

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ПОРОДЬКО МАКСИМ АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 633.11:631.531.048:551.5

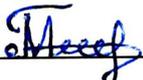
**ДИСЕРТАЦІЯ
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД
ЕЛЕМЕНТІВ АДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

201 – Агрономія

20 Аграрні науки і продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, наукових результатів і цитат супроводжується належними посиланнями на їх авторів та джерела опублікування.

 М.А. Породько

Науковий керівник – Камінський Віктор Францевич, доктор
сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

Чабани 2023

АНОТАЦІЯ

Породько М.А. Формування продуктивності ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування в Правобережному Лісостепу. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. - Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», Чабани, 2023.

Значний попит на зерно ячменю ярого на внутрішньому та зовнішньому ринках вимагає пошуку шляхів оптимізації його виробництва, перш за все за рахунок підвищення і стабілізації урожайності та покращення якісних показників зерна, яке використовують на пивоварні, фуражні та продовольчі цілі. Створення і впровадження у виробництво нових сортів ячменю ярого з комплексом специфічних господарсько-біологічних показників, поява нових видів добрив, стимуляторів росту рослин обумовлює необхідність теоретичного обґрунтування і удосконалення окремих технологічних заходів його вирощування, встановлення ефективності їх комплексного застосування з урахуванням сучасних тенденцій щодо зміни кліматичних і погодних умов.

В результаті проведених у 2018-2020 рр. досліджень вперше в умовах північної частини Правобережного Лісостепу обґрунтовано особливості реалізації генетичного потенціалу ячменю ярого залежно від комплексного впливу попередників, систем удобрення, застосування стимуляторів росту та гідротермічних умов. Встановлено за результатами ґрунтової та рослинної діагностики оптимальні рівні удобрення, внаслідок чого вдосконалено технологію вирощування ячменю ярого. З'ясовано особливості росту й розвитку рослин ячменю ярого, формування показників урожайності та якості зерна за різних моделей технології вирощування.

Встановлено ефективність комплексного застосування стимуляторів росту нового покоління з основними елементами технологічного процесу вирощування для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів.

Набули подальшого розвитку положення щодо проходження процесів онтогенезу рослинами ячменю ярого, формування параметрів фотосинтетичної діяльності посівів, елементів продуктивності, врожаю та якості зерна залежно від технологічних факторів у взаємозв'язку з погодними умовами.

У першому розділі дисертації проаналізовано роботи вітчизняних та зарубіжних учених з питань інтенсифікації вирощування ячменю ярого. Головна увага приділена опрацюванню літературних джерел щодо ролі попередників, впливу рівнів удобрення та стимуляторів росту на формування високопродуктивних агрофітоценозів та реалізацію генетичного потенціалу ячменю ярого.

У другому розділі наведено ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень, проаналізовано погодні умови впродовж вегетаційних періодів ячменю ярого, викладено матеріали, методи досліджень і аналізування отриманих результатів за темою дисертаційної роботи.

У третьому розділі розкрито особливості водоспоживання та режиму живлення ячменю ярого залежно від попередників, удобрення та застосування стимуляторів росту. Встановлено, що найвищу продуктивність ячмінь ярий формує за технології, яка передбачає вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45} (IV)$ кг/га д. р. на фоні загортання побічної продукції попередника і застосування стимуляторів росту, якщо запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-60 см складають на I етапі орґаногенезу - 99,5 мм, на IV етапі – 85,1 мм, на IX – 31,1 мм, на XI етапі – 41,8 мм.

З'ясовано, що внесення добрив сприяє ефективнішому використанню запасів продуктивної вологи – на удобрених варіантах відмічено зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33–301 м³/т за вирощування після сої і 90–665 м³/т за вирощування після кукурудзи на зерно порівняно з контролем. Найекономніше водоспоживання рослин ячменю ярого відмічено після попередника кукурудза на зерно за технології вирощування, яка передбачала

внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. де коефіцієнт становив $375 \text{ м}^3/\text{т}$ зерна.

Доведено, що внесення мінеральних добрив сприяє покращенню режиму живлення ячменю ярого. Найближчі до оптимальних умови забезпечення ґрунту легкогідролізним азотом формуються за внесення $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ на фоні побічної продукції попередника як за вирощування після сої, так і після кукурудзи на зерно. Натомість найвищий вміст рухомих форм фосфору і калію у шарі ґрунту 0-20 см – відповідно 328,0-347,5 і 187,3-215,1 мг/кг залежно від попередника - забезпечувала система удобрення, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д.р. на фоні заорювання побічної продукції. Ці ж системи удобрення найкраще забезпечують потреби рослин в поживних елементах протягом вегетації – індекс потреби в азоті був у межах 0,9-1,0, у фосфорі – 0,4-0,6, калії – 0,7-0,9 залежно від етапу органогенезу

У четвертому розділі висвітлено особливості росту та розвитку рослин ячменю ярого залежно від дії досліджуваних факторів. Встановлено закономірність щодо формування кількості стебел на одиниці площі: на бідних агрофонах (без добрив), за органічної системи удобрення (заорювання побічної продукції попередника) інтенсивніше формується стеблостій за вирощування ячменю ярого після сої; кукурудза як попередник має перевагу при застосуванні підвищених і високих норм мінеральних добрив. Максимальну кількість стебел на XII етапі органогенезу як за вирощування після сої – 847-863 шт./ м^2 , так і після кукурудзи на зерно – 847-857 шт./ м^2 ячмінь ярий формує за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ і $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні загортання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту.

Визначено, що найбільші показники індексу листової поверхні - на рівні $5,16 \text{ м}^2/\text{м}^2$ за вирощування після сої і $5,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$ після кукурудзи на зерно – рослини ячменю ярого формують при застосуванні системи удобрення, яка передбачає внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. на

фоні побічної продукції попередника та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу.

Визначено особливості фотосинтетичної діяльності посівів ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів. Максимальну кількість сухої речовини - 7,80-8,72 т/га за вирощування після сої, 8,46-9,52 т/га - після кукурудзи на зерно посіви ячменю ярого накопичують на XI етапі органогенезу за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння пожнивних решток попередника. Найінтенсивнішу фотосинтетичну активність посівів ячменю ярого забезпечувала технологія, яка передбачала вирощування культури після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції попередника, використання стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу, за якої посіви формували фотосинтетичний потенціал на рівні 2,16 млн $m^2/га \cdot д\bar{и}б$, що обумовило максимальну продуктивність фотосинтезу асиміляційної поверхні рослин – 4,59 $г/м^2$ за добу.

У п'ятому розділі наведено особливості формування врожаю ячменю ярого залежно від досліджуваних агрозаходів. Визначено, що попередники, система удобрення і стимулятори росту істотно впливають на формування таких елементів структури врожаю ячменю ярого як щільність продуктивного стеблостою, озерненість і продуктивність колоса. Найвищі показники щільності продуктивного стеблостою формували варіанти технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 773-783 шт./ m^2 , після кукурудзи на зерно – 793-810 шт./ m^2 . Максимальну продуктивність колосу - 0,74-0,76 г залежно від застосування стимуляторів росту - забезпечує вирощування ячменю ярого після сої за внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції попередника.

З'ясовано, що найвищу біологічну врожайність культури - на рівні 5,15 т/га – забезпечує оптимальне поєднання елементів структури врожаю - продуктивність колоса 0,65 г за щільності продуктивного стеблостою 793 шт./м² у варіанті технології, який передбачає вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання пожнивних решток та застосування стимуляторів росту. Ця ж технологія забезпечила у середньому за 2018-2020 рр. найвищу господарську врожайність культури на рівні 4,88 т/га.

У шостому розділі розкрито вплив технології вирощування на формування якісних показників зерна ячменю ярого. Доведено, що найбільший вміст білка у зерні 14,83% забезпечує комплексне поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя, внесення добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90}+ N_{45(IV)}$ кг/га д. р. та застосування стимуляторів росту. Разом з тим, за вирощування після кукурудзи найвищий вміст білка 14,76 % забезпечила технологія, яка передбачала внесення високих норм добрив особливо азотних $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ кг/га д. р. Кількість крохмалю в зерні мала тенденцію до збільшення при зменшенні норм внесених добрив - найбільший його вміст - 52,51 і 52,66% забезпечили технології, де використовували лише побічну продукцію попередника. Найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю забезпечує технологія, яка передбачає внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції та використання стимуляторів росту – за вирощування після сої - 0,65 і 2,16 т/га, за вирощування після кукурудзи на зерно – 0,67 і 2,44 т/га відповідно.

Економічна та енергетична оцінка технології вирощування ячменю ярого наведені у сьомому розділі. Встановлено, що вирощування ячменю ярого за технологією, яка передбачає поєднання таких елементів як попередник кукурудза на зерно, внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту рослин дозволяє отримати урожай зерна вартістю 29820 грн/га, за виробничих витрат 15074 грн/га і собівартості продукції 3089 грн/т та забезпечує максимальний прибуток

– 14206 грн/га за рентабельності 94 %. Ця ж технологія забезпечує найвищий вихід енергії з урожаєм – 80276 МДж/га.

Ключові слова: зернові культури, економічна і енергетична ефективність, попередник, система удобрення, стимулятори росту, технологія вирощування, урожайність, якість, ячмінь ярий.

ANNOTATION

Porod'ko M.A. Formation of spring barley productivity depending on the elements of adaptive cultivation technology in the Right-Bank Forest-Steppe - Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. Specialization: 201 – Agronomy. National Scientific Center “Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”, Chabany, 2023.

Significant demand for spring barley grain on domestic and international markets necessitates the exploration of ways to optimize its production, primarily through increasing and stabilizing yields and improving the quality indicators of the grain used for brewing, fodder, and food purposes. The creation and implementation of new varieties of spring barley with a set of specific agro-biological indicators, the introduction of new types of fertilizers, and plant growth stimulants underscore the need for theoretical justification and improvement of individual technological measures in its cultivation. Establishing the effectiveness of their integrated application, taking into account contemporary trends in changing climatic and weather conditions, becomes essential.

The results of research conducted in 2018-2020 in the northern part of the Right-Bank Forest-Steppe region have, for the first time, substantiated the features of implementing the genetic potential of spring barley under the comprehensive influence of predecessors, fertilization systems, the application of growth stimulants, and hydrothermal conditions. Optimal fertilization levels have been established based on soil and plant diagnostics, resulting in the improvement of spring barley

cultivation technology. The peculiarities of growth and development of spring barley plants, the formation of yield and grain quality indicators under different cultivation technology models, have been clarified.

The effectiveness of the comprehensive application of growth stimulants for the new generation, integrated with the key elements of the cultivation technological process, has been established to enhance plant resistance to adverse factors.

The further development of the conditions regarding the ontogenetic processes in spring barley plants, the formation of parameters of photosynthetic activity in crops, productivity elements, yield, and grain quality depend on technological factors in correlation with weather conditions.

The first chapter of the dissertation examines the works of domestic and foreign scholars on the intensification of spring barley cultivation. Special attention is given to the analysis of literary sources regarding the role of predecessors, the influence of fertilization levels, and growth stimulants on the formation of highly productive agrophytocenoses and the realization of the genetic potential of spring barley.

The second chapter provides an overview of the soil and climatic conditions of the research zone. Weather conditions throughout the growing seasons of spring barley are analyzed, and materials, research methods, and the analysis of obtained results related to the dissertation topic are presented.

The third chapter reveals the peculiarities of water consumption and nutrition regime of spring barley depending on predecessors, fertilization, and the application of growth stimulants. It has been established that the highest productivity of spring barley is achieved through a technology that involves cultivating barley after maize for grain, applying mineral fertilizers at a rate of N45P90K90 + N45 (IV) kg/ha, against the background of incorporating the by-products of the predecessor, and using growth stimulants. This is particularly effective when the moisture reserves in the soil layer of 0-60 cm are 99.5 mm at the first stage of organogenesis, 85.1 mm at the fourth stage, 31.1 mm at the ninth stage, and 41.8 mm at the eleventh stage.

It has been determined that the application of fertilizers contributes to more efficient utilization of productive moisture reserves. Fertilized variants showed a reduction in the water consumption coefficient by 33–301 m³/ton for crops following soybeans and 90–665 m³/ton for crops following corn for grain compared to the control. The most economical water consumption for spring barley plants was observed after corn for grain as the predecessor, using a cultivation technology that involved applying mineral fertilizers at a rate of N45P90K90 + N45(IV) kg/ha of dry matter, where the coefficient was 375 m³/ton of grain.

It has been proven that the application of mineral fertilizers contributes to improving the nutrition regime of spring barley. The conditions closest to optimal for providing the soil with easily hydrolyzable nitrogen are formed by applying N60P80K80 + N60(IV) against the background of the predecessor's by-product, both in cultivation after soybeans and after corn for grain. Meanwhile, the highest content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil layer of 0–20 cm is 328.0–347.5 and 187.3–215.1 mg/kg, respectively, depending on the predecessor, provided by the fertilization system involving the application of fertilizers at a rate of N45P90K90 + N45(IV) kg/ha of active substance against the background of plowing under the by-product. These fertilization systems best meet the plant's nutrient needs during the vegetation period – the nitrogen requirement index ranged from 0.9 to 1.0, phosphorus from 0.4 to 0.6, and potassium from 0.7 to 0.9, depending on the stage of organogenesis.

The fourth chapter highlights the peculiarities of growth and development of spring barley plants depending on the impact of the investigated factors. A regularity has been established regarding the formation of the number of stems per unit area: under poor agroconditions (without fertilizers), with organic fertilization (plowing under the by-products of the predecessor), more intensive stem formation occurs when growing spring barley after soybeans; corn as a predecessor has an advantage when applying increased and high rates of mineral fertilizers. The maximum number of stems at the XII stage of organogenesis, both for cultivation after soybeans (847–863 pcs./m²) and after corn for grain (847–857 pcs./m²), is formed by spring barley

under fertilization systems that involve the application of mineral fertilizers at rates of N60P80K80 + N60(IV) and N45P90K90 + N45(IV) kg/ha of active substance against the background of plowing under the by-products of the predecessor and the use of growth stimulants.

It has been determined that the highest leaf area index values are at the level of 5.16 m²/m² for cultivation after soybeans and 5.24 m²/m² after corn. Barley plants form under the application of a fertilization system that involves the application of mineral fertilizers at a rate of N60P80K80+N60(IV) kg/ha of active substance against the background of the predecessor's by-product and the use of growth stimulants for pre-sowing seed treatment and extra-root treatment at the IV stage of organogenesis.

The features of the photosynthetic activity of spring barley crops were determined depending on the studied factors. The maximum amount of dry matter, 7.80-8.72 t/ha for cultivation after soybeans and 8.46-9.52 t/ha after corn, in grain crops of spring barley, is accumulated at the XI stage of organogenesis under fertilization systems that involve the application of mineral fertilizers at rates of N60P80K80+N60(IV) or N45P90K90+N45(IV) kg/ha of active substance against the background of plowing the harvest residues of the predecessor. The most intensive photosynthetic activity of spring barley crops was provided by the technology that included cultivating the crop after corn, applying mineral fertilizers at a rate of N45P90K90+N45(IV) kg/ha of active substance against the background of harvesting the by-products of the predecessor, using growth stimulants for pre-sowing seed treatment and extra-root treatment at the IV stage of organogenesis. Under this technology, the crops formed a photosynthetic potential at the level of 2.16 million m²/ha·day, which determined the maximum productivity of photosynthesis of the assimilation surface of plants - 4.59 g/m² per day.

The fifth chapter outlines the features of spring barley yield formation depending on the investigated agro measures. It has been determined that predecessors, fertilization system, and growth stimulants significantly influence the formation of such elements of spring barley yield structure as the density of productive stems, grain filling, and spike productivity. The highest indicators of

productive stem density were observed in the variants of technology that involved the use of growth stimulants and the application of mineral fertilizers at rates of N60P80K80+N60(IV) or N45P90K90+N45(IV) kg/ha of active substance against the background of by-product production – for cultivation after soybeans at 773-783 pcs./m², after maize for grain – 793-810 pcs./m². The maximum spike productivity, 0.74-0.76 g, depending on the application of growth stimulants, is ensured by cultivating spring barley after soybeans with the application of mineral fertilizers at a rate of N30P30K30 kg/ha of active substance against the background of the predecessor's by-product production.

It has been determined that the highest biological crop yield of 5.15 t/ha is achieved through the optimal combination of crop structure elements, with a spike productivity of 0.65 g at a density of productive stems of 793 pcs./m² in the technology variant involving the cultivation of spring barley after maize for grain. This method includes the application of N45P90K90+N45(IV) kg/ha of mineral fertilizers against the background of plowing under the post-harvest residues and the use of growth stimulants. This same technology has also provided the highest economic crop yield, averaging 4.88 t/ha over the years 2018-2020.

In the sixth chapter, the impact of cultivation technology on the formation of qualitative indicators of spring barley grain is disclosed. It has been proven that the highest protein content in the grain, 14.83%, is ensured by the comprehensive combination of elements in the technology, such as cultivating barley after the predecessor soybean, applying fertilizers at the rate of N45P90K90+ N45(IV) kg/ha of active substance, and using growth stimulants. However, for cultivation after corn, the highest protein content of 14.76% was achieved with a technology that involved the application of high doses of fertilizers, especially nitrogen, at N60P80K80+N60(IV) kg/ha of active substance.

The starch content in the grain tended to increase with a decrease in the applied fertilizer rates. The highest starch content, 52.51% and 52.66%, was observed in technologies where only the by-products of the predecessor were used. The highest yield of protein and starch in barley grain is provided by a technology that involves

the application of mineral fertilizers at a rate of N45P90K90+N45(IV) kg/ha of active substance, along with the use of by-products and growth stimulants. For cultivation after soybean, the yields were 0.65 and 2.16 t/ha, and for cultivation after corn for grain, the yields were 0.67 and 2.44 t/ha, respectively.

The economic and energy evaluation of spring barley cultivation technology is presented in the seventh section. It has been determined that the cultivation of spring barley using a technology that involves a combination of elements such as maize as a predecessor for grain, application of N45P90K90 + N45(IV) kg/ha of mineral fertilizers against the background of using by-products of the predecessor and plant growth stimulants allows achieving a grain yield valued at 29,820 UAH/ha, with production costs of 15,074 UAH/ha and production cost of 3,089 UAH/ton, providing a maximum profit of 14,206 UAH/ha with a profitability of 94%. This same technology ensures the highest energy output from the crop - 80,276 MJ/ha.

Keywords: cereal crops, economic and energy efficiency, predecessor, fertilization system, growth stimulants, cultivation technology, yield, quality, spring barley.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Породько М.А.** Водоспоживання рослин ячменю ярого залежно від удобрення і попередника. *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету*. 2023. Вип. 2 (52). С. 91 – 98. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.12>

2. **Породько М.А.** Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого в північній частині Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБІП УКРАЇНИ*. 2023. № 4/104. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006)

3. **Породько М.А.** Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність ячменю ярого в умовах північного Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Вип. 3 (9). С. 78 – 86. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.03.09>

Тези доповідей і матеріали конференцій

4. **Породько М.А.** Вплив елементів технології вирощування на врожайність ячменю ярого. Актуальні проблеми та інновації в сучасному землеробстві: матеріали науково – практичної конференції молодих учених і спеціалістів. (20-22 листопада 2018 р.) / ННЦ «ІЗ НААН». Київ. 2018. С. 3031. *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

5. **Породько М.А.** Якість зерна ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування в Правобережному Лісостепу. Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. (26-27 березня 2019 р.) / Одеська ДСГДС НААН. Хлібодарське, 2019. С. 60-61. *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

6. **Породько М.А.** Ячмінь ярий в структурі посівного клину України. Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді:

збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. (16 травня 2019 р.) / Херсон: ІЗ НААН, 2019. С. 124-125. *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

7. **Породько М.А.** Урожайність ячменю ярого в залежності від дози мінерального живлення та попередників. «Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації». ІІІ міжнародна науково-практична конференція. (25-27 вересня 2019 р.) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019. С. 169-170. *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

8. **Породько М.А.** Якість зерна ячменю ярого залежно від дози добрив. Наукові здобутки молодих учених для розвитку аграрної науки в Україні: матеріали науково-практичної інтернет-конференції (11 листопада 2019 р.) / ННЦ «ІЗ НААН». ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 30-31. *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

Статті в інших виданнях

1. **Камінська В.В., Юла В.М., Мушик Б.В., Дудка О.Ф., Породько М.А.** Ефективність елементів технології вирощування ячменю ярого залежно від погодних умов. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 3 (5). С. 57 – 65 <https://doi.org/10.54651/agri.2022.03.06> *(здобувачем опрацьовано наукові літературні джерела, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

2. **Камінський В. Ф., Породько М. А.** Ячмінь в зерновій групі України. *Збірник наукових праць ННЦ “ІЗ НААН”*. 2018. Вип. 4. С. 81-89.

