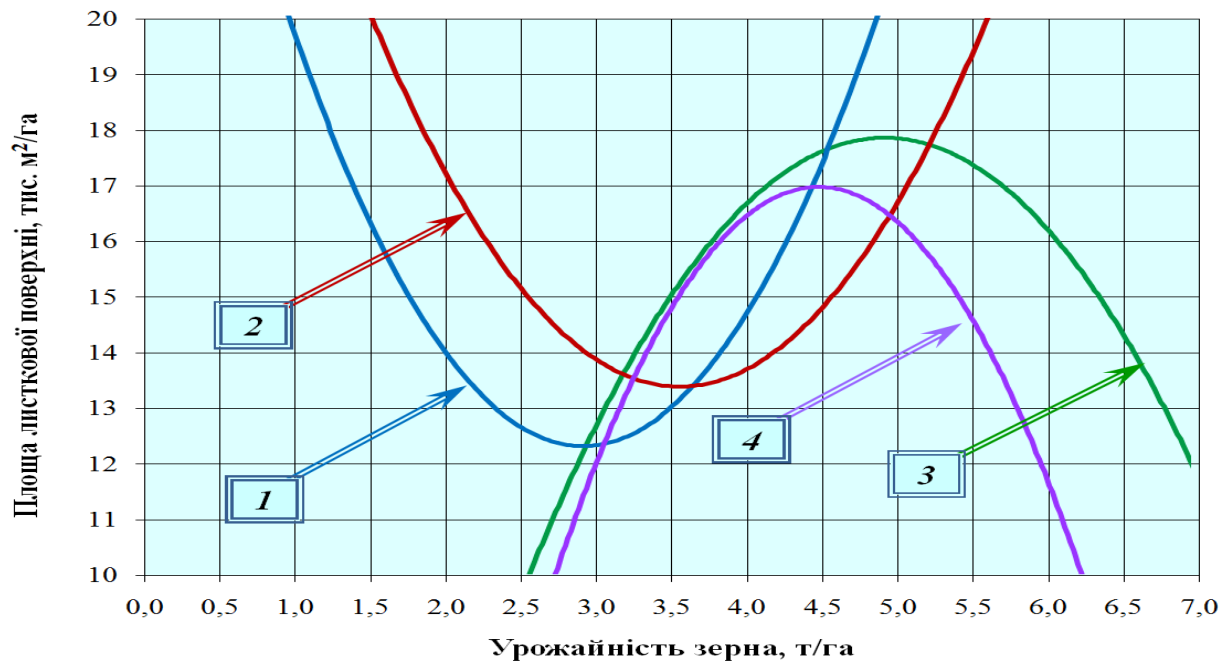


Рис. 3.8 Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна ячменю озимого та площею листкової поверхні на період повної стиглості зерна:

1 – Достойний (st): $y = 2,130x^2 - 14,21x + 35,86$; $R^2 = 0,798$;

2 – Валькірія: $y = 1,504x^2 - 12,41x + 39,58$; $R^2 = 0,826$;

3 – Оскар: $y = -0,729x^2 + 10,42x - 19,26$; $R^2 = 0,885$;

4 – Ясон: $y = -1,456x^2 + 16,44x - 29,33$; $R^2 = 0,796$.

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1 - у фазу весняного кушіння;

1+2 - у фази весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Залежність між площею асиміляційної поверхні та рівнем урожаю зерна та зміни їх від досліджуваних факторів простежували впродовж усієї вегетації рослин сортів ячменю озимого. Певні відмінності визначено й за кореляційно-регресійною залежністю в кінці вегетаційного періоду, а саме у фазу повної стиглості зерна (рис. 3.8). Залежності в розрізі досліджуваних сортів ячменю озимого у цей період такі: найвищою залежністю $R^2 = 0,885$ характеризувався сорт Оскар, у Валькірії кореляційно-регресійна залежність склала 0,826 а сортів Достойний та Ясон $R^2 = 0,798$ і $R^2 = 0,796$ відповідно[12].

Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал є важливими показниками, що визначають ефективність використання рослинами сонячної енергії для формування біомаси та врожаю. Найвище чиста продуктивність фотосинтезу, як правило, спостерігається в період інтенсивного вегетативного росту, особливо у фазі колосіння рослин ячменю озимого, коли асиміляційна площа найбільша. Вона визначається шляхом вимірювання приросту сухої речовини на одиницю площі листкової поверхні за певний проміжок часу, найчастіше у грамах на квадратний метр на добу.

Фотосинтетичний потенціал — це загальна продуктивність фотосинтезу всієї асиміляційної поверхні посіву рослин ячменю озимого за певний період вегетації. Він відображає здатність посівів накопичувати біомасу за рахунок фотосинтетичної діяльності.

$$\Phi\P=\sum S\cdot T$$

де, S — асиміляційна площа, T — тривалість періоду, за який оцінюється фотосинтетична діяльність.

Найбільший фотосинтетичний потенціал спостерігається в період від фази кущіння до колосіння, коли рослини ячменю озимого досягають максимальної листкової поверхні та інтенсивно використовують сонячне світло.

Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал є визначальними показниками продуктивності посівів ячменю озимого усіх досліджуваних сортів. Вони залежать від багатьох факторів, включаючи сортові особливості, умови середовища та живлення. Оптимізація цих показників дозволяє підвищити врожайність і якість зерна ячменю.

Підживлення сучасними біопрепаратами є одним з ключових факторів, що впливають на чисту продуктивність фотосинтезу рослин ячменю озимого усіх досліджуваних сортів.

Ми визначили чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал посіву рослин сортів ячменю озимого (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал сортів
ячменю озимого залежно від біопрепаратів за період кушіння-колосіння
(середнє за 2016-2019 рр.)**

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації	
		Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу	Фотосинтетични й потенціал, млн. г/м ² за добу
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	2,31	1,33
	Азотофіт 1	2,59	1,67
	Азотофіт 1+2	2,87	1,74
	Мікофренд 1	2,34	1,41
	Мікофренд 1+2	2,39	1,48
	Меланоріз 1	2,33	1,40
	Меланоріз 1+2	2,39	1,49
Валькірія	Контроль (обробка водою)	2,33	1,37
	Азотофіт 1	2,67	1,73
	Азотофіт 1+2	2,94	1,84
	Мікофренд 1	2,37	1,42
	Мікофренд 1+2	2,44	1,53
	Меланоріз 1	2,38	1,43
	Меланоріз 1+2	2,44	1,54
Оскар	Контроль (обробка водою)	2,28	1,29
	Азотофіт 1	2,59	1,68
	Азотофіт 1+2	2,82	1,75
	Мікофренд 1	2,30	1,33
	Мікофренд 1+2	2,39	1,45
	Меланоріз 1	2,29	1,32
	Меланоріз 1+2	2,37	1,46
Ясон	Контроль (обробка водою)	2,24	1,25
	Азотофіт 1	2,57	1,68
	Азотофіт 1+2	2,49	1,76
	Мікофренд 1	2,28	1,29
	Мікофренд 1+2	2,40	1,41
	Меланоріз 1	2,29	1,30
	Меланоріз 1+2	2,39	1,44

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

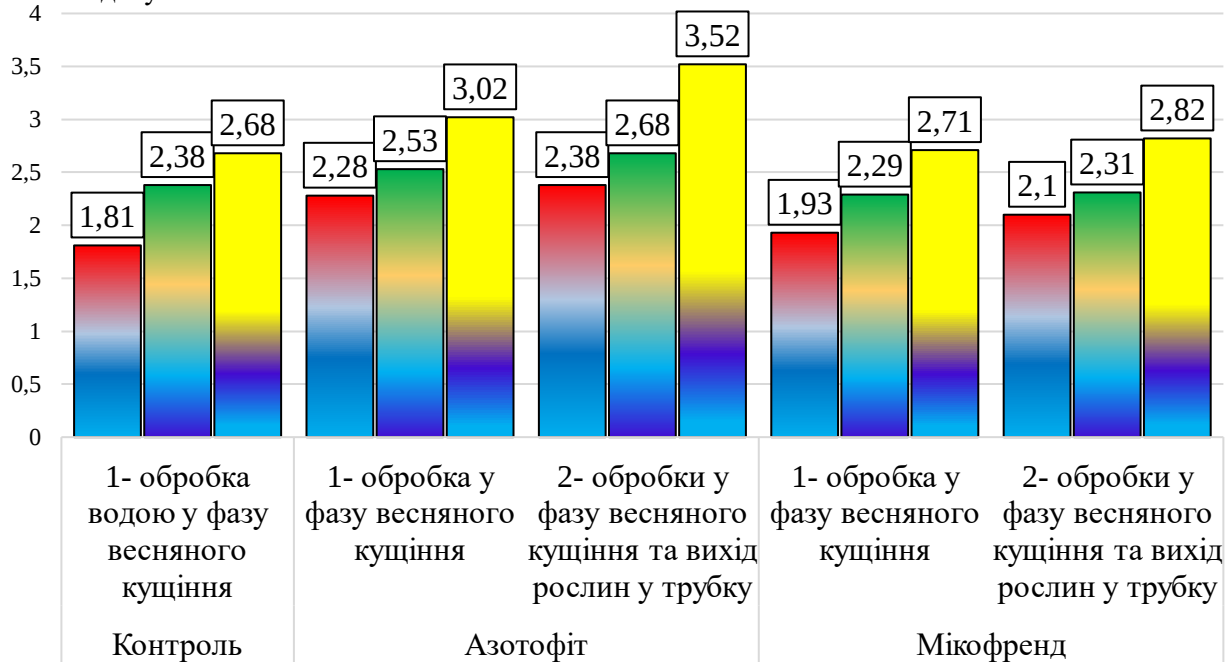
1 - у фазу весняного кушіння;

1+2 - у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Встановлено їх зміни за впливу сортових особливостей рослин цієї культури, біопрепаратів та кількості проведених позакоренових обробок посівів.

Необхідно вказати, що показники чистої продуктивності фотосинтезу досить істотно різнились за роками досліджень. Зокрема, найнижчих значень визначено чисту продуктивність фотосинтезу в рослин сортів ячменю озимого за вирощування в умовах 2017 року, а найбільш високих – у сприятливому за зволоженням 2019 році, що переконливо ілюструє рисунок 3.9, на якому наведено результати контрольного варіанту і використання для підживлень найбільш та найменш ефективного біопрепаратів.

Чиста продуктивність фотосинтезу,
г/м² за добу



Примітки: ■ 2017 рік ■ 2018 рік ■ 2019 рік

Рис. 3.9 Чиста продуктивність фотосинтезу ячменю озимого залежно від року вирощування та біопрепаратів (середнє по сортах), г/м² за добу

З аналогічною залежністю за впливу досліджуваних факторів змінювався і фотосинтетичний потенціал посіву сортів ячменю озимого.

Розрахунково визначено, що показники чистої продуктивності фотосинтезу оброблених посівів рослин ячменю озимого незалежно від сорту і взятого біопрепарату порівняно з контролем, зростали й особливо за проведення двох підживлень Азотофітом. Значно меншою мірою на величину чистої продуктивності фотосинтезу впливали Меланоріз і особливо Мікофренд (рис 3.10).

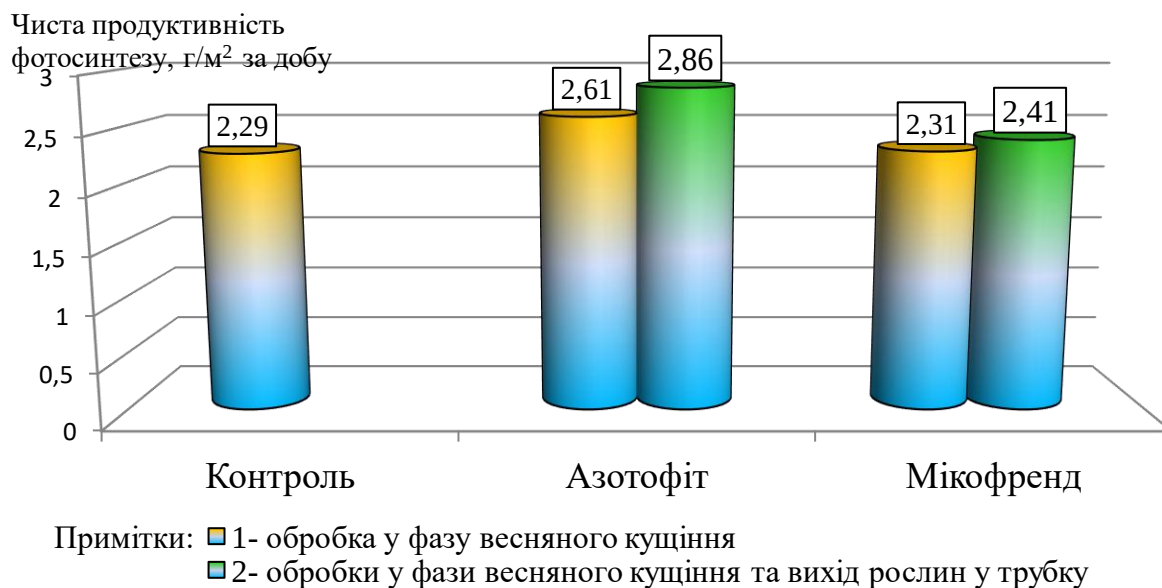


Рис. 3.10 Чиста продуктивність фотосинтезу ячменю озимого (середнє за 2017 - 2019 рр.)

Зазначимо, що на рисунку 4.10 ми показали найбільш контрастні біопрепарати: найефективніший Азотофіт і значно менш впливовий Мікофренд.

Висновки до розділу 3:

– Ріст рослини – основний процес її життєдіяльності. Встановлено, що усі чотири сорти ячменю озимого позитивно реагували на застосування біопрепаратів, це позначалось на всіх показниках росту і на висоті рослин. За підживлення біопрепаратами у фазу весняного кущіння висота рослин ячменю озимого у фазу виходу рослин у трубку досягала 62,8-70,3 см залежно від сорту та біопрепарату. У середньому за роки досліджень

найбільшої висоти в усі фази розвитку досягли рослини ячменю озимого сорту Ясон.

– З аналогічною залежністю змінювалось і наростання сирої біомаси.

Всі досліджувані сорти позитивно реагували на підживлення біопрепаратами. Найбільш виразно у досліді проявилася дія біопрепарату Азотофіт.

– Проведення підживлень на посівах ячменю озимого порівняно з контролем, де рослини обробляли водою, сприяло збільшенню асиміляційної поверхні рослин усіх досліджуваних сортів.

Найбільших значень площі листкової поверхні у фазу кушіння досягли рослини сортів ячменю озимого Достойний (st) - 7,23 тис. м²/га і Валькірія - 7,19 тис. м²/га за обробки біопрепаратом Азотофіт а максимальних у період колосіння вона зросла до 40-49 тис. м²/га.

Між площею листкової поверхні та рівнем урожайності зерна визначено тісні кореляційно-регресійні залежності. Найвищою залежністю $R^2 = 0,885$ характеризувався сорт Оскар, у сорту Валькірія кореляційно-регресійна залежність склала 0,826, а сортів Достойний (st) та Ясон $R^2 = 0,798$ і $R^2 = 0,796$ відповідно.

–Позакореневі підживлення біопрепаратами позитивно позначалось і на основних показниках фотосинтетичної діяльності рослин ячменю озимого. При цьому зростали порівняно з контролем як чиста продуктивність фотосинтезу, так і фотосинтетичний потенціал, досягаючи максимальних значень за дворазового підживлення Азотофітом.

Список використаної літератури до розділу 3:

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування. К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 811 с.
2. Лень О.І., Гангур В.В. Формування асимілюючої поверхні та її вплив на продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. № 1 2009, Вісник Полтавської державної аграрної академії. С.119-121.

3. Заєць С. О., Кисіль Л. Б. Фотосинтетична діяльність рослин і врожайність зерна ячменю озимого (*Hordeum vulgare* L.) залежно від сорту, строків сівби та регуляторів росту. Біоресурси і природокористування. 2019. Том 11, № 1-2.

4. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. Агробізнес сьогодні. 15 червня 2017 р. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiasohodni/item/8902-bioekolohichni-osoblyvosti-iachmeniu-posivnoho.html>.

5. Федорчук М. І. Вплив строків сівби різних сортів озимого ячменю та задіяних сполук мікроелементів на фотосинтетичну продуктивність / М. І. Федорчук, В. В. Нагірний // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - 2019. - Вип. 2. - С. 34-40.

6. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на ростові процеси та якість зерна ячменю озимого в умовах змін клімату. Міжнародна Науково-практична конференція молодих учених «Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України» з нагоди до дня науки в Україні. (17 травня 2024 року). Одеса, 2024. С.68-70.

7. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021, №1(89). 10с. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14725>.

8. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на накопичення зеленої маси рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України «Перлини степового краю»: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (21-22 листопада 2024 року). Миколаїв, 2024. С.36-38.

9. Гамаюнова В.В., Кувшинова А. О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів. *Аграрні інновації. Селекція, насінництво*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023, № 18. С. 156–162.

10. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах південного Степу України. Науковий журнал «Scientific horizons» (Житомирський НАЕУ). 2018 р. №2 (65). С. 3-10.

11. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. / A. Panfilova, M. Korkhova, V. Gamayunova, M. Fedorchuk, A. Drobitko, N. Nikonchuk, O. Kovalenko. *Agronomy Research*. 2019. 17(2). P. 608 – 620. doi: 10.15159/AR.19.099.

12. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

РОЗДІЛ 4

ВОДОСПОЖИВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ У РОКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стале вирощування сільськогосподарських культур передбачає забезпечення їх усіма основними факторами життя, у тому числі вологою, яка в умовах посушливого Степу України знаходиться у першому мінімумі і виступає лімітуючим чинником у рівнях сформованої продуктивності, а також елементами живлення (другий за значимістю фактор).

Вирощування сільськогосподарських культур з метою отримання сталої їх продуктивності потребує забезпечення їх усіма основними факторами життя, у тому числі вологою. Щодо задоволення потреб рослин у волозі, то лише на зрошенні можливо успішно управляти цим процесом, проводячи поливи в усі за потребою й особливо у критичні періоди вегетації, а без поливу слід найбільш ефективно накопичувати вологу в ґрунті та створювати умови для рослин щодо ефективнішого використання її, як і опади вегетаційного періоду на отримання сталого рівня врожаю, не допускаючи непродуктивних втрат на випаровування [1,2].

Забезпечення потреб рослин достатньою кількістю доступних елементів живлення, в останні роки набуває виключної важливості, так як практично відсутні сівозміни, а застосування добрив є недостатнім, особливо мало вносять органічних. Отож у зв'язку із зазначеним ґрунти України поступово втрачають свій потенціал родючості [3-5]. На збіднених ґрунтах навіть у сприятливі за кількістю опадів роки, отримати високу продуктивність сільськогосподарських культур без застосування оптимальної кількості добрив просто неможливо.

Ґрунти збіднюються на гумус, їх водно-фізичні властивості та водоутримуюча здатність погіршуються. Опади ж, як відомо, на ущільнених й слабо оструктурених ґрунтах не можуть поглинатися ґрунтом повною

мірою, вони переважною більшістю втрачаються на непродуктивне випаровування [6,7].

В умовах Південного Степу України найпоширенішим стресовим фактором, що обмежує ростові процеси рослин і в цілому призводить до зниження рівнів урожайності, є значна кількість посушливих днів (за одночасно високих температур повітря і ґрунту та тривалої відсутності опадів). Застосування біопрепаратів призводять до послаблення негативного впливу на рослини, змінюють їх жирнокислотний склад, властивості клітинних мембран, внаслідок чого рослини можуть протистояти низьким та високим температурам, а також посухам. Під їх впливом в організмі рослин відбуваються біохімічні зміни, які здатні модифікувати більшість частин їх метаболізму, внаслідок чого формується стійкість і стабільність рослинного організму [8,9].

Досліджень відносно водоспоживання культури ячменю озимого за вирощування його без поливу проведено недостатньо, джерела літератури з цього питання практично відсутні. Потреби ячменю у волозі високі, й особливо вона найбільша у критичний період – з кінця виходу рослин у трубку до початку колосіння. У зерновому балансі України серед хлібних злаків ячмінь озимий є досить поширеною культурою у тому числі у регіонах з теплими зимами. Коливання рівнів сформованого врожаю зерна пов'язані в першу чергу з умовами і технологіями вирощування та дуже істотно залежать від кількості атмосферних опадів, адже у веденні землеробства в умовах Південного Степу України основним лімітуючим фактором, що максимально впливає на продуктивність сільськогосподарських культу, є вологозабезпечення [10].

Разом з тим багатьма дослідженнями, зокрема і нашими з різними культурами, встановлено, що незалежно від кліматичних умов року вирощування, забезпечення оптимального живлення рослин призводить до більш повного і ефективного використання ними запасів ґрунтової вологи і опадів, порівняно з неудобреними аналогами й особливо на збіднених

грунтах [11]. Це відбувається у зв'язку з формуванням удобреними рослинами більш потужної і глибокої кореневої системи, кращої облистяності, що в свою чергу затінює ґрунт, чим стримує непродуктивні втрати вологи на надмірне і неефективне випаровування.

Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали перед сівбою і після збирання досліджуваної культури термостатно-ваговим методом. Враховуючи значення попередника та забезпеченість ґрунту елементами живлення, мінеральні добрива під ячмінь озимий не вносили.

Сумарне водоспоживання визначали методом водного балансу, а коефіцієнт водоспоживання за відношенням величини сумарного водоспоживання до рівня врожайності зерна.