Патент

Спосіб удосконалення технології вирощування ячменю ярого в умовах Лісостепу України: пат. 147087 Україна: МПК (2021.01), А 01С 1/00, А 01С 1/08 (2006.01), А01Р 3/00, А01Р 13/00, А01Р 21/00, С05С 11/00. № у 2020 07766; заяв. 07.12.2020; опубл. 08.04.2021, Бюл. № 14. 4 с.

ЗМІСТ

| | Стор. |
|---|-------|
| ВСТУП..... | 18 |
| РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)..... | 23 |
| 1.1 Значення, напрями, та сучасний стан інтенсифікації виробництва ячменю ярого | 23 |
| 1.2 Роль попередника в сучасних технологіях вирощування ячменю ярого | 32 |
| 1.3 Особливості живлення ячменю ярого | 35 |
| 1.4 Роль стимуляторів росту у процесі формування врожаю ячменю ярого | 42 |
| Висновки до розділу 1..... | 46 |
| РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 49 |
| 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень..... | 49 |
| 2.2 Погодні умови в роки проведення досліджень..... | 52 |
| 2.3 Програма проведення досліджень | 58 |
| 2.4. Методика проведення досліджень..... | 61 |
| Висновки до розділу 2..... | 63 |
| РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ..... | 64 |
| 3.1 Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунті впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого залежно від погодних умов, попередника та удобрення | 65 |
| 3.2 Інтенсивність водоспоживання фітоценозом ячменю ярого залежно від погодних умов та елементів технології вирощування..... | 69 |

| | |
|--|------------|
| 3.3 Вплив системи удобрення ячменю ярого на забезпеченість ґрунту елементами живлення | 75 |
| 3.4. Оцінка рівня збалансованості живлення рослин ячменю основними елементами живлення..... | 85 |
| 3.5 Оцінка потреби в елементах живлення в окремі періоди вегетації рослин ячменю ярого залежно від удобрення | 91 |
| Висновки до розділу 3..... | 94 |
| РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ . | 97 |
| 4.1. Особливості проходження етапів органогенезу ячменю ярого залежно від погодних умов..... | 97 |
| 4.2. Формування густоти посівів ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування культури | 104 |
| 4.3 Формування площі листкової поверхні рослинами ячменю ярого | 109 |
| 4.4 Накопичення сухої речовини рослинами ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів | 114 |
| 4.5 Вплив попередників, рівня удобрення і стимуляторів росту на фотосинтетичну діяльність рослин ячменю ярого..... | 119 |
| Висновки до розділу 4..... | 127 |
| РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ..... | 129 |
| 5.1 Структурний аналіз врожаю ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування | 129 |
| 5.2 Вплив елементів технології вирощування на урожайність ячменю ярого..... | 141 |
| Висновки до розділу 5..... | 149 |

| | |
|---|-----|
| РОЗДІЛ 6. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО..... | 151 |
| 6.1 Фізичні показники якості зерна ячменю ярого | 151 |
| 6.2. Біохімічні характеристики зерна ячменю ярого | 154 |
| Висновки до розділу 6..... | 160 |
| РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО | 162 |
| Висновки до розділу 7..... | 170 |
| ВИСНОВКИ..... | 171 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... | 175 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 176 |
| ДОДАТКИ..... | 206 |

ВСТУП

Підвищення рівня ефективності виробництва зерна є найважливішим завданням, від вирішення якого залежить продовольча безпека країни та розвиток її експортного потенціалу.

Ячмінь ярий – цінна продовольча, кормова і технічна культура. Зерно цієї культури містить багато білка (9–12%), вуглеводів (70–75%), повноцінне за амінокислотним складом, включаючи особливо дефіцитні амінокислоти – лізин і триптофан. Із зерна склоподібного і крупнозерного дворядного ячменю виготовляють перлову і ячмінну крупи. Завдяки значним зусиллям вітчизняних селекціонерів та рослинників сучасні сорти ячменю здатні у різні за погодними умовами роки за чіткого виконання сортової технології забезпечувати високі врожаї зерна, у зв'язку з чим ця культура посідає вагоме місце в структурі зернових. Створення кращих умов при вирощуванні культури, зокрема, сприятливого поживного режиму ґрунту, дозволить забезпечити високу продуктивність рослин, у тому числі стабілізує урожайність зерна.

Зважаючи на екологічну ситуацію, що склалася в державі, виникає необхідність впровадження такої технології вирощування ячменю, яка б забезпечила не тільки підвищення його врожайності, але й отримання якісного, екологічно безпечного зерна, придатного для виробництва дієтичних продуктів та продуктів дитячого харчування.

Актуальність теми. Нарощування виробництва сільськогосподарської продукції є пріоритетним напрямом розвитку агропромислового комплексу України, а виробництво зерна – провідною галуззю рослинництва. В останні роки валові збори зерна в Україні перевищують 60 млн тонн. Головна роль у забезпеченні валових зборів зерна різних напрямків використання належить пшениці озимій, кукурудзі та ячменю ярого. Значний попит на зерно ячменю ярого на внутрішньому та зовнішньому ринках вимагає пошуку шляхів оптимізації його виробництва, перш за все за рахунок підвищення і стабілізації урожайності та покращення якісних показників зерна, яке використовують на пивоварні, фуражні та продовольчі цілі. Це обумовлено стійкою та

невиправданою тенденцією до зменшення посівних площ цієї цінної культури, яка знизилась з понад 4 млн га у 2005 р. до 1,2 млн га – у 2021 р. Середня ж урожайність ячменю ярого з 2005 по 2020 рр. складала 2,8 т/га (за 2020-2021 рр. – 3,2 т/га), тоді як потенціал сучасних вітчизняних сортів становить 7,0 - 8,0 т/га. Однією з причин низької реалізації генетичного потенціалу продуктивності районованих сортів ячменю ярого є недостатня обґрунтованість технологічних заходів адаптації рослин до несприятливих умов вирощування в умовах зміни клімату.

Проблемами удосконалення технології вирощування, підвищення рівня врожайності та якості зерна ячменю займались такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як В.С. Губернатор, В.В. Лихочвор, А.Г. Мусатов, А.Д.Гирка, О.С.Гораш, В.В. Гамаюнова, С.М. Каленська, А.А. Лінчевський, В.В. Камінська, Г.М. Козелець та інші.

Створення і впровадження у виробництво нових сортів ячменю ярого з комплексом специфічних господарсько-біологічних показників, поява нових видів добрив, стимуляторів росту рослин обумовлює необхідність теоретичного обґрунтування і удосконалення окремих технологічних факторів його вирощування, уточнення параметрів агрозаходів та встановлення їх ефективності з урахуванням сучасних тенденцій щодо зміни кліматичних і погодних умов, а також різноманітності ґрунтових відмін.

Розроблювані технології мають бути направлені на скорочення розриву між потенційною і реальною продуктивністю шляхом оптимізації процесів росту і розвитку рослин з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Перспективним напрямом досліджень є пошук нових елементів технологій вирощування, які сприятимуть підвищенню реалізації потенціалу продуктивності сортів на основі управління формуванням продуктивністю посівів і стійкості рослин до несприятливих факторів. Все це визначає актуальність досліджень за темою та має наукове і практичне значення.

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

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано у 2018-2020 рр. згідно з тематичними планами Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», за ПНД 14 «Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» на 2016-2020 рр. відповідно до завдання «Формування високопродуктивних ценозів зернових колосових культур і кукурудзи за адаптивних технологій вирощування в Лісостепу» (№ державної реєстрації 0116U002752).

Мета і завдання дослідження. Мета досліджень - встановити особливості росту, розвитку рослин та продуктивності ячменю ярого залежно від впливу попередника, рівня удобрення, застосування стимуляторів росту та удосконалити адаптивну технологію вирощування культури з урахуванням ґрунтово-кліматичного потенціалу північної частини Правобережного Лісостепу.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалося вирішити такі завдання:

- визначити вплив попередників на зміну основних показників родючості ґрунту та формування продуктивності ячменю ярого;
- встановити оптимальні параметри асиміляційного апарату та основних показників фотосинтетичної діяльності рослин у динаміці залежно від дії досліджуваних елементів технології вирощування;
- встановити оптимальні параметри водоспоживання, мінерального живлення рослин, за яких забезпечується найповніша реалізація генетичного потенціалу сорту;
- виявити особливості комплексного застосування стимуляторів росту нового покоління з основними елементами технологічного процесу вирощування та встановити їхню ефективність;
- визначити особливості формування врожайності та якості зерна ячменю ярого залежно від рівня удобрення у взаємозв'язку з погодними умовами;

- провести економічну та енергетичну оцінку удосконалених моделей технології вирощування ячменю ярого;
- виявити та обґрунтувати найоптимальніший комплекс елементів технологічного процесу вирощування ячменю ярого, поєднати його в адаптивній сортовій технології та визначити рівень її конкурентоспроможності за економічною й енергетичною ефективністю.

Об'єкт дослідження: процеси росту, розвитку і формування врожаю ячменю ярого залежно від технологічних прийомів вирощування.

Предмет дослідження: сорт ячменю ярого Віраж, система удобрення, стимулятори росту, попередники.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північної частини Правобережного Лісостепу обґрунтовано особливості реалізації генетичного потенціалу ячменю ярого залежно від комплексного впливу факторів: попередників, удобрення, застосування стимуляторів росту та гідротермічних умов. Встановлені за результатами ґрунтової та рослинної діагностик оптимальні рівні удобрення, в результаті чого *вдосконалено* адаптивну технологію вирощування ячменю ярого. З'ясовано особливості росту й розвитку рослин ячменю ярого, формування показників урожайності та якості зерна за різних моделей технології вирощування в умовах різних кліматичних змін, що характерно для останніх періодів.

Встановлено ефективність комплексного застосування стимуляторів росту нового покоління з основними елементами технологічного процесу вирощування для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів.

Набули подальшого розвитку положення щодо проходження процесу онтогенезу рослинами ячменю ярого, формування параметрів фотосинтетичної діяльності посівів, елементів продуктивності, врожаю та якості зерна залежно від технологічних факторів у взаємозв'язку з погодними умовами.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі отриманих експериментальних даних розроблено адаптивну технологію вирощування

ячменю ярого сорту Віраж, яка дозволяє реалізувати генетичний потенціал на рівні 4,88 т/га зерна, забезпечує прибуток 14206 грн/га.

Основні результати досліджень впроваджені впродовж 2021-2023 рр. у ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН» (с. Олександрівка Гайсинського району Вінницької області) на загальній площі 300 га (2021 р. – 80 га, 2022 р. – 120 га, 2023 р. – 100 га). За рекомендованих технологій вирощування урожайність ячменю ярого зростала на 1,1-1,3 т/га залежно від погодних умов року впровадження, що дозволило отримати додатковий прибуток від 3800 до 5200 грн/га.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень оприлюднені й обговорені на науково-практичних, міжнародних конференціях: «Актуальні проблеми та інновації в сучасному землеробстві» (Чабани, ННЦ «ІЗ НААН», 20-22 листопада 2018 р.); «Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату» (Одеса, Одеська ДСГДС НААН, 26-27 березня 2019 р.); «Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді» (Херсон, Інститут зрошуваного землеробства НААН, 16 травня 2019 р.); «Рослинництво XXI століття: виклики та інновації» (Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України, 25-27 вересня 2019 р.); «Актуальні проблеми та інновації в сучасному землеробстві» (Чабани, ННЦ «ІЗ НААН», 20-22 листопада 2018 р.); на засіданнях методичної комісії з питань землеробства і рослинництва ННЦ «ІЗ НААН» (2017-2020 рр.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових праць, в тому числі 3 – у наукових фахових виданнях України, 5 – матеріали науково-практичних конференцій, у інших наукових виданнях опубліковано 2 наукові праці, 1 патент на корисну модель.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (303 джерела, з них 30 – латиницею) та додатків. Робота викладена на 227 сторінках друкованого тексту, містить 47 таблиць, 7 рисунків, 25 додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Значення, напрями та сучасний стан інтенсифікації виробництва вирощування ячменю ярого

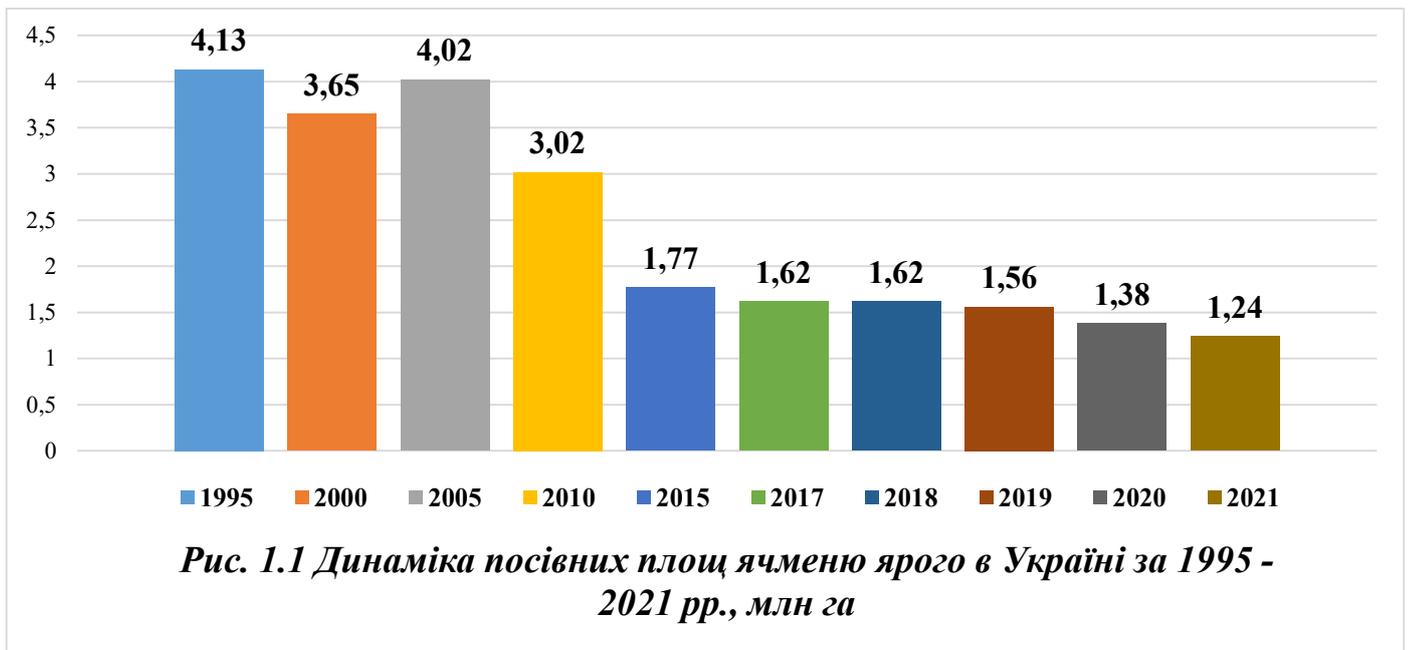
Ячмінь є стародавньою зерною культурою. Його вирощують з часів зародження землеробства і свідченням цього є знахідки решток закам'янілих зерен багаторядного культурного ячменю, які належать до 5-4 тисячоліття до н. е., при розкопках поблизу міста Ашгабат. Приблизно до цього ж часу відносяться знайдені рештки ячменю на території України в городищах Трипільської культури [1 – 3].

Серед злакових культур ячмінь посідає четверте місце у світовому виробництві зерна, поступаючись кукурудзі, рису та пшениці [4 – 5]. Посівні площі цієї культури у 2010 році становили 51 млн. га з валовим збором 125 млн тонн. А серед країн Європейського Союзу перше місце за посівними площами ячменю ярого посідає Іспанія, де висівають 2,8 млн га цієї культури, на другому місці – Франція, яка вирощує 1,8 млн га, на третьому – Німеччина, де висівають до 1,6 млн га ячменю [6].

В Україні ячмінь ярий входить в трійку провідних зернових колосових, поступаючись за посівними площами лише пшениці озимій та кукурудзі. Тим не менш, за останні роки щодо посівних площ цієї культури відмічають тенденцію до зменшення [7 – 9]. За даними О.М. Гайденко, В.А. Іщенко та Г.М. Козелець [10] сучасні сорти здатні формувати вагомий врожай ячменю в Україні, рівень яких може сягати 4 – 6 т/га. Однак, як наголошують науковці, характерною рисою виробництва зерна ячменю ярого в Україні є недоотримання очікуваних валових зборів зерна внаслідок зниження фактичної врожайності, причиною якого є нестабільність умов вирощування. Наприклад,

за даними Державної служби статистики середня урожайність в Україні за останні роки (2019-2021 рр.) становить 3,1 – 3,4 т/га [11].

Проведений аналіз статистичних даних за 1995 – 2021 рр. виявив негативну тенденцію до зменшення посівних площ ячменю ярого в Україні (рис. 1.1). Так, у 1995 р. в Україні ячмінь ярий висівали на площі 4,13 млн. га, а у 2021 році даний показник становив лише 1,24 млн га, що на 2,89 млн га, або на 70 % менше початкових аналізованих значень. Така тенденція свідчить про те, що за останні роки в Україні знизився попит на вирощування ячменю ярого, основною причиною є низька рентабельність його вирощування у порівнянні з іншими культурами.



Середнє зменшення посівних площ ячменю ярого у порівнянні до попереднього року вирощування становило 11 %, або 320,0 тис. га (табл. 1.1.). Зокрема, найвищий показник зменшення посівів ячменю ярого у структурі посівних площ було допущено у 2015 році в порівнянні до 2010 року, коли відбулося скорочення на 41 %, або на 1,25 млн. га. У даному аналізованому періоді таке різке зменшення посівів ярого ячменю в певній мірі можна також

пояснити і початком збройної агресії РФ проти України у її східній частині та в АР Крим.

Таблиця 1.1

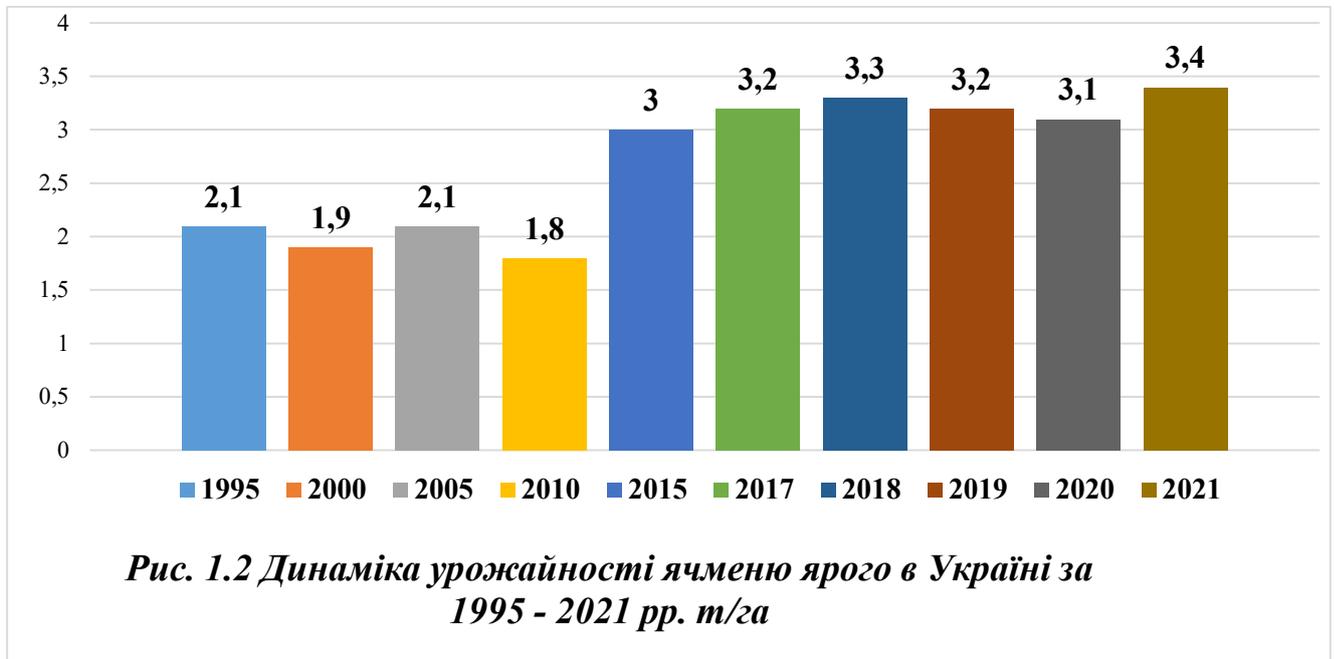
Динаміка посівних площ ячменю ярого в Україні за 1995 – 2021 рр.

| Рік | Посівна площа, млн. га | Зростання/зменшення до попереднього року | |
|--------------|---------------------------|--|---------|
| | | % | млн. га |
| 1995 | 4,13 | - | - |
| 2000 | 3,65 | -12 | -0,48 |
| 2005 | 4,02 | 10 | 0,37 |
| 2010 | 3,02 | -25 | -1,00 |
| 2015 | 1,77 | -41 | -1,25 |
| 2017 | 1,62 | -8 | -0,15 |
| 2018 | 1,62 | 0 | 0,00 |
| 2019 | 1,56 | -4 | -0,06 |
| 2020 | 1,38 | -12 | -0,18 |
| 2021 | 1,24 | -10 | -0,14 |
| В середньому | 2,4 | -11 | -0,32 |

Аналіз даних Державної служби статистики України за період 1995-2021 рр. свідчить, що в середньому урожайність ячменю залишається відносно низькою – 1,8-3,4 т/га (рис.1.2). У той же час, слід відмітити, що за зменшення посівних площ ячменю ярого за цей період урожайність по даній культурі у нашій державі, навпаки, показала тенденцію до зростання – з 2,1 т/га у 1995 р. до 3,4 га у 2021 р., тобто на 62 %, або 1,3 т/га.

Вищезазначене свідчить про те, що окремі сільськогосподарські виробники, які займалися вирощуванням ячменю застосовували інтенсивні технології при виробництві даної культури, що дозволяло їм отримувати високі

показники її урожайності (у межах 4,5 – 5,5 т/га і більше), тим самим, досягнувши вищої економічно ефективності від вирощування . Такої думки дотримуються фахівці в галузі аграрної економіки [12].



Аналіз динаміки урожайності ячменю ярого в Україні за 1995 – 2021 рр. (табл. 1.2) показав, що в середньому в аналізованому періоді в цілому урожайність ячменю ярого становила 2,7 т/га та щорічне її зростання становило 7,4 %, або 0,14 т/га в порівнянні до попереднього року.

Найбільші площі ячменю ярого зосереджені в Дніпропетровській, Запорізькій, Херсонській, Хмельницькій та Тернопільській областях.

Ю. Кернасюк [13] стверджує, що за останні роки лідерами за рівнем середньої урожайності ячменю є Київська (4,58 т/га), Тернопільська (4,73 т/га), Львівська (4,78 т/га), Вінницька (4,81 т/га) і Хмельницька (4,91 т/га) області. У цих регіонах господарства усіх категорій на 16,5 % від загальної площі вирощування культури в Україні, отримали 23,3 % від загального показника валового збору зерна ячменю в державі. Вчений вираховував, що фактичний ефект від інтенсифікації вирощування ячменю на 1 % зібраної площі у

перелічених вище регіонах найбільший за обсягом виробництва ячменю та продуктивністю використання земельних угідь.

Таблиця 1.2

Аналіз динаміки урожайності ячменю ярого в Україні за 1995 – 2021 рр.

| Рік | Урожайність, т/га | Зростання/зменшення до попереднього року: | |
|--------------|----------------------|--|-------|
| | | % | т/га |
| 1995 | 2,1 | - | - |
| 2000 | 1,9 | -10 | -0,20 |
| 2005 | 2,1 | 11 | 0,20 |
| 2010 | 1,8 | -14 | -0,30 |
| 2015 | 3 | 67 | 1,20 |
| 2017 | 3,2 | 7 | 0,20 |
| 2018 | 3,3 | 3 | 0,10 |
| 2019 | 3,2 | -3 | -0,10 |
| 2020 | 3,1 | -3 | -0,10 |
| 2021 | 3,4 | 10 | 0,30 |
| В середньому | 2,7 | 7,4 | 0,14 |

За даними ФАО, з щорічних валових зборів ячменю 42 – 48 % використовують на промислову переробку, приготування різних комбикормів, кормові цілі – 16 %, на виробництво пива – 6 – 8 %, на харчові цілі – 15 %. Зерно та продукти його переробки, а саме різні форми солодових витяжок (так звані “мальц екстракти”) також використовуються в текстильному, кондитерському, фармацевтичному та інших виробництвах [14].

В Україні ячмінь ярий вирощують як продовольчу, кормову й технічну культуру [15 – 17]. Так, зерно скловидного крупнозернового дворядного ячменю використовують для отримання круп, зокрема ячмінної та перлової, що містять у своєму складі 9 – 11 % білка, 82 – 85 % крохмалю [18 – 20]. У

хлібопекарському виробництві ячмінне борошно в межах 10 – 15 % використовують як добавку за випікання сортів житнього і пшеничного хліба. Низька якість клейковини спричиняє ряд негативних якостей хліба з чистого ячмінного борошна, він має малий об'єм, слабкопористий, швидко черстве [21 – 23]. Із зерна ячменю також виготовляють сурогат кави [24].

Зерно ячменю використовують для виробництва солоду і пива [25 – 27], у якому міститься велика кількість мікроелементів і вітамінів. Проте, для виготовлення якісного пива придатні не всі сорти ячменю, а лише ті, що мають відповідні пивоварні властивості [28 – 30].

За останні роки у світі зросла увага до зерна ячменю як продукту функціонального харчування в зв'язку з новітніми клінічними, дієтологічними і біохімічними дослідженнями, що були виконані в авторитетних лабораторіях провідних країн світу [31 – 35]. Цими дослідженнями встановлено як високу харчову цінність зерна ячменю, а також його профілактичними властивості попередження хвороб, від яких потерпає людство протягом другої половини ХХ – початку ХХІ століть: цукрового діабету, раку кишківника та коронарної хвороби серця. Вчені виявили у складі білка ячменю такі речовини, як тригліцерид і токонриенол, здатні значно знижувати рівень холестерину в крові [36 – 39].

Ячмінь широко використовується на кормові цілі. Він є насамперед, однією з цінних зернофуражних культур, частка його в балансі концентрованих кормів складає 60 – 80 % [40, 41]. Як зазначають С.І. Мельник, О.Д. Муляр, М.Й. Кочубей, П.Д. Іванцов [42], зерно ячменю становить основу комбікормів майже всіх видів тварин. У середньому збіжжя ячменю містить 12,2 % білка, 77,2 % вуглеводів, до 3 % зольних елементів, 2,4 % жиру, воно є високоякісним кормом – 1 кг зерна містить 1,2 кормових одиниць та 100 г перетравного протеїну. Слід зауважити, що білок ячменю - повноцінний за амінокислотним складом, більш того, його зерно відрізняється найбільшим вмістом амінокислот лізин і триптофан серед усіх інших злакових культур. На зелений корм і сіно ячмінь вирощують сумісно з викою ярою, горохом, чиною. Такі суміші

забезпечують урожай 25,0 – 30,0 т/га кормової сировини високої якості [43 – 46]. На думку авторів [47 – 50], ярий ячмінь слід використовувати як покривну культуру в кормових сівозмінах, де застосовують підпокривні посіви багаторічних трав. Він менше ніж овес, затіняє підпокривну культуру й раніше звільняє поле. Науковці [51 – 53] вказують, що у роки, несприятливі для перезимівлі озимих культур, коли значна частка їх посівів гине, ярий ячмінь використовують як страхову культуру для масового пересіву озимини, що обумовлює значне розширення його посівних площ.

Характеризуючи біологічні особливості культури, слід зазначити, що ячмінь ярий менш вибагливий до вологи, ніж інші зернові культури, транспіраційний коефіцієнт дорівнює 300 – 450, він раціональніше витрачає ґрунтову вологу на формування органічної речовини, ніж овес і пшениця [54, 55]. Це – типова самозапильна рослина, яка цвіте й запилюється до викидання колоса. Натомість, голозерний ячмінь схильний до відкритого цвітіння [56].

Цінною ознакою ячменю ярого є невибагливість до тепла. Проростання його насіння починається за температури 1 – 2 °С, а сходи й молоді рослини витримують зниження до мінус 3 – 4 °С. Нижньою межею несприятливого температурного режиму, за якого рослини ячменю можуть відновити вегетацію після ушкодження заморозками, вважається -7 ...-9 °С - за такої температури листки гинуть, але рослина зберігає вузол кущення, після потепління відростає і продовжує рости і розвиватися. Протягом вегетації найсприятливішою для росту й розвитку рослин є температура 18 °С. Серед культур, які відносяться до першої зернової групи, ячмінь ярий найстійкіший до високих температур. Продихи на листках ячменю не паралізуються впродовж 25 – 35 години за підвищення температури до 38 – 40 °С. Для порівняння, параліч продихів у пшениці настає через 10 – 17, а у вівса – через 5 годин після встановлення такого теплового режиму [57 – 59].

Подальша інтенсифікація вирощування ячменю ярого з метою підвищення урожайності зерна, поліпшення його якості та підвищення

рентабельності виробництва пов'язана з застосуванням раціональних систем удобрення [60], високоефективних засобів захисту рослин [61] і регуляторів росту [62, 63] з одночасним впровадженням сортів інтенсивного типу [64].

Відомо, що серед факторів стабілізації виробництва зерна та підвищення врожайності польових культур найдешевшим та найефективнішим є сорт і насіння. Використовуючи новітні високопродуктивні сорти, можливо досягти збільшення врожаю на 20-30 % [65 – 67].

Наразі широко вирощують інтенсивні та напівінтенсивні сорти ячменю ярого, які вирізняються високою потенціальною врожайністю, чіткою реакцією на умови вирощування, зокрема, на застосовану систему удобрення [68 – 70]. Нині створено та пропонується виробництву значна кількість різних сортів як вітчизняного, так і закордонного походження, цей перелік з кожним роком оновлюється і поповнюється перспективними інноваціями з високим рівнем показників цінних господарських ознак [71 – 75]. Окремі науковці пропонують широко впроваджувати у виробництво безостий ячмінь ярий, наголошуючи, що вирощування таких сортів полегшить переробку зерна, дасть змогу безпечно використовувати на корм полову, підвищить ефективність використання зелених кормів [76].

Ячмінь ярий добре реагує на високу культуру землеробства, яка досягається внесенням ефективних раціональних норм органічних та мінеральних добрив, рослини використовують як пряму їх дію, так і післядію [77, 78]. Залежно від призначення зерна, застосуванням відповідних норм і форм добрив можливо змінювати його хімічний склад, а отже, регулювати бажану якість очікуваної продукції. Адже за вирощування ячменю ярого необхідно забезпечити як високий рівень урожайності зерна з відповідними якісними показниками, так і економічно вигідну ефективність його виробництва [79, 80].

Ураховуючи стан ґрунтового покриву та низькі обсяги застосування добрив, В. В. Камінська, О. Ф. Дудка, Б. В. Мушик [81] вважають, що питання

оптимізації мінерального живлення ячменю ярого є й нині актуальними і таким, що потребує доопрацювання.

На думку науковців Інституту рослинництва НААН [82] важливою складовою системи живлення рослин є забезпечення їх мікроелементами. Необхідність підживлення рослин мікродобривами, яких недостатньо у ґрунті - безсумнівний факт. Мікроелементи, як і вітаміни, залучені до забезпечення найголовніших обмінних процесів в рослинних організмах. Без них унеможлиблюється ефективний фотосинтез, утворення цукристих і білкових речовин у клітині відбувається з порушеннями, зупиняються окисно-відновні реакції, нівелюється дія ферментів [83 – 85].

В Україні й інших країнах застосування мікродобрив для підвищення врожаїв безупинно зростає. У якості мікродобрив використовують природні копалини (мінерали), деякі промислові відходи, технічні солі і сполуки, що виготовляють спеціально, і суміші - наприклад, комплексні (хелати), фріти (склоподібні або металеві гранули, які отримують з розплавлених твердих сумішей) та ін. [86 – 88]. Їх застосовують як шляхом передпосівного внесення в ґрунт (зазвичай у вигляді компонентів основних добрив), так і для позакореневого підживлення (обприскування і обпилювання), а також для обробки насіння [89, 90].

Як показують дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених [91 – 97], в нинішніх умовах важливим чинником високопродуктивного функціонування агроценозів є застосування стимуляторів росту рослин. За введення у технології вирощування цього агрозаходу культури відгукуються підвищенням урожайності, покращенням якісних показників продукції, підсиленням стійкості до кліматичних флуктуацій. Виробники оптимізують витрати, зменшуючи норми пестицидів за спільного їх використання з регуляторами росту. Про це свідчить досвід багатьох наукових установ та численні наукові і виробничі перевірки [98 – 100].

Розрахунки вчених показують, що кошти, витрачені на придбання і застосування стимуляторів росту для обробки насіння перед сівбою,

окупуються приростом урожаю у 35 – 40 разів, а для обприскування – у 20 – 25 разів. При цьому створені в Україні стимулятори росту за ефективністю не поступаються кращим закордонним препаратам, а за економікою використання - значно їх перевищують [101 – 103].

1.2 Роль попередника в сучасних технологіях вирощування ячменю ярого

Розвиток теорії сівозмін пов'язаний з роботами Ротамстедської дослідної станції в Англії, де в середині ХІХ століття були закладені перші дослід з вивчення добрив у сівозміні та за беззмінного вирощування культур, які продовжуються і сьогодні. Ці дослідження мали величезний вплив на розвиток теорії живлення рослин та практичного землеробства. Саме експерименти на Ротамстедській станції довели вагоме значення чергування культур на ефективність і сталість аграрного виробництва [104].

Як наголошують П.І. Бойко [105], В.Ф. Камінський [106], Є.О. Юркевич [107], правильне розміщення культур в сівозміні позитивно впливає на всі важливі ґрунтові процеси, забезпечує умови для активної детоксикації шкідливих речовин, що визначає в подальшому весь комплекс умов розвитку складних агробіоценозів, головною часткою якого є зелені рослини. Правильне чергування культур за дотримання всіх інших агрозаходів вирощування спричиняє позитивний вплив на поживний і водний режими, мікробіологічну активність ґрунту, знижує розвиток шкідливих організмів, що обумовлює підвищення врожайності на 30 – 50 % [108 – 111]. Порухення ж екологічної рівноваги в сівозміні, як повідомляє О.Г. Андрейченко [112], зумовлює масовий розвиток збудників хвороб і шкідників, ріст і розвиток рослин в агроценозах пригнічуються. Г.П. Жемела, А.О. Курочка [113], О. І. Циліорик, Л.М. Десятник [114], С.І. Залізовський з співавторами [115] вважають, що після кращих попередників можливо одержати насіння з високими посівними і врожайними якостями.

У зоні Степу, а останніми роками і в Лісостепу основним критерієм вибору попередника є запаси вологи, які залишаються в ґрунті. Найбільші врожаї ячменю ярого одержують за розміщення після кукурудзи, пшениці та вівса, тоді як за вирощування після соняшника, цукрового буряка, які істотно висушують ґрунт, урожайність культури зменшується [116].

Зустрічаються повідомлення щодо суттєвого впливу попередників на водний режим ґрунту в першій половині вегетації ячменю ярого. Так, за результатами досліджень, проведених у східній частині Лісостепу, встановлено, що найбільший вміст продуктивної вологи в ґрунті весною як в орному (глибиною до 30 см), так і в метровому шарі відмічався після попередника кукурудза на зерно. Так, у фазі кущення вміст продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становив після цього попередника 42 мм, а після цукрових буряків та сої – 37 мм. У метровому шарі ці показники знаходилися на рівні 141, 135 та 127 мм відповідно. У другій половині вегетаційного періоду різниця у вологості ґрунту залежно від попередника певною мірою нівелювалась за рахунок опадів та використання рослинами продуктивної вологи. Тобто можна відмітити, що за посушливих весняних умов поле після попередника кукурудза на зерно, порівняно з буряками цукровими та соєю, мало більші запаси вологи, що сприяло кращому росту та розвитку рослин ячменю ярого [117].

Окремі дослідники наголошують [118], що за недостатнього рівня забезпеченості матеріальними ресурсами можна отримувати високу врожайність ячменю ярого за рахунок дотримання науково обґрунтованої сівозміни, правильного добору попередників та сортів ячменю ярого.

К. Манько та Н. Музафарова встановили, що лише за рахунок сівозмінного фактору у варіанті без внесення добрив можна отримати врожайність ячменю ярого сорту Взірець на рівні 2,75 т/га за вирощування після попередника цукрові буряки [119].

За даними І. Сторчоуса [120], G.W. Bourdot, D.J. Saville, G.A. Hurrell, M.J. Daly [121], P.K. Hansen, K. Kristensen, J.A. Willas [122] ячмінь малоконкуретний до бур'янів, він вимагає незасмічених бур'янами, удобрених

попередників. Окремі автори [123] стверджують, що культуру не слід висівати після колосових, щоб уникнути значного розвитку кореневих гнилей й інших хвороб, а соняшник і суданська трава не тільки висушують ґрунт, а й засмічують його падалицею.

Відома висока пластичність ячменю ярого до умов навколишнього середовища, у той же час коренева система рослини недостатньо розвинена, а вегетаційний період культури досить короткий, що підвищує роль сортової агротехніки, зокрема ретельного вибору попередників та встановлення оптимальної норми висіву [124 – 127].

Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні не існує єдиної думки, який попередник є найкращим для ячменю ярого.

А. Д. Гирка, І. О. Кулик, О. Г. Андрейченко [128] встановили, що в умовах північного Степу кращим попередником є пшениця озима, за вирощування після якої ячмінь ярий формував врожайність зерна на 20,4 % та 23,7 % більшу, ніж після соняшника та кукурудзи на силос.

Дослідженнями О.Г. Андрейченко [129] встановлено, що вищу врожайність півчастого ячменю ярого за вирощування в умовах північного Степу отримано після сої – 4,20 т/га, після соняшнику – 3,49 т/га та пшениці озимої – 3,93 т/га.

Ряд науковців [130, 131] наголошують, що у Лісостепу ячмінь ярий формує високоякісне зерно за вирощування після однорічних трав, зернових бобових культур, багаторічних бобових трав та ріпаку, які в свою чергу визнані найкращими попередниками для озимих зернових. Отже, для оптимального чергування культур у сівозміні для ячменю ярого попередниками обирають такі просапні культури, як цукрові буряки, картоплю, кукурудзу, удобрені органічними та мінеральними добривами. Наявні у технологіях вирощування цих культур міжрядні обробітки сприяють нагромадженню в ґрунті легкозасвоюваних поживних речовин і дозволяють ефективно контролювати сегетальну рослинність у посівах. Крім того, просапні культури залишають після себе неущільнений ґрунт, оскільки ячмінь погано переносить щільні

грунти, які запливають - у рослин сповільнюється ріст і розвиток, жовтіє листя, засихають верхівки.

І.В. Мартинюк, П.І. Бойко, Я.С. Цимбал [132] у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному в чотирипільній сівозміні отримали найвищий урожай 5,54 т/га ячменю ярого за органомінеральної системи удобрення після кукурудзи на зерно.

На думку В. Поплавського [133] у зоні Полісся кращими попередниками для ячменю ярого є картопля та коренеплоди, під які вносили органічні і мінеральні добрива, що у свою чергу забезпечувало накопичення в ґрунті поживних речовин, а міжрядний обробіток ґрунту сприяв ретельному очищенню полів від бур'янів.

Я.Я. Григорів [134] встановила, що на дернових ґрунтах Прикарпаття в короткоротаційній сівозміні ячмінь найкраще вирощувати після ріпаку озимого що забезпечує урожайність культури на рівні 3,6 – 4,0 т/га.

1.3 Особливості живлення ячменю ярого

Серед ярих зернових колосових культур, що вирощують в Україні, ячмінь ярий характеризується підвищеними вимогами до рівня живлення внаслідок короткого вегетаційного періоду [135, 136].