Вирощування сортів ячменю озимого у роки досліджень (2016-2019) істотно різнилося як за запасом вологи в ґрунті на період сівби, так і за кількістю опадів вегетаційного періоду. Визначено, що сумарне водоспоживання ячменю у 2016-2017 та 2017-2018 роках було близьким і склало 2668 та 2843 м³/га відповідно, а у наступному 2018 – 2019 рр. вегетації значно більшим – 4638 м³/га, і перевищило попередні роки вирощування відповідно на 73,8 і 63,1 % (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Сумарне водоспоживання ячменю озимого та його баланс у роки досліджень

Роки досліджень	Складові водоспоживання, м ³ /га			Частка у сумарному водоспоживанні, %	
	Ґрунтова волога	Опади вегетаційного періоду	Загальне водоспоживання	Ґрунтова волога	Опадів вегетаційного періоду
2016-2017 рр.	280	2388	2668	10,5	89,5
2017-2018 рр.	470	2373	2843	16,5	83,5
2018-2019 рр.	630	4008	4638	13,6	86,4
середнє за 2016 -2019 рр.	460	2923	3383	13,5	86,5

За вирощування ячменю озимого у сумарному балансі на частку ґрунтової вологи у роки досліджень припадало в межах 10,5 – 16,5 % (13,5 % у середньому за три роки). Решта від визначеного загального сумарного водоспоживання приходилася на опади вегетаційного періоду – 83,5 – 89,5 (86,5 %).

За будь-яких погодно-кліматичних умов вирощування рослин та стану ґрунтової відміни важливо визначати коефіцієнт водоспоживання, він характеризує кількість вологи, яку досліджувана культура витрачає на формування одиниці врожаю. Цей показник залежить і змінюється під впливом біологічних особливостей культури, кількості наявної вологи, стану посіву, продуктивності тощо. Визначено значення живлення у істотному підвищенні ефективності використання вологи [12]. Підтверджується це даними трирічних досліджень з ячменем озимим, коефіцієнт водоспоживання якого істотно змінювався за роками вирощування. Найменші значення цього показника визначено у найбільш несприятливому за зволоженням 2016-2017 році, а максимальним – у 2018-2019 році досліджень, у якому він був практично вдвічі більшим. Зазначимо, що загалом на третій рік вирощування ячменю озимого (2018-2019 р.) за період вегетації випало 400,8 мм опадів.

Дощі, випадали нерівномірно, й переважно у вигляді злив. За лютий всього випало 9,8 мм опадів, березень – 7,3, квітень – 56,0 мм (з них 50,7 мм у другій декаді), травень – 72,8 (у тому числі 59,2 в кінці 3 декади), за червень кількість опадів загалом склала 92,6 мм, у тому числі 84,2 мм за 1 декаду. Тобто значна і більша частина опадів вегетаційного періоду випала в кінці вегетації, коли зерно вже дозрівало. Це призвело до часткового полягання рослин ячменю озимого та значного недобору зерна при збиранні врожаю. Звичайно ж опади періоду завершення вегетації не посприяли істотному приросту врожайності зерна, а, навпаки, призвели до деякого її зниження через полягання рослин, але істотно збільшили коефіцієнт водоспоживання (табл.4.2).

Таблиця 4.2

**Коефіцієнт водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту і
біопрепаратів у роки досліджень, м³/т**

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Роки досліджень			Середнє за 2016- 2019 рр.
		2016- 2017 рр.	2017- 2018 рр.	2018- 2019 рр.	
Достойний	Контроль (обробка водою)	549,0	859,7	1195,4	868,0
	Азотофіт 1	507,2	732,7	1026,1	755,3
	Азотофіт 1+2	477,3	716,1	960,2	717,9
	Мікофренд 1	512,1	750,1	1086,2	782,8
	Мікофренд 1+2	488,6	740,4	1030,7	753,2
	Меланоріз 1	545,6	791,9	1114,9	817,4
	Меланоріз 1+2	540,1	781,2	1061,3	794,2
Валькірія	Контроль (обробка водою)	575,0	882,9	935,1	757,7
	Азотофіт 1	541,2	633,2	790,1	654,8
	Азотофіт 1+2	509,2	626,2	755,4	630,3
	Мікофренд 1	545,6	705,5	822,3	681,1
	Мікофренд 1+2	521,1	683,5	788,8	664,5
	Меланоріз 1	558,2	803,1	878,4	746,6
	Меланоріз 1+2	543,4	736,5	829,7	703,2
Оскар	Контроль (обробка водою)	619,0	717,9	851,9	729,6
	Азотофіт 1	554,7	626,2	759,1	646,7
	Азотофіт 1+2	530,4	612,7	742,1	628,4
	Мікофренд 1	567,7	650,6	754,2	657,5
	Мікофренд 1+2	547,8	629,0	738,5	638,4
	Меланоріз 1	605,0	696,8	809,4	703,7
	Меланоріз 1+2	558,2	670,5	788,8	672,5
Ясон	Контроль (обробка водою)	652,3	846,1	1076,1	858,2
	Азотофіт 1	614,7	738,4	938,9	764,0
	Азотофіт 1+2	553,5	665,1	861,4	653,3
	Мікофренд 1	630,7	752,1	958,3	780,4
	Мікофренд 1+2	556,9	748,2	925,7	743,6
	Меланоріз 1	646,0	751,9	1023,8	807,6
	Меланоріз 1+2	636,8	717,9	962,2	772,3

Примітки:

1– підживлення у фазу весняного кушіння;

1+2 – підживлення у фази весняного кушіння та виходу рослин у трубку.

Так, у 2016-2017 році досліджень найвищу продуктивність забезпечив сорт дворучка Достойний. У цей рік вирощування витрати води на формування врожаю у нього визначені найменшими. У найбільш вологому

2018-2019 р. у сорту ячменю озимого Достойний цей показник, навпаки, був максимальним і у контролі досяг $1195,4 \text{ м}^3/\text{т}$, а за проведення позакореневих підживлень зменшився до $1114,9 - 960,2 \text{ м}^3/\text{т}$ залежно від препарату та кількості обробок посіву рослин. Саме рослини цього сорту у 2019 р. перед збиранням після рясного дощу найбільше проявили ознаки полягання. Найменше вологи на формування одиниці врожаю у цей рік вирощування витрачали рослини сортів Оскар і Валькірія й особливо за проведення двох позакореневих підживлень Азотофітом.

На жаль, за посушливих умов зони Південного Степу України зливі дощі, що випадають у передзбиральний період зернових культур, вже не являються продуктивними для рослин, а навпаки, можуть призводити до зниження як рівнів урожайності, так і значного погіршення основних показників якості зерна. На витрати (споживання) вологи рослинами ячменю озимого на формування 1 тонни зерна та відповідної кількості надземної біомаси (соломи) істотно впливало їх живлення і особливості сорту [13].

Отож зазначене призвело до найвищого показника коефіцієнта водоспоживання у 2018-2019 році, який значно перевищував його рівень у попередні роки вирощування та посприяв збільшенню середнього його значення.

Так, незалежно від умов року вирощування за оптимізації живлення волога використовувалась рослинами значно ефективніше [14]. Разом з тим на рисунку наведено усереднені дані щодо проведення позакореневих підживлень усіма взятими на дослідження препаратами, ефективність яких істотно різнилася. Найбільшою мірою коефіцієнт водоспоживання зменшувався за використання для обробки посіву рослин Азотофіту та Мікофренду, а найменше – від Меланорізу порівняно з контрольним варіантом, у якому рослини обробляли водою без препарату. Стосовно взятих на вивчення сортів, то їх реакція на витрати вологи різнилася за роками вирощування, що тісно корелювало з рівнями сформованого врожаю.

Загалом витрати води рослинами ячменю озимого досліджуваних сортів залежали від біопрепарату та кількості обробок (рис. 4.1).

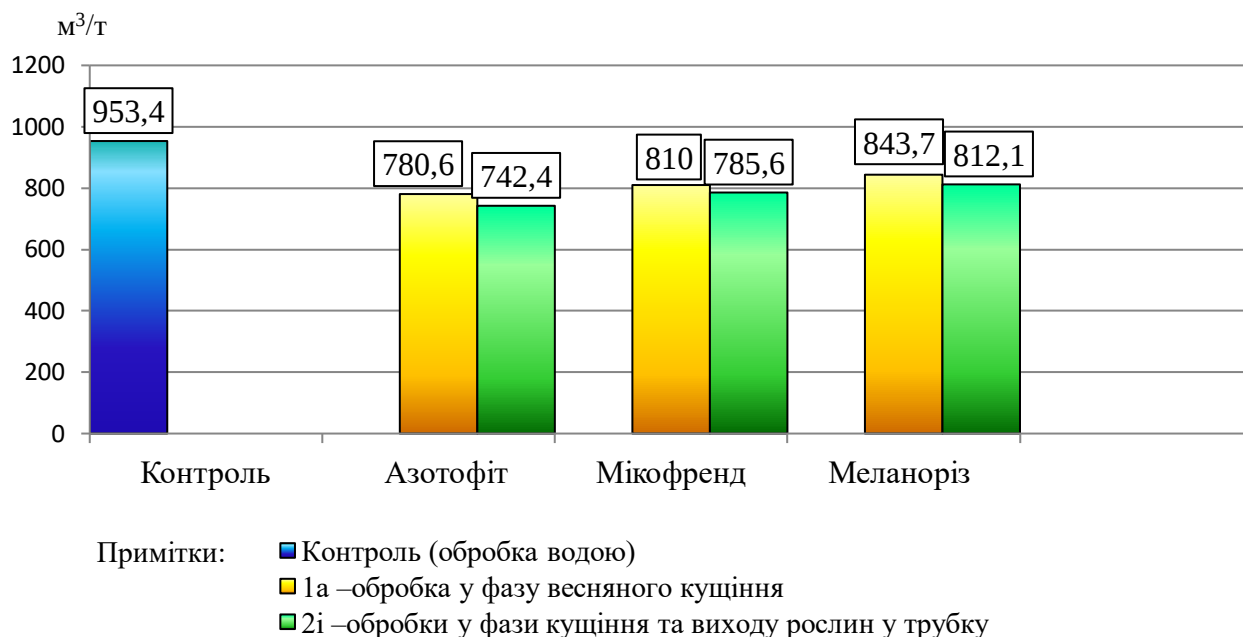
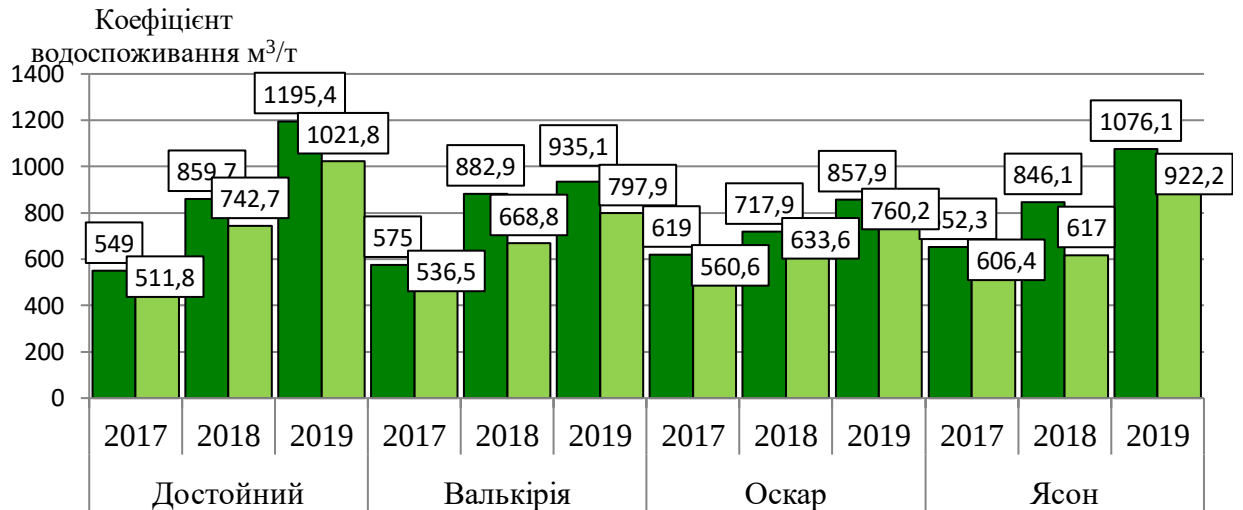


Рис. 4.1 Витрати води рослинами ячменю озимого залежно від біопрепарату та кількості підживлень (середнє по сортах за 2017 -2019 рр.), $\text{м}^3/\text{т}$

Досить помітно, що найбільше води витрачали рослини ячменю озимого при проведенні однієї обробки біопрепаратами у фазу весняного кушіння.

Аналіз отриманих результатів наглядно свідчить про вплив на зменшення показника коефіцієнту водоспоживання двічі проведених позакоренових підживлень біопрепаратами у фази кушіння та виходу рослин у трубку. Так, при обробці рослин ячменю озимого біопрепаратом Азотофіт у фазу весняного кушіння цей показник становить $780,6 \text{ м}^3/\text{т}$, а за дворазового підживлення у фазу кушіння та виходу рослин у трубку – $742,4 \text{ м}^3/\text{т}$, з такою ж залежністю реагували рослини ячменю озимого на обробку посіву біопрепаратом Мікофренд, за підживлення рослин у фазу весняного кушіння коефіцієнт водоспоживання склав – $810 \text{ м}^3/\text{т}$, а двічі у фази кушіння та виходу рослин у трубку – $785,6 \text{ м}^3/\text{т}$. За обробки біопрепаратом Меланоріз у фазу весняного кушіння коефіцієнт водоспоживання склав – $843,7 \text{ м}^3/\text{т}$, а за дворазового підживлення він становив – $812,1 \text{ м}^3/\text{т}$. Найменшими

показниками витрати води рослинами ячменю озимого було визначено за обробки біопрепаратом Азотофіт у фазу весняного кушіння – 705,2 м³/т, а у фазу весняного кушіння та виходу рослин у трубку – 657,5 м³/т у порівнянні з контрольним варіантом, де рослини обробляли водою, цей показник становив 953,4 м³/т відповідно [15]. З аналогічною залежністю змінювався коефіцієнт водоспоживання за роками дослідження (рис. 4.2).



Примітки: ■ контроль (обробка водою)
■ Середні значення по всіх досліджуваних препаратах

Рис. 4.2 Коефіцієнт водоспоживання рослинами сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення у роки досліджень, м³/т

Аналіз досліджуваних факторів вказує, що дещо ефективніше використовує вологу сорт ячменю озимого Оскар.

У 2018 році цей показник становив 560,6 м³/т, тоді як у контрольному варіанті, він склав – 619 м³/т. Не дуже сприятливим для цього сорту вирізнялись 2018 – 2019 рр., де коефіцієнт водоспоживання складає – 760,2 м³/т. Зазначене підтверджують узагальнені дані за три роки досліджень.

У цілому за всі роки вирощування найбільш продуктивно запаси ґрунтової води та опади вегетаційного періоду використовували рослини ячменю озимого сорту Оскар, потім Валькірія, Ясон, а найменш продуктивно – сорту Достойний. Разом з тим, саме цей сорт у найменш сприятливому за зволоженням році вирощування (2016-2017) сформував найвищу врожайність

та найбільш ефективно витрачав вологу на її утворення. У кращих варіантах дослідів зменшення цього показника порівняно з контролями для вище наведених сортів склало відповідно 10,8; 15,8; 30,1 та 7,3 %. Зазначене є виключно важливим для умов посушливого Південного Степу України, де наявність вологи знаходиться у першому мінімумі серед факторів, що найбільше впливають на рівень урожайності.

Висновки до розділу 4:

За вирощування ячменю озимого у роки досліджень (2016-2019 рр.) запаси вологи істотно різнились. Встановлено, що в балансі сумарного водоспоживання ячменю, частка ґрунтової вологи за роками складає 10,5-16,6 % (13,5 % у середньому за три роки вирощування). Решту вологи від загального водоспоживання рослини використовують і задовольняють за рахунок опадів вегетаційного періоду.

Коефіцієнт водоспоживання на формування 1 тонни зерна (з відповідною кількістю накопиченої біомаси рослинами) істотно змінюється залежно від погодно-кліматичних умов року вирощування, біологічних особливостей досліджуваної культури навіть сорту, технологічних заходів тощо й істотно зменшується за оптимізації живлення.

Більше всього коефіцієнт водоспоживання зменшувався за рахунок застосування для підживлення ячменю озимого біопрепарату Азотофіт.

Так, за обробки рослин біопрепаратом Азотофіт витрати вологи становили на рівні 780,6-742,4 м³/т залежно від кількості проведених обробок посіву в основні фази вегетації рослин ячменю озимого.

Також коефіцієнт водоспоживання змінювався і за роками вирощування. Наприклад, у 2017 році цей показник коливався у межах— 511,8-606,4 м³/т; у 2018 році – 617,0 -742,7 м³/т, а у 2019 році – 760,0-1021,8 м³/т залежно від сорту.

Встановлено, що за всі роки досліджень найбільш продуктивно запаси ґрунтової вологи використовували сорти ячменю озимого Оскар і Валькірія, менш продуктивно – Ясон, і найбільш непродуктивно – сорт Достойний.

Одержані дані свідчать, що позакореневі підживлення біопрепаратами в основні фази розвитку рослин ячменю озимого дозволяють формувати сталі врожаї за рахунок оптимізації водного режиму в період росту і розвитку досліджуваних сортів та обумовлює зменшення коефіцієнту водоспоживання. Це свідчить про ефективність використання вологи на формування одиниці врожаю, що виключно важливо для умов посушливого Південного регіону України. У цій зоні саме фактори вологи є визначальним у формуванні зернової продуктивності ячменю озимого та інших сільськогосподарських культур.

Список використаної літератури до розділу 4:

1. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Особливості водоспоживання пшениці озимої залежно від сортів, місця в сівозміні та удобрення в Південному Степу України. Всіни Дніпропетровського державного аграрноекономічного університету. №2 (44), 2017. – С. 17 – 21.
2. Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Вплив вологозабезпечення вегетаційного періоду на запаси продуктивної вологи і водоспоживання ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №1. С. 18 – 25.
3. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Чередник А.Ю. Значення органічних добрив у системі удобрення культур польової сівозміни. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агрономія. 2019. No 23 (2), 184–190.
4. Троїцький, М. О., & Протченко, Н. М. Оцінка гетерогенності ґрунтових показників у системі радіоекологічного моніторингу Миколаївської області. Наукові праці: Науково-методичний журнал, 81, 111-114.

5. Балюк С.А., Носко Б.С., Воротинцева Л.І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. Вісник аграрної науки. 2018. № 4. С. 5–12.
6. Ткачук О. П., Вradій О. І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. Екологічні науки. 2022. № 2(41). С. 43–47.
7. Гирка А.Д. Водоспоживання посівами озимої пшениці залежно від сортових особливостей та рівня азотного живлення. Селекція і насінництво. Випуск 95. 2008. С. 143–148.
8. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги Південного регіону України в повоєнний період. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. С. 361-394.
9. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Глушко Т. В. Значення оптимізації живлення та особливостей сорту в ефективному використанні вологи пшеницею озимою в умовах Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2019. № 107. С. 22-28.
10. Gamajunova V. V., Kuvshinova A. O., Kudrina V. S., Sydiakina O. V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC, 2020. No 6 (42). P. 149–176.
11. Кисіль Л.Б., Заєць С.О. (2021). Вплив погодних умов та строків сівби на врожайність сортів ячменю озимого на зрошуваних землях Південного Степу України. Аграрні інновації № 5 С.47-51.
12. Gamayunova V., Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. Vol. 27, No 3. С. 46–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.4.
13. Гамаюнова В.В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту й оптимізації живлення в умовах

Південного Степу України. Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2020, № 4. С. 10–17. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.2>.

14. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Kuvshinova A.O. Measures to preserve soil fertility and effective use of moisture in the zone of the southern Steppe of Ukraine. Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources: 4-rd International scientific and technical conference. Petroșani, Romania, (NOVEMBER 12, 2021). pp. 83-86.

15. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання при вирощуванні озимих зернових культур в зоні Південного Степу України. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., (26 листопада 2020р.) Дніпро, 2020. С. 13-15.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ТА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ

5.1 Урожайність ячменю озимого та його структура

Урожай — це основна ланка наукового експерименту, за результатами якого судять про ефективність того чи іншого агротехнічного заходу. У нашому досліді врожайність сільськогосподарських культур коливалася залежно від впливу біопрепаратів та фаз розвитку ячменю озимого, у які проводили підживлення [1]. Ячмінь озимий у зерновому балансі України є однією з основних зернових культур. Південний регіон нашої країни, в тому числі і Миколаївська область, є найсприятливішою зоною для отримання високоякісного зерна ячменю озимого. В останні роки спостерігаємо помітне зростання посівних площ під ячменем озимим порівняно з ярою формою цієї культури. Пояснюється це більш високою врожайністю та якістю зерна ячменю озимого. Він здатен формувати на 1,0-1,5 т/га більше зерна, ніж ячмінь ярий [2,3]. Ячмінь озимий є одним з кращих попередників для багатьох сільськогосподарських культур, він раніше за інші озимі зернові звільняє поле. Насамперед, збільшення площ під ячменем озимим пов'язане з його важливим народногосподарським значенням, оскільки із ячменю виробляють багато виробів харчової промисловості у тому числі хліб, крупи, солод, отримують фуражне зерно тощо [4].