Як відмічають науковці – аграрії [137 – 139], першочергова задача, яка стоїть перед виробниками за вирощування ячменю ярого – створення оптимальних умов живлення для формування високого врожаю зерна з якісними показниками, що відповідають напряму застосування продукції. Культура має слаборозвинену кореневу систему з низькою здатністю до споживання поживних речовин з ґрунту, тому добре реагує на внесення добрив, особливо в умовах достатнього зволоження [140]. Оскільки рослини ячменю добре використовують післядію органічних добрив, варто запланувати їх внесення під попередник. Культура добре реагує як на безпосереднє внесення мінеральних добрив, так і на їх післядію [141].

Вчені зазначають [142,143], що потенціал продуктивності ячменю визначає його потребу в елементах живлення – чим вища врожайність, тим більше поживних речовин буде витрачатися культурою і, як наслідок, зростає її потреба у додатковому живленні.

В результаті численних наукових досліджень та аналізу виробничого досвіду встановлено, що ячмінь ярий на формування 1 тонни зерна та відповідної кількості побічної продукції використовує 14 – 27 кг азоту, 11 – 15 кг фосфору та 13 – 24 калію [144 – 146].

Як свідчать дані науковців И.Р. Вильдфлуша, А.Р. Циганова, В.В. Лапи, Т.Ф. Перської [147], добрива є основним чинником впливу на агрофізичні, фізико-хімічні, фізичні та інші властивості ґрунту. При цьому доцільно визначити такі норми добрив, які б забезпечували високу продуктивність культури з відповідними показниками якості та були спрямовані на підвищення родючості ґрунту.

З добривами в ґрунт потрапляють важливі для життєдіяльності рослин елементи. Вплив кожного з них пов'язаний з їх фізіологічною роллю в обміні речовин. Наприклад, азот підвищує інтенсивність дихання та стимулює ростові процеси. Фосфор бере участь у синтезі нуклеїнових кислот та вуглеводів, що відіграє важливу роль в енергетичному обміні [148]. Забезпеченість рослин азотом визначає інтенсивність синтезу білка та інших азотистих сполук, які, в свою чергу, є «архітекторами» продуктивності. У сухій речовині ячменю міститься 1 – 3 % азоту, у білках – 16 – 18 % [150].

Слід зазначити, що від рівня мінерального живлення залежить вміст загального азоту в рослинах, який є одним з основних елементів, необхідних для їхньої життєдіяльності. Свого часу Д. М. Прянішніков вказував: “Вся історія землеробства в Західній Європі свідчить про те, що головною умовою високих урожаїв є забезпечення рослин азотом” [149].

Урожайність зернових культур меншою мірою залежить від фосфорних добрив, порівняно з азотними, проте саме фосфор в системі живлення ярих зернових культур сприяє активній та ефективній засвоюваності азоту і калію

рослинами [151]. У системі оцінки фосфорного режиму ґрунту і забезпеченості культур фосфором важливе значення має вміст його рухомих сполук [152]. Вчені [153, 154] зазначають, що оптимізація і конкретизація норм внесення мінеральних добрив можлива лише за проведення систематичних досліджень щодо вмісту рухомих сполук фосфору впродовж вегетаційного періоду залежно від застосованої системи удобрення.

Збалансоване живлення фосфором забезпечує кращий розвиток кореневої системи зернових колосових культур, зокрема корені сильніше розгалужуються і глибше проникають у ґрунт, що сприяє підвищенню стійкості рослин до вилягання [155, 156]. Дослідженнями вітчизняних [157] і закордонних [158] вчених встановлена критична необхідність забезпечення рослин фосфором на початкових етапах росту та розвитку – навіть покращене живлення фосфором у пізніші строки неспроможне знівелювати нестачу елементу для молодих рослин, що призводить до зниження врожайності культури.

Внесення добрив поліпшує використання доступної вологи рослинами, не змінюючи величину її загальних витрат. Фосфорні добрива знижують коефіцієнт водоспоживання. Так, у дослідженнях С.В. Карашук [159] найнижчим цей показник виявився при застосування під культуру $N_{60}P_{40}$ та розрахункової дози добрив.

Формуванню виповненого повноцінного зерна, підвищенню стійкості рослин до хвороб, вилягання і посухи сприяє забезпечення рослин калієм [160 – 162].

В усіх основних ґрунтово-кліматичних зонах України – в Поліссі, Лісостепу, Степу – фосфорні та калійні добрива вносять повною нормою під основний обробіток ґрунту [163].

Ю.В. Цехенович [164] дослідив динаміку споживання основних елементів живлення рослинами ячменю ярого залежно від фази розвитку культури. Вченим встановлено, що протягом короткого проміжку часу – 26-28 днів, від фази кушення до колосіння – у рослини надходить 42 – 46 % азоту, 61 – 64 % фосфору і 64 – 74% калію від загального споживання цих елементів за період

вегетації. У наступний період ця динаміка посилюється і до завершення фази колосіння рослини практично завершують споживання калію, надходження азоту і фосфору досягають рівня, відповідно, 80 і 90 % від загального виносу їх урожаєм. У той же час, науковець звертає увагу, що такий характер поглинання поживних елементів не є сталим і значною мірою залежить від сортових особливостей, агрохімічних характеристик ґрунту, попередників та інших чинників.

Поглинуті кореневою системою поживні речовини переміщуються по провідній системі і накопичуються у тканинах рослинного організму. Динаміка та ефективність споживання азоту і фосфору рослинами взаємопов'язані: недостатня забезпеченість рослин азотом зумовлює зменшення рівня поглинання фосфору і навпаки. Науковцями встановлено границі взаємозалежності між частками азоту і фосфору в органічній речовині вегетуючих рослин: відношення першого згаданого елемента до іншого не буває нижчим як 0,04 г/г, але рідко коли вищим за 0,15 г/г [165].

За даними Є. В. Качура [166] внесення під ячмінь мінеральних добрив активізує споживання рослинами елементів живлення. Так, застосування добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60}$ збільшило надходження в рослину азоту на 8,1 – 9,2 %, фосфору – на 29,4 – 40 % і калію - на 11,2 – 15,5 %. Підвищення рівня мінерального живлення забезпечило подальше накопичення азоту, фосфору і калію в листках ячменю, досягаючи максимальних значень за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Н. І. Вегою [167] встановлено, що поліпшення агрохімічних властивостей темно-сірого опідзоленого ґрунту, зокрема підвищення вмісту лужногідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію забезпечує застосування мінеральних добрив у нормах $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. Така система удобрення забезпечує покращання балансу азоту, фосфору і калію, показники інтенсивності якого становлять, відповідно, 77,8, 141,0, 75,9 %, що позитивно впливає на збільшення врожайності зерна ячменю на рівні 0,7 – 1,0 т/га, а за сприятливих умов – 1,4 т/га.

За даними досліджень О. С. Гораша [168], урожайність ячменю ярого є результатом інтегрованого впливу середовища, провідне місце в якому належить технологічним факторам, зокрема застосуванню добрив. Створенню оптимальних умов для росту й розвитку рослин, що є першочерговою умовою отримання стабільних високих врожаїв, сприяє забезпеченість агроценозу впродовж вегетації елементами живлення на достатньому рівні [169].

В. К. Дмитренко вказує, що, не дивлячись на високі адаптивні властивості, ячмінь ярий – одна з культур, яка чутливо реагує на рівень удобрення, адже застосування мінеральних добрив може забезпечити приріст врожаю зерна до 50 % [170].

На думку О.В. Бачинського, Е.Є. Качури [171], норми внесення мінеральних добрив під ячмінь ярий насамперед залежать від ґрунтово-кліматичних умов, параметрів родючості ґрунту, особливості сорту й мети вирощування. Особливості живлення рослин чітко проявляються не тільки у застосуванні певних норм добрив, а й у правильному співвідношенні між елементами живлення, що має значно більше значення у формуванні продуктивності, ніж кількість внесених добрив [172].

В умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних важкосуглинкових внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$ забезпечувало приріст врожайності до контролю 0,32 – 0,63 т/га, або 8,4 – 17,0 %, $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 0,66 – 0,95 т/га, або 17,4 – 25,8 % залежно від попередника [173, 174].

Науковці-практики рекомендують в господарствах Миколаївської області безпосередньо під ячмінь вносити мінеральні добрива середньою нормою $N_{60}P_{40}$ [175]. Вчені Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення - Селекційно-генетичного інституту НААН пропонують в агроформуваннях Одеської області на ґрунтах з відносно низькою родючістю та після гірших попередників збільшувати норму до 60 – 80 кг/га д. р., плануючи при цьому роздрібнене внесення азотних добрив – половину від загальної норми необхідно внести під передпосівну культивуацію, іншу – у критичні фази росту і розвитку для підвищення продуктивності і якості зерна. На родючих

грунтах та після кращих попередників НРК рекомендують вносити по 45 – 60 кг/га д.р. Також у своїх рекомендаціях науковці наголошують, що для отримання максимальних врожаїв інтенсивних сортів, які добре реагують на високий агрофон та стійкі до вилягання, необхідно вносити мінеральні добрива нормою $N_{90-120} P_{90} K_{90}$ [176].

Дослідженнями, проведеними Ю.Є. Огурцовим [177] в умовах східної частини Лісостепу, встановлено, що формування врожайності культури істотно залежить від сортових особливостей, мінерального живлення та інших чинників інтенсифікації. Посіви ячменю ярого сорту Виклик забезпечили приріст урожаю зерна 0,72 т/га за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$, посіви сорту Парнас - 0,59 т/га. Така система мінерального удобрення на фоні комплексного застосування мікродобрив та стимуляторів росту рослин сприяли отриманню додаткового врожаю ячменю сорту Виклик на рівні 0,95 – 0,98 т/га, сорту Парнас – 0,84-0,85 т/га порівняно з контролем без внесення добрив.

Науковцями Уманського національного університету садівництва встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}K_{90}$ дозволило отримувати врожайність ячменю ярого на 21 – 48 % вищу порівнянно до контролю. Вчені зазначають, що приріст врожаю від внесення макродобрив зменшувався з підвищенням забезпеченості рослин вологою впродовж вегетаційного періоду. На їх думку це підтверджує важливу роль макроелементів у підвищенні стресостійкості рослин [178].

І. Ю. Рассадіна, К. П. Леонова, І. С. Садовський, С. О. Власенко [179] дослідили, що кореневе підживлення рослин ячменю ярого мінеральним азотом сприяє як підвищенню врожайності зерна, так і покращенню якості корму. Науковцями встановлено, що підвищення дози азотних добрив до 60 кг/га д. р. забезпечує збільшення вмісту сирого протеїну та цукрів у зерні культури, натомість вміст клітковини в отриманій продукції зменшується. Внесення азотних добрив у дозі N_{90} забезпечило найвищі показники вмісту білка у зерні ячменю ярого – 13,1; 12,1 та 15,6 % залежно від року проведення досліджень.

За результатами досліджень В.Ф. Петриченка, В.І. Романюка [180], оптимізація технології вирощування ячменю ярого в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу забезпечується збалансованою системою удобрення, яка передбачає внесення $N_{90}P_{45}K_{45}$ та застосування регуляторів росту рослин Біном або Терпал, що обумовлює підвищення реалізації генетичного потенціалу сортів Вінницький 28 та Набат на 60 – 70 %, сприяє отриманню приростів урожайності зерна 2,21 – 1,97 т/га та показників вмісту білка 13,8 – 13,9 %.

М.М. Щерба, О.Й. Качмар, А.О. Дубицька, О.В. Вавринович, О.В. Таравська [181] зазначають, що в умовах західної частини Лісостепу України система удобрення ячменю ярого в зерно-просапній сівозміні після попередника картопля повинна включати застосування мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні післядії 40 т/га гною. Застосування таких агрозаходів дозволило отримати врожайність культури на рівні 3,91 т/га, що на 1,58 т/га більше відносно контролю.

М. В. Лісовий [182], В. В. Лихочвор [183] вказують, що внесення основних поживних елементів (азоту, фосфору, калію) за дотримання їх оптимального співвідношення, а також застосування мікроелементів (марганцю, бору, міді, цинку, молібдену тощо) дозволяє регулювати вміст доступних їх форм у ґрунті і рослині, що є передумовою отримання високих і сталих врожаїв ячменю ярого без суттєвого тиску на довкілля.

Дані Г.М. Господаренка, О.О. Машинник [184] підтверджують, що застосування позакореневих підживлень мікродобривами у критичні етапи органогенезу позитивно впливає як на загальну густоту стеблостою, так і на формування продуктивних стебел ячменю ярого. Вченими встановлено, що внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню загальної кількості стебел у кінці вегетації на 48 %, продуктивних – на 56 % порівняно до показників на контролі – 401 і 304 шт./м² відповідно. Залежно від форм мікродобрив і кількості підживлень рослини ячменю ярого формували загальну густоту стеблостою на рівні 634 – 794 шт./м², кількість продуктивних стебел

збільшувалась до 508 – 563 шт./м². Найвищими показники загальної густоти стеблостою – 698 і 794 шт./м² відповідно формувались у варіантах технології, яка передбачала одне або два позакореневих підживлення трикомпонентним мікродобривом.

О. І. Пшеничко [185], аналізуючи вплив мікродобрив на формування врожайності ячменю робить висновок, що культура добре реагує на обробку препаратами на гуміновій основі. Дворазове позакореневе підживлення мікродобривами забезпечило приріст врожаю на рівні 0,7 т/га, або 20,5 % порівняно до контролю. У варіантах з передпосівною обробкою насіння “1r Seed Treatment” та позакореневим застосуванням “4r Foliar Concentrate” у фазі кушіння спостерігали підвищення врожайності на 0,4 т/га, або 11,7 %.

І. І. Мосійчук, І. В. Безноско, Ю. А. Туровнік, В. О. Мудрак [186] дослідили, що застосування мікродобрив, стимуляторів росту як окремо, так і в сумішах істотно впливає на посівні якості насіння. Найефективнішим є комплексне застосування стимулятора росту Вимпел 2 та мікродобрива Оракул мультикомплекс, яке обумовило зниження інфікованості насіння ячменю ярого сортів Себастьян і Геліос до 10 – 15 %, підвищення енергії проростання і лабораторної схожості до 93 – 98 %.

1.4 Роль стимуляторів росту у процесі формування врожаю ячменю ярого

Одним з сучасних напрямів збільшення урожайності сільськогосподарських культур є застосування рістрегулюючих препаратів [187|191]. Такі препарати являють собою комплекси фітогормонів - низькомолекулярних речовин, які у надзвичайно малих концентраціях суттєво змінюють процеси життєдіяльності рослин, а також біологічно активних речовин та мікроелементів [192].

Фітогормони представляють собою органічні сполуки різної хімічної природи, які продукують спеціалізовані тканини вищих рослин. За

використання у низьких концентраціях ці речовини проявляють регуляторний вплив на процеси онтогенезу, посилюючи або пригнічуючи ріст та розвиток рослин. Для сільськогосподарських культур найкраще досліджено дію п'яти фітогормонів або їх груп: ауксинів, гіберелінів, цитокінінів, абсцизової кислоти та етилену. Кожен з них має свою характерну дію, яка тотожна в рослинах різних видів. Також останніми роками визнано фітогормональну активність інших ендогенних речовин: брасиностероїдів, ліпо- і олігосахаридів, жасмонової і саліцилової кислот, поліамінів, інгібіторів класів фенілподібних, окислів азоту, тощо [193].

Дія стимуляторів полягає в інтенсифікації процесів росту і розвитку рослинного організму внаслідок посилення поділу та розтягування клітин, що обумовлює формування потужнішого асиміляційного апарату рослин та створення більшої кількості пластичних речовин, які можуть бути релоковані до продуктивних органів [194]. Застосування стимуляторів росту сприяє збільшенню у рослинному організмі вмісту вуглеводів, амінокислот і мінеральних елементів [195], покращенню вуглеводного і азотного обмінів [196, 197], посиленню імунної системи та підвищенню стійкості рослин до понижених і підвищених температур [198], дефіциту вологи та ураження хворобами і шкідливими комахами [199], і, як результат – покращеній реалізації біологічної потенціалу продуктивності [200, 201]. Існують речовини, які пришвидшують ріст кореневої системи, при цьому маса коренів і глибина їх проникнення в ґрунт збільшується, відповідно рослини краще використовують запаси вологи і поживних речовин [202].

Слід відмітити, що стимулятори росту зумовлюють посилений ріст і розвиток зернових колосових культур, отже застосовувати такі рістрегулюючі речовини необхідно в першу чергу на недостатньо розвинених посівах та в агроценозах, які вирощують на бідних ґрунтах [203]. Завдяки незначним дозам внесення та відносно низьким закупівельним цінам сучасні біостимулятори відзначаються високим рівнем окупності витрат. Тому останнім часом зацікавленість ними агровиробників значно зросла, що зумовило швидкий

розвиток світового ринку біостимуляторів, який щороку зростає на 12 – 14 % [204, 205].

Рекомендаціям щодо використання стимуляторів і регуляторів росту рослин в аграрному виробництві мають передувати дослідження впливу таких препаратів на метаболічні процеси та особливості росту і розвитку рослин. Аналіз літературних джерел, викладений далі у цьому підрозділі, свідчить що характер дії та глибина впливу цих речовин істотно залежить від доз, кратності і термінів їх застосування, погодних умов, сортових характеристик, режиму мінерального живлення та інших чинників.

Дослідженнями науковців Інституту мікробіології та вірусології Національної академії наук України встановлено значну активізацію розвитку екологотрофічних груп мікроорганізмів та процесів новоутворення гумусових сполук внаслідок застосування регуляторів росту рослин. Вчені встановили, що регулятори росту мають не лише пряму дію на мікробні угруповання, але і забезпечують активний розвиток кореневої системи за рахунок збільшення на 15 – 17 % кількості корневих волосків [206 – 208].

Л. Ярошенко [209] зазначає, що застосування стимуляторів росту в бакових сумішах з гербіцидами і прилипачем сприяє зниженню засміченості і посиленню конкурентоспроможності культури до бур'янів. До того ж, це дозволяє знижувати норми гербіциду на 20 %, зменшувати залишкову кількість пестицидів у продукції за рахунок деструкції хімічних речовин окислювально-відновною системою рослин, що дозволяє знизити витрати при вирощуванні ячменю ярого, а також пестицидне навантаження на агроценози.

Н.М. Чекалин, В.Н. Тищенко, М.Е. Баташова [210], А.А. Лінчевський [211] стверджують, що застосування регуляторів росту та мікроорганізмів сприяє прискоренню біохімічних процесів, що забезпечує інтенсивніший ріст і розвиток рослин. Зокрема, вчені відмічали у своїх дослідженнях підвищення польової схожості, більш ранні і дружні сходи, збільшення лінійних розмірів стебел на 5 – 6 см та колоса на 3 – 4 см, а також пришвидшення досягання посівів на 4 – 5 днів. Синергія цих позитивних явищ, вважають науковці,

обумовила прирости врожаю зерна ячменю ярого на 0,16 – 0,17 т/га, а також покращення якісних показників, вмісту сирого протеїну зростав на 0,8 – 1,2 %, крохмалю – на 2,3 – 5,7 %.

За повідомленням Т.О. Касаткіної, В.В. Гамаюнової [212], в умовах Південного Степу на чорноземі південному важкосуглинковому застосування регуляторів росту для обприскування рослин ячменю ярого сортів Сталкер і Вакула, забезпечило приріст урожаю зерна порівняно з контрольним варіантом на рівні 0,8 – 1,5 т/га, або 27,1 – 52,7 % залежно від інших досліджуваних чинників.

М. І. Григор'єв, Т. М. Григор'єва, В. В. Аліценко [213] повідомляють, що в умовах Північного Степу України застосування регуляторів росту забезпечує дружний ріст і розвиток рослин, внаслідок наростання кількості вузлових коренів, збільшення площі листкової поверхні та кількості листків на рослині, що в кінцевому результаті позначається на врожайності ячменю ярого.

Результати досліджень Г. Козелець, В. Іщенко, О. Гайденко [214] свідчать, що в умовах нестійкого зволоження Північного Степу застосування регуляторів росту рослин для обробки насіння перед сівбою сприяло підвищенню продуктивності ячменю ярого плівчастого на 0,12 – 0,54 т/га, або на 3,1 – 13,8 %, а позакоренево їх використання – на 0,29 – 0,36 т/га, або 7,4 – 9,7 %.

В.С. Штутгеревич [215], установив, що застосування сучасних стимуляторів гумінового походження дає змогу отримати стабільні прирости врожайності зерна ячменю ярого та сприяє поліпшенню його фізичних показників якості. Для кращої реалізації потенціалу сорту доцільно позакоренево використовувати препарат “4R Foliar concentrate”, що сприяє підвищенню рентабельності вирощування культури більше ніж на 30 %.

Ю.І. Буряк, О.В. Чернобаб, Ю.Є. Огурцов, І.І. Клименко [216], встановили різну сортову реакцію на використання бакових сумішей стимуляторів росту з мікродобривами Квантум-зернові, які застосовували на посівах ячменю ярого у фазах кушіння або прапорцевого листка. Так, ячмінь ярий сорту Виклик найбільший рівень врожайності зерна формував за

використання препарату Регоплант, а сорт Парнас – за позакореневого внесення стимулятора Радостим. Залежно від фази, у яку оброблювали посіви, ці сорти формували 4,15 – 4,18 т/га і 4,33 – 4,24 т/га зерна відповідно

О. М. Коробова, О. О. Вінюков [217], порівнюючи технології вирощування ячменю ярого, встановили, що поєднання таких агрозаходів як внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}$, використання стимулятора росту Айдар та розміщення культури у сівозміні після гороху, сприяли створенню найкращих умов для росту та розвитку рослин, за яких сорти Східний та Степовик забезпечили найвищу середню врожайність – 4,62 та і 4,27 т/га відповідно.

А. Д. Гирка, О. О. Вінюков, П. П. Дмитренко [218] зазначають, що за рахунок стимуляторів росту поліпшуються показники елементів структури врожаю: збільшується довжина колосу, кількість зерен у ньому, а також використання препаратів сприяє збільшенню маси 1000 зерен на 3,7 г. Найбільші прирости врожаю зерна забезпечило комплексне застосування стимуляторів росту для обробки насіння та триразове обприскування вегетуючих рослин. При цьому спостерігали неоднакову ефективність різних препаратів: застосування стимулятора Реаком Плюс забезпечило приріст врожаю зерна на рівні 0,47 т/га, Айдар – 0,51 т/га, Альбіт – 0,55 т/га.

Висновки до розділу 1

Ячмінь ярий одна з провідних зернових колосових культур в Україні і світі. Його цінність визначається багатовекторністю використання на продовольчі, кормові, технічні цілі. Однак останніми рокам спостерігається тенденція до зменшення посівних площ цієї культури, обумовлена відносно невисокими рівнями отриманих врожаїв, що свідчать про недосконалість технологій вирощування, які застосовуються у виробництві, та їх неспроможність задовольнити потреби культури для росту, розвитку і формування продуктивності в умовах кліматичних змін.

Результати досліджень вчених переконливо свідчать, що серед елементів технології, які істотно впливають на формування високопродуктивних

агрофітоценозів та реалізацію генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, є підбір оптимального попередника, ефективна система удобрення, застосування стимуляторів росту рослин, вплив яких залежить від ґрунтових і кліматичних умов вирощування.

Під час воєнного стану і повоєнного відновлення господарства будуть обмежені в коштах і матеріальних ресурсах. Тому зусилля науково-дослідних установ повинні бути направлені на розробку ефективних агрозаходів, які б за мінімальних витрат сприяли підвищенню урожайності польових культур. З огляду на це, в задачі нашого наукового пошуку входило визначення найефективнішого попередника під ячмінь ярий, оскільки досліджень з цього питання в умовах північної частини Правобережного Лісостепу проведено недостатньо.

Аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що на сьогодні немає єдиної думки щодо норм внесення добрив під ячмінь ярий. Можна дійти висновку, що залежно від ґрунтових і кліматичних умов норми добрив під ячмінь та їх вплив на урожайність культури суттєво відрізняються. Отже визначення найраціональнішої системи удобрення добрив за вирощування ячменю після різних попередників в умовах північної частині Правобережного Лісостепу залишається важливим завданням аграрної науки як з практичної, так і з теоретичної точки зору.

Викладений матеріал дає змогу зробити висновок, що ефективність стимуляторів росту для росту, розвитку та формування врожайності ячменю ярого експериментально доведена і не викликає сумнівів. У той же час, рівень їх впливу істотно різниться залежно від виду препаратів та особливостей застосування. Крім того, досліджень впливу цього важливого фактора інтенсифікації вирощування культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу на сьогодні недостатньо, особливо у перспективі його застосування на фоні різних попередників за систем удобрення, які залежать від матеріально–ресурсного забезпечення агроформувань.

Таким чином, удосконалення технології вирощування ячменю ярого за рахунок підбору кращого попередника, застосування ефективної системи удобрення культури, використання стимуляторів росту і мікродобрих, з метою підвищення адаптації рослин до змін клімату та максимальної реалізації генетичного потенціалу культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу є актуальним і потребує детального вивчення.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Дослідження з вивчення особливостей формування продуктивності ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування проведено впродовж 2018 – 2020 рр. у стаціонарному досліді відділу технологій зернових колосових культур Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» (сmt. Чабани Фастівського району Київської області), закладеному у 1987 році.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений крупнопилувато легкосуглинковий з дуже низькою забезпеченістю азотом, середньою калієм і підвищеною фосфором. Фізико – хімічні та агрохімічні показники родючості оброблюваного шару Ґрунту представлені в табл. 2.1, 2.2.

На варіантах досліді, де не вносили добрива (абсолютний контроль), вміст гумусу становив 1,74 % за попередника соя та 1,70 %, за попередника кукурудза на зерно. Уміст лужногідролізованого азоту 74 мг/кг, рухомого фосфору 158 мг/кг та обмінного калію 89 мг/кг після сої та відповідно 68 мг/кг ; 145 мг/кг і 76 мг/кг за попередника кукурудза на зерно. Реакція Ґрунтового розчину по обох попередника коливалась від 4,6 до 5,4, що характеризує його як кислий та слабокислий Ґрунт. Зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив Ґрунт дослідної ділянки мав тенденцію до підкислення. Ступінь насиченості основами варіював у межах від 74 до 91 % за попередника кукурудза на зерно та від 76 до 87 % після сої.

За технології вирощування, яка передбачала заорювання лише побічної продукції попередника, вміст гумусу збільшувався і становив 1,78 мг/кг на ділянках, де попередньо вирощували сою, та 1,76 мг/кг після кукурудзи. За попередника соя вміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору та

обмінного калію становив 70; 163; 94 мг/кг, за попередника кукурудза на зерно - 66; 150; 78 мг/кг відповідно.

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні та агрохімічні показники родючості ґрунту дослідної ділянки за попередника соя, шар 0-20 см, середнє за 2018-2020 рр.

| Система удобрення | | Гумус, % | N лужно-гідролізованій, мг/кг | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | рН сольовий | Нг, мг-екв/100г ґрунту | S, мг-екв/100г ґрунту | Ступінь насичення основами, % |
|---|--|----------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| під попередник | під ячмінь | | | | | | | | |
| Без добрив (контроль) | Без добрив (контроль) | 1,74 | 74 | 158 | 89 | 5,3 | 1,74 | 12,1 | 87 |
| Побічна продукція | Побічна продукція | 1,78 | 70 | 163 | 94 | 5,3 | 1,90 | 11,6 | 86 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 1,80 | 71 | 203 | 106 | 5,2 | 2,31 | 11,1 | 83 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1,80 | 71 | 208 | 109 | 5,1 | 2,38 | 10,9 | 82 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ | П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 1,83 | 73 | 218 | 114 | 4,6 | 2,68 | 9,8 | 79 |
| N ₈₀ P ₃₀ K ₈₀ | П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 1,90 | 77 | 254 | 122 | 4,9 | 2,59 | 8,0 | 76 |
| N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ | П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 1,95 | 75 | 284 | 128 | 5,1 | 3,06 | 9,7 | 77 |

Найбільший вміст гумусу - 2,01 % відмічено у ґрунті дослідного варіанта, який передбачав внесення під ячмінь мінеральних добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)} кг/га д. р., під кукурудзу – N₁₈₀P₁₂₀K₁₈₀ Вміст лужногідролізованого азоту становив 80 мг/кг, рухомого фосфору 262 мг/кг та обмінного калію 147 мг/кг.

На аналогічному варіанті удобрення ячменю ярого за вирощування після сої, розміщеному по варіанту внесення мінеральних добрив під попередник нормою N₆₀P₉₀K₉₀ кг/га д. р., зафіксовано вихідні показники вмісту гумусу на

рівні 1,95 %, лужногідролізованого азоту - 75 мг/кг, рухомого фосфору - 284 та обмінного калію - 128 мг/кг ґрунту.

Таблиця 2.2

Фізико-хімічні та агрохімічні показники родючості ґрунту дослідної ділянки за попередника кукурудза, шар 0-20 см, середнє за 2018-2020 рр.

| Система удобрення | | Гумус, % | N лужно-гідролізований, мг/кг | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | рН сольовий | Нг, мг-екв/100г ґрунту | S, мг-екв/100г ґрунту | Ступінь насичення основами, % |
|--|--|----------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| під попередник | під ячмінь | | | | | | | | |
| Без добрив (контроль) | без добрив (контроль) | 1,70 | 68 | 145 | 76 | 5,4 | 1,82 | 12,1 | 91 |
| Побічна продукція | побічна продукція | 1,76 | 66 | 150 | 78 | 5,3 | 2,11 | 11,7 | 85 |
| N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 1,82 | 75 | 210 | 121 | 5,2 | 2,35 | 11,3 | 82 |
| N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1,80 | 75 | 214 | 137 | 5,0 | 2,52 | 11,5 | 83 |
| N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 1,85 | 78 | 221 | 142 | 4,8 | 2,74 | 10,5 | 79 |
| N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ | П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 1,93 | 83 | 290 | 169 | 4,6 | 3,13 | 8,8 | 74 |
| N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀ | П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 2,01 | 80 | 262 | 147 | 4,6 | 3,42 | 10,0 | 75 |

Представлені результати вказують на те, що ґрунт дослідної ділянки згідно ДСТУ 4362 [219] мав дуже низьку забезпеченість азотом, середню – калієм і підвищену – фосфором.

Місце проведення досліджень знаходиться у перехідній зоні від Лісостепу до Полісся, яка характеризується теплим, помірно вологим кліматом. Середня річна температура повітря становить близько 7,2 °С, сума активних температур коливається в межах 2600-2660 °С.

Період з середньою добовою температурою понад 10°C триває 160-165 днів. Багаторічні спостереження вказують на те, що перехід температури повітря через 10°C тепла в зоні проведення досліджень відбувається восени другого жовтня, навесні – двадцять шостого квітня.

З переходом до сталих середніх добових температур повітря понад 10°C пов'язують початок інтенсивного росту більшості рослин і середні строки сівби теплолюбних сільськогосподарських культур. Температура повітря о 13-й годині вже в квітні сягає $10-11^{\circ}\text{C}$, а максимальна - $25-28^{\circ}\text{C}$.

В літній період спостерігається переважно спочатку тепла, а потім (в липні - серпні) жарка погода. Середня температура повітря о 13-й годині у травні-червні досягає $18-21^{\circ}\text{C}$, у липні-серпні – $22-24^{\circ}\text{C}$, а максимальна – 39°C .

Річна сума опадів складає 600-650 мм, змінюючись від 405 мм в найпосушливіший рік до 925 мм – у надвологий за середньої кількості днів з опадами – 130-180. Більша частина річної суми опадів (70 %) припадає на теплий період року – квітень – жовтень, максимум – на червень – липень. Середній ГТК за вегетаційний період становить 1-1,3. Тривалість теплового періоду року з позитивною середньою добовою температурою повітря (понад 0°C), складає 245 днів. Сумарна сонячна радіація за рік досягає $90-95$ ккал/см² ($3838,5-4051,8$ МДж/м²), частка сумарної ФАР (фотосинтетично активної радіації) за період вегетації з температурою повітря вище 5°C становить 39 ккал/см² ($1683,4$ МДж/м²).

Таким чином, ґрунтово-кліматичні умови в цілому сприятливі для вирощування сортів ячменю ярого, районованих для даної зони.

2.2 Погодні умови в роки проведення досліджень

Погодні умови – один з найважливіших факторів формування продуктивності сільськогосподарських культур. Вони щорічно змінюються порівняно до багаторічних показників як в бік покращення, так погіршення умов вегетації рослин, від чого в значній мірі залежить рівень урожайності культур.

Під час проведення досліджень (2018-2020 рр.) погодні умови за гідротермічними показниками (температура повітря та кількість опадів) мали відмінності як від середньобагаторічних значень, так і за роками (додатки В.1; В.2). Їх детальна характеристика наводиться на рис. 2.1 і 2.2, охоплюючи період з березня по липень.

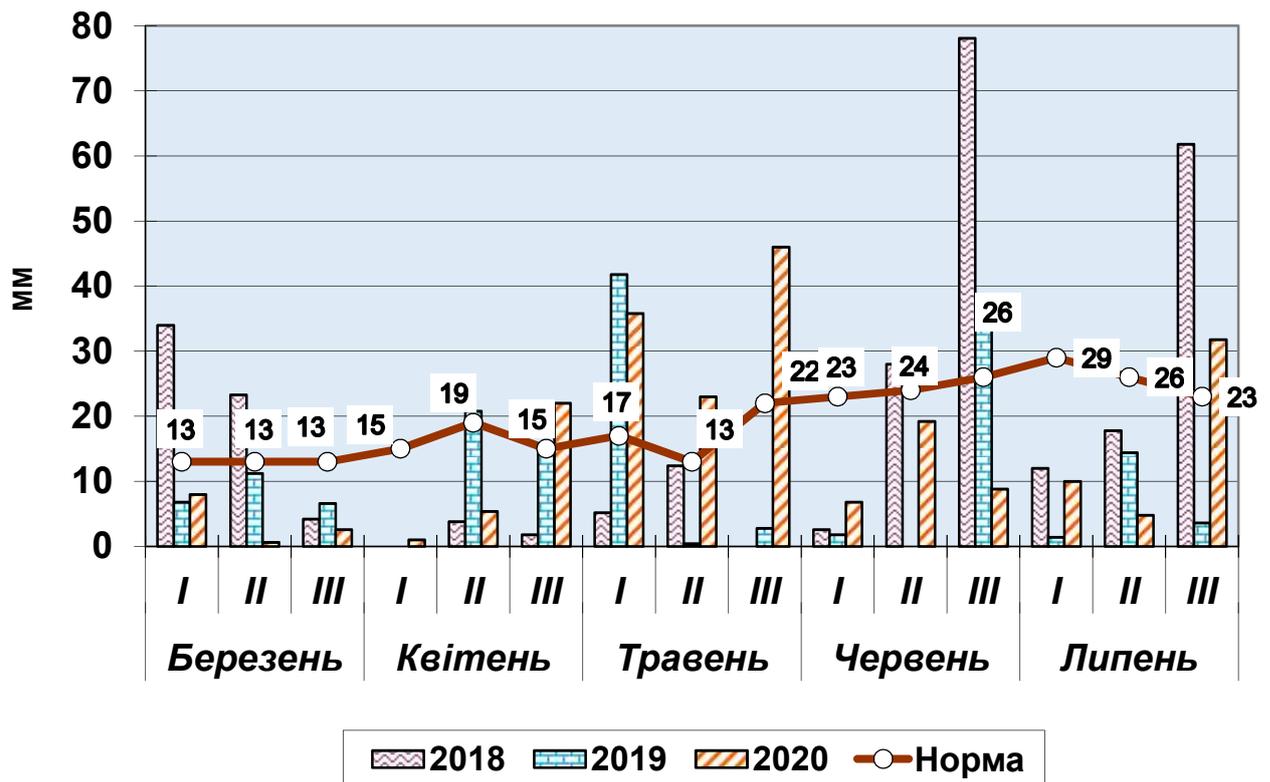


Рис. 2.1 – Кількість опадів за період вирощування ячменю ярого, 2018–2020 рр., мм

Березень 2018 року відрізнявся значними коливаннями у розподілі опадів протягом місяця. Так, за першу декаду випало 34 мм вологи (у вигляді мокрого снігу), протягом другої – 23,3 мм, що перевищує середньобагаторічну норму на 21 і 10,3 мм відповідно. Це забезпечило поповнення запасів продуктивної вологи в ґрунті, що в подальшому позитивно вплинуло на проростання насіння і проходження початкових етапів росту і розвитку культури. Погодні умови третьої декади березня (відсутність опадів, низька середньодобова температура

повітря і ґрунту) були несприятливими для сівби ячменю ярого, тому цей агрозахід було проведено у дещо пізніший, ніж зазвичай термін, 11 квітня, а вже через 7 днів отримано повні сходи.

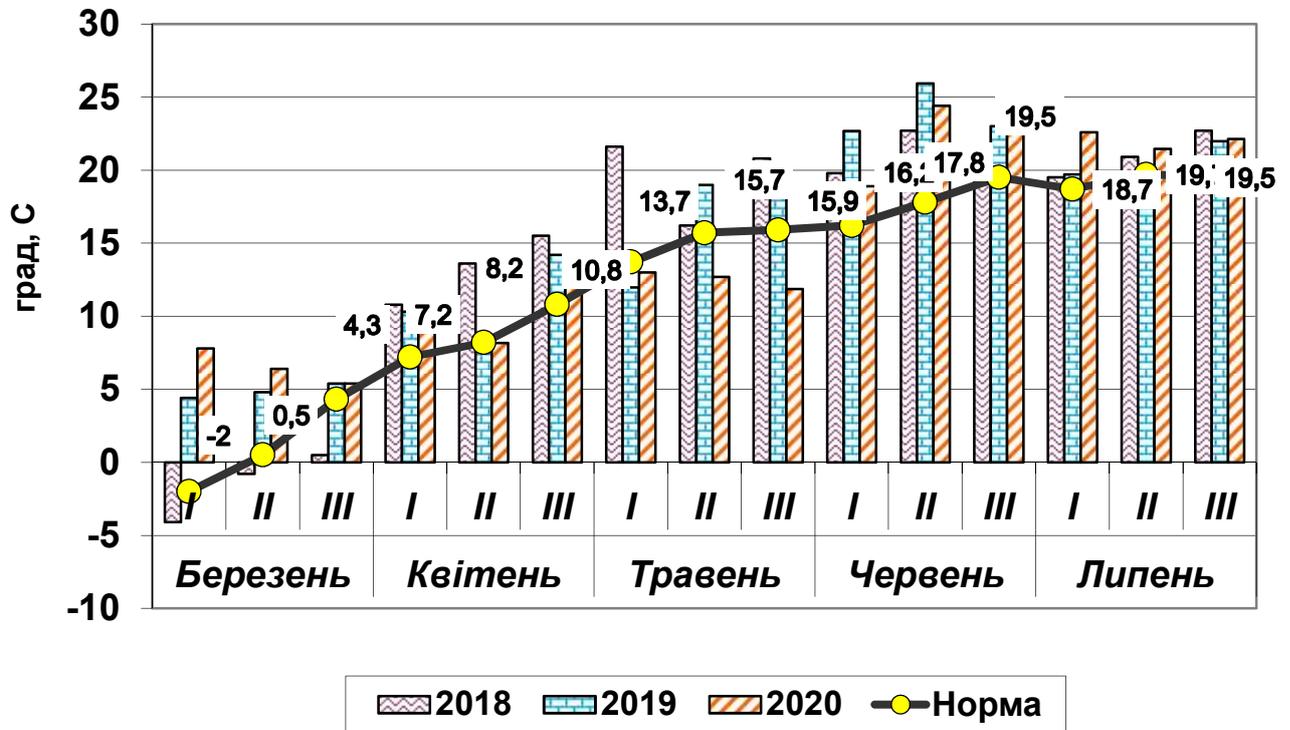


Рис. 2.2 – Середня добова температура повітря за період вирощування ячменю ярого, 2018–2020 рр., °С

Квітень місяць відрізнявся теплою погодою з жорстким дефіцитом опадів. Середні температури повітря становили від 10,8 °С у першій декаді до 15,5 °С у третій декаді, перевищуючи норму відповідно на 3,6-4,7 °С. При цьому за такого термічного режиму за місяць випало лише 5,6 мм вологи, або 11,4% до середньобогаторічних показників.

У травні відмічено жарку погоди з нестабільним волого забезпеченням протягом місяця. Температура повітря значно перевищувала середньобогаторічні показники – на 7,9 °С у першій декаді, 0,5 – у другій, на 4,9 °С – у третій декаді. Сприятливе забезпечення вологою відмічали лише у другій декаді, коли випало 12,4 мм, що є близьким значенням до середньо

багаторічних показників (13 мм). У двох інших декадах відмічено дефіцит опадів – якщо у першій випало 5,2 мм, або 30,5 % до норми, то третя відрізнялася посушливими явищами – опадів не було взагалі.