У зв'язку з глобальними змінами клімату й зокрема потеплінням, особливого значення набуває добір адаптованих сортів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов з високим генетичним потенціалом продуктивності, зимостійкістю, стійкістю до хвороб та шкідників, підвищеним потенціалом реалізації фотосинтетично-активної радіації [5,6]. Відповідно це дасть змогу одержувати сталі врожаї за будь-яких погодних

умов. Особливістю цього завдання постає добір та вирощування в господарстві не менше двох - трьох сортів, різних за групами стиглості, що гарантуватиме отримання сталої продуктивності.

Впровадження нових перспективних сортів ячменю озимого сприяє стабілізації зерновиробництва, зростанню врожайності, підвищенню адаптованості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища, стійкості проти шкідників, покращенню якості зерна, та виробленої продукції з нього [7,8]. Коливання у рівнях урожаю загалом пов'язані з умовами і технологіями вирощування та істотно залежать від кількості опадів. Ячмінь озимий завдяки ранньому виходу рослин у трубку здатен добре використовувати зимові запаси вологи, тому врожайність зерна, насамперед, залежить від погодних умов року вирощування. Це перш за все проявляється у різких коливаннях температури повітря, нерівномірності випадання опадів упродовж вегетаційного періоду [9,10]. З появою нових сортів ячменю озимого, глобальні кліматичні зміни у південних регіонах України зумовлюють тривалі весняні посухи, які істотно можуть знижувати ефективність проведених підживлень посівів у період відновлення вегетації. Оскільки сортам ячменю озимого притаманні надзвичайно швидкі темпи росту після відновлення весняної вегетації, то в даний період дуже важливо якомога раніше забезпечити рослини необхідною кількістю азоту для формування повноцінних пагонів, активного розвитку надземної біомаси й кореневої системи. Тобто стрімка боротьба за рівень урожаю зерна ячменю озимого починається, як одразу після сівби, так і на початку весняної вегетації. При цьому важливим є дотримання всіх елементів технології вирощування культури, оптимізації живлення зокрема [11,12].

За даними результатів наших досліджень встановлено, що врожай сортів ячменю озимого має тісну залежність з оптимізацією живлення рослин сучасними біопрепаратами та різниться за роками вирощування (табл. 5.1). Визначено, що врожайність зерна ячменю озимого із років вирощування у середньому по сортах та фонах живлення найвищою сформована у 2019 році.

Зокрема, сортом Оскар за двох підживлень Мікофрендом вона склала – 6,28 т/га. Таку ж урожайність забезпечив і Азотофіт – 6,25 т/га що значно більше, ніж у попередні роки вирощування.

Таблиця 5.1

Урожайність зерна досліджуваних сортів ячменю озимого під впливом біопрепаратів, т/га

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	2017р.	2018р.	2019р.	2017-2019 рр.
Достойний(st)	Контроль (обробка водою)	4,86	3,16	3,88	3,97
	Азотофіт 1	5,26	3,88	4,52	4,55
	Азотофіт 1+2	5,59	3,97	4,83	4,80
	Мікофренд 1	5,21	3,79	4,27	4,50
	Мікофренд 1+2	5,46	3,84	4,50	4,60
	Меланоріз 1	4,89	3,59	4,16	4,21
	Меланоріз 1+2	4,94	3,64	4,37	4,32
Валькірія	Контроль (обробка водою)	4,64	3,22	4,96	4,27
	Азотофіт 1	4,93	4,49	5,87	5,10
	Азотофіт 1+2	5,24	4,54	6,14	5,31
	Мікофренд 1	4,89	4,03	5,64	4,85
	Мікофренд 1+2	5,12	4,16	5,88	5,05
	Меланоріз 1	4,78	3,54	5,28	4,53
	Меланоріз 1+2	4,91	3,86	5,59	4,79
Оскар	Контроль (обробка водою)	4,31	3,96	5,20	4,49
	Азотофіт 1	4,81	4,54	6,11	5,15
	Азотофіт 1+2	5,03	4,64	6,25	5,31
	Мікофренд 1	4,54	4,37	5,84	4,92
	Мікофренд 1+2	4,87	4,52	6,28	5,22
	Меланоріз 1	4,41	4,08	5,73	4,74
	Меланоріз 1+2	4,46	4,24	5,88	4,86
Ясон	Контроль (обробка водою)	4,09	3,36	4,31	3,92
	Азотофіт 1	4,34	3,85	4,94	4,38
	Азотофіт 1+2	4,82	4,15	5,26	4,74
	Мікофренд 1	4,23	3,78	4,84	4,28
	Мікофренд 1+2	4,47	3,80	5,01	4,43
	Меланоріз 1	4,13	3,59	4,53	4,08
	Меланоріз 1+2	4,19	3,96	4,82	4,32
НІР ₀₅ , т/га по фактору А фактору В факторах АВ		0,17	0,11	1,19	
		0,14	0,16	0,17	
		0,19	0,21	0,21	

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1 - у фазу весняного кушіння;

1+2 - у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Так, у контрольному варіанті за обробки рослин водою у середньому за три роки досліджень по всіх сортах отримали врожайність зерна на рівні 4,16 т/га, а за проведення позакоренових підживлень досліджуваними препаратами (у середньому по всіх варіантах підживлень) вона склала 4,80 т/га, тобто зросла на 0,64 т/га або на 15,4%. Нашими дослідженнями визначено, що рослини ячменю озимого позитивно реагували на застосування всіх взятих на вивчення біопрепаратів (рис.5.1).

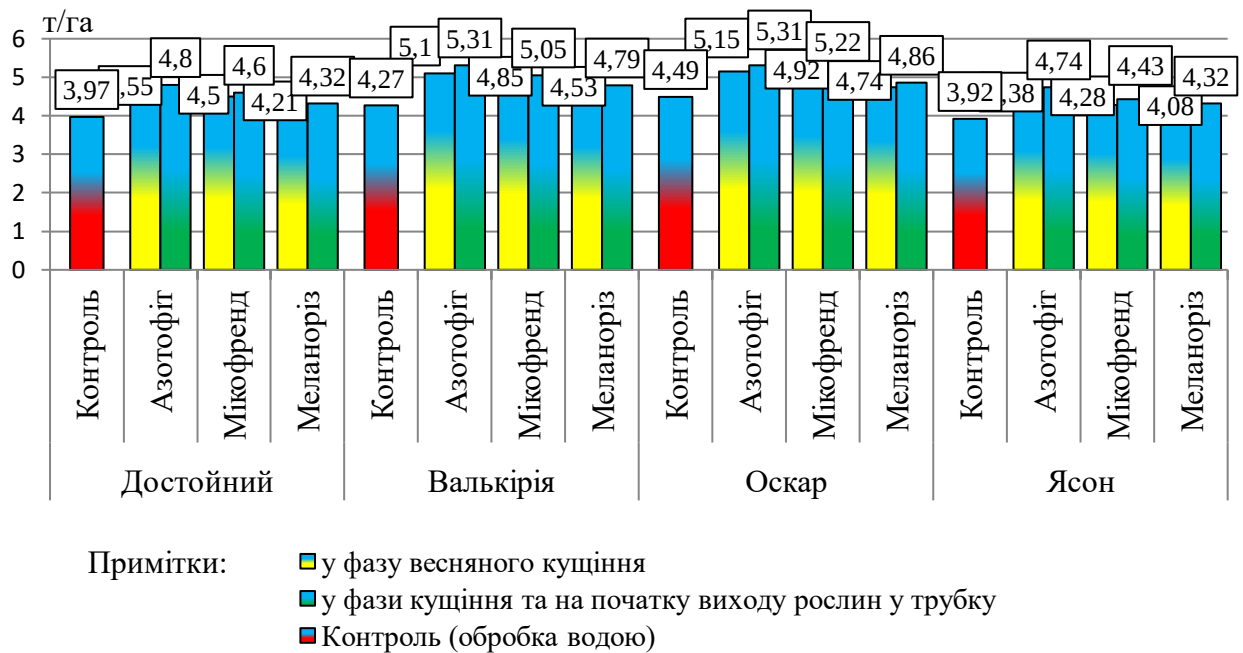


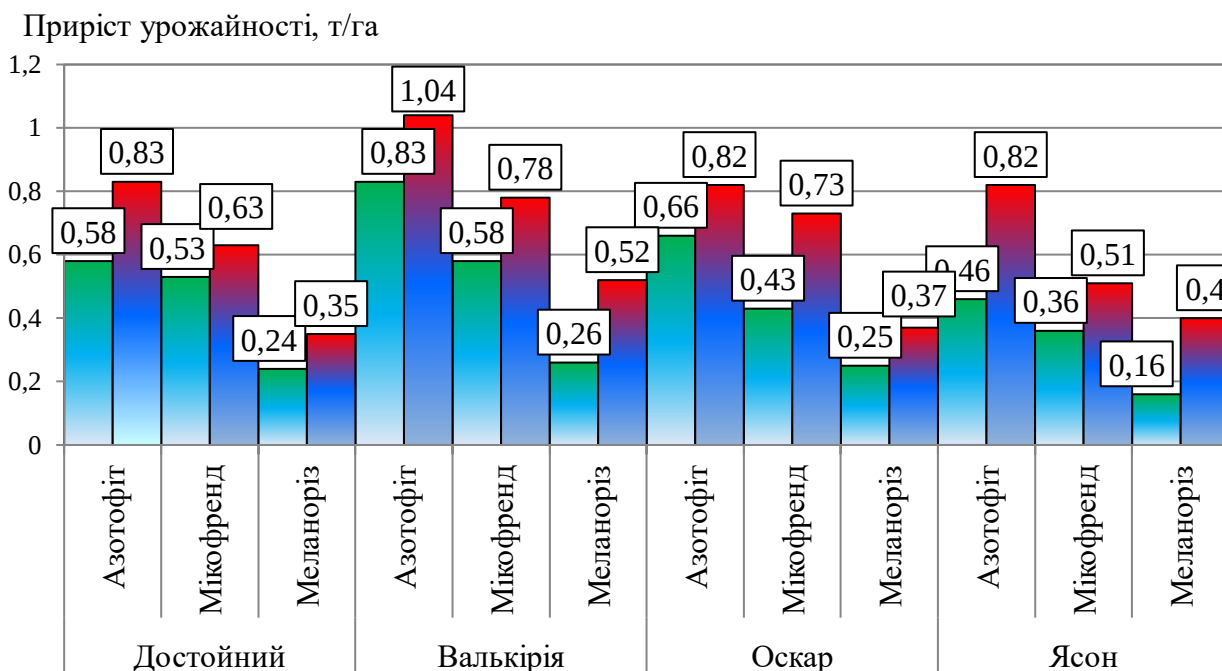
Рис. 5.1 Урожайність зерна сортів ячменю озимого під впливом оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), т/га

Відповідно прийнятих на дослідження сортів, найвищу врожайність у середньому за три роки вирощування сформували сорти Валькірія – 5,31 т/га і Оскар також – 5,31 т/га, у варіанті проведення позакоренових підживлень Азотофітом. Максимальною врожайність зерна сформована у цьому ж варіанті у 2019 році, який був найсприятливішим: відповідно 6,14 та 6,25 т/га. Ці сорти виявилися більш пластичними, а значно нижчу врожайність забезпечили сорти – Достойний (st) та Ясон, як у 2019 році, так і в середньому за три роки вирощування [13,14].

Разом з тим, ячмінь озимий сорту Достойний(st) у 2017 році забезпечив отримання значно вищого рівня врожайності зерна порівняно з іншими взятими на вивчення сортами.

Із досліджуваних препаратів у середньому значно вищою ефективністю вирізнявся Азотофіт, до нього наближався Мікофренд, значно менші прирости врожаю забезпечувало проведення позакоренових підживлень Меланорізом [15-17].

Ефективність взятих на вивчення препаратів істотно різнилась від кількості проведених обробок посіву та біологічних особливостей сорту. Аналогічно цьому змінювались і прирости врожаю зерна ячменю озимого. Так, відповідно у роки вирощування залежно від досліджуваних препаратів та кількості обробок, за усередненими даними максимальні прирости врожайності забезпечували сорти ячменю озимого Валькірія і Оскар (рис. 5.2).



Примітки: ■ 1 - обробка у фазу весняного кушіння

■ 2 - обробки у фазу весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Рис 5.2. Приріст урожайності зерна сортів ячменю озимого під впливом оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), т/га

Встановлено, що найбільший приріст до контролю у досліді з вивчення впливу біопрепаратів на врожайність чотирьох сортів ячменю озимого, отримали у варіанті за дворазової обробки у фазі весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку біопрепаратом Азотофіт і Мікофренд. Зокрема, біопрепарат Азотофіт забезпечив прирости врожаю у середньому до контролю на рівні від 0,82 до 1,04 т/га.

Отримані результати дають підставу стверджувати, що більш ефективно використовувати біопрепарати для підживлення в обидві фази вегетації ячменю озимого: у фазу весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку. Відповідно сортом Достойний (st) приріст урожайності сформований на рівні 0,36-0,59 т/га, Валькірія –1,1-1,36 т/га, Оскар –0,99-1,11 т/га, а сортом Ясон –0,88-1,07 т/га. Отже прирости врожаю зерна ячменю озимого залежали не тільки від сортових особливостей, а і від досліджуваних біопрепаратів [18,19].

Разом з тим реакція рослин ячменю озимого на позакореневі підживлення приростом урожаю у розрізі сортів у роки досліджень 2017-2019 рр. по всіх препаратах і строках підживлень різнилась, урожайність сформована на рівнях 4,50 - 5,03 т/га (рис. 5.3).

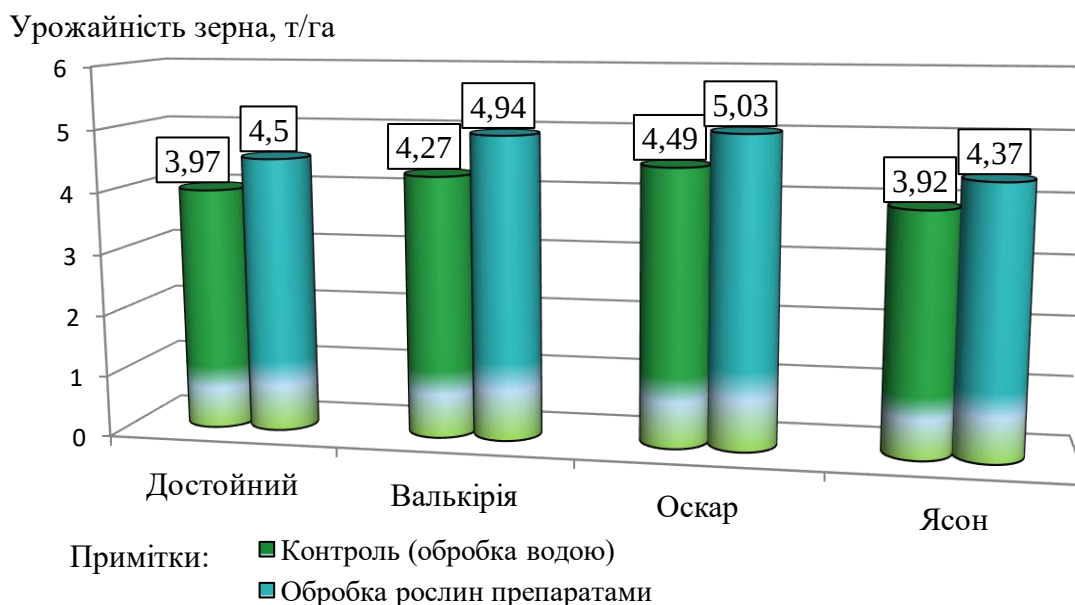


Рис. 5.3 Реакція ячменю озимого на позакореневі підживлення (середнє за 2017-2019 рр. по всіх препаратах і строках підживлень), т/га

Так, найнижчі рівні врожайності зерна ячменю озимого за обробки препаратами порівняно до контролю, де рослини обробляли водою, забезпечили сорти Достойний (st) і Ясон – 4,50, 4,37 т/га, (за її рівнів 3,97 і 3,92 у контролях), а найвищу врожайність – 5,03, 4,94 т/га – було сформовано сортами Оскар і Валькірія (за відповідно 4,27 і 4,49 т/га у контролях).

Згідно отриманих результатів визначено, що за здатністю формувати врожайність зерна з нижчої до більш високої як без підживлень біопрепаратами, так і за їх проведення, у середньому за три роки вирощування, досліджувані сорти ячменю озимого розподілились наступним чином: Ясон, Достойний (st), Валькірія та Оскар [20].

Разом з тим, необхідно зазначити, що сорт – стандарт Достойний (st), за вирощування у 2017 році забезпечив отримання найвищого рівня врожайності зерна в усіх варіантах досліду. Зокрема у контролі за обробки посіву рослин водою цим сортом сформовано 4,86 т/га зерна, у варіантах з одноразовою обробкою рослин біопрепаратами врожайність зросла до 4,89 – 5,26 т/га, а за проведення цього заходу двічі - до 4,94 – 5,59 т/га зерна, що було максимальним у досліді порівняно з іншими сортами ячменю озимого. У наступні роки вирощування і особливо у найменш сприятливому 2018 році він сформував нестабільну та найнижчу врожайність із трьох років дослідження. До того ж у 2019 р. рослини цього сорту чи не найбільше за інші сорти після дощу полягли, що характеризує сорт Достойний(st), як недостатньо стабільний і пластичний. У різні роки він проявляє свої відмінності, у тому числі зі значними коливаннями зернової продуктивності.

Із взятих біопрепаратів для позакореневих підживлень рослин ячменю озимого ефективнішим визначено Азотофіт, який дозволяє за дворазової обробки посіву збільшити врожайність зерна відповідно на 0,82 – 1,04 т/га у розрізі сортів, порівняно з обробкою рослин водою.

Дія сучасних біопрепаратів, що взяті на дослідження, більш істотно проявлялась за дворазової обробки посіву рослин, порівняно з однією обробкою ними у фазу весняного кущіння. Встановлено, що значно більші

прирости врожаю за роками вирощування забезпечило використання біопрепаратів Азотофіту і Мікофренду порівняно з Меланорізом (рис.5.4).

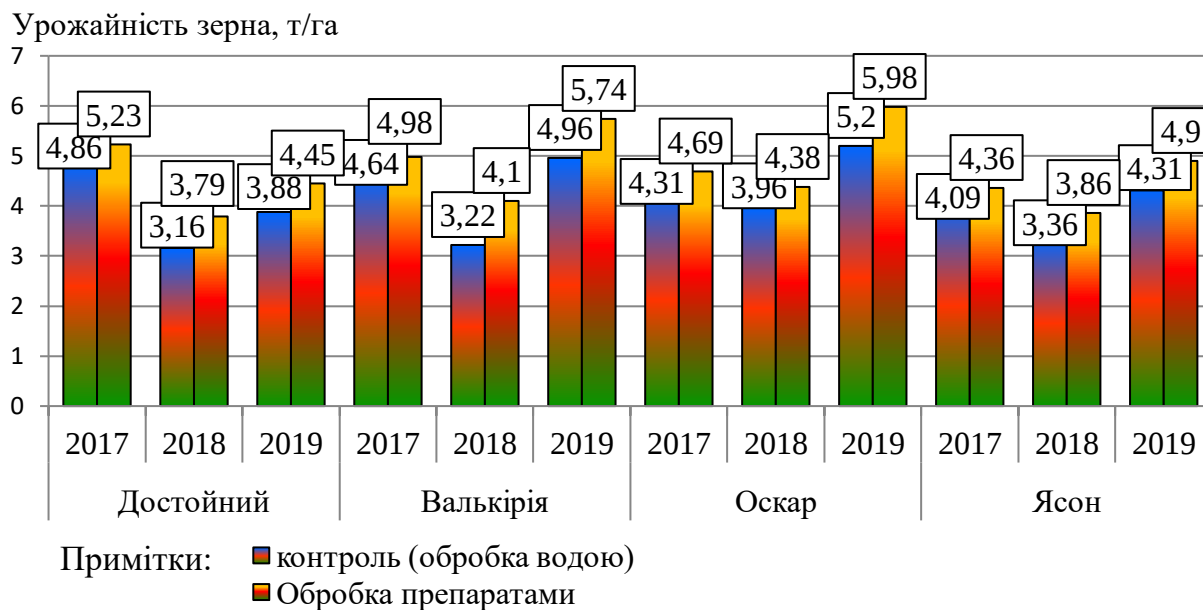


Рис. 5.4 Вплив біопрепаратів на прирости врожаю зерна сортів ячменю озимого у роки досліджень (середнє по препаратах), т/га

Обробка рослин ячменю озимого біопрепаратами шляхом проведення позакоренових підживлень визначена позитивною для всіх досліджуваних сортів, проте їх зернова продуктивність різнилась за роками. У найбільш сприятливому 2019 році максимальну врожайність зерна на рівнях – 5,98т/га та 5,74 т/га відповідно забезпечили сорти Оскар і Валькірія.

Ячмінь озимий є культурою, що характеризується високою потенційною продуктивністю. Багатьма дослідниками доведено, що за вирощування його на високому агрофоні рівень урожайності зерна безпосередньо залежав перш за все від кількості утворення продуктивних пагонів на одиниці площі посіву [21]. Так, упродовж усієї вегетації рослин ячменю озимого рівень урожаю визначають за структурними елементами, від яких він залежить.