Схожі явища відмічено і у першій декаді червня – температура переважала середньобагаторічні показники на 3,6 °С за значного дефіциту опадів – 2,6 мм за норми для цього періоду 23 мм. Друга декада липня характеризувалася сприятливою погодою – 28 мм опадів за середньої температури 22,7 °С, що позитивно вплинуло на процеси формування елементів структури врожаю ячменю ярого. Протягом третьої декади місяця, яка характеризувалася близькими до нормативних значень температурними показниками (19,6 °С), пройшли зливові дощі, які перевищили середньобагаторічну норму опадів утрічі – 78,1 мм.

Липень характеризувався сприятливими умовами у першій та до середини другої декади за помірною температурною режимом. Наприкінці другої декади погодні умови для досягання ячменю ярого внаслідок дощової погоди, яка тривала майже всю третю декаду, значно ускладнились, що подовжило цей період та погіршило умови збирання, яке провели 27 липня.

Таким чином, період вегетації ячменю ярого у 2018 р. відзначився дефіцитом опадів та підвищеним температурним режимом з I по IX етапи органогенезу і складними погодними умовами під час досягання. В цілому, за вегетаційний період сума активних температур понад 10 °С склала 1966 °С, сума опадів – 206 мм.

Погодні умови березня 2019 р., внаслідок раннього, але нестійкого переходу середньодобових температур через +5 °С (8 березня) дали змогу розпочати сівбу ранніх ярих зернових культур, у тому числі і ячменю ярого, у ранні терміни (21 березня). Вологозабезпечення відрізнялося від середньобагаторічних показників нестабільністю опадів - якщо протягом другої декади їх кількість становила 11,2 мм, або 86% норми, то у першій і третій декаді забезпечено лише половина декадної норми вологи.

Квітень розпочався з посушливої і відносно теплої погоди – у першій декаді опадів не було, а середня температура перевищувала багаторічні показники на 3,1 °С. Друга і третя декади відрізнялися погодними умовами, близькими до середньо багаторічних значень – температура 7,9 і 14,2 °С, кількість опадів - 20,8 і 15,2 мм відповідно.

На початку травня відмічено вологу і прохолодну погоду – за I декаду випало 41,8 мм, або дві з половиною декадних норми опадів за зниження середньодобової температури до 12,0 °С (норма – 13,7 °С). натомість друга і третя декади відзначено стресовими явищами – майже повна відсутність опадів (3,2 мм за дві декади) та стрімке підвищення середньодобових температур повітря до 19,0 і 20,4 °С відповідно (за норми 15,7 і 15,9 °С).

Протягом двох перших декад червня відмічено аналогічні явища – за двадцять днів випало лише 1,8 мм опадів, температурні показники перевищували норму на 6,5-8,1 °С. Таким чином, протягом чотирьох декад, спостерігали несприятливі гідротермічні умови. Але опади третьої декади (35 мм, або 134% норми) сприяли активному розвитку рослин і формуванню елементів продуктивності ячменю ярого.

Протягом липня випало 19,4 мм опадів (за норми 78 мм), що було достатньо для завершення вегетації ячменю ярого. Температурні показники були близькими до середньо багаторічних.

В цілому вегетаційний період ячменю ярого у 2019 р. тривав 104 доби, що було в межах середніх багаторічних показників для цієї культури у зоні проведення досліджень. Кількість опадів сягала 134 мм, або 60% до норми за цей період. Сума активних температур понад 10 °С склала 1789 °С.

Перша декада березня 2020 р. характеризувалася відносно сприятливими погодними умовами – випало 8 мм опадів, або 61,5 % до норми, а температура підвищилася до 7,8 °С. Тепла погода збереглася і в другій декаді (6,4 °С), що дозволило провести сівбу ячменю ярого 19 березня. Однак надалі очікування щодо сприятливих погодних умов не справдилися – у третій декаді опадів

випало лише 2,6 мм (20% норми), за середньої температури протягом декади 5,4 °С.

Негативні явища продовжувалися і у першій половині квітня – відмічено жорсткий дефіцит вологи, тоді як середньодобові температури повітря були на рівні середніх багаторічних значень, що в поєднанні із суховійними явищами та низькою відносною вологістю повітря (17 днів з мінімальною відносною вологістю повітря нижче 30%) створювало складні умови для проходження фази перших листків. Лише завдяки інтенсивним опадам (понад 20 мм) у середині третьої декади квітня умови вологозабезпечення рослин ячменю ярого покращилися і до початку фази виходу у трубку вегетація відбувалася за достатнього вологозабезпечення та помірного температурного режиму, що до певної міри позитивно вплинуло на процеси кушіння.

Травень 2020 р. характеризувався вологою і прохолодною погодою – протягом місяця випало 104,8 мм опадів тоді як за середньодобові температури повітря знаходилися на рівні середньобагаторічних показників лише у I декаді - 13,0 °С, тоді як протягом другої і третьої – були меншими за норму на 3,0 і 4,0 °С відповідно.

Червень характеризувався підвищеними температурами повітря (18,9-24,4 °С), протягом місяця випало 34,8 мм опадів, або близько половини середньобагаторічної норми.

Період досягання ячменю ярого у 2020 р., який припав на першу та другу декади липня, тривав 22 доби характеризувався недостатньою кількістю опадів (лише 15 мм за норми 65 мм) та перевищенням середньодобових температур норми на 2–4 °С.

Таким чином, вегетаційний період ячменю ярого у 2020 р., за загальної його тривалості 106 діб відзначився недостатнім теплозабезпеченням (сума активних температур понад 10 °С склала 1612 °С) особливо у першій половині вегетації та недостатньою кількістю опадів, загальна сума яких становила 183 мм, або 80% до норми.

Проте, незважаючи на строкатість погодних умов у роки проведення досліджень, їх відхилення від середніх багаторічних значень в окремі періоди росту і розвитку, рівні урожайності ячменю ярого та характер їх зміни дозволив отримати достовірні результати та визначити закономірності впливу технологічних факторів, які вивчали.

2.3 Програма проведення досліджень

Дослідження проводили у стаціонарному багатофакторному досліді, в якому вивчаються різні за рівнем інтенсифікації моделі технології вирощування зернових культур, зокрема ячменю ярого, які відрізняються за рівнем застосування мінеральних добрив, стимуляторів росту, побічної продукції попередника. Схема досліду наведена в табл. 2.3

Таблиця 2.3

Схема досліду

| № варіантів стаціонар ного досліді | Фактори | | |
|--|---|---|--|
| | Фактор А Попередник | Фактор В Удобрення | Фактор С Стимулятор росту |
| 12 | 1. Кукурудза на зерно; 2. Соя | Без добрив (контроль) | 1. Без стимуляторів росту; 2. З застосуванням стимуляторів росту |
| 10 | | Побічна продукція попередника (П.п.) | |
| 8 | | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | |
| 1 | | П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | |
| 2 | | П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | |
| 3 | | П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | |
| 5 | | П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | |

Характеристика сорту. Сорт ячменю ярого Віраж селекції Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН.

Апробаційні ознаки. Різновидність нутанс. Кущ напівпрямий. Колос дворядний, циліндричний, середньої довжини та щільності, зі слабким восковим нальотом. Ості довгі, зазублені, антоціанове забарвлення кінчиків середньої інтенсивності. Колоскові луски довші за зернівку. Зернівка плівчаста, тонкозморшкувата, видовжено-еліптична, солом'яно-жовта. Основна щетинка зернівки довговолосиста.

Урожай і якість. До Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесений у 2015 р. Високоврожайний. Максимальна врожайність у 2015 р. – 8,09 т/га ($N_{60}P_{60}K_{60}$, норма висіву – 4 млн./га). Середня врожайність за роки конкурсного сортовипробування МПП – 4,36 т/га. Середньостиглий (період «сходи-колосіння» – 52-55 діб). Середньорослий (75-90 см). Стійкість до вилягання – 7-8 балів. Стійкість до осипання 9 балів. Стійкість проти борошнистої роси і плямистостей листя – 6-7 балів, карликової іржі – 7-8 балів. Вміст білка в зерні 10,9–11,2 %. Маса 1000 зернин 45,4-52,4 г [220].

Агротехніка загальноприйнята для зони, крім досліджуваних елементів технології. Система обробітку ґрунту під ячмінь ярий включала дворазовий обробіток стерні дисковою бороною АГД – 2,5 і оранку плугом ПЛН-3-35 на глибину 20-22 см. Рано навесні проводили обробіток культиватором КН – 3,8 та передпосівний обробіток агрегатом типу „Європак” на глибину заробляння насіння. Сівбу проводили сівалкою СН-16А звичайним рядковим способом.

Використовували мінеральні добрива у формі аміачної селітри (34,5% д. р. азоту), суперфосфату (19,5% д. р. P_2O_5) і калію хлористого (56% д. р. K_2O). Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток, азотні – навесні під культивацію. На IV етапі органогенезу ячменю ярого проводили його підживлення азотними добривами. На варіанті удобрення ($N_{30}P_{30}K_{30}$) застосовували мікродобриво Біфоліар (Мікро плант) на IV етапі органогенезу. В основу розроблення моделей технологій вирощування ячменю закладена система удобрення, яка ґрунтується на внесенні рекомендованих за

результатами багаторічних досліджень в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах доз добрив (вар. 2) і їх диференціації (зменшення і збільшення) (вар. 1, 5), а також застосування добрив на запланований врожай 6 т.

У досліді було передбачено інтегровану систему захисту - протруювання насіння перед сівбою препаратом Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т), обприскування посівів гербіцидом Агрітокс (1,0 л/га), фунгіцидом Фалькон (0,6 л/га) та інсектицидом Нурелл Д (1,0 л/га).

У варіантах, які передбачали застосування стимуляторів росту, одночасно з протруюванням проводили обробку насіння препаратом Регоплант (250 мл/т), а для обприскування посівів на IV етапі органогенезу використовували бакову суміш зазначених вище пестицидів з стимулятором Стимпо (25 мл/га).

Характеристика мікродобрив і стимуляторів росту. Регоплант є комплексним стимулятором росту зернових культур. Діюча речовина - продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 0,3 г/л; комплекс біогенних мікроелементів: B^{3+} 0,23 г/л, Cu^{2+} 0,26, Mn^{2+} 0,2, Zn^{2+} 0,32, Co^{2+} - 0,14, Fe^{2+} 0,5, Mo^{6+} 0,1 г/л; калієва сіль нафтицилової кислоти 1 мг/л; аверсектин 3 0,01 г/л. Дозволений для використання в органічному виробництві (Додаток 3.1). Виробник – Агробіотех [221].

Стимулятор росту Стимпо із серії полікомпонентних препаратів в основу дію закладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів – мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і авермектинів. Діюча речовина: продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 1 г/л; комплекс біогенних мікроелементів 0,014 г/л; аверсектин С продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*. Дозволений для використання в органічному виробництві (Додаток 3.2). Виробник – Агробіотех [221].

Біфоліар МікроПлант - мікродобриво, антистресант, з природнім фунгіцидним ефектом, містить мікроелементи та активні органічні речовини. Діюча речовина: N 11,6 %, K_2O 14,5, MgO 4,4, SO_3 , B 0,44, Cu 0/73, Fe 1,45,

Mn 2,18, Mo 0,01, Zn 1 %; органічні: 3,0 %; густина кг/л: 1,45 %, рН 5,0 7,0 %.
Виробник – Біфоліар [222].

2.4 Методика проведення досліджень

Польові дослід з ячменем закладено, а дослідження виконано згідно урахуванням вимог методики проведення дослідної справи [223]. Посівна площа ділянки– 36 м², облікова – 28 м². Повторність – чотириразова, розміщення ділянок систематичне.

Програма супутніх досліджень включала:

- визначення у шарі ґрунту 0 – 60 см вмісту продуктивної вологи через кожні 20 см згідно ДСТУ ISO 11465: 2001 термостатно-ваговим методом [224];
- відбір ґрунтових зразків для оцінки водного та поживного режимів ґрунту проводили до сівби, та на I, IV, IX, XII етапах органогенезу ячменю.
- визначення у шарі ґрунту 0 – 60 см вмісту легкогідролізного азоту за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015) [225];
- визначення вмісту кислоторозчинного фосфору та обмінного калію за методом Чирикова в модифікації ЦІНАО (ДСТУ 4115:2002) [226];
- визначення вмісту гумусу в ґрунті (ДСТУ 4289:2004.) [227];
- визначення рН ґрунту згідно з ДСТУ (ISO) 10390:2001. [228];
- фенологічні спостереження та морфофізіологічні дослідження розвитку рослин ячменю ярого за Ф.М. Куперман [229];
- визначення вегетативної маси за основними етапами органогенезу шляхом відбору рослинних проб у двох несуміжних повтореннях з рядків довжиною 0,33 м, в яких визначали масу сирої проби та масу структурних елементів [230];
- визначення маси абсолютно сухої речовини в рослинах ячменю на IV, VI, IX і XII етапах органогенезу за термостатно-ваговим методом [231];
- визначення динаміки формування листової поверхні за методикою Ничипоровича [232];

– розрахунок фотосинтетичного потенціалу посіву (ФПП) за формулою:

$$\text{ФПП} = (\text{П1} + \text{П2})\text{T}/(2 \cdot 1000), \quad (2.1)$$

де: П1, П2 – площа листкового апарату в певні фази розвитку, тис. м²/га;
Т – довжина міжфазного періоду, діб.

– визначення чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) за методикою, описаною А.А.Ничипоровичем [233], згідно формули:

$$\text{ЧПФ} = (\text{М2} - \text{М1})/[0,5 \cdot (\text{П1} + \text{П2}) \cdot \text{Д}], \quad (2.2)$$

де: М1, М2 – маса рослин на одиниці площі на початку в кінці певного періоду, г;

П1, П2 – площа листкового апарату в ці самі періоди визначення, см²; Д – тривалість періоду, діб.

– визначення азоту, фосфору, калію в листі ячменю ярого на IV, VI, IX та солomé на XII етапах органогенезу. Азот визначали за методом К'ельдаля [234], фосфор – колориметрично на ФЕК ЛМФ 74М [235]; калій – полум'яно-фотометричним методом після мокрого озоління осаду за Гінзбург та Щегловою [236];

– визначення урожайності основної та побічної продукції проводили поділянково, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу зерна перераховували на урожайність з 1 гектара з урахуванням засміченості і вологості (ДСТУ 4138–2002) [237];

– масу 1000 насінин визначали згідно з ДСТУ 4138–2002 [237] методом відбору двох проб по 500 насінин та зважуванням на електронних вагах;

– визначали натурну масу зерна згідно ДСТУ 3769-98 [238];

– аналіз зерна за вмістом у ньому протеїну, білка, жиру, крохмалю, золи проводили методом інфрачервоної спектроскопії, згідно ДСТУ 4117:2007, на інфрачервоному аналізаторі NIP Scanner 4250 р з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114 [239];

- статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу [240] на персональному комп'ютері з використанням пакетів прикладних програм типу Exel, Statistica, Sigma;
- розрахунок економічної та енергетичної ефективності технології вирощування проводили з урахуванням застосованих агрозаходів [241 – 243].

Висновки до розділу 2

1. Погодно-кліматичні умови в роки проведення досліджень відрізнялись строкатістю, мали відхилення від середньобагаторічних значень, але в цілому були сприятливими для росту, розвитку і формування продуктивності ячменю ярого.

2. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений крупнопилувато легкосуглинковий з дуже низькою забезпеченістю азотом, середньою калієм і підвищеною фосфором, є типовим для Правобережного Лісостепу України та сприятливим для вирощування досліджуваної культури.

3. Під час виконання досліджень використовували загальноприйняті польові, лабораторні, вимірювально-вагові, математико-статистично та розрахунково-порівняльні методи.

4. Програма досліджень, методично вірно закладені і проведені досліді, застосування сучасних методів спостережень, вимірювань, аналізів та оцінок досліджуваних матеріалів дозволили отримати достовірні результати, узагальнити отримані дані, сформулювати відповідні висновки та на їх основі сформулювати рекомендації виробництву.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Для отримання дружніх сходів, забезпечення оптимальних умов росту і розвитку сільськогосподарських культур основним зв'язуючим фактором є запас продуктивної вологи в ґрунті. Агровиробники, насамперед, при вирощуванні сільськогосподарських культур зосереджують свою увагу на підборі якісного насіння, добрив, систем захисту, тощо, забуваючи при цьому про надзвичайно важливий фактор – вологозабезпечення. Питання запасів продуктивної вологи в ґрунті має першочергове значення при побудові структури посівних площ та визначає вибір технології вирощування сільськогосподарських культур.

Загальне використання вологи рослинами ячменю ярого збільшується у період від сходів до колосіння. Якщо під час фази сходів та кушіння опади відсутні, то верхній шар ґрунту (3–5 см) висихає, що перешкоджає утворенню вторинної кореневої системи. По цій причині в роки весняної посухи ярий ячмінь ярий має слабкі вторинні корені і не може використовувати вологу з шару ґрунту 50 – 100 см. Максимальна витрата її припадає на фази виходу в трубку-колосіння [243].

На думку О. І. Цилюрика, В. І. Чорної, Л. М. Десятник, В. І. Горщара, між продуктивністю ячменю ярого і вологозабезпеченістю існує пряма пропорційна залежність [244]. За достатньої кількості ґрунтової вологи, формуються сприятливі умови для росту і розвитку польових культур і як результат підвищується їх урожайність. Установлено, що загальна кількість води, яка витрачається посівом за період вегетації та витрат води на одиницю врожаю може регулюватися у певних межах за допомогою агротехніки, зокрема, підбором сортів, густоти посіву, попередників, норм мінеральних добрив та інших чинників [245 – 248].

За даними науковців В.В. Гамаюнової, А.О. Кувшинової [249] встановлено, що на ґрунтах з низькою забезпеченістю поживними речовинами навіть у роки з достатньою кількістю опадів одержати високу врожайність сільськогосподарських культур без використання оптимальної кількості мінеральних добрив дуже складно.

Оптимізація умов живлення рослин значно зменшує витрати вологи на формування врожаю і, навпаки, без добрив ґрунтова волога нераціонально витрачається рослинами [250]. Впродовж останніх років спостерігаються суттєві зміни клімату, змінюється середньорічна кількість опадів і температурний режим, що негативно впливає на водоспоживання культур. За істотних змін гідротермічних показників, особливо в період активної вегетації та закладання продуктивності культури, інтенсивності водоспоживання ячменю в період дефіциту зволоження, а також динамічний вплив агротехнічних заходів на витрати вологи вивчені недостатньо. У зв'язку з цим, дослідження даних питань є дуже актуальним та потребують розширеного аналізу в поєднанні кліматичних та агротехнічних заходів у комплексі.

3.1 Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунті впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого залежно від погодних умов, попередника та удобрення

Залежно від етапів росту та розвитку рослин встановлено зменшення рівня вологозабезпечення рослин ячменю ярого ближче до завершення періоду вегетації культури. Зокрема, найвищі запаси продуктивної вологи відмічено на початкових етапах росту і розвитку (I – IV етапи органогенезу). У наступні етапи, починаючи від фази цвітіння спостерігається істотне зменшення рівня вологозабезпеченості 0–60 см шару ґрунту, що зумовлено у першу чергу відсутністю атмосферних опадів у даний період та активними ростовими процесами, на що у свою чергу рослини культури використовують наявні запаси ґрунтової вологи.

Поряд із вище згаданим, виявлено істотну різницю за вмістом продуктивної вологи у 0–60 см шарі ґрунту за роками проведення досліджень. У 2020 році відмічено найнижчі показники, де кількість продуктивної вологи в 0–60 см шарі ґрунту на I етапі органогенезу варіювала в межах від 73,2 до 90,2 мм за попередника соя та від 77,8 до 87,7 мм за попередника кукурудза на зерно (додаток Г.3). За сприятливіших погодних умов 2018 та 2019 рр. її запаси істотно зростали і становили 111,3–119,2 мм та 98,3–109,8 мм за попередника соя та 106,8–114,3 та 86,9–101,1 мм за попередника кукурудза на зерно (додатки Г.1; Г.2) відповідно. За внесення добрив істотного збільшення даного показника на першому етапі органогенезу не виявлено.

У середньому за 2018–2020 рр. запаси продуктивної вологи у 0–60 см шарі ґрунту на I етапі органогенезу (фаза сходів) були в межах 86,6–103,0 мм із найнижчими значення на контрольному варіанті дослідів (табл. 3.1; 3.2).

Використання побічної продукції на добриво сприяло збільшенню вмісту продуктивної вологи в ґрунті до 98,8 мм за попередника соя та до 92,4 мм попередника кукурудза на зерно. Найвищі показники вологозабезпеченості відмічено за сумісного використання побічної продукції досліджуваних попередників (соя та кукурудза на зерно) та внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60}^{(IV)}$ кг/га д. р., які на період появи сходів культури становили 103,0 та 97,5 мм, або відповідно на 16,4 та 15,0 мм більше ніж на контрольному варіанті.

Критичним для розвитку ячменю ярого є період з IV по VIII етапи органогенезу культури. Саме у цей час культура вимагає найбільшого вологозабезпечення (так як починають формуватися генеративні органи рослини), в подальшому компенсувати її буде не можливо. У середньому за роки проведення досліджень впродовж IV етапу органогенезу вміст продуктивної вологи у 0–60 см шарі ґрунту за попередника соя коливався в межах від 80,5 до 89,1 мм. За аналогічних умов після попередника кукурудза на зерно відмічено зростання запасів вологи до 85,1–93,2 мм.

Таблиця 3.1

Динаміка запасів продуктивної вологи в 0-60 см шарі ґрунту після попередника соя, за період вегетації рослин ячменю ярого, середнє за 2018-2020 рр., мм

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | |
|---|-------------------|----------|----------|----------|
| | I | IV | IX | XI |
| Без добрив (контроль) | 86,6 | 85,5 | 33,2 | 37,1 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 98,8 | 89,1 | 34,6 | 38,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 99,9 | 88,2 | 34,1 | 37,2 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 96,7 | 87,2 | 39,9 | 34,5 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30 (IV)} | 99,3 | 88,6 | 34,1 | 34,4 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60 (IV)} | 103,0 | 80,5 | 36,3 | 40,9 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45 (IV)} | 100,4 | 82,2 | 33,1 | 39,1 |
| $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 97,8±2,0 | 85,9±1,3 | 35,0±0,9 | 37,4±0,9 |
| V, % | 5,4 | 3,9 | 6,8 | 6,3 |
| S | 5,3 | 3,4 | 2,4 | 2,4 |

Найкращим за вологозабезпеченістю та урожайністю ячменю ярого виявився 2019 рік. Зокрема, на контрольному варіанті запаси продуктивної вологи у 0–60 см шарі ґрунту становили 106,8 і 111,1 мм відповідно досліджуваних попередників (додаток Г.2). Найвищими показниками на IV етапі органогенезу вирізнявся варіант досліду за технології вирощування ячменю ярого, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою N₃₀P₃₀K₃₀ + мікродобриво. На цьому варіанті показник становив 115,1 мм після попередника соя. Щодо попередника кукурудза на зерно отримали 123,8 мм за технології вирощування, яка передбачала внесення N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30 (IV)} на фоні заробляння побічної продукції попередника.

На IX етапі органогенезу виявлено суттєве зменшення вологозабезпеченості рослин (порівняно з IV етапом органогенезу), що є результатом інтенсивного водоспоживання попередніх етапів росту та розвитку рослин. У середньому за роки досліджень по попереднику соя запаси вологи коливалися в межах від 33,2 до 39,9 мм, а після кукурудзи на зерно відповідно від 36,2 до 42,6 мм. Найвищі запаси продуктивної вологи, незалежно від попередників, забезпечила технологія вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р.

Таблиця 3.2

Динаміка запасів продуктивної вологи в 0 – 60 см шарі ґрунту після попередника кукурудза на зерно за період вегетації рослин ячменю ярого, середнє за 2018-2020 рр., мм

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | |
|---|-------------------|----------|----------|----------|
| | I | IV | IX | XI |
| Без добрив (контроль) | 82,5 | 90,8 | 36,2 | 39,3 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 92,4 | 93,2 | 38,9 | 41,2 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 94,7 | 92,1 | 40,9 | 43,3 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 94,5 | 91,6 | 42,6 | 41,3 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + N_{30} (IV) | 96,2 | 93,1 | 40,6 | 43,1 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80}$ + N_{60} (IV) | 97,5 | 88,4 | 35,2 | 43,9 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90}$ + N_{45} (IV) | 99,5 | 85,1 | 31,1 | 41,8 |
| $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 93,9±2,1 | 90,6±1,1 | 37,9±1,5 | 42,0±0,6 |
| V, % | 5,9 | 3,2 | 10,5 | 3,8 |
| S | 5,5 | 2,9 | 4,0 | 1,6 |

На XII етапі органогенезу (у середньому за роки досліджень) виявлено тенденцію щодо збільшення запасів продуктивної вологи у 0–60 см ґрунту, що

пояснюється надмірною кількістю опадів у 2018 році, коли в кінці вегетації рослин ячменю ярого їхня кількість була майже вдвічі більшою порівняно до 2019 та 2020 років. Зокрема, за попередника соя вона становила 37,1–40,9 мм, а за попередника кукурудза на зерно – 39,3–43,9 мм.

Підсумовуючи викладене, можна зазначити, що запаси продуктивної вологи у ґрунті більшою мірою залежали від погодних умов ніж від попередників та технологій вирощування ячменю ярого Віраж.

3.2 Інтенсивність водоспоживання рослинами ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування та попередників

В умовах зміни клімату створення сприятливих умов водоспоживання є важливою складовою отримання високих врожаїв ячменю ярого.

За результатами досліджень встановлено закономірності динаміки вмісту продуктивної вологи в 0–60 см шарі ґрунту залежно від попередника, рівня удобрення та періоду визначення. У середньому за 2018–2020 рр. вміст продуктивної вологи на час сівби становив 984 м³/га за попередника соя та 918 м³/га за попередника кукурудза на зерно у контрольних варіантах (рис.3.1). На варіантах досліду, де заорювалася лише побічна продукція попередника, даний показник збільшувався до 988 і 924 м³/га залежно від попередника відповідно.

Найбільший вміст продуктивної вологи (1030 м³/га) отримали після попередника соя за технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)}. Щодо попередника кукурудза на зерно, досліджуваний показник був нижчим і становив 995 м³/га на фоні внесення добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)}. Вміст продуктивної вологи мав тенденцію до збільшення із підвищенням дози мінеральних добрив на фоні заорювання побічної продукції попередників на добриво.

В кінці вегетації рослин ячменю ярого сорту Віраж даний показник варіював в межах від 344 до 409 м³/га по попереднику соя та від 403 до 439 м³/га за попередника кукурудза на зерно.

Аналізуючи кореляцію урожайності за вмістом продуктивної вологи ґрунту при вирощуванні ячменю ярого після сої на час сівби, встановлено середній рівень зв'язку ($r = 0,474$), а на час збирання зв'язок знизився до слабого рівня ($r = 0,057$). За вирощування ячменю після кукурудзи на час сівби спостерігали прямий тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,967$), а на час збирання прямий середній ($r = 0,593$).

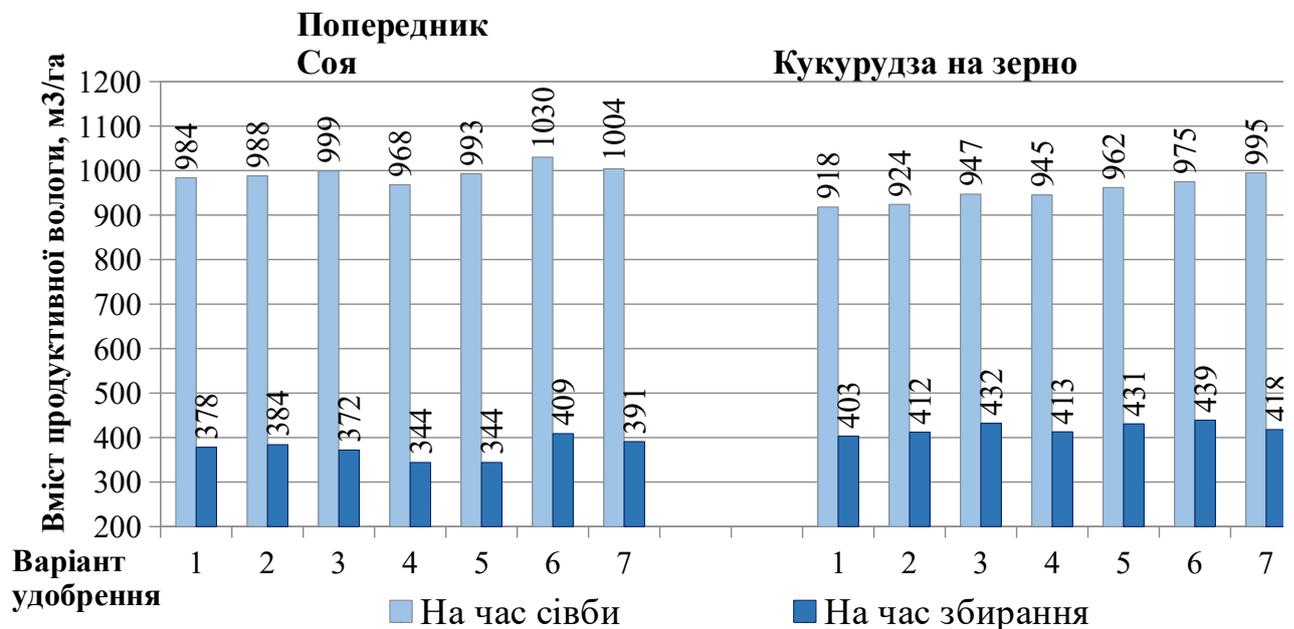


Рис. 3.1 Вміст продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–60 см, м³/га

Примітка: Варіант удобрення: 1 - Без добрив; 2 - Побічна продукція попередника (П. п.); 3 - П. п. + N₃₀P₃₀K₃₀ + мікродобриво; 4 - П. п. + N₃₀P₃₀K₃₀; 5 - П. п. + N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30(IV)}; 6 - П. п. + N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)}; 7 - П. п. + N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)}

В середньому за роки досліджень загальне водоспоживання за період від сівби до збирання ячменю ярого становило 1253 м³/га.

Загальне водоспоживання залежало як від дози внесення мінеральних добрив, так і від попередників. На контрольному варіанті сумарне

водоспоживання становило 1831 м³/га за попередника соя та 1735 м³/га за попередника кукурудза на зерно. Найбільше водоспоживання ячменю ярого 1874 м³/га відмічено за технології вирощування з внесенням добрив нормою N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30 (IV)} за попередника соя. За попередника кукурудза на зерно величина даного показника зменшилася до 1797 м³/га, за внесення N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45 (IV)} та заробляння побічної продукції попередника. Встановлено, що при збільшенні урожайності ячменю ярого, сумарне водоспоживання збільшувалося відповідно досліджуваних варіантів.

Оптимальні умови живлення є одним з основним факторів, які забезпечують економніше використання вологи рослинами ячменю ярого. В результаті розрахунку коефіцієнта водоспоживання було встановлено, що найменшим він був після попередника кукурудза на зерно. За даного попередника найбільш економне витрачання вологи рослинами ячменю ярого (375 м³/т) мало місце за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45 (IV)} кг/га д. р., тоді як після попередника соя він був вищим і становив 425 м³/т зерна.

Найбільший коефіцієнт водоспоживання в досліді 1117 м³/т зерна відмічено після попередника кукурудза на зерно за технології, що передбачала лише заорювання побічної продукції попередника. Тоді як після іншого попередника найбільшим він був на контрольному варіанті та становив 726 м³/т зерна.

Одержані дані показали, що коефіцієнт водоспоживання значно різнився залежно від попередників. На варіантах без добрив та за внесення їх нормою N₃₀P₃₀K₃₀ кг/га д.р. після попередника кукурудза на зерно на створення 1 т зерна витрачалось на 58-424 м³/т води більше, ніж за вирощування ячменю ярого після сої. За внесення підвищених і високих норм (N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30 (IV)}, N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60 (IV)}, N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45 (IV)} кг/га д. р.) перевагу має попередник кукурудза на зерно, де витрачалось менше на 8–60 м³ вологи на формування 1 т зерна. Щодо мінерального живлення, то після попередника соя, за рахунок внесення добрив відмічали зменшення рівня водоспоживання на 48–301 м³/т, що свідчить про

ефективніше використання вологи культурою (рис. 3.2). Після попередника кукурудза на зерно спостерігається аналогічна залежність (рис. 3.3).

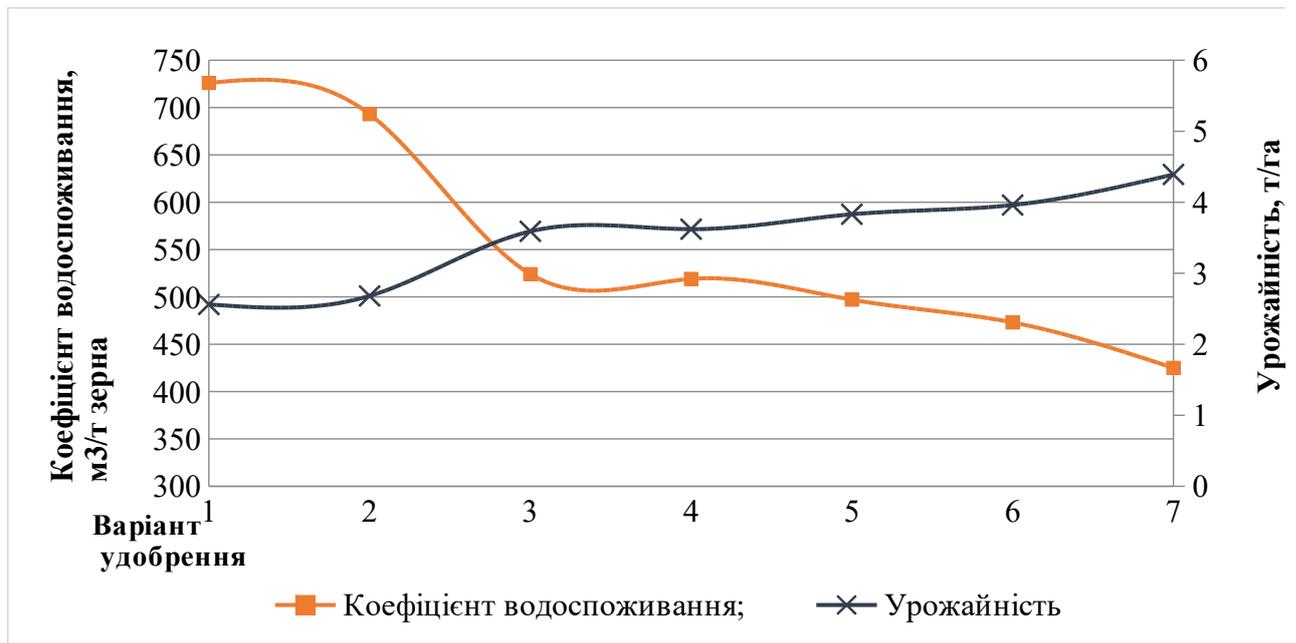


Рис. 3.2. Особливості водоспоживання ячменю ярого після попередника соя, середнє за 2018 – 2020 рр.

Примітка: Варіант удобрення: 1 - Без добрив; 2 - Побічна продукція попередника (П.п.); 3 - П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво; 4 - П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 5 - П. п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{30(IV)}$; 6 - П. п. + $N_{60}P_{80}K_{80}$ + $N_{60(IV)}$; 7 - П. п. + $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$

Дослідженнями встановлено, що рослини ячменю ярого, після попередника кукурудза на зерно найбільш ефективно використовували ґрунтову вологу на формування 1 т зерна за технології вирощування, яка передбачала заорювання побічної продукції попередника і внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ кг/га д. р., порівняно до попередника соя.

Аналізуючи особливості водоспоживання ячменю ярого за різних попередників визначено середній кореляційний зв'язок ($r = 0,506$) урожайності із загальним водоспоживанням за його вирощування після сої та тісний зв'язок ($r = 0,835$) за вирощування після кукурудзи на зерно. Поряд з цим, встановлено

тісний обернений зв'язок урожайності з коефіцієнтом водоспоживання за обох попередників, про що засвідчують коефіцієнти кореляції, які становили: за вирощування після сої $r = -0,993$ за вирощування після кукурудзи на зерно $r = -0,957$

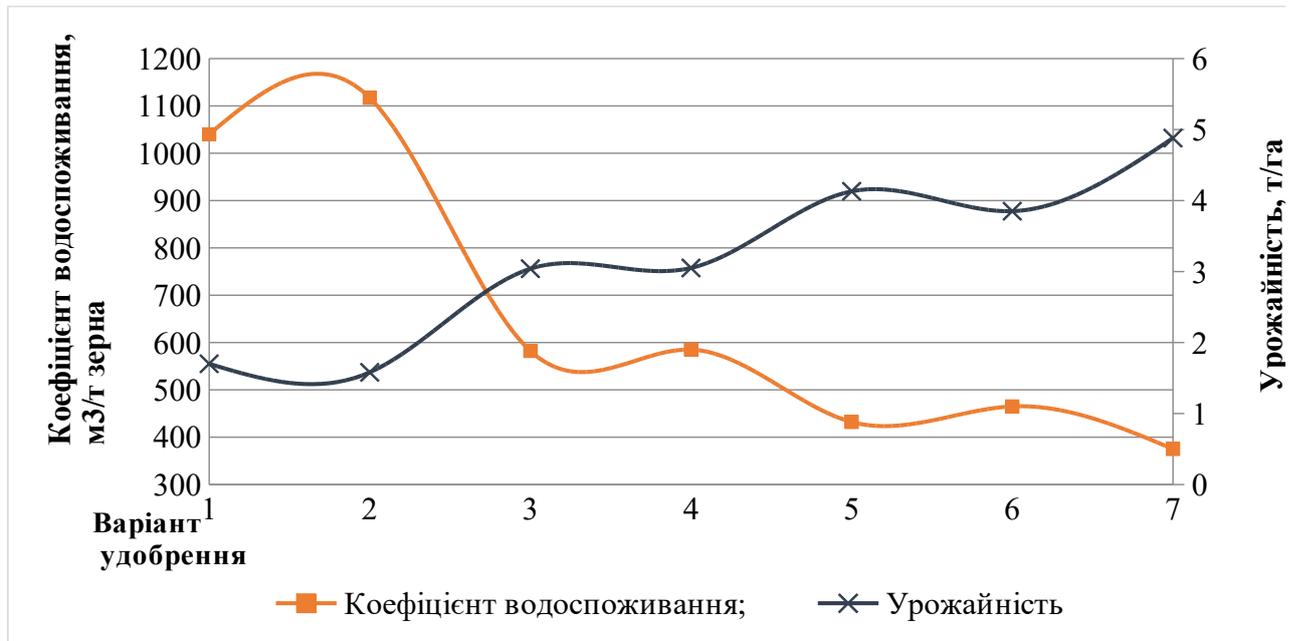


Рис. 3.3 Особливості водоспоживання ячменю ярого після попередника/кукурудза, за 2018 – 2020 рр.

Примітка: Варіант удобрення: 1 - Без добрив; 2 - Побічна продукція попередника (П.п.); 3 - П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво; 4 - П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 5 - П. п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{30(IV)}$; 6 - П. п. + $N_{60}P_{80}K_{80}$ + $N_{60(IV)}$; 7 - П. п. + $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$

Отримані результати парного кореляційного аналізу дають підставу провести регресійний аналіз та розрахувати наступні рівняння зв'язку урожайності ячменю ярого з коефіцієнтом водоспоживання. За попередника соя рівняння зв'язку має вигляд:

$$Y = 18,3926 + 0,0144X - 0,9771X^{0,5}, \quad (3.1)$$

де Y – урожайність, т/га;

X – коефіцієнт водоспоживання, м³/т зерна.

Окрім самого рівняння, розраховано множинний коефіцієнт кореляції, який характеризує точність отриманих закономірностей ($R = 0,999$) та коефіцієнт детермінації, який є критерієм оцінки впливу фактору виражений у відсотках ($D = 99,8\%$). Разом з цим, доведена достовірність рівняння за критерієм Фішера (F) так як $F_{\text{фактичне}}$, (2646,6086) значно вище табличного його значення ($F_{\text{табличне}} = 6,94$). За попередника кукурудза на зерно рівняння зв'язку має вигляд:

$$Y=19,3417+0,0157X-1,0545X^{0,5}, (3.2)$$

де Y – урожайність, т/га;

X – коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$ зерна.