Ефективність оптимізації живлення у формуванні елементів, що складають структуру врожаю, простежували і у наших дослідженнях. Зокрема встановлено, що під дією досліджуваних біопрепаратів та кількості обробок рослин ячменю озимого змінювалась довжина колосу, кількість

зерен у колосі та маса зерна з колосу ячменю озимого (табл.5.2). Кожен із цих елементів структури врожаю під дією умов навколишнього середовища може змінюватись. Це, в свою чергу, досить істотно впливає і на загальну величину врожайності зерна.

Таблиця 5.2

**Елементи структури врожаю сортів ячменю озимого за впливу
оптимізації живлення (середнє за 2017-2019рр.)**

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт	Маса зерна з колоса, г
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	6,5	46,5	1,7
	Азотофіт 1	7,4	49,9	1,7
	Азотофіт 1+2	7,6	50,3	1,9
	Мікофренд 1	7,1	49,0	1,9
	Мікофренд 1+2	7,5	49,8	1,9
	Меланоріз 1	6,6	46,6	1,7
	Меланоріз 1+2	6,9	47,2	1,8
Валькірія	Контроль (обробка водою)	6,1	47,5	2,0
	Азотофіт 1	6,9	50,3	2,5
	Азотофіт 1+2	7,3	50,9	2,6
	Мікофренд 1	6,5	49,5	2,2
	Мікофренд 1+2	6,8	50,3	2,3
	Меланоріз 1	6,3	48,7	2,1
	Меланоріз 1+2	6,6	49,3	2,2
Оскар	Контроль (обробка водою)	7,0	47,5	2,2
	Азотофіт 1	7,8	53,2	2,6
	Азотофіт 1+2	8,1	53,8	2,7
	Мікофренд 1	7,5	51,7	2,4
	Мікофренд 1+2	7,8	52,0	2,4
	Меланоріз 1	7,2	50,5	2,3
	Меланоріз 1+2	7,3	51,3	2,4
Ясон	Контроль (обробка водою)	7,1	48,4	1,7
	Азотофіт 1	7,8	52,4	2,2
	Азотофіт 1+2	8,2	53,2	2,3
	Мікофренд 1	7,6	51,0	1,9
	Мікофренд 1+2	7,9	52,5	2,0
	Меланоріз 1	7,4	51,4	1,8
	Меланоріз 1+2	7,8	52,0	1,8

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1 - у фазу весняного кущіння;

1+2 - у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Найдовшим колос у середньому за три роки вирощування визначили у рослин ячменю озимого сорту Ясон з кількістю зерен у ньому 48,4 -53,2 шт. залежно від обробки досліджуваними біопрепаратами, а найкоротшим – у рослин сорту Валькірія з числом зерен у колосі в середньому за роки досліджень – від 47,5 до 50,9 шт. При цьому маса зерна з колоса змінювалась як за впливу біопрепаратів, кількості проведених обробок, так і за біологічною ознакою сортів. Більших значень цей показник порівняно з контролем за середньої маси – 2,7 г визначено у сорту Оскар за дворазової обробки посіву рослин ячменю озимого біопрепаратом Азотофіт. У сорту Валькірія у даному варіанті досліду маса зерна склала 2,6 г. Така закономірність була характерною для усіх взятих на вивчення сортів ячменю озимого.

Дія біопрепаратів також позначалась і на кількості зерен у колосі досліджуваних сортів. Так, найбільшу кількість зерен у колосі забезпечив сорт ячменю озимого Оскар під впливом біопрепарату Азотофіт -53,8 шт в середньому за роки вирощування та двох підживлень, у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку.

Результати досліджень, наведені в таблиці 5.2, засвідчили, що чим більша довжина колосу, тим як правило, більшою є і кількість зерен у ньому. Визначено, що всі показники структури врожаю, які визначали, зростали залежно від обробки рослин ячменю озимого в основні фази вегетації сучасними біопрепаратами. Максимальних значень вони досягали за проведення позакореневих підживлень у обидві основні фази вегетації – кушіння та на початку виходу рослин у трубку.

Дослідженнями з визначення основних показників структури врожаю ячменю озимого встановлено, що під впливом застосування біопрепаратів зростала як загальна кількість стебел, так і продуктивних у їх складі (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Кількість продуктивних стебел у рослин сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення у роки вирощування, шт.

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	2017	2018	2019	Середнє за 2017-2019 рр.
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	427	317	349	364
	Азотофіт 1	456	361	379	399
	Азотофіт 1+2	463	374	388	408
	Мікофренд 1	445	348	371	388
	Мікофренд 1+2	448	355	377	393
	Меланоріз 1	437	334	357	376
	Меланоріз 1+2	443	338	363	381
Валькірія	Контроль (обробка водою)	432	364	456	417
	Азотофіт 1	461	403	487	450
	Азотофіт 1+2	466	412	495	458
	Мікофренд 1	450	384	476	437
	Мікофренд 1+2	458	392	481	446
	Меланоріз 1	446	371	466	428
	Меланоріз 1+2	451	379	470	433
Оскар	Контроль (обробка водою)	453	371	463	429
	Азотофіт 1	465	384	478	444
	Азотофіт 1+2	469	387	483	447
	Мікофренд 1	460	377	472	436
	Мікофренд 1+2	467	381	477	442
	Меланоріз 1	456	375	465	432
	Меланоріз 1+2	458	379	468	435
Ясон	Контроль (обробка водою)	446	364	453	421
	Азотофіт 1	454	370	467	431
	Азотофіт 1+2	458	377	470	437
	Мікофренд 1	451	366	461	426
	Мікофренд 1+2	456	370	467	431
	Меланоріз 1	448	367	457	424
	Меланоріз 1+2	450	369	463	427

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

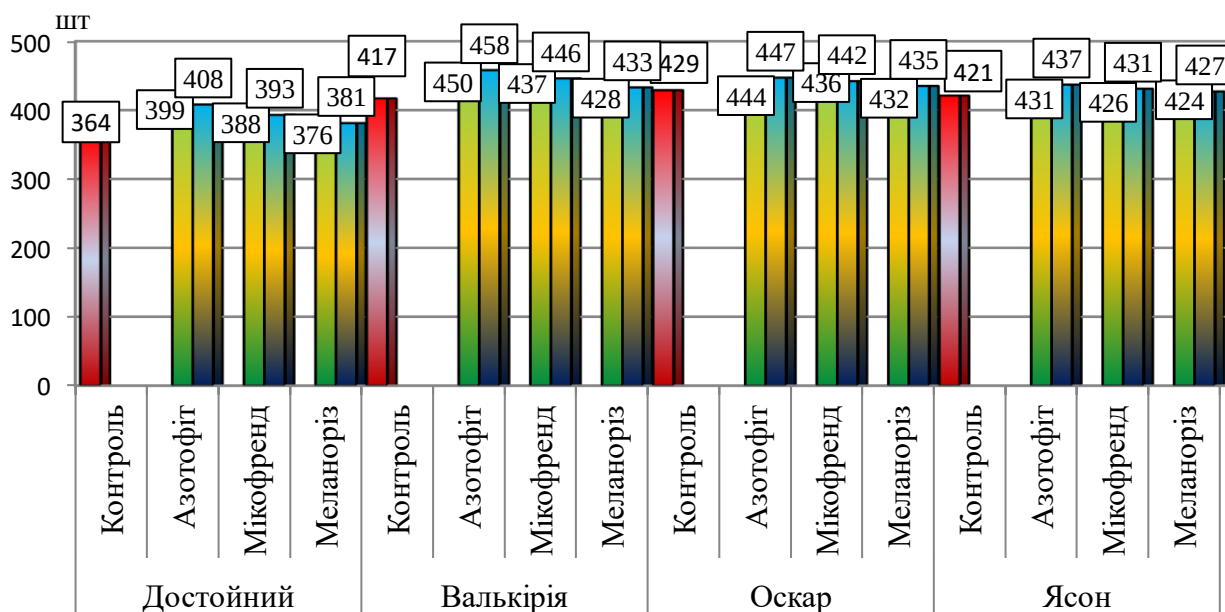
1 - у фазу весняного кущіння;

1+2 - у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Аналізом отриманих даних визначено, що кількість продуктивних стебел коливалась і залежала від факторів і років досліджень. Суттєва різниця кліматичних умов у роки вирощування призвела до формування

найменшої їх кількості у 2018 році, який виявився менш сприятливим для вирощування ячменю озимого.

У середньому за роки досліджень більшими ці показники формувалися і, певним чином, залежали від кількості обробок посіву біопрепаратами. Кількість їх коливалась від 376 шт до 458 шт залежно від сортових особливостей ячменю озимого (рис. 5.5).

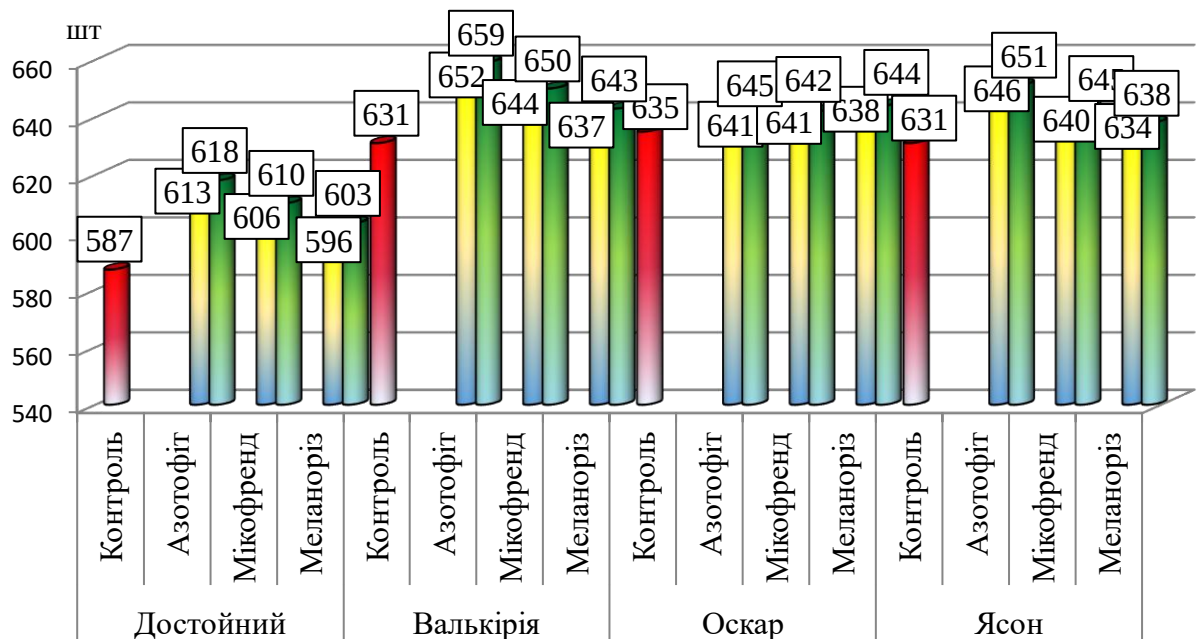


Примітки: ■ Контроль (обробка водою)
 ■ 1 - обробка у фазу весняного кущіння
 ■ 2- обробки у фази весняного кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Рис. 5.5 Кількість продуктивних стебел ячменю озимого залежно від оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), шт

Найбільшою кількістю продуктивних стебел формувалась у рослин ячменю озимого сорту Валькірія – 466 шт/м² за дворазової обробки біопрепаратами у фази весняного кущіння та на початку виходу рослин у трубку. Найменшою їх кількість була утворена рослинами сорту Достойний, як за проведення однієї обробки у фазу весняного кущіння, так і двох - у фази весняного кущіння та на початку виходу рослин у трубку - показники коливались від 376 шт/м² до 425 шт/м². Отож обробка рослин ячменю озимого двічі за вегетацію - у фази весняного кущіння та на початку виходу

рослин у трубку порівняно з контрольним варіантом, була ефективнішою й аналогічним чином вплинула і на загальну кількість стебел (рис 5.6).



Примітки: ■ Контроль (обробка водою)
 ■ 1 - обробка у фазу весняного кущіння
 ■ 2- обробки у фази весняного кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Рис. 5.6 Кількість загальних стебел у рослин сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), шт

Дослідженнями встановлено, що найменшою загальна кількість стебел ячменю озимого утворена рослинами сорту Достойний (st), вищими ці показники визначені у сорту Ясон, потім сортів Оскар і Валькірія. Щодо біопрепаратів, то у середньому за три роки вирощування, найменший вплив на посіви ячменю озимого порівнянно з контрольним варіантом проявили біопрепарати Меланоріз і Мікофренд. Біопрепарат Азотофіт забезпечив отримання максимальної кількості стебел ячменю озимого за дворазової обробки у фази весняного кущіння та початку виходу рослин у трубку незалежно від сорту та років дослідження. Таким чином, у осінньо-весняний період рослини сортів ячменю озимого розвивалися досить активно і сформували загалом до 659 шт/м² пагонів у середньому, що звичайно ж вплинуло і на зернову продуктивність досліджуваних сортів.

5.2 Показники якості зерна сортів ячменю озимого залежно від біопрепаратів

Поліпшення показників якості зерна – один з найголовніших напрямів сільськогосподарського виробництва у цілому. Завдяки раціональному використанню новітніх біопрепаратів можливо досягнути формування високої якості врожаю усіх зернових культур загалом. Забезпеченість рослин теплом, світлом та вологою в оптимальній кількості є необхідною передумовою для прояву ячменем свого біологічного потенціалу продуктивності та формування потрібних показників якості за умови оптимального мінерального живлення. Від чого, насамперед, залежить кормова та харчова цінність зерна [22]. У свою чергу, цінність зерна різних напрямів використання характеризують показники його якості. До них належать: вміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів. Білок — одна з найважливіших складових зерна ячменю. Як правило, пріоритетний характер в аналізі отриманих експериментальних даних зводиться до оптимізації факторів технології вирощування ячменю озимого з метою отримання продукції високої якості. Показник білковості, насамперед має достатньо різко виражену зональність накопичення, яка підвищується із зростанням температури повітря, кількості сонячної радіації та зміни її складу (переважає короткохвильове випромінювання), а також зменшення вологості повітря.

Дослідженнями з сортами ячменю озимого, проведеними нами, встановлено, що застосування оптимізації живлення у вирощуванні цієї культури, певною мірою позначилося на якості зерна. В першу чергу в ньому змінювався вміст білка (табл. 5.4). Залежав цей показник від взятого для підживлень препарату, кількості проведених, позакоренових обробок посіву, умов року вирощування та незначно від особливостей сорту. Визначенням, відповідно до ГОСТ 10846—91, встановлено що вміст білка в зерні ячменю озимого незалежно від сорту дещо збільшувався під впливом проведення

позакоренових підживлень біопрепаратами порівняно з контролем, де посіви рослин обробляли водою.

Таблиця 5.4

**Вміст білка в зерні сортів ячменю озимого у роки вирощування
залежно від застосування біопрепаратів, %**

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Роки досліджень			Середнє за 2017-2019 рр.	
		2017	2018	2019	%	приріст до контролю, %
Достойний(st)	Контроль (обробка водою)	10,20	9,45	9,23	9,63	0,00
	Азотофіт 1	10,34	9,57	9,37	9,76	0,13
	Азотофіт 1+2	10,43	9,72	9,63	9,93	0,30
	Мікофренд 1	10,78	9,50	9,26	9,85	0,22
	Мікофренд 1+2	11,00	9,59	9,31	9,97	0,36
	Меланоріз1	10,20	9,48	9,24	9,64	0,01
	Меланоріз 1+2	10,48	9,62	9,25	9,78	0,15
Валькірія	Контроль (обробка водою)	11,00	9,31	9,34	9,88	0,00
	Азотофіт 1	11,12	9,67	9,56	10,12	0,24
	Азотофіт 1+2	11,33	9,84	9,72	10,30	0,42
	Мікофренд 1	11,03	9,49	9,41	9,98	0,10
	Мікофренд 1+2	11,09	9,63	9,47	10,06	0,18
	Меланоріз1	11,02	9,51	9,45	9,99	0,11
	Меланоріз 1+2	11,06	9,68	9,52	10,09	0,21
Оскар	Контроль (обробка водою)	10,48	9,43	9,28	9,73	0,00
	Азотофіт 1	10,94	9,69	9,59	10,07	0,34
	Азотофіт 1+2	11,08	9,98	9,82	10,29	0,56
	Мікофренд 1	10,87	9,47	9,34	9,89	0,16
	Мікофренд 1+2	11,02	9,68	9,42	10,04	0,31
	Меланоріз1	10,95	9,45	9,43	9,94	0,21
	Меланоріз 1+2	11,06	9,69	9,52	10,09	0,36
Ясон	Контроль (обробка водою)	10,49	9,50	9,37	9,79	0,00
	Азотофіт 1	10,58	9,98	9,88	10,15	0,37
	Азотофіт 1+2	10,80	10,52	10,12	10,48	0,69
	Мікофренд 1	10,49	9,55	9,49	9,84	0,05
	Мікофренд 1+2	10,63	9,77	9,61	10,00	0,21
	Меланоріз1	10,47	9,57	9,45	9,83	0,04
	Меланоріз 1+2	10,60	9,75	9,54	9,96	0,17
НІР ₀₅ , по фактору А		0,08	0,05	0,03		
по фактору В		0,11	0,08	0,09		
по факторах АВ		0,15	0,11	0,13		

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного куціння;

1+2- у фази куціння та на початку виходу рослин у трубку.

Вміст білка в зерні зростав і змінювався залежно від кількості підживлень. За проведення цього заходу двічі за вегетацію у середньому за роки досліджень кількість його збільшувалась порівняно з одноразовою обробкою рослин у період весняного кушіння рослин (рис. 5.7). Максимально високим вміст білка під впливом проведення двох підживлень у середньому за 2017-2019 рр. визначено у зерні ячменю озимого сорту Ясон. Близькими до сорту Ясон показники щодо вмісту білка були в зерні сортів Валькірія та Оскар [23-25].

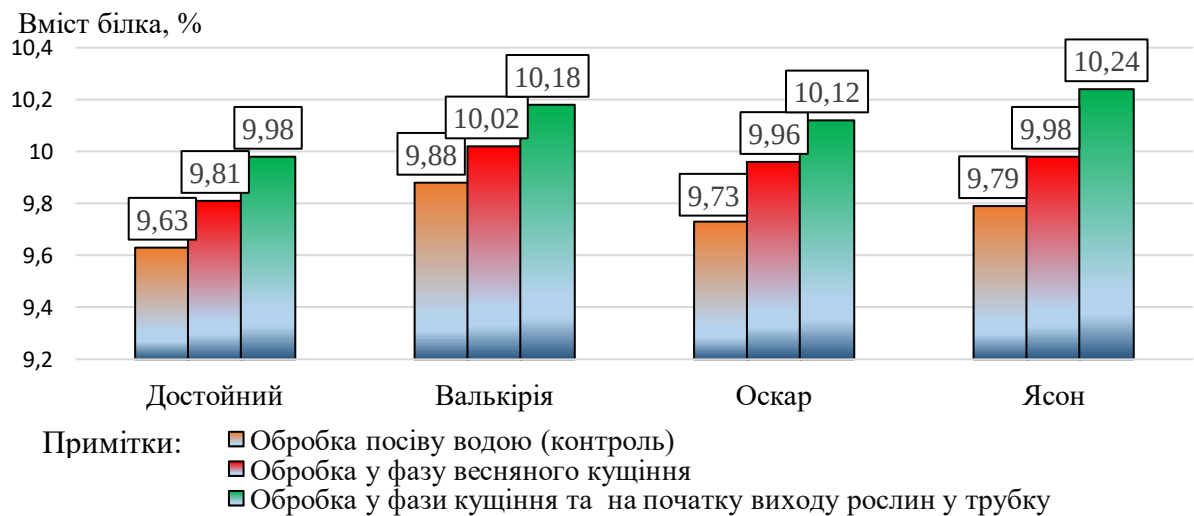


Рис. 5.7 Вплив позакоренових підживлень біопрепаратами на вміст білка в зерні досліджуваних сортів ячменю озимого (середнє за 2017-2019 рр. по всіх препаратах), %

Із усіх чотирьох взятих на вивчення сортів ячменю озимого, найменшою кількістю білка в зерні вирізнявся сорт Достойний(st), що чітко ілюструє рис. 5.7. Від дворазових підживлень вміст білка в зерні цього сорту порівняно з контролем, де рослини обробляли водою, збільшився на 0,35 %, Валькірія – на 0,30 %, а сортів Оскар та Ясон відповідно на 0,39 і 0,45%. Отже можна стверджувати, що сорт ячменю озимого Ясон на проведення позакоренових підживлень реагує найбільше, підвищивши вміст білка в зерні за проведення двох підживлень порівняно до контролю на 0,45%, а слабкішою мірою – сорт Валькірія, хоча абсолютні значення кількості білка у середньому за три роки вирощування по всіх препаратах найнижчими визначені у зерні сорту ячменю озимого Достойний і становлять за

дворазової обробки у фазу кущіння та виходу рослин у трубку 9,98% (у контролі – 9,63%) [26].

Стосовно ефективності взятих на дослідження біопрепаратів відносно їх впливу на білковість зерна сортів ячменю озимого, то перевагу слід надати Азотофіту, який сприяв істотнішому зростанню вмісту білка в зерні, порівняно з використанням для підживлень препаратів Мікофренд і Меланорізу (рис. 5.8).

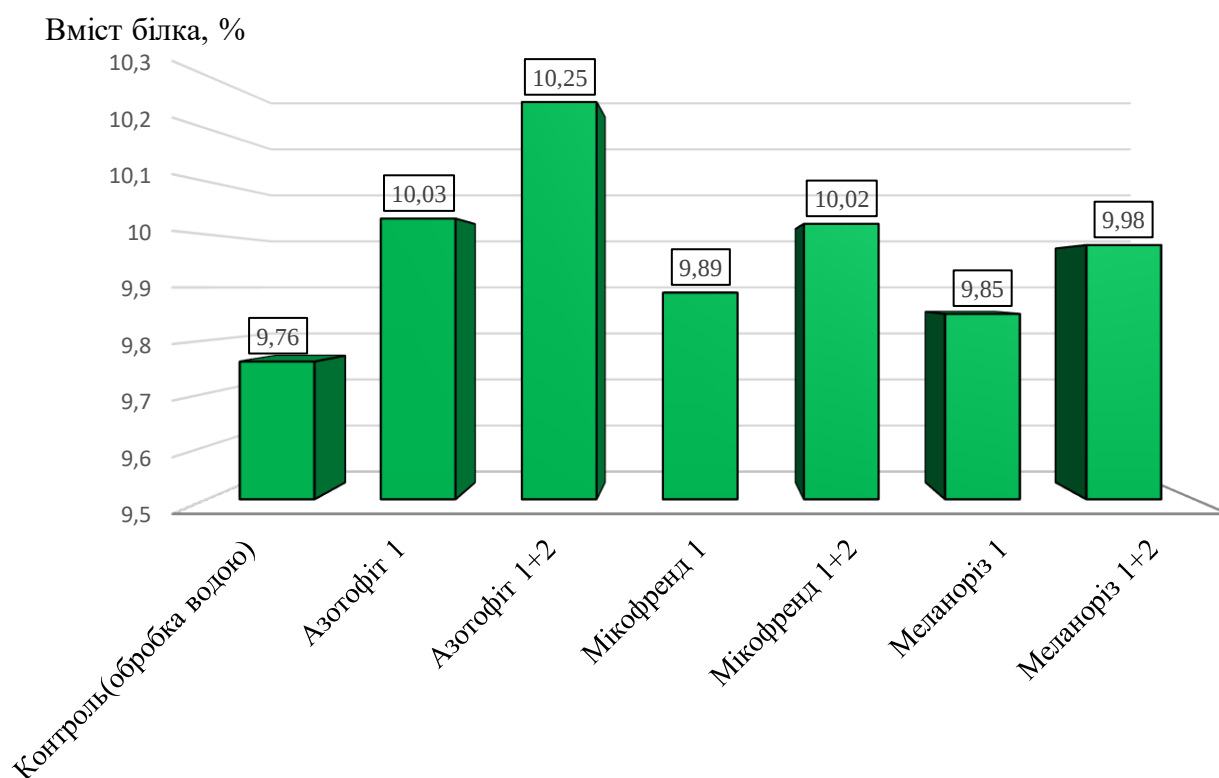


Рис. 5.8 Вміст білка в зерні ячменю озимого залежно від біопрепарату та кількості підживлень (середнє за 2017-2019 рр. по досліджуваних сортах)

Знову ж пересвідчуємося у значно суттєвішому впливі на збільшення цього показника дворазової обробки посіву порівняно з проведенням одного підживлення у фазу весняного кущіння рослин і тим більше з контрольним варіантом, у якому посів рослин ячменю озимого обробляли водою.

Вміст білка в зерні ячменю озимого згідно наших досліджень різнився залежно як від оптимізації живлення шляхом застосування біопрепаратів та

взятого для вивчення сорту, так і від погодно-кліматичних умов років вирощування (рис. 5.9).

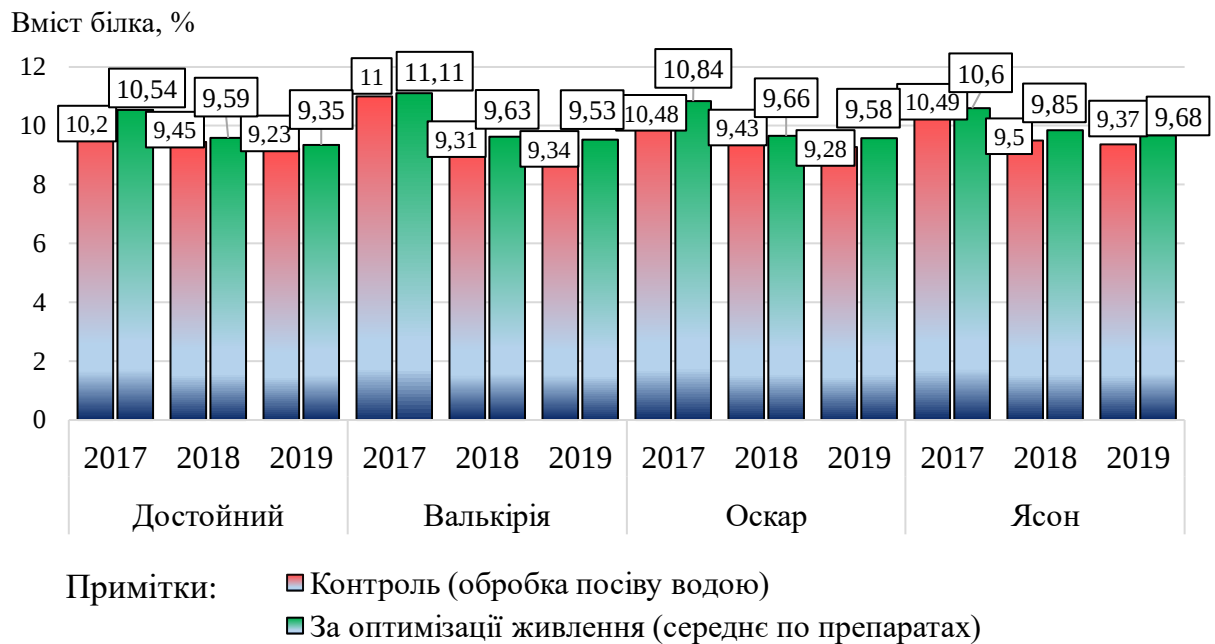


Рис. 5.9 Вміст білка в зерні сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення у роки досліджень, %

Так, найвищою білковістю зерна визначена у найбільш посушливому 2017 році досліджень. Із взятих на вивчення сортів найбільше білка в зерні накопичував сорт Валькірія, як за обробки посіву рослин водою, (у контролі), так і у середньому по всіх досліджуваних препаратах. Разом з тим зростання його вмісту від позакореневих підживлень у зерні зазначеного сорту було незначним і склало лише 0,11% відносно до контролю (відповідно 11,11 та 11,0%).

У наступні більш сприятливі за зволоженням роки вирощування прирости білка в зерні ячменю озимого цього сорту від оптимізації живлення були значно більшими: у 2018р. - 9,63%, в удобрюваних біопрепаратами, а в контролі 9,31% (+0,32%), у 2019р. - 9,53 та 9,34% (+0,19%) відповідно. За вирощування ячменю озимого сорту Оскар у найбільш посушливому 2017 році зростання білковості зерна від підживлень склало до контролю 0,36 %, а сорту Достойний (st) – 0,34%.

Порівнюючи вміст білка, сформованого в зерні сортів ячменю озимого в наших дослідках, то не дивлячись на абсолютний показник білковості, відносно значним його приріст у середньому від підживлень по всіх препаратах виявився у 2019 р. у сортів Ясон і Оскар – 0,35 та 0,31 абсолютних відсотків відповідно до контролю. У сорту Валькірія вміст його збільшився на 0,19 а Достойний (st) – на 0,12 %. При цьому необхідно зазначити, що у період досягання і скошування зерна ячменю озимого в 2019 році випала значна кількість опадів, рослини частково полягли особливо сильно сорт Достойний (st), що забезпечило як зниження вмісту білка в зерні, порівняно з попередніми роками вирощування, так і рівень урожайності зерна внаслідок труднощів зі збиранням. Проте саме в цьому році досліджень вміст білка за оптимізації живлення порівняно з обробкою посіву водою все ж збільшився [27].

Так як ячмінь – це культура різноманітного призначення, його використовують для виготовлення продуктів харчування людей та тварин, тому і вимоги до якості його зерна різні. Зерно ячменю, яке використовують на продовольчі цілі, має містити багато білка, крохмалю, цукрів, і навпаки, зерно пивоварного ячменю повинно містити невисокий відсоток білка, плівки, а також мати високу натуру, вирівняність та масу 1000 зерен [].

Маса 1000 зерен характеризує крупність і належить як до складових структури врожаю, так і до показників посівної якості насіння. Адже чим крупніше насіння, тим більше воно містить поживних речовин у ендоспермі, а отже здатне краще забезпечити молоді проростки у період гетеротрофного їх розвитку. Без визначення посівної придатності і маси 1000 насінин не можна встановити норми висіву і визначити його схожість у польових умовах.

Згідно результатів наших досліджень, з аналогічною залежністю у роки досліджень змінювався по суті головний показник структури врожаю ячменю озимого – маса 1000 зерен (табл. 5.5). Цей показник дещо

зростав за рахунок проведення позакоренових підживлень біопрепаратами й більшою мірою за дворазової обробки посіву рослин ячменю озимого.

Таблиця 5.5

Маса 1000 зерен ячменю озимого залежно від позакоренових підживлень біопрепаратами, г

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Роки досліджень			Середнє за 2017-2019 рр.
		2017	2018	2019	
Достойний(st)	Контроль (обробка водою)	45,0	43,0	42,3	43,4
	Азотофіт 1	46,0	44,0	43,8	44,6
	Азотофіт 1+2	46,5	44,2	44,0	44,9
	Мікофренд 1	46,0	44,0	43,3	44,4
	Мікофренд 1+2	46,2	44,1	43,3	44,5
	Меланоріз1	45,0	43,0	42,6	43,5
	Меланоріз 1+2	45,3	43,3	42,9	43,8
Валькірія	Контроль (обробка водою)	44,2	41,0	41,0	42,1
	Азотофіт 1	45,0	42,4	43,0	43,5
	Азотофіт 1+2	45,3	42,6	43,4	43,8
	Мікофренд 1	45,0	42,0	42,0	43,5
	Мікофренд 1+2	45,0	42,2	42,3	43,2
	Меланоріз1	44,2	42,0	41,5	42,6
	Меланоріз 1+2	44,5	42,1	41,8	42,6
Оскар	Контроль (обробка водою)	44,0	43,0	42,0	43,0
	Азотофіт 1	45,1	44,6	43,2	44,3
	Азотофіт 1+2	45,5	44,6	43,5	44,5
	Мікофренд 1	44,6	43,5	42,8	43,6
	Мікофренд 1+2	44,9	43,8	43,2	44,0
	Меланоріз1	44,2	43,0	42,4	43,2
	Меланоріз 1+2	44,2	43,1	42,5	43,3
Ясон	Контроль (обробка водою)	44,0	43,5	42,5	43,3
	Азотофіт 1	44,8	44,2	43,6	44,2
	Азотофіт 1+2	45,3	44,5	43,8	44,5
	Мікофренд 1	44,6	43,8	43,0	43,8
	Мікофренд 1+2	45,0	44,1	43,2	44,1
	Меланоріз1	44,3	43,5	42,8	43,5
	Меланоріз 1+2	44,3	43,7	42,8	43,6

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

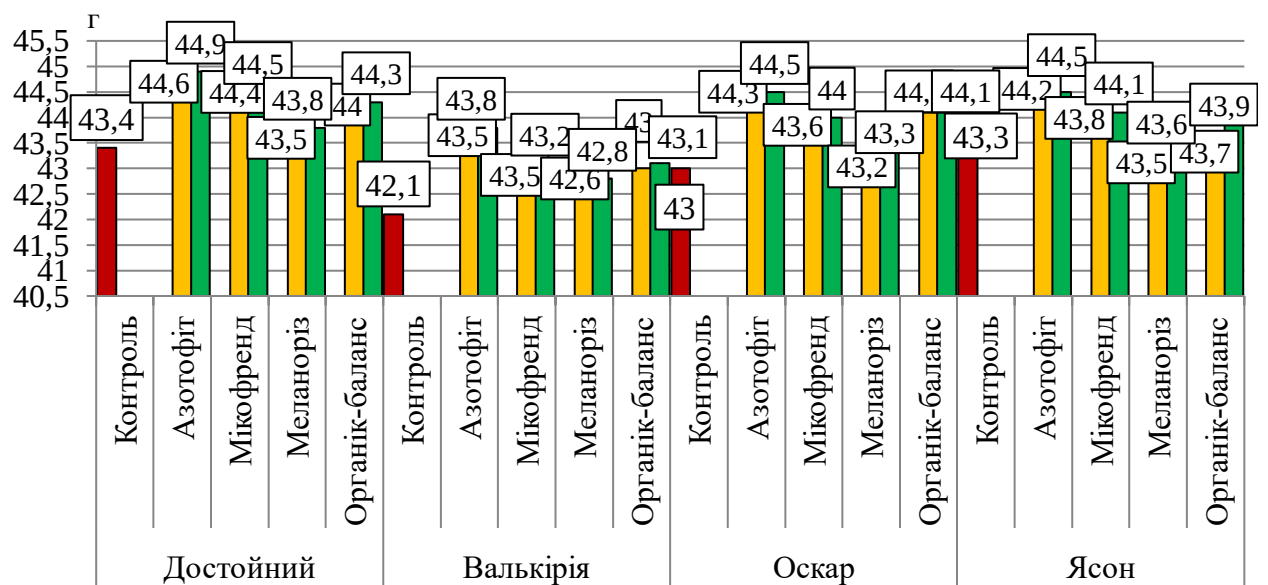
1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Особливості сорту вплинули на масу 1000 зерен менш суттєво, вона істотніше змінювалась залежно від умов року вирощування. Більшою

величиною маси 1000 зерен відзначається сорт ячменю озимого Достойний, а меншою сорт Оскар.

Так, у контрольному варіанті, де рослини обробляли водою, маса 1000 зерен по сортах склала відповідно 43,4 г сорту Достойний(st); 42,1 г сорту Валькірія; 43,0 г сорту Оскар і 43,3 г сорту Ясон, тобто цей показник дещо різнився за сортовими особливостями.

Що стосується досліджуваних біопрепаратів, то маса 1000 зерен найбільшою мірою збільшилась за обробки посівів Азотофітом, а дещо менше – за обробки рослин усіх досліджуваних сортів Меланорізом. У середньому за три роки досліджень це переконливо ілюструють дані рисунку 5.10. Отож, більш позитивний вплив позакоренових підживлень біопрепаратами на масу 1000 зерен у наших дослідженнях було отримано за дворазової обробки посівів Азотофітом, як у розрізі сортів, так і за роками вирощування.



Примітки: ■ Контроль (обробка водою)

■ 1 - обробка у фазу весняного кущіння

■ 2- обробки у фази весняного кущіння та виходу рослин у трубку

Рис. 5.10 Вплив позакоренових підживлень на масу 1000 зерен сортів ячменю озимого (середнє за 2017-2019 рр.), г

Маса 1000 зерен найбільших значень досягла у 2017 році, а у наступні 2018 і 2019 роки досліджень, маса 1000 зерен визначена дещо меншою. Дію досліджуваних препаратів для позакоренових підживлень посіву рослин ячменю озимого та кількості проведених обробок для оптимізації живлення при цьому простежували з чіткою їх залежністю в усі роки вирощування.

Таку ж саму залежність та позитивний вплив живлення рослин ячменю озимого (добрива та біопрепарати) на рівень урожайності зерна та основні показники його якості встановили й інші дослідники.

Висновки до розділу 5:

– Урожайність і якість зерна ячменю озимого змінювались і залежали від досліджуваних біопрепаратів, особливостей сорту та кількості проведених підживлень. Більш позитивний вплив від застосування біопрепаратів на посівах ячменю озимого отримали за обробки рослин двічі - у фазі кушіння та на початку виходу рослин у трубку. Щодо біопрепаратів, то найкраще себе проявив Азотофіт, який забезпечив урожайність зерна у середньому за три роки досліджень по всіх чотирьох сортах на рівні 4,80-5,04 т/га. Ефективним за здатністю забезпечувати сталі прирости врожаю зерна досліджуваних сортів ячменю озимого визначений і біопрепарат Мікофренд, який порівняно з Азотофітом забезпечував незначно нижчі рівні врожаю. Меншою мірою у впливі на величину врожаю зерна ячменю озимого за ефективністю вирізнявся препарат Меланоріз.

– усі біопрепарати, які використовували для проведення позакоренових підживлень, позитивно впливали на збільшення вмісту білка в зерні сортів ячменю озимого. Проте найбільшою мірою він зростав від застосування Азотофіту, а дещо меншою – Мікофренду та Меланорізу. Вміст білка в зерні усіх досліджуваних сортів ячменю озимого за оптимізації живлення рослин зростав. Якщо у середньому за 2017-2019 рр. по сортах у зерні контролю (за обробки рослин водою) його кількість склала 9,76%, то за проведення позакоренового підживлення у фазу весняного кушіння вона збільшилась до

9,94%, а дворазових підживлень (у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку) – до 10,13% у середньому по всіх біопрепаратах, або відповідно зросла на 0,18 і 0,37% (абсолютних) та на 1,8 та 3,8% порівняно до контролю.

– із взятих на дослідження сортів найбільше білка в зерні накопичував сорт Ясон, потім Валькірія, Оскар і найменше Достойний – за дворазових підживлень Азотофітом у середньому за роки вирощування відповідно: 10,48; 10,30; 10,29; та 9,93% за вмісту білка у зерні контрольних варіантів – 9,79; 9,88; 9,73; і 9,63%.

– на кількості білка, сформованого в зерні ячменю озимого, окрім досліджуваних факторів істотно позначались погодні умови років вирощування. Зокрема, значно більше його накопичилось у найбільш посушливому 2017 році, а найменше – у сприятливому за зволоженням 2019 році.

– позакореневі підживлення біопрепаратами та кліматичні умови у роки вирощування сортів ячменю озимого впливали на такий показник якості як маса 1000 зерен. Біологічні особливості сортів позначались на ньому значно меншою мірою. На масу 1000 зерен позитивно впливали позакореневі підживлення біопрепаратами особливо за дворазового застосування Азотофітом як за сортовими особливостями, так і за роками вирощування.

– таким чином, проведеними дослідженнями підтверджено доцільність проведення позакореневих підживлень в основні періоди вегетації біопрепаратами для оптимізації живлення рослин ячменю озимого з метою формування як сталої врожайності зерна, так і формування високих показників його якості.

Список використаної літератури до розділу 5:

1. Заєць С. О., Кисіль Л. Б., Гальченко Н. М. Врожайність сучасних сортів ячменю озимого за різних строків сівби і застосування регуляторів росту в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 72. С. 72–76.

2. Гамаюнова В.В., Панфілова А.В., Бакланова Т.В., Кувшинова А.О., Касаткіна Т.О., Нагірний В.В. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. Наукові горизонти. «Scientific Horizons» - Наук. Журнал (Житомирський НАЕУ) №2(87), 2020. – С. 15-23.

3. Марков І., Дмитришак М., Мокрієнко В. Ярий ячмінь. Сучасні технології АПК. *Вирощування основних сільськогосподарських культур*. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Імпери – Медіа», 2011. С. 32-55.

4. Лінчевський А. А. Сорти ячменю, проблеми виробництва і шляхи їх вирішення в сучасних умовах. Посібник українського хлібороба. 2012. Т. 2. С. 198-201.

5. Ярчук І. І., Божко В. Ю. Вплив строків сівби на перезимівлю та врожайність сортів ячменю озимого в умовах північного Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2012. № 2. С. 43–46.

6. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Литовченко А.О. Кувшинова А.О. Ресурсозберігаючі підходи до збільшення зерновиробництва на Півдні Степу України за зміни клімату. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної наук.-практ. конференції (3-5 жовт. 2018 р.) Миколаїв, 2018. С. 96–97.

7. Вплив строків сівби озимого ячменю після різних попередників на його розвиток і урожайність / М.М. Солодушко та ін. Агроном. 2019. № 3. С. 106.

8. Цапик Т. Ф., Усова Н. М., Дудаєв Г. Ф. Оцінка продуктивності сучасних сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, (7 червня 2017 р.), Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. С. 136-139.

9. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О., Касаткіна Т.О. Урожайність зерна ячменю ярого та озимого залежно від ресурсозберігаючих підходів до

їх живлення в умовах Південного Степу України. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали II Всеукр. наук. інтернет-конф., (15 трав. 2019 р.) Кам'янець-Подільський, 2019. С. 25–27.

10. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на врожайність зерна сортів ячменю озимого в умовах Півдня України. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (4-6 груд. 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 63–66.

11. Лихочвор В.В., Матковська М.В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфо-регуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. Вип. 62. С. 91–101.

12. Кувшинова А.О. Формування врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах південного Степу України під впливом біопрепаратів. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (4 листопада 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 20–22.

13. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Значення регуляторів росту в підвищенні врожайності зерна сортів ячменю ярого і озимого на Півдні України. Світові рослинні ресурси: Стан та перспективи розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (7 черв. 2019 р.) Київ, 2019. С. 178 –180.

14. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на формування врожайності сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції : матеріали Міжнар. наук.-практ. Форуму. (21-22 червня 2019 р.) Мелітополь, 2019. С. 115–117.

15. Веремесенко С.І., Ткачук С.О., Трушева С.С. Продуктивність нових сортів ячменю озимого за мінерального удобрення на темно-сірих

опідзолених ґрун-тах. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2017. № 2(1). С. 12–19

16. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на продуктивність ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва». (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.71-75.

17. Ярчук І.І., Божко В.Ю., Мороз О.О. Зимостійкість та продуктивність сортів ячменю озимого залежно від строків сівби та норм висіву. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 3. С. 54–57.

18. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на продуктивність та використання вологи рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України. міжнародна науково-практична конференціяПродовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. : матеріали Міжнародного форуму., (30-31 травня 2024 р.) Миколаїв, 2024. С.81-84.

19. Оцінка продуктивності сортів ячменю озимого в умовах карпатського регіону / М. І. Терлецька, Г. Я. Біловус, Р. В. Ільчук, В. Я. Яремко. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1). С. 76–90. URL: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-6.

20. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Продуктивність ячменю в умовах Південного Степу України за оптимізації живлення. Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського : матеріали Міжнар. наук. конф., (14-15 серпня 2019 р.) Київ, 2019. С. 187–190.

21. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. Formation of the Main Indicators of Grain Quality of Winter Barley Varieties Depending on Biopreparations for Growing under the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Ecological Engineering & Environmental Technology. Poland, 2021,

22(4) P.86 - 92, Doi.org/10.12912/27197050/137864. ISSN 271-7050, License CC-BY 4.0.

22. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долежол Я. Горох. Львів: НВФ «Українські технології». 2004. 48с

23. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Вплив сучасних біопрепаратів, сортових особливостей та погодних умов на вміст білка в зерні ячменю озимого. «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату» III Міжнародна науково-практична конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора Валентини Василівни Калитки (26 травня 2021 р.) Мелітополь, 2021. С. 41–44.

24. Жемела Г. П., Шкурко В. С. Особливості впливу умов вирощування та сортових властивостей на крупність і вміст білка в зерні пивоварного ячменю. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія «Сільське господарство. Рослинництво». 2010. № 3. С. 10–13.

25. Кувшинова А.О. Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Всеукраїнська науково-практична конференція «Перлини степового краю» (23-25 листопада 2022 р.). Миколаїв, 2022. С. 36-38.

26. Заєць С. О. Технологічні заходи підвищення врожаю та покращення якості зерна ячменю озимого в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2014. Вип. 62. С. 52–55.

27. Кувшинова А.О. Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Міжнародна науково-практична конференція-Міжнародний форум «Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри» (1-2 червня 2023 р.). Миколаїв, 2023. С.200-202.

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

6.1. Економічна ефективність вирощування сортів ячменю озимого

Виробництво зерна в Україні традиційно належить до стратегічних галузей розвитку не тільки сільського господарства, а й усього її народногосподарського комплексу. Зернова галузь залишається пріоритетним напрямом аграрної економіки держави і є важливим джерелом прибутковості сільськогосподарських підприємств різних форм власності [1].

Валова продукція сільського господарства — це первісний результат взаємодії факторів виробництва, матеріальна і вартісна основа інших кінцевих результатів, що в натуральній формі представлений всіма виробленими протягом року первинними продуктами рослинництва і тваринництва, а у вартісній — оцінений за порівнянням цін відповідного року.

Ефективне управління процесами формування продуктивності ячменю озимого на ресурсоощадних засадах доречно запроваджувати за рахунок застосування оптимізації живлення сучасними біопрепаратами у основні періоди росту і розвитку рослин. Окрім сприятливого впливу на ростові процеси і підвищення рівня врожаю кожний елемент технології вирощування має бути економічно доцільним та забезпечувати прибутковість і рентабельність, тобто істотно не збільшувати витрати й собівартість одиниці продукції [2,3].

Визначено економічну ефективність застосування біопрепаратів під досліджувані сорти ячменю озимого: вартість валової продукції, собівартість вирощування одиниці продукції, рівень рентабельності виробництва. Економічні розрахунки розроблених елементів технології вирощування зерна ячменю озимого здійснювали за ринковими цінами на агроресурси, що склалися у період третього—четвертого кварталів 2019 року. Розрахункова ціна на 1 тону зерна ячменю озимого склала 4700 грн [4].

Визначено, що вартість валової продукції за вирощування ячменю озимого певною мірою змінювалась залежно від сортового складу та біопрепаратів, що пов'язано з коливаннями рівнів урожайності зерна за варіантами. З проведенням підживлень і особливо в обидві фази цей показник незалежно від сорту збільшувався (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Вартість валової продукції при вирощуванні зерна ячменю озимого
залежно від сортового складу та біопрепаратів,
(середнє за 2017-2019 рр.), тис. грн/га**

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний (st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	18,7	20,1	21,1	18,4	19,6
Азотофіт 1	21,4	24,0	24,2	20,6	22,5
Азотофіт 1+2	22,6	25,0	25,0	22,3	23,7
Мікофренд 1	21,2	22,8	23,1	20,1	21,8
Мікофренд 1+2	21,6	23,7	24,5	20,8	22,7
Меланоріз 1	19,8	21,3	22,3	19,2	20,6
Меланоріз 1+2	20,3	22,5	22,8	20,3	21,5
Середнє по фактору А	20,8	22,8	23,3	20,2	21,5

Примітка: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

У контролі й особливо за вирощування сорту Ясон даний показник був найменшим -18,4 тис. грн/га, а за використання біопрепарату Азотофіт на посівах сорту Валькірія у обидві фази він зріс до 25,0 тис. грн/га або на 33,7% і був максимальним. Вирощування сорту Оскар забезпечило дані показники таких же на рівнях 25,0 тис. грн/га та 33,7%.

Найвищу вартість валової продукції у середньому по всіх варіантах за роки досліджень - 23,3 тис. грн/га забезпечило вирощування сорту ячменю озимого Оскар. У сорту Валькірія він склав 22,8 тис. грн/га, а у сорту Достойний він зменшився до 20,8 тис. грн/га або на 14,9%. Практично таким

же, ще нижчим він був визначений і за вирощування сорту ячменю озимого Ясон – 20,2 тис. грн/га [5].

Проведення підживлень біопрепаратом Азотофіт двічі за вегетацію забезпечило зростання вартості валової продукції по всіх сортах до 23,7 тис. грн/га, що на 20,9% більше порівняно з контрольним варіантом (обробка посівів водою). Ефективність використання та переваги біопрепаратів, що взяті на дослідження, представлені на рис.6.1, на якому наведено усереднені значення вартості вирощеної продукції за проведення як однієї так і дворазової обробки посіву рослин.

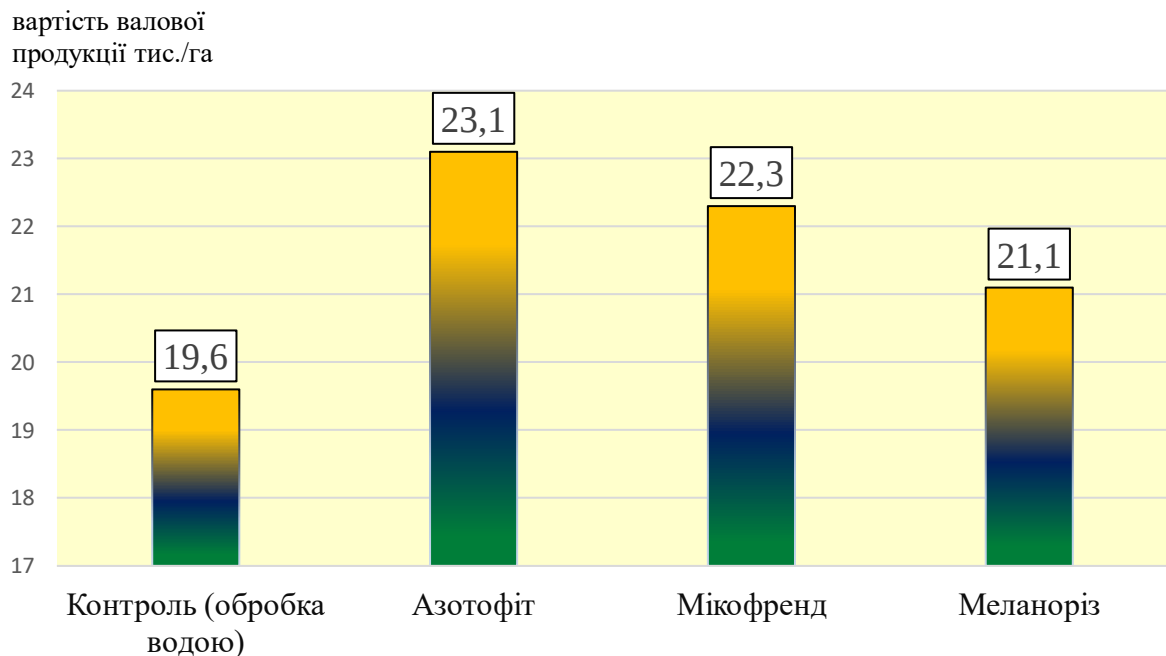


Рис.6.1. Вартість валової продукції за впливу біопрепаратів (середнє за 2016-2019рр.), тис. грн./га

Собівартість продукції — це загальна сума витрат на виробництво одиниці товару або надання послуги. Собівартість вирощування 1 тонни зерна ячменю озимого мінімальною 1,7 тис. грн. визначена по сорту Валькірія за одноразової обробки посіву препаратом Азотофіт (табл.6.2). Даний показник підвищився до 2,29 тис. грн/т або на 32,9% при вирощуванні сорту Ясон з обробкою цим же біопрепаратом у фазу весняного кушіння [6,7].

Таблиця 6.2

Собівартість 1 тонни зерна ячменю озимого залежно від впливу досліджуваних факторів (середнє за 2017-2019 рр.), тис. грн

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний(st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	1,99	1,87	1,80	2,02	1,92
Азотофіт 1	2,20	1,70	1,98	2,29	2,04
Азотофіт 1+2	2,21	1,74	1,72	2,23	1,98
Мікофренд 1	2,06	1,92	1,90	2,16	2,01
Мікофренд 1+2	2,14	1,97	1,91	2,22	2,06
Меланоріз 1	2,19	2,05	1,96	2,25	2,11
Меланоріз 1+2	2,27	2,07	2,04	2,27	2,16
Середнє по фактору А	2,15	1,90	1,90	2,20	2,04

Примітка: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

За сортовим складом перевагу щодо формування мінімальних значень собівартості виробництва 1 т зерна на рівні 1,90 тис. грн забезпечили сорти Валькірія та Оскар. За вирощування інших досліджуваних сортів цей показник підвищився до 2,15 тис. грн/т або на 14,9% (сорт Достойний(st)) та 2,20 тис. грн/т (сорт Ясон). У середньому по фоні живлення (фактор В) найнижча собівартість вирощування 1 тонни зерна досліджуваної культури на рівні 1,98 тис. грн визначена у варіанті застосування препарату Азотофіт двічі у фази кушіння та виходу рослин у трубку. За дворазового підживлення препаратом Меланоріз даний показник зріс на 14,2% (до 2,16 тис. грн/т).

Аналогічно з такою ж залежністю від рівня врожайності та варіантів живлення ячменю озимого, що були поставлені на вивчення, змінювались і виробничі витрати (табл. 6.3).

За сортовим складом визначено несуттєві зміни виробничих витрат з їх мінімальним рівнем (у середньому 9,4 тис. грн/га) за вирощування сорту ячменю озимого Валькірія [8].

За фактором В (оптимізація живлення) підвищення досліджуваного показника до 9,9 тис. грн/га визначено у варіанті з дворазовою обробкою посівів ячменю озимого препаратом Азотофіт, що більше контролю на 23,8%.

Таблиця 6.3

Виробничі витрати на вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів (середнє за 2017-2019 рр.), тис. грн/га

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний(st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	7,9	8,0	8,1	7,9	8,0
Азотофіт 1	10,0	8,7	10,2	10,0	9,7
Азотофіт 1+2	10,6	9,2	9,2	10,6	9,9
Мікофренд 1	9,3	9,3	9,3	9,2	9,3
Мікофренд 1+2	9,9	9,9	10,0	9,8	9,9
Меланоріз 1	9,2	9,3	9,3	9,2	9,2
Меланоріз 1+2	9,8	9,9	9,9	9,8	9,9
Середнє по фактору А	9,7	9,5	9,7	9,7	9,5

Примітка: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

Так, мінімальним даний показник був у контрольних варіантах досліду за вирощування сортів Достойний і Ясон по– 7,9 тис. грн/га. Максимальні значення було отримано при вирощуванні сорту ячменю озимого Достойний–10,6 тис.грн/га за обробки біопрепаратом Азотофіт у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку. Виробничі витрати змінювались залежно від рівня врожайності та варіантів живлення ячменю озимого, що були поставлені на вивчення.

В умовах ринкової економіки одним з основних критеріїв економічної ефективності технологічних процесів є отримання умовно чистого прибутку та рівень рентабельності [9].

Порівняння показників умовно чистого прибутку свідчить про те, що найменшим (10,0 тис. грн/га) він виявився при вирощуванні сорту Ясон за

підживлення біопрепаратом Меланоріз одноразово у фазу кушіння. Істотне зростання цього показника до 15,8 тис. грн/га або на 21,5% забезпечив сорт Оскар за дворазової обробки посівів біопрепаратом Азотофіт (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Умовно чистий прибуток при вирощуванні зерна ячменю озимого
залежно від сортового складу та біопрепаратів,
(середнє за 2017-2019 рр.), тис. грн/га**

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний(st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	10,8	12,1	13,0	10,5	11,6
Азотофіт 1	11,4	15,3	14,0	10,6	12,8
Азотофіт 2+2	12,0	15,7	15,8	11,7	13,8
Мікофренд 1	11,9	13,5	13,8	10,9	12,5
Мікофренд 1+2	11,8	13,8	14,6	11,0	12,8
Меланоріз 1	10,6	12,0	13,0	10,0	11,4
Меланоріз 1+2	10,5	12,6	12,9	10,5	11,6
Середнє по фактору А	11,3	14,1	14,4	11,3	12,8

Примітка: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Середньофакторіальними значеннями обґрунтовано перевагу вирощування сорту Оскар, який забезпечив зростання умовно чистого прибутку до 13,9 тис. грн/га, що перевищило його рівень у сортів Достойний і Ясон, які сформували прибуток 11,3 та 10,7 тис. грн/га відповідно.

Стосовно фактору В (фон живлення) обґрунтовано перевагу дворазового підживлення посівів препаратом Азотофіт, що сприяло зростанню досліджуваного показника до 13,3 тис. грн/га. Мінімальний рівень умовно чистого прибутку (11,5 тис. грн/га) забезпечило одноразове підживлення біопрепаратом Меланоріз.

Чітким підтвердженням переваг біопрепарату Азотофіт та навпаки, найменшої ефективності у забезпеченні отримання умовно чистого прибутку від Меланорізу, ілюструють дані рисунку 6.2.

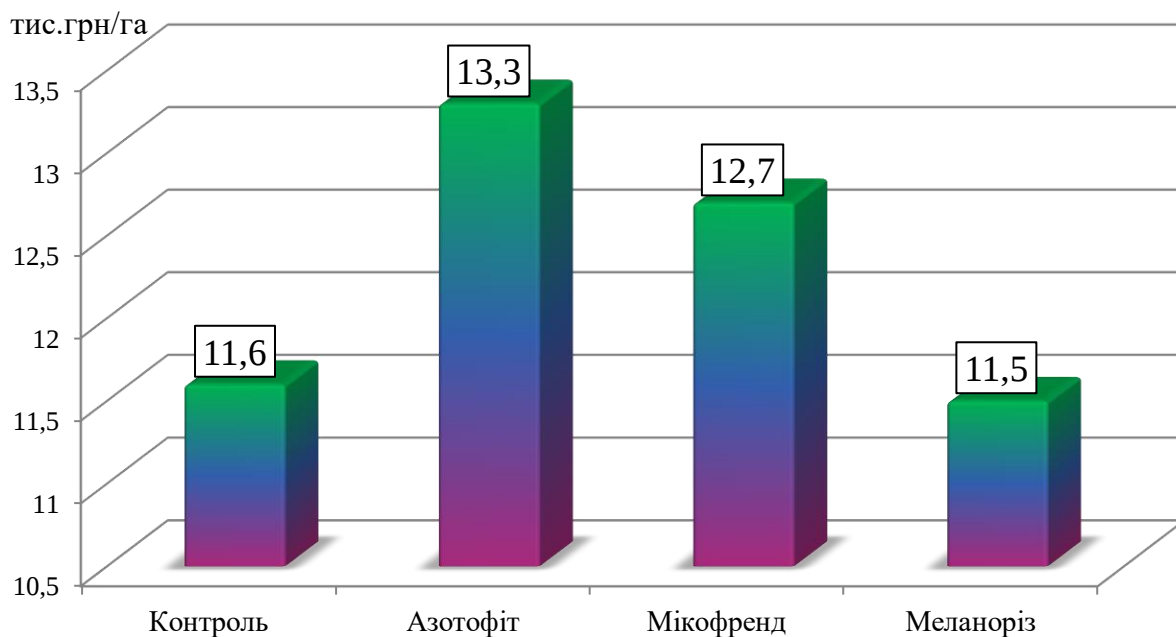


Рис.6.2. Умовно чистий прибуток залежно від біопрепарату (середнє за сортами за 2017-2019 рр.), тис. грн/га

Виключно важливим показником економічної ефективності є рентабельність виробництва культури.

Встановлено, що застосування досліджуваних біопрепаратів двічі в основні періоди розвитку рослин ячменю озимого (у фазі весняного кущіння та на початку виходу рослин у трубку), підвищує ефективність вирощування культури та забезпечує зростання рівня рентабельності.

Рівень рентабельності елементів технології вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів коливався в межах від 105,4% у варіанті з сортом Ясон за одноразової обробки посіву біопрепаратом Азотофіт. У сорту Валькірія у цьому ж варіанті він зріс до 177,1%, або ж різниця між цими однаковими варіантами підживлення Азотофітом у фазу весняного кущіння склала 68,0 відносних відсотків (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Рівень рентабельності технології вирощування зерна ячменю озимого
залежно від сортового складу та біопрепаратів
(середнє за 2017-2019 рр.), %**

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний(st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	136,2	150,9	160,5	133,2	145,2
Азотофіт 1	113,4	177,1	136,8	105,4	133,2
Азотофіт 1+2	113,0	170,7	172,7	110,3	141,7
Мікофренд 1	128,2	144,2	147,4	118,0	134,5
Мікофренд 1+2	119,4	138,8	146,0	111,9	129,0
Меланоріз 1	114,8	129,6	139,2	108,7	123,1
Меланоріз 1+2	107,1	127,6	130,6	107,1	118,1
Середнє по фактору А	118,9	148,4	147,6	113,5	132,1

Примітка: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

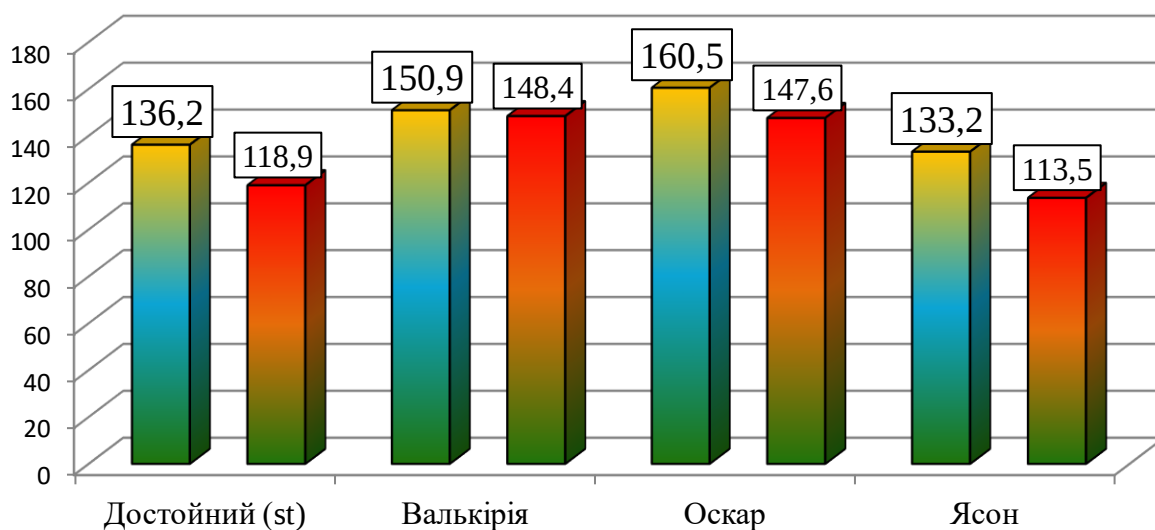
У середньому стосовно сортового складу досліджуваний показник сягнув найвищого рівня 148,4 та 147,6% за вирощування сортів Валькірія і Оскар відповідно. У сортів Достойний та Ясон рівень рентабельності, визначено значно нижчим 118,9; 113,5% або ж на 27,5-28,0 відносних відсотків менше порівняно з сортами Валькірія і Оскар.

За варіантами живлення визначено найнижчий рівень рентабельності у середньому 118,1% за дворазового застосування для підживлення препарату Меланоріз. За проведення підживлень біопрепаратом Азотофіт одноразово, даний показник досяг 133,2%, а двічі – 141,7%.

Слід також зазначити, що застосування для підживлення Азотофіту й особливо у фазу весняного кушіння збільшувало рівні рентабельності вирощування усіх досліджуваних сортів ячменю озимого за виключенням сорту Достойний, вирощування якого найвищої рентабельності досягло у контрольному варіанті за обробки посіву рослин водою без застосування

біопрепаратів. Реакцію сортів ячменю озимого на проведення позакореневих підживлень представлено на рисунку 6.3.

Рівень рентабельності, %



Примітки: ■ Контроль (обробка водою)

■ Середні значення по варіантах підживлень біопрепаратами

Рис.6.3. Рівень рентабельності вирощування сортів ячменю озимого залежно від позакореневих підживлень біопрепаратами (середнє за 2017-2019 рр.), %

Результати цього рисунку, та таблиця 6,5 свідчать про високу економічну ефективність, зокрема рентабельність застосування у вирощуванні позакореневих підживлень посіву рослин сортів ячменю озимого і особливо біопрепаратом Азотофіт двічі за вегетацію (141,7% по всіх сортах і 133,2% за разового підживлення у фазу весняного кущіння).

6.2. Енергетична оцінка досліджуваних технологічних заходів

Сучасна (інтенсивна) технологія вирощування сільськогосподарських культур характеризується високим рівнем механізації виробничих процесів. Тому перш за все повинна бути енергозберігаючою, тобто такою, що забезпечує мінімальні витрати сукупної енергії на одержання одиниці продукції.

Енергетичну оцінку виробництва продукції рослинництва проводять для визначення ступеня використання засобів виробництва, сонячної радіації, ґрунтово-кліматичних умов та інших чинників, що впливають на рівень урожайності сільськогосподарських культур, дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонавантаження на одиницю земельної площі. У сільськогосподарському виробництві категорія “енергетична ефективність” відображає співвідношення між обсягом виробництва сільськогосподарської продукції, що відповідає чинним стандартам якості, та величиною сукупних витрат енергії за умови дотримання вимог охорони навколишнього середовища. Енергетична ефективність в рослинництві досягається шляхом оптимізації сукупних витрат енергії у розрахунку на одиницю продукції рослинництва без погіршення якості за найменшого негативного впливу на навколишнє середовище [10,11].

Надходження енергії з урожаєм зерна ячменю озимого знаходилось у прямій залежності з рівнем урожайності досліджуваної культури за факторами і варіантами досліду (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Надходження енергії з урожаєм зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів (середнє за 2017-2019 рр.), ГДж/га

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний(st)	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	41,5	44,7	47,0	41,0	43,5
Азотофіт 1	47,6	53,3	53,8	45,8	50,1
Азотофіт 1+2	50,2	55,5	55,5	49,6	52,7
Мікофренд 1	47,1	50,7	51,4	44,8	48,5
Мікофренд 1+2	48,1	52,8	54,6	46,3	50,4
Меланоріз 1	44,0	47,4	49,6	42,7	45,9
Меланоріз 1+2	45,2	50,1	50,8	45,2	47,8
Середнє по фактору А	46,2	50,7	51,8	45,0	48,4

Примітка: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

За вирощування сортів ячменю озимого Достойний та Ясон без застосування біопрепаратів (контроль) зафіксовано зменшення цього показника відповідно до 41,5 й 41,0 ГДж/га. Найістотнішим зростання надходження енергії до 55,5-58,9 ГДж/га було у варіантах вирощування сортів Оскар та Валькірія, що перевищило за мінімальні показники на 41,2-35,4%.

Максимальний рівень надходження енергії у середньому від 50,7 до 51,8 ГДж/га був визначений у сортів Валькірія та Оскар, а у інших досліджуваних сортів він зменшився до 45,0-46,2 ГДж/га або на 12,5-14,9%.

У середньому по фоні живлення відбулося зниження надходження енергії до 43,5 ГДж/га у контрольному варіанті (з обробкою водою). Найбільшого значення 52,7 ГДж/га досягли у варіанті з дворазовим застосуванням для підживлення біопрепарату Азотофіт у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку.

Надходження енергії з урожаєм зерна ячменю озимого знаходилося у прямій залежності з рівнем урожайності досліджуваної культури за факторами і варіантами досліду (табл. 6.6). За вирощування сортів Достойний та Ясон без застосування підживлень біопрепаратами (контроль) встановлено зменшення цього показника відповідно до 41,5 й 41,0 ГДж/га. Найістотніше зростання надходження енергії до 55,5 ГДж/га проявилось у варіантах з сортами Оскар та Валькірія, що більше за мінімальні показники на 18,1-24,2%.

Енергетичні витрати на вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів змінювались неістотно, що можна пояснити особливістю схеми досліду та низьким вмістом енергії у біопрепаратах (табл. 6.7). Найменші значення цього показника у всіх сортів, продуктивність яких досліджували, були у контрольному варіанті з обробкою посіву ячменю озимого водою й склали 23,4-23,7 ГДж/га. Отже, енергетичні витрати досягнули рівня 25 ГДж/га за вирощування сортів ячменю озимого Валькірія та Оскар у варіанті з обробкою посівів біопрепаратом Азотофіт

двічі за вегетацію.

Таблиця 6.7

Енергетичні витрати на вирощування зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів (середнє за 2017-2019 рр.), ГДж/га

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	23,5	23,6	23,7	23,4	23,5
Азотофіт 1	24,6	24,9	24,9	24,5	24,7
Азотофіт 1+2	24,7	25,0	25,0	24,7	24,8
Мікофренд 1	24,6	24,8	24,8	24,5	24,7
Мікофренд 1+2	24,6	24,9	24,9	24,6	24,8
Меланоріз 1	24,5	24,6	24,7	24,4	24,6
Меланоріз 1+2	24,5	24,7	24,8	24,5	24,6
Середнє по фактору А	24,5	24,6	24,7	24,4	24,5

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кущіння;

1+2- у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку

У середньому по сортовому складу відмінностей у формуванні показника енергетичних витрат не виявлено, а застосування біопрепаратів на посівах ячменю озимого сприяло їх зростанню порівняно з контролем (обробка насіння водою) у середньому на 4,6-5,9%. Це пояснюється деяким збільшенням витрат енергії на проведення позакоренових обробок та необхідністю доробки додаткового приросту врожаю зерна досліджуваних сортів ячменю озимого.

Приріст енергії за факторами й варіантами дослідів з ячменем озимим коливався значною мірою (табл. 6.8). Найменшим (18,1 ГДж/га) даний показник був у варіанті вирощування сорту Достойний без застосування біопрепаратів. Крім того відзначено зниження його до 18,2 ГДж/га у варіанті вирощування сорту ячменю озимого Ясон та застосуванні препарату Меланоріз у фазу весняного кущіння однорозово.

Таблиця 6.8

Приріст енергії при вирощуванні зерна ячменю озимого залежно від впливу досліджуваних факторів (середнє за 2017-2019 рр.), ГДж/га

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	18,1	21,1	23,3	17,6	20,0
Азотофіт 1	22,9	28,4	28,9	21,2	25,4
Азотофіт 1+2	25,4	30,5	30,5	24,8	27,8
Мікофренд 1	22,4	25,9	26,6	20,2	23,8
Мікофренд 1+2	23,4	27,9	29,6	21,7	25,7
Меланоріз 1	19,5	22,7	24,8	18,2	21,3
Меланоріз 1+2	20,6	25,3	26,0	20,6	23,2
Середнє по фактору А	21,8	27,4	28,4	21,9	24,9

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

У середньому за сортовим складом (фактор А) зафіксовано зростання приросту енергії за вирощування досліджуваної культури до 26,0-27,1 ГДж/га у сортів Валькірія та Оскар. У сортів Достойний і Ясон він істотно зменшився до 21,8-20,6 ГДж/га або на 17,0-23,2%.

У середньому за варіантами живлення приріст енергії мінімального значення (20,0 ГДж/га) досяг у контрольному варіанті за обробки посіву водою. Також низький рівень досліджуваного показника – 21,3-23,8 ГДж/га визначено у варіантах із застосуванням для підживлень біопрепаратів Мікофренд та Меланоріз. Максимальну величину приросту енергії з урожаєм ячменю озимого на рівні 27,8 ГДж/га одержали в останньому варіанті застосування біопрепарату (Азотофіт у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку), що перевищило контрольний варіант на 7,8 ГДж/га або на 39,0%.

Таблиця 6.9

**Коефіцієнт енергетичної ефективності технології вирощуванні зерна
ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів
(середнє за 2017-2019 рр.)**

Варіант живлення (фактор В)	Сорт (фактор А)				
	Достойний	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	1,77	1,89	1,98	1,75	1,85
Азотофіт 1	1,93	2,14	2,16	1,87	2,03
Азотофіт 1+2	2,03	2,22	2,22	2,01	2,12
Мікофренд 1	1,91	2,05	2,07	1,83	1,97
Мікофренд 1+2	1,95	2,12	2,19	1,89	2,04
Меланоріз 1	1,80	1,92	2,01	1,75	1,87
Меланоріз 1+2	1,84	2,02	2,05	1,84	1,94
Середнє по фактору А	1,89	2,11	2,15	1,89	2,01

Примітки: Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

Коефіцієнт енергетичної ефективності характеризувався змінами в широкому діапазоні від 1,77 у контрольному варіанті з сортом ячменю озимого Достойний до 2,22 а у сортів Оскар і Валькірія у варіанті з обробкою препаратом Азотофітом у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку (табл. 6.9).

У середньому по сортовому складу перевагу мав сорт Оскар, у варіанті з яким зафіксовано зростання досліджуваного енергетичного показника до 2,10, що більше від сорту Валькірія на 1,9%, а сортів Достойний і Ясон – на 13,8% та 5,1% відповідно.

За фактором В (оптимізація живлення) мінімальні значення коефіцієнту енергетичної ефективності на рівні 1,85 були у контрольному варіанті за обробки рослин водою. Підвищення даного показника у середньому по фактору В до 2,12 або на 14,6% проявилось за дворазового використання для підживлення біопрепарату Азотофіт.

Визначено, що енергоємність 1 тонни зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів характеризує показники енергетичного аналізу, що були розглянуті вище (табл. 6.10). Так, цей показник підвищився до 6 ГДж/т у контрольному варіанті за вирощування сорту Ясон та за обробки препаратом Меланоріз одноразово у фазу весняного кушіння. Енергоємність 1 тонни зерна ячменю озимого зменшилась до 4,7 ГДж/т або на 33,3% у варіанті з сортом Оскар та застосуванням для підживлень препарату Азотофіт дворазово у фази весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку. Такою ж (4,7 ГДж/т) енергоємність у цьому ж варіанті визначена і за вирощування сорту Валькірія.

Таблиця 6.10

Енергоємність 1 тонни зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та біопрепаратів, (середнє за 2017-2019 рр.) ГДж

Варіант живлення (фактор В)	Сорти (фактор А)				
	Достойний	Валькірія	Оскар	Ясон	середнє по фактору В
Контроль (обробка водою)	5,9	5,5	5,3	6,0	5,7
Азотофіт 1	5,4	4,9	4,8	5,6	5,2
Азотофіт 1+2	5,2	4,7	4,7	5,2	4,9
Мікофренд 1	5,5	5,1	5,0	5,7	5,3
Мікофренд 1+2	5,4	4,9	4,8	5,5	5,2
Меланоріз 1	5,8	5,4	5,2	6,0	5,6
Меланоріз 1+2	5,7	5,2	5,1	5,7	5,4
Середнє по фактору А	5,5	5,1	5,0	5,6	5,3

Примітка: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

1- у фазу весняного кушіння;

1+2- у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку

У середньому за сортовим складом (фактор А) також сорт ячменю озимого Оскар мав найкращу енергоємність 1 тонни – 5,0 ГДж. Для інших сортів визначено зростання цього енергетичного показника до 5,1-5,6 ГДж/т або на 2,0-11,2%.

У середньому по фактору В (фон живлення) проявилася чітка тенденція до зменшення енергоємності порівняно з контрольним варіантом (обробка вродою) та застосуванням біопрепаратів, він зменшився на 1,8-16,3%. Найоптимальніші результати (енергоємність по 5,2 ГДж/т) забезпечили варіанти із застосуванням біопрепарату Азотофіт (одне підживлення) та Мікофренд за дворазового проведення підживлень.

Запропонована система показників оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва у тому числі зерна ячменю озимого дозволяє порівняти та оцінити різні технології виробництва, обрати оптимальний варіант раціонального використання як матеріальних, так і нематеріальних ресурсів.

Результати розрахунків стосовно вирощування досліджуваних сортів ячменю озимого показали, що найвищу вартість валової продукції у середньому по всіх варіантах за роки досліджень, що досягли по 25,0 тис. грн/га забезпечило вирощування сортів ячменю озимого Оскар і Валькірія за дворазової обробки посіву біопрепаратом Азотофіт. За сортовим складом також перевагу щодо формування мінімальних значень собівартості виробництва 1 т зерна на рівні 1,70 тис. грн забезпечило вирощування сорту Валькірія за проведення одного підживлення у фазу весняного кушіння Азотофітом. За вирощування сорту ячменю озимого Оскар собівартість склала 1,72 тис. грн/т за двох підживлень Азотофітом, а в інших досліджуваних сортів цей показник підвищувався до 2,27-2,29 тис. грн/т або на 34,7%.

Висновки до розділу 6:

Найвищий умовно чистий прибуток забезпечило вирощування сортів Оскар, у якого за двох підживлень Азотофітом прибуток досягав до 15,8 тис. грн/га, сорту Валькірія – 15,7 тис. грн/га, що значно перевищило його рівень у сортів ячменю озимого Достойний (st) і Ясон, які сформували прибуток по всіх варіантах на рівнях 11,3 і 10,7 тис. грн/га відповідно. Для сортів Оскар

умовно чистий прибуток склав 13,9, а Валькірія – 13,5 тис. грн/га по всіх варіантах досліджу.

Рентабельність вирощування продукції – визначається як відношення чистого прибутку до загальних собівартості витрат на вирощування. У середньому по досліджуваних сортах показник рентабельності сягає на рівні 132,1%, а за вирощування сортів Оскар і Валькірія відповідно – 147,6 і 148,4% у середньому по всіх варіантах. У сортів Достойний та Ясон рівні рентабельності визначено значно нижчими 118,9 та 113,5% або ж до 30,0 відносних відсотків менше порівняно з сортами Валькірія і Оскар.

–Рівні енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва дозволяють оцінити раціональне використання природного і ресурсного потенціалу галузі рослинництва на рівнях аграрного підприємства, району, області. Максимальних рівнів надходження енергії з вирощеною продукцією протягом 2017-2019 рр. у середньому становили від 51,8 до 50,7 ГДж/га у сортів Оскар та Валькірія, а за вирощування інших досліджуваних сортах цей показник зменшився до 45,0-48,4 ГДж/га.

Надходження енергії з урожаєм зерна ячменю озимого знаходилося у прямій залежності з рівнем урожайності досліджуваних сортів. Енергетичні витрати за обробки посіву ячменю озимого водою (контроль). склали 23,4-23,7 ГДж/га. При цьому за вирощування сортів Валькірія та Оскар у варіанті з обробкою посівів біопрепаратом Азотофіт енергетичні витрати склали по 25 ГДж/га. Найменшим приріст енергії за факторами й варіантами досліджу з ячменем озимим був визначений у варіанті вирощування сорту Достойний(st) (18,1 ГДж/га) без застосування підживлень біопрепаратами, а лише за обробки водою (контроль). Крім того, визначено зниження його до 18,2 ГДж/га у варіанті з сортом Ясон за застосування для підживлення препарату Меланоріз за обробки посівів у фазу весняного кушіння. У контролі за обробки посіву водою цей сорт забезпечив найнижчий приріст енергії – 17,6 ГДж/га.

Енергоємність 1 тонни зерна ячменю озимого залежно від сортового складу та проведення позакореневих підживлень біопрепаратами зросла до 6,0 ГДж/т у контрольному варіанті за вирощування сорту Ясон із застосуванням біопрепаратів він зменшився на 1,8-16,3%. Найоптимальніші результати (енергоємність по 5,2 ГДж/т забезпечили варіанти із застосуванням біопрепарату Азотофіт (одне підживлення) та Мікофренд за дворазового проведення підживлень. Енергоємність 1 тонни зерна ячменю озимого зменшилась до 4,7 ГДж/т або на 33,3% у варіанті за вирощування сортів Оскар і Валькірія за проведенням дворазових підживлень біопрепаратом Азотофіт у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку.

Запропонована система показників оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва у тому числі зерна ячменю озимого дозволяє порівняти та оцінити різні технології виробництва, обрати оптимальний варіант раціонального використання як матеріальних, так і нематеріальних ресурсів.

Результатами розрахунків стосовно вирощування досліджуваних сортів ячменю озимого визначено, що найвищу вартість валової продукції у середньому по всіх варіантах за роки досліджень, що досягли по 25,0 тис. грн/га забезпечило вирощування сортів ячменю озимого Оскар і Валькірія за дворазової обробки посіву біопрепаратом Азотофіт. За сортовим складом також перевагу щодо формування мінімальних значень собівартості виробництва 1 т зерна на рівні 1,70 тис. грн забезпечило вирощування сорту Валькірія за проведення одного підживлення у фазу весняного кушіння Азотофітом. За вирощування сорту ячменю озимого Лскар собівартість склала 1,72 тис. грн/т за двох підживлень Азотофітом, а в інших досліджуваних сортів цей показник підвищився до 2,27-2,29 тис. грн/т або на 34,7 %.

Список використаної літератури до розділу 6:

1. Система організаційно-економічних механізмів функціонування основних агропродовольчих підкомплексів рослинництва України / за ред. О. М. Шпичака. К.: ЗАТ «Нічлава», 2009. 406 с.
2. Мірошник, Р., та Баглай, І. Проблеми ринку зернових культур в Україні та шляхи їх вирішення. *Економіка та суспільство*. 2022. 39с.
3. Вакуленко, В. Шляхи підвищення економічної ефективності інтенсифікації виробництва продукції рослинництва у повоєнний час. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. 2022, №24, С.25-30.
4. Гамаюнова, В. В., Федорчук, М. І., Панфілова, А. В., та Нагірний, В. В. Економічна ефективність елементів технології вирощування озимих зернових культур в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*, 2019. 110(1), 40-47. doi : 10.32851/2226-0099.2019.110-1.6 .
5. Коломієць, Л.П., Шевченко, І.П., Повідало, В.М., Терещенко, О.М. Ефективність вирощування зернових культур в умовах органічного землеробства на енергетичних агроландшафтах. *Вісник аграрної науки* , 2022. 100(8), 26-32.
6. Кривенко, А.І. Економічна ефективність елементів технології вирощування озимої пшениці в сівоzmінах Південного Степу України. *Наукові звіти НУБіП України*, 2019. 2(78).
7. Макуха, О.В. Аналіз економічної ефективності використання біологічних препаратів у вирощуванні сортів ярого ячменю. *Аграрні інновації*, 2021. 7(12), С.73-78.
8. Вожегова, Р.А., та Кривенко, А.І. Вплив біопрепаратів на продуктивність озимої пшениці та економіко-енергетичну ефективність технологій її вирощування в умовах півдня України. *Вісник сільськогосподарської науки Причорномор'я*. 2019. 1(101), С.39-46.
9. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О., Титаренко А.М. Ячмінь на півдні України та забезпечення рентабельності його вирощування.

Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва». (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.122-125.

10. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. Economic efficiency of growing winter barley under the influence of biologics in the Southern Steppe zone of Ukraine. Наукові горизонти. «Scientific Horizons». Zhytomyr, 2023, № 26 (11), P. 39–48.

11. Gamayunova V.V., Kuvshinova A.O., Baklanova T.V. The value of biological preparations in increasing the profitability of growing winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 23 С.38-47.

ВИСНОВКИ:

Дослідження, проведені впродовж 2016-2019рр., з сортами ячменю озимого Достойний (st), Валькірія, Оскар, і Ясон в умовах Південного Степу України на чорноземі південному, із вивчення впливу позакореневого підживлення сучасними біопрепаратами на ріст, розвиток та продуктивність рослин дозволили сформулювати наступні висновки:

1. У середньому за роки досліджень більшою висотою вирізнялись рослини ячменю озимого сорту Ясон(116,6-119,1 см), а найменшою –102,0 104,5 см- сорту Достойний (st) залежно від варіантів. Між висотою рослин та врожайністю зерна ячменю озимого визначено тісну кореляційну залежність, зокрема сорту Валькірія ($R_2 = 0,984$), а Оскар ($R_2 = 0,929$).

Проведення позакореневого підживлення біопрепаратами і особливо двічі за вегетацію істотно збільшувало наростання надземної біомаси (як сирої, так і сухої) з максимальною кількістю її у період колосіння. За цим показником досліджувані сорти розподілилися: Достойний (st), Валькірія, Оскар, Ясон, а біопрепарати: Азотофіт, Мікофренд, Меланоріз. Між накопиченням сухої надземної біомаси і врожайністю зерна визначено тісний кореляційний зв'язок, який у розрізі досліджуваних сортів коливався у межах від 0,710 (Ясон) до 0,899 (Оскар).

2. Більшу площу листової поверхні сформували рослини ячменю озимого сортів Достойний (st) (47,84 тис. м²/га) та Оскар (47,78 тис. м²/га) у варіантах з дворазовим позакореневим підживленням біопрепаратом Азотофіт. Між площею листової поверхні та рівнем урожаю визначено тісні кореляційно-регресійні залежності. Найвищою залежність = $R_2 0,885$ була у сорту Оскар, сорту Валькірія вона склала 0,826, а сортів Достойний (st) та Ясон $R_2 = 0,798$ і $R_2 = 0,796$ відповідно. Найбільш впливовим був Азотофіт й особливо за проведення двох підживлень.

Позакореневі підживлення біопрепаратами позначились на фотосинтетичній діяльності рослин, з їх проведенням зростали як чиста

продуктивність фотосинтезу, так і фотосинтетичний потенціал, досягаючи найбільших значень від застосування Азотофіту.

3. Сумарне використання води і коефіцієнт водоспоживання залежали від досліджуваних факторів та умов вегетації ячменю озимого. У балансі сумарного водоспоживання частка ґрунтової води за роками вирощування коливалася в межах 10,5-16,6%, решту потреби у воді рослини задовольняли за рахунок опадів вегетаційного періоду.

Коефіцієнт водоспоживання у 2017 році був найменшим: 511,8-606,4 м³/т, у 2018 році – 617,0-742,7, а у 2019 році – найбільшим – 760,0-1021,8 м³/т залежно від сорту. За впливу підживлень та кількості обробок препаратами найнижчі витрати води у розрізі сортів забезпечував Азотофіт – від 742,4 до 780,6 м³/т зерна з відповідно накопиченою біомасою соломи.

За здатністю продуктивного витрачання води сорти розмістилися наступним чином: Оскар, Валькірія, Ясон, Достойний (st). За рахунок проведення підживлень біопрепаратами коефіцієнт водоспоживання порівняно з контролем у розрізі сортів зменшується від 7,3 до 30,1%, що виключно важливо для зони Південного Степу України.

4. Урожайність зерна ячменю озимого залежала від сортових особливостей, препарату, кількості позакореневих підживлень та умов року вирощування. У середньому за 2017-2019 рр. досліджень найвищу врожайність зерна сформували сорти Валькірія і Оскар – по 5,31 т/га за проведення підживлень Азотофітом двічі за вегетацію. За рівнями врожаю зерна сорти розподілилися наступним чином: Оскар – 5,03, Валькірія – 4,94, Достойний (st) – 4,50, Ясон – 4,37 т/га у середньому за варіантами оптимізації живлення. У контролях (за обробки рослин водою) досліджуваними сортами сформовано відповідно – 4,49; 4,27; 3,97; і 3,92 т/га зерна.

У розрізі років вирощування найвищу врожайність отримали у 2019, а найнижчу – у найбільш несприятливому 2017 році. Натомість, у 2017 році досліджень сортом Достойний (st) сформовано вищу зернову продуктивність порівняно з іншими сортами ячменю озимого з максимальним показником

5,59 т/га за дворазового підживлення Азотофітом (4,86 т/га у контролі). У наступні роки врожайність була значно нижчою, що характеризує цей сорт як нестабільний. Величину врожаю визначали кількість утворених продуктивних стебел, колосків, зерен у колосі, їх маса. Всі складові елементів структури врожаю зростали за впливу проведених позакоренових підживлень біопрепаратами особливо Азотофітом. Залежали і змінювались вони у розрізі сортових особливостей, біопрепаратів, кількості обробок посіву, умов вегетаційного періоду. Всі елементи продуктивності, як правило, тісно корелювали з рівнем урожайності зерна.

5. Визначено, що досліджувані фактори позначались і на основних показниках якості зерна. Максимальну кількість білка у зерні досліджувані сорти накопили за проведення двох позакоренових підживлень Азотофітом. Цей показник у середньому за 2017-2019 рр. у зерні ячменю озимого сорту Ясон склав 10,48%, Валькірія – 10,30%, сортів Оскар 10,29 і Достойний (st) – 9,93% за вмісту білка у зерні контрольних варіантів відповідно: 9,79; 9,88; 9,73 та 9,63%.

Значно більше білка в зерні усіх досліджуваних сортів ячменю озимого накопичилось у найбільш посушливому 2017 році, а найменше – у 2019 році, в якому на період дозрівання зерна випала значна кількість опадів.

Аналогічно вмісту білка у зерні за роками вирощування змінювалась і маса 1000 зерен усіх сортів ячменю озимого-найбільших значень цей показник досяг у 2017р., а нижчих – у 2019 році. Маса 1000 зерен збільшувалась від позакоренових підживлень посіву рослин біопрепаратами, дія яких розподілилась наступним чином: Азотофіт, Мікофренд та Меланоріз з більш виразним впливом проведення цього заходу двічі за вегетацію.

6. Визначенням основних показників економічної ефективності обґрунтована доцільність оптимізації живлення рослин сортів ячменю озимого шляхом проведення позакоренових підживлень в основні періоди вегетації біопрепаратами. Так, із їх застосуванням зростала вартість вирощеного зерна та умовно чистий прибуток. Найвищої вартості валової

продукції на рівні по 25,0 тис. грн/га забезпечено за вирощування сортів ячменю озимого Оскар і Валькірія із проведенням двох підживлень Азотофітом. Умовно чистий прибуток у зазначених варіантах отримано 15,8 та 15,7 тис. грн/га відповідно. У середньому по всіх варіантах живлення та роках досліджень сортами сформовано умовно чистий прибуток: Оскар – 13,9, Валькірія –13,5, Достойний (st) –11,3 і сортом Ясон –10,7 тис. грн/га. Зазначений показник за сортами і роками у розрізі препаратів розподілився наступним чином: Азотофіт – 13,3; Мікофренд – 12,7, а Меланоріз – 11,5, тоді як у контролі –11,6 тис. грн/га. Собівартість вирощування 1т зерна з використанням біопрепаратів дещо зростала особливо за вирощування сортів Достойний (st) і Ясон, вона залежала від біопрепарату і кількості підживлень. Найнижчою вона визначена для сортів Оскар – 1,72 та Валькірія – 1,74 тис. грн/т за дворазової обробки посіву рослин Азотофітом у контролях собівартість склала відповідно 1,80 і 1,87 тис. грн/т.

Рівень рентабельності вирощування ячменю озимого за оптимізації живлення порівняно з контрольними варіантами знижувався і склав за сортами: Достойний (st) –118,9; Валькірія – 148,4, Оскар – 147,5, а Ясон – 113,5 %(у середньому за роки вирощування та по варіантах) за значень цього показника у контролях 136,2; 150,9; 160,9 та 133,2% відповідно. Максимального значення рівень рентабельності досяг за вирощування сорту Валькірія–177,1% за проведення підживлення Азотофітом у фазу кушіння. За дворазового застосування цього біопрепарату рентабельність для сорту Валькірія склала 170,7%, а сорту Оскар – 172,7%.

7. Найбільшим надходження енергії з урожаєм по 55,5 ГДж/га забезпечили сорти Валькірія та Оскар за проведення двох позакореневих підживлень Азотофітом. У середньому за роки вирощування для всіх сортів цей показник був високим – 52,7%, з іншими варіантами препаратів він коливався від 45,9 до 50,4% у розрізі сортів.

Енергетичні витрати за сортовими особливостями істотно не різнилися і коливалися за усередненими показниками досліджуваних варіантів, як 24,5 – 24,7 ГДж/га.

Приріст енергії за варіантами в середньому за роки досліджень за сортами визначені: Ясон – 20,6; Достойний (st) – 21,8; Валькірія – 26,0, а Оскар – 27,1 ГДж/га, досягши найвищих значень у сортів Валькірія і Оскар по 30,5 ГДж/га за дворазового підживлення посіву рослин Азотофітом.

Енергоємність однієї тонни зерна ячменю озимого залежно від досліджуваних факторів по 4,7 ГДж також забезпечило вирощування сортів Оскар і Валькірія за двох позакореневих підживлень Азотофітом, що визначено найнижчим показником. Коефіцієнт енергетичної ефективності технології вирощування ячменю озимого для зазначених сортів із застосуванням Азотофіту двічі склав по 2,22. У середньому за всіма варіантами і роками досліджень цей показник у розрізі сортів коливався від 1,84 (Ясон) до 2,10 (сорт Оскар), що свідчить про певну перевагу вирощування сорту Оскар.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування ячменю озимого після гороху в умовах посушливого Південного Степу України на чорноземі південному за середньої забезпеченості його рухомими елементами живлення для формування врожайності зерна на рівні 4,80-5,04 т/га і більше, з високими вмістом білку та рівнем рентабельності до 170 % пропонуємо:

- вирощувати високопродуктивні сорти ячменю озимого Валькірія і Оскар.

- проводити позакореневі підживлення посівів рослин ячменю озимого біопрепаратом Азотофіт двічі за вегетацію: у фазу весняного кушіння та на початку виходу рослин у трубку.

- для підживлення посівів біопрепаратом Азотофіт використовувати нормою - 200 г/га, на 200 л/га робочого розчину.

ДОДАТКИ:

Акт**впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація) Кувшинова Анна Олександрівна (Миколаївський НАУ) та ТОВ "Агрофірма «Муравка»" Баштанського району Миколаївської області

Назва розробки Підвищення урожайності за рахунок удосконалення елементів технології вирощування сортів ячменю озимого під впливом біопрепаратів

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Упродовж 2019-2020 р. були використані рекомендації А. О. Кувшинової, які полягають у підвищенні врожайності зерна сортів ячменю озимого (Оскар і Ясон), що досягається шляхом підживлення рослин біопрепаратами у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку.	Площа, га: 170 Урожайність без біопрепаратів, т/га: сорт Оскар – 4,8; сорт Ясон – 4,6.
При удосконаленні технологічних заходів вирощування сортів ячменю озимого в умовах фермерського господарства ТОВ "Агрофірма «Муравка»" Баштанського району Миколаївської області доведено ефективність застосування підживлення біопрепаратом Азотофіт, що забезпечує отримання врожайності зерна на рівні 5,94 т/га сорту Оскар та 5,38 т/га сорту Ясон за одночасного підвищення основних показників якості зерна (вмісту білка) та економічної ефективності (зростання чистого прибутку та рівня рентабельності).	Урожайність зерна за впровадження розробки, т/га: 5,9; 5,3 (відповідно по сортах Оскар та Ясон) Економічний ефект від впровадження, грн./га: 21356 - 22983 Інші переваги (покращення показників якості зерна сортів ячменю озимого, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): добір адаптованих сортів, біопрепаратів забезпечило формування сталого врожаю з підвищеними показниками якості зерна та раціональне використання енергоресурсів за збереження родючості ґрунту.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:



ТОВ "Агрофірма «Муравка»"

директор Муравка Ірина Олександрівна
(посада, ім'я, по батькові, підпис)

Представник автора розробки

Кувшинова Анна Олександрівна
(посада, ім'я, по батькові, підпис)

Акт

впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація) Кувшинова Анна Олександрівна
 (Миколаївський НАУ) та ФОП Гамалій Микола Миколайович
Вознесенського району Миколаївської області.

Назва розробки Урожайність ячменю озимого сорту Достойний за
удосконалення елементів технології вирощування під впливом
біопрепаратів.

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Упродовж 2020-2021 рр. були використані рекомендації А.О. Кувшинової, які полягають у підвищенні врожайності зерна сорту ячменю озимого (Достойний), що досягається шляхом підживлення рослин біопрепаратами Азотофіт і Органік-баланс у фазі кущіння та на початку виходу рослин у трубку.	Площа, га: 136 Урожайність без біопрепаратів, т/га: сорту Достойний – 3,26;
При впровадженні елементів технології вирощування в умовах фермерського господарства ФОП Гамалій Микола Миколайович Вознесенського району Миколаївської області доведено ефективність біопрепаратів, що забезпечує отримання врожайності зерна сорту Достойний на рівні 4,15 т/га за збереження родючості ґрунту, ефективного використання вологи, покращення якості зерна та основних показників економічної ефективності.	Урожайність зерна за впровадження розробки, т/га: 4,15; (відповідно під дією біопрепарату Азотофіт); 4,29 (відповідно під дією біопрепарату Органік-баланс) Економічний ефект від впровадження, грн./га: 19981,7 – 21195,3 Інші переваги (покращення показників якості зерна сортів ячменю озимого, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): застосування рекомендованого сорту, біопрепаратів забезпечило формування сталого врожаю з підвищеними показниками якості зерна та раціональне використання енергоресурсів.
	(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:
 ФОП Гамалій Микола Миколайович

М.П.

Представник автора розробки



Директор Микола ГАМАЛІЙ
 (посада, ім'я, по батькові, підпис)

асистент Анна КУВШИНОВА
 (посада, ім'я, по батькові, підпис)

Акт

впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація) Кувшинова Анна Олександрівна (Миколаївський НАУ) та «ФГ ЗЕМЛЯ» Вознесенського району Миколаївської області

Назва розробки Урожайність сортів ячменю озимого шляхом підживлення біопрепаратом Органік-баланс.

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Упродовж 2022-2023 рр. були впроваджені рекомендації А.О. Кувшинової, які полягають у підвищенні врожайності зерна сортів ячменю озимого сортів Валькірія та Оскар, що досягається шляхом підживлення біопрепаратом Органік-баланс у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку.	Площа, га: 170 Урожайність без біопрепаратів, т/га: сорт Валькірія – 4,40 сорт Оскар – 3,17
При впровадженні елементів технології вирощування в умовах «ФГ ЗЕМЛЯ» Вознесенського району Миколаївської області, доведено ефективність застосування біопрепарату Органік-баланс шляхом підживлення у фази кушіння та на початку виходу рослин у трубку, що забезпечує отримання врожайності зерна на рівні 5,20 т/га сорту Валькірія та 4,82 т/га сорту Оскар.	Урожайність зерна за впровадження розробки, т/га: 5,20; 4,82 (відповідно по сортах Валькірія та Оскар) Економічний ефект від впровадження, грн./га: 24018,2 та 24090,5
	Інші переваги (покращення показників якості зерна сортів ячменю озимого, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): застосування рекомендованих сортів, біопрепарату забезпечило формування сталого врожаю з підвищеними показниками якості зерна та раціональне використання енергоресурсів.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:

«ФГ ЗЕМЛЯ» Вознесенського району Миколаївської області Романенко Надія Вікторівна
(посада, ім'я, по батькові, підпис)



Представник автора розробки

асистент Анна КУВШИНОВА
(посада, ім'я, по батькові, підпис)

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях Scopus:

1. Гамаюнова В.В., Панфілова А.В., Бакланова Т.В., Кувшинова А.О., Касаткіна Т.О., Нагірний В.В. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. Наукові горизонти. «Scientific Horizons» - Наук. Журнал (Житомирський НАЕУ) №2(87), 2020. - С. 15-23.

doi: 10.332491/2663-2144-2020-87-02-15-23.

<https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/2-87-2020/zbilshyennya-zyernovirobnitstva-v-zoni-styepu-ukrayini-za-rakhunok-viroshchuvannya-yachmyenyu-ta-optimizatsiyi-yogo-zhivlyennya>

2. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. Formation of the Main Indicators of Grain Quality of Winter Barley Varieties Depending on Biopreparations for Growing under the Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Ecological Engineering & Environmental Technology. Poland, 2021, 22(4) P.86 - 92, Doi.org/10.12912/27197050/137864. ISSN 271-7050, License CC-BY 4.0

3. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. Economic efficiency of growing winter barley under the influence of biologics in the Southern Steppe zone of Ukraine. Наукові горизонти. «Scientific Horizons». Zhytomyr, 2023, № 26 (11), P. 39–48.

<https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.39>

<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16395>

Статті у наукових фахових виданнях України:

4. Гамаюнова В.В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту й оптимізації живлення в умовах

Південного Степу України. Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2020, № 4. С. 10–17.

DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2020.4.2>

5. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. Наукові доповіді НУБіП України. 2021, №1(89). 10с. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.006>

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14725>.

6. Гамаюнова В.В., Кувшинова А. О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів. Аграрні інновації. Селекція, насінництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023, № 18. С. 156–162.

7. Gamayunova V.V., Kuvshinova A.O., Baklanova T.V. The value of biological preparations in increasing the profitability of growing winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 23 С.38-47.

DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.23.6>

Статті в інших виданнях, матеріали конференцій:

8. Гамаюнова В.В., Литовченко А.О., Дворецький В.Ф., Касаткіна Т.О., Музика Н.М., Кувшинова А.О. Шляхи збільшення продуктивності та ефективності використання вологи зерновими культурами в умовах Південного Степу України. Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи (До 80-річчя Ківера В.Х.) : матеріали регіональної наук.-практ. конф. Дніпро, 2017. С. 18–20.

9. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин у південному Степу України. Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування

сільськогосподарських культур : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., (15-16 лист. 2017р.), Дніпро, 2017.С. 55–57.

10. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Литовченко А.О. Кувшинова А.О. Ресурсозберігаючі підходи до збільшення зерновиробництва на Півдні Степу України за зміни клімату. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей Міжнародної наук.-практ. конференції (3-5 жовт. 2018 р.) Миколаїв, 2018. С. 96–97.

11. Кувшинова А.О., Бескровна А.О., Маліцький Р.Р., Гамаюнова В.В. Значення сучасних біопрепаратів у формуванні врожаю зерна сортів ячменю озимого на півдні України. Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти : матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.(28 лист. 2018 р.) Полтава, 2018. С. 95–97.

12. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О., Касаткіна Т.О. Урожайність зерна ячменю ярого та озимого залежно від ресурсозберігаючих підходів до їх живлення в умовах Південного Степу України. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали II Всеукр. наук. інтернет-конф., (15 трав. 2019 р.) Кам'янець-Подільський, 2019. С. 25–27.

13. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Значення регуляторів росту в підвищенні врожайності зерна сортів ячменю ярого і озимого на Півдні України. Світові рослинні ресурси: Стан та перспективи розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (7 черв. 2019 р.) Київ, 2019. С. 178 –180.

14. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на формування врожайності сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції : матеріали Міжнар. наук.-практ. Форуму. (21-22 черв. 2019 р.) Мелітополь, 2019. С. 115–117.

15. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Продуктивність ячменю в умовах Південного Степу України за оптимізації живлення.

Наукові читання до 100-річчя від дня народження професора Івана Вікторовича Яшовського : матеріали Міжнар. наук. конф., (14-15 серп. 2019 р.) Київ, 2019. С. 187–190.

16. Гамаюнова В.В., Касаткіна Т.О., Кувшинова А.О. Значення живлення в підвищенні врожаю ячменю озимого і ярого в зоні Степу України. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (12 вересня 2019 р.) Вінниця, 2019. С. 152–154.

17. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Значення біопрепаратів у впливі на врожайність зерна сортів ячменю озимого в зоні Степу України. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво : матеріали доп. Міжнар. наук-практ конф., (16-18 жовтня 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 10–12.

18. Panfilova A., Voronkova H., Kuvshynova A. Use of stubble's biodestructor for soil fertility improvement and environment protection. 9th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus" & 14th International Conference «Young Scientists Towards The Challenges Of Modern Technology» Materials. – Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, NOVEMBER 21-23TH, 2019. pp. 234–238.

19. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на врожайність зерна сортів ячменю озимого в умовах Півдня України. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (4-6 груд. 2019 р.) Миколаїв, 2019. С. 63–66.

20. Кувшинова А.О. Формування врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції, (4 листопада 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 20–22.

21. Гамаюнова В. В., Смірнова І. В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання при вирощуванні озимих зернових культур в зоні

Південного Степу України. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур : матеріали V міжнар. наук.-практ. конференції, (26 листопада 2020р.) Дніпро, 2020. С. 13-15.

22. Кувшинова А.О., Якубчук І.С. Агроекологічні аспекти вирощування ячменю озимого під впливом біопрепаратів в умовах Степу України. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції, (9-11 грудня 2020 р.) Миколаїв, 2020. С. 69–71.

23. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Вплив сучасних біопрепаратів, сортових особливостей та погодних умов на вміст білка в зерні ячменю озимого. «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора Валентини Василівни Калитки (26 травня 2021 р.) Мелітополь, 2021. С. 41–44.

24. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Kuvshinova A.O. Measures to preserve soil fertility and effective use of moisture in the zone of the southern Steppe of Ukraine. Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources: 4-rd International scientific and technical conference. Petroșani, Romania, (NOVEMBER 12, 2021). pp. 83-86.

25. Кувшинова А.О. Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. «Перлини степового краю»: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (23-25 листопада 2022 р.). Миколаїв, 2022. С. 36-38.

26. Кувшинова А.О. Вплив ресурсозберігаючих прийомів живлення на врожайність і якість зерна ячменю озимого в умовах Південного Степу України. «Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції – Міжнародний форум. (1-2 червня 2023 р.).Миколаїв, 2023. С.200-202.

27. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на якість зерна ячменю озимого в умовах півдня України. «Органічне агровиробництво: освіта і наука». матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конференції (21 листопада 2023 р.). Київ, 2023. С.21-22.

28. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на продуктивність ячменю озимого в умовах Південного Степу України. «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.71-75.

29. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О., Титаренко А.М. Ячмінь на півдні України та забезпечення рентабельності його вирощування. «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (21-22 березня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.122-125

30. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на ростові процеси та якість зерна ячменю озимого в умовах змін клімату. «Наукові основи реалізації принципів кліматичного орієнтованого сільського господарства в агросфері України»: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених з нагоди дня науки в Україні (17 травня 2024 року). Одеса, 2024. С.68-70.

31. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на продуктивність та використання вологи рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України. «Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри»: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції. Міжнародного форуму (30-31 травня 2024 року). Миколаїв, 2024. С.81-84.

32. Кувшинова А.О. Вплив біопрепаратів на накопичення зеленої маси рослинами ячменю озимого в умовах Південного Степу України «Перлини степового краю»: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції (21 листопада 2024 року). Миколаїв, 2024. С.36-38.

Патент:

33. Патент на корисну модель №140714 від 10.03.2020 р. Спосіб удосконалення агротехнічних прийомів вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. Винахідники: Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О.