Множинний коефіцієнт кореляції $R = 0,998$; коефіцієнт детермінації $D = 99,6$; фактичне значення критерію Фішера $F = 966,7914$; табличне значення критерію Фішера за $\alpha = 0,05$ становить $F = 6,94$. Результати регресійного аналізу засвідчують, що розраховані рівняння є достовірними за 95 % рівня ймовірності та досить добре описують закономірності які відбулися у досліді.

Отже, найнижчий коефіцієнт водоспоживання рослин ячменю ярого отримано після попередника кукурудза на зерно, за якого споживання вологи було найекономніше – $375 \text{ м}^3/\text{т}$ зерна за технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$. Після сої водоспоживання зросло до рівня $425 \text{ м}^3/\text{т}$, що на $50 \text{ м}^3/\text{т}$ зерна, або 13 % більше, ніж за вирощування після кукурудзи. За рахунок внесення різних доз мінеральних добрив після попередника соя, у роки з різним рівнем зволоження та гідротермічними показниками, як за осінньо-зимового накопичувального періоду, так і за вегетаційного весняно-літнього періоду, відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на $33\text{--}301 \text{ м}^3/\text{т}$, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Після попередника кукурудза на зерно спостерігається аналогічна залежність.

Найвищу врожайність ячменю ярого забезпечила технологія вирощування за внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні

інтегрованої системи захисту із застосуванням стимуляторів росту після попередника кукурудза на зерно. Проведений математичний аналіз водоспоживання ячменю ярого за різних попередників показав, що існує середній кореляційний зв'язок урожайності із загальним водоспоживанням за вирощування після сої, тісний зв'язок за вирощування після кукурудзи. Отримано тісний обернений зв'язок урожайності з коефіцієнтом водоспоживання за обох попередників. Підтверджено, що рівень водоспоживання залежав від системи удобрення та рівня забезпеченості вологою після попередника.

3.3 Вплив системи удобрення ячменю ярого на забезпеченість ґрунту елементами живлення

Серед ярих зернових культур ячмінь ярий найкраще реагує на внесення мінеральних добрив та післядію добрив, внесених під попередник. Для отримання максимальної врожайності потрібно забезпечити рослини необхідними поживними речовинами у першій половині вегетації, оскільки потім компенсувати це буде неможливо.

Застосування добрив має значний вплив на ґрунт. Для ефективного регулювання властивостей ґрунту та рівня його родючості важливо виявити та оцінити характер впливу на них різних видів, форм, доз і норм добрив та вирощуваних у сівозміні культур [251].

На думку В.В. Лихочвора [252] ячмінь дуже добре реагує на внесення добрив, особливо в умовах достатнього зволоження. Приріст урожаю від мінеральних добрив може досягати 1,5-2,0 т/га і більше. Щоб запобігти вилягання рослин, потрібно забезпечити правильне співвідношення поживних елементів – азоту, фосфору та калію.

Азот має виключно важливе і не замінне значення, особливо для розвитку вегетативної маси рослин, збільшення кущистості, площі листової поверхні, асиміляції і нагромадження хлорофілу в листках, і білків у зерні. Без азоту

неможливо одержати високий врожай не лише ячменю ярого, але й інших культур. За недостатньої кількості азоту рослини ячменю мають світло-зелене забарвлення, слабо кущаться, листки, стебла й колос дещо зменшуються [253].

За результатами досліджень, що були проведені впродовж 2018-2020 рр. встановлено, що на IV етапі органогенезу за попередника соя в контрольному варіанті вміст легкогідролізного азоту в шарах ґрунту 0-20; 20-40 і 40-60 см становив 62,0; 43,2 та 37,5 мг/кг. За таких же умов по попереднику кукурудза на зерно даний показник складав 62,3; 51,8 і 34,8 мг/кг (табл. 3.3; 3.4). На варіантах, де заробляли лише побічну продукцію попередника по сої приріст легкогідролізного азоту відносно контролю складав: 2,5; 4,1 та 2,8 мг /кг, по кукурудзі 2,6; 3,0 та 2,3 мг/кг в верхньому 0-20 см та нижніх 20-40 та 40-60 см шарах ґрунту відповідно. Істотної різниці за технології вирощування, яка включала внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво не відмічалось по обох попередниках. За технології, що передбачала внесення добрив по 30 кг/га NPK вміст азоту зріс за вирощування після сої зріс до 70,2; 56,9 та 42,8 мг/кг, а після кукурудзи на зерно – до 72,3; 61,6 та 43,5 мг/кг відповідно шару ґрунту.

Зі збільшенням норми внесення добрив вміст легкогідролізного азоту суттєво зростає відповідно до попередників. За внесення добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{30(IV)}$ кг/га д. р. за попереднику соя відмічали зменшення вмісту досліджуваного показника на 3,8; 4,5 і 2,5 мг/кг порівняно з попередником кукурудза на зерно. За високоінтенсивної технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ кг/га д. р. по попереднику соя в 0-20, 20-40 і 40-60 см шарах ґрунту вміст азоту становив: 74,7; 61,5 та 47,8 мг /кг, і за вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно відповідно 79,7; 58,2 і 50,7 мг /кг.

Встановлено, що впродовж усього проаналізованого періоду за етапами органогенезу, найбільший вміст азоту був в верхньому 0-20 см шарі ґрунту. Саме в цьому шарі, і розміщується основна маса кореневої система ячменю як в стартовий період розвитку, так і в період інтенсивного використання азоту.

Таблиця 3.3

Динаміка вмісту легкогідролізного азоту в ґрунті за вирощування ячменю ярого після попередника соя, середнє за 2018-2020 рр. мг/кг

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|--|----------------|-------------------|------|------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 62,0 | 55,2 | 46,0 |
| | 20–40 | 43,2 | 41,1 | 39,4 |
| | 40–60 | 37,5 | 34,3 | 31,0 |
| Побічна продукція попередника (П. п.) | 0–20 | 64,5 | 59,3 | 49,8 |
| | 20–40 | 47,3 | 44,7 | 42,9 |
| | 40–60 | 40,3 | 38,1 | 32,5 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0–20 | 67,6 | 62,7 | 57,3 |
| | 20–40 | 53,7 | 50,7 | 46,8 |
| | 40–60 | 43,4 | 35,4 | 35,0 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0–20 | 70,2 | 64,5 | 60,9 |
| | 20–40 | 56,9 | 52,8 | 48,9 |
| | 40–60 | 42,8 | 40,0 | 37,1 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 0–20 | 72,0 | 67,5 | 63,8 |
| | 20–40 | 59,5 | 55,7 | 52,6 |
| | 40–60 | 46,0 | 42,6 | 39,0 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 0–20 | 89,5 | 74,3 | 69,3 |
| | 20–40 | 64,2 | 58,5 | 55,9 |
| | 40–60 | 50,2 | 47,6 | 41,6 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 0–20 | 74,7 | 70,5 | 66,4 |
| | 20–40 | 61,5 | 57,4 | 54,5 |
| | 40–60 | 47,8 | 44,9 | 40,0 |
| НІР ₀₅ | | 8,5 | 7,4 | 7,1 |

Нижній 40-60 см шар не є ключовим у формуванні продуктивності ячменю, та в меншій мірі впливає на продуктивність рослин.

Таблиця 3.4

Динаміка вмісту легкогідролізного азоту в ґрунті за вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр., мг/кг

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|--|----------------|-------------------|------|------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 62,3 | 58,9 | 52,9 |
| | 20–40 | 51,8 | 45,1 | 45,3 |
| | 40–60 | 34,8 | 31,4 | 22,8 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0–20 | 64,9 | 60,3 | 55,6 |
| | 20–40 | 54,8 | 45,0 | 45,0 |
| | 40–60 | 37,1 | 33,3 | 24,4 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0–20 | 69,5 | 63,1 | 58,0 |
| | 20–40 | 57,9 | 50,1 | 48,7 |
| | 40–60 | 39,9 | 35,9 | 28,0 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0–20 | 72,3 | 65,8 | 59,8 |
| | 20–40 | 61,6 | 51,9 | 54,1 |
| | 40–60 | 43,5 | 37,8 | 30,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 0–20 | 75,8 | 71,7 | 64,1 |
| | 20–40 | 64,0 | 52,9 | 55,2 |
| | 40–60 | 48,5 | 40,7 | 31,8 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 0–20 | 82,6 | 78,1 | 69,0 |
| | 20–40 | 66,4 | 57,1 | 58,3 |
| | 40–60 | 51,8 | 45,3 | 35,2 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 0–20 | 79,7 | 74,5 | 68,1 |
| | 20–40 | 58,2 | 54,5 | 56,7 |
| | 40–60 | 50,7 | 44,5 | 34,7 |
| НІР ₀₅ | | 8,5 | 8,5 | 9,1 |

Найбільший уміст азоту встановлено за сумісного застосування побічної продукції сої, внесення мінеральних добрив N₆₀P₈₀K₈₀ та в IV етап органогенезу підживлення N_{60(IV)}, що забезпечило вміст азоту в 0-20 см шарі 89,5 мг/кг, в

шарі 20-40 см — 64,2 та 40-60 — 50,2 мг/кг. За аналогічних умов по попереднику кукурудза на зерно даний показник отримали на рівні: 82,6; 66,4 та 51,8 мг /кг.

На IX етапі органогенезу суттєвого зменшення азоту, порівняно із попереднім періодом, не відбулося так як ячмінь ярий за рахунок короткотривалого вегетаційного періоду споживає більшу частину азоту на перших етапах свого розвитку. Відповідно дефіцит азоту в стартовий період розвитку буде мати істотніший вплив на закладання рівня продуктивності рослин. Даний показник варіював в межах від 74,3 до 55,2; 58,5- 41,1 після сої та 47,6-34,3 мг /кг в шарах ґрунту 0-20; 20-40 і 40-60 см та після кукурудза на зерно від: 78,1 до 58,9; від 57,1 до 45,1 та від 45,3 до 31,4 мг/кг легкогідролізного азоту.

В кінці вегетації на XII етапі органогенезу вміст показника істотно зменшувався за обох попередників. За технології вирощування яка передбачала внесення добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції попередника зокрема сої отримали найвищий показник легкогідролізного азоту в шарі 0-20 см – на рівні 69,3 мг/кг.

У середньому за вегетаційний період ячменю ярого вміст легкогідролізного азоту згідно державного стандарту України ДСТУ 7863:2015. [225] був низьким незалежно від проходження етапів органогенезу.

Фосфор є складовою частиною білків, які відіграють важливу роль у побудові клітинного ядра. Він входить до складу багатьох ферментів, що регулюють біохімічні процеси рослинних та тваринних організмів. Під час нагромадження в рослинних організмів великої кількості фосфору в клітинах збільшується кількість зв'язаної води, що, як відомо позитивно впливає на посухостійкість рослин. Фосфор використовується на побудову квіток, колоса, зерна та сприяє інтенсивному росту кореневої системи рослин. За нестачі фосфору затримується ріст стебла і листків, знижується врожай зерна. Листки скручуються, і на рослинах з'являються темні, бурі та фіолетові вкраплення [254].

За результатами аналізу вмісту P_2O_5 в ґрунті було встановлено істотну диференціацію вмісту в шарах ґрунту в 0-20; 20-40 та 40-60 см, істотне зростання вмісту в 0-20 см та зниження його вмісту в 40-60 см (табл. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.5

Динаміка вмісту рухомого фосфору в ґрунті за вирощування ячменю ярого після попередника соя, середнє за 2018-2020 рр. мг/кг

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|--|----------------|-------------------|-------|-------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 168,5 | 145,1 | 131,3 |
| | 20–40 | 129,4 | 122,5 | 108,7 |
| | 40–60 | 103,8 | 96,1 | 91,7 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0–20 | 175,8 | 164,2 | 144,6 |
| | 20–40 | 141,0 | 136,4 | 121,5 |
| | 40–60 | 120,6 | 108,6 | 100,2 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0–20 | 201,5 | 184,8 | 157,1 |
| | 20–40 | 158,9 | 143,3 | 134,0 |
| | 40–60 | 130,4 | 116,8 | 106,9 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 0–20 | 215,1 | 198,2 | 168,8 |
| | 20–40 | 165,5 | 154,5 | 139,7 |
| | 40–60 | 134,4 | 124,2 | 111,2 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{30(IV)}$ | 0–20 | 229,7 | 202,8 | 179,0 |
| | 20–40 | 173,4 | 162,0 | 147,9 |
| | 40–60 | 139,6 | 135,0 | 115,1 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80}$ + $N_{60(IV)}$ | 0–20 | 266,2 | 218,8 | 197,8 |
| | 20–40 | 184,1 | 169,8 | 156,9 |
| | 40–60 | 148,8 | 138,3 | 118,8 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ | 0–20 | 328,0 | 303,0 | 273,9 |
| | 20–40 | 224,5 | 199,9 | 179,2 |
| | 40–60 | 161,5 | 148,6 | 122,9 |
| HIP ₀₅ | | 33,6 | 29,3 | 26,1 |

Таблиця 3.6

**Динаміка вмісту рухомого фосфору в ґрунті за вирощування ячменю
ярого після попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр. мг/кг**

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|---|----------------|-------------------|-------|-------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 166,8 | 150,6 | 113,0 |
| | 20–40 | 132,4 | 115,7 | 100,4 |
| | 40–60 | 107,9 | 95,3 | 82,7 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0–20 | 179,0 | 172,7 | 140,0 |
| | 20–40 | 149,5 | 125,8 | 114,0 |
| | 40–60 | 121,2 | 112,7 | 99,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0–20 | 224,7 | 195,6 | 153,7 |
| | 20–40 | 180,1 | 139,2 | 126,1 |
| | 40–60 | 135,9 | 122,8 | 108,6 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0–20 | 233,7 | 205,0 | 177,2 |
| | 20–40 | 200,4 | 162,7 | 142,4 |
| | 40–60 | 150,5 | 133,4 | 119,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 0–20 | 249,0 | 224,2 | 201,0 |
| | 20–40 | 214,2 | 177,1 | 156,8 |
| | 40–60 | 164,2 | 141,8 | 125,9 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 0–20 | 267,3 | 246,0 | 220,9 |
| | 20–40 | 232,6 | 195,3 | 182,5 |
| | 40–60 | 172,7 | 154,0 | 131,1 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 0–20 | 347,5 | 312,3 | 278,4 |
| | 20–40 | 253,3 | 215,7 | 198,6 |
| | 40–60 | 189,2 | 175,3 | 139,8 |
| НІР ₀₅ | | 36,3 | 32,6 | 29,8 |

У контрольному варіанті після попередника соя уміст рухомого фосфору на IV етапі органогенезу в шарах ґрунту 0-20; 20-40 і 40-60 см становив 168,5; 129,4 та 103,8 мг/кг. Відповідно після попередника кукурудза на зерно він склав 166,8; 132,4 і 107,8 мг/кг. Зі збільшенням норми внесення мінеральних добрив

та заорювання побічної продукції попередників встановлено зростання фосфору в ґрунті. За технології, яка включала внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво приріст відповідно контролю після сої становив: 33,0; 29,5 і 26,6 мг/кг, а після кукурудзи на зерно відповідно 57,9; 47,7 та 28,1 мг/кг. Найбільш високий вміст рухомого фосфору: 347,5; 253,33 і 189,23 мг/кг в шарах ґрунту 0-20; 20-40 та 40-60 см забезпечила високоінтенсивна технологія із внесенням добрив $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ за попередника кукурудза на зерно. За аналогічних умов після сої даний показник склав: 328,0; 224,5 та 161,5 мг/кг відповідно до шару ґрунту. На ІХ етапі органогенезу вміст рухомого фосфору коливався в 0-20 см шарі ґрунту від 303,0 до 145,1 мг/кг за попередника соя та 312,3 - 150,6 мг/кг по кукурудзі на зерно. До кінця вегетації спостерігалось поступове зменшення величини досліджуваного показника, але незважаючи на це, протягом всіх етапів органогенезу відповідно до ДСТУ 4115:2002 [226] вміст рухомого фосфору був дуже високим.

Калій нарівні з азотом і фосфором є невід'ємним елементом системи живлення ячменю ярого. В процесі дослідження виявлено тенденцію до зменшення величини досліджуваного показника відповідно до етапів органогенезу.

На ІV етапі органогенезу по попереднику соя вміст рухомого калію на контрольному варіанті становив 94,0 мг/кг в 0-20 см шарі ґрунту і 59,8 та 50,9 мг/кг в 20-40 та 40-60 см шарах ґрунту (табл. 3.7). Щодо попередника кукурудза на зерно за аналогічних умов даний показник був на рівні 89,4 мг/кг в 0-20 см шарі ґрунту і 60,6 - 52,6 відповідно шарів ґрунту 20-40 та 40-60 см (табл. 3.8). Лише заорювання побічної продукції попередника суттєво підвищувало вміст калію і забезпечило приріст відносно контролю по сої на 6,4; 6,1 і 5,2 мг/кг відповідно шарів ґрунту 0-20; 20-40 та 40-60 мг/кг. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво значно збільшувало вміст рухомого калію в ґрунті, а саме по попереднику соя отримали 105,9 мг/кг в шарі ґрунту 0-20, та 77,0 і 60,5 мг/кг відповідно шарів ґрунту 20-40 та 40-60 см.

Таблиця 3.7

**Динаміка вмісту обмінного калію в ґрунті за вирощування ячменю
ярого після попередника соя, середнє за 2018-2020 рр. мг/кг**

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|---|----------------|-------------------|-------|-------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 94,0 | 65,8 | 61,5 |
| | 20–40 | 59,8 | 56,4 | 53,0 |
| | 40–60 | 50,9 | 48,8 | 45,6 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0–20 | 100,4 | 73,3 | 69,1 |
| | 20–40 | 65,9 | 62,6 | 54,8 |
| | 40–60 | 56,1 | 53,4 | 47,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0–20 | 105,9 | 81,0 | 75,5 |
| | 20–40 | 77,0 | 70,1 | 63,8 |
| | 40–60 | 60,5 | 58,0 | 55,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0–20 | 111,7 | 88,8 | 78,7 |
| | 20–40 | 79,2 | 70,3 | 66,6 |
| | 40–60 | 65,7 | 64,2 | 59,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 0–20 | 132,5 | 111,3 | 96,5 |
| | 20–40 | 92,0 | 85,1 | 77,7 |
| | 40–60 | 71,5 | 68,0 | 62,9 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 0–20 | 149,0 | 124,4 | 104,9 |
| | 20–40 | 103,3 | 94,3 | 80,7 |
| | 40–60 | 80,4 | 73,7 | 65,8 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 0–20 | 187,3 | 174,9 | 159,2 |
| | 20–40 | 148,5 | 106,4 | 88,1 |
| | 40–60 | 89,6 | 81,1 | 68,9 |
| НІР ₀₅ | | 22,4 | 18,3 | 15,7 |

За аналогічної технології після кукурудзи на зерно даний показник склав 120,8; 76,0; 69,1 мг/кг відповідно до досліджуваних шарів ґрунту. Найвищий вміст рухомого калію 251,1 мг/кг в 0-20 см шарі ґрунту та 144,2 і 102,9 мг/кг відповідно до 20-40, 40-60 см шарів ґрунту отримали після попередника

кукурудза на зерно за високоінтенсивної технологія вирощування, яка складалась із заробляння побічної продукції попередника та внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$.

Таблиця 3.8

Динаміка вмісту обмінного калію в ґрунті за вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр., мг/кг

| Варіант удобрення | Шар ґрунту, см | Етап органогенезу | | |
|--|----------------|-------------------|-------|-------|
| | | IV | IX | XII |
| Без добрив (контроль) | 0–20 | 89,4 | 68,2 | 50,2 |
| | 20–40 | 60,6 | 55,1 | 41,6 |
| | 40–60 | 52,6 | 48,9 | 36,9 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0–20 | 106,3 | 72,9 | 54,3 |
| | 20–40 | 68,9 | 59,3 | 44,9 |
| | 40–60 | 59,7 | 52,2 | 39,3 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0–20 | 120,8 | 77,2 | 63,5 |
| | 20–40 | 76,0 | 65,9 | 49,2 |
| | 40–60 | 69,1 | 55,8 | 41,6 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 0–20 | 132,5 | 91,2 | 69,9 |
| | 20–40 | 87,7 | 78,8 | 60,0 |
| | 40–60 | 75,3 | 64,9 | 46,6 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + $N_{30(IV)}$ | 0–20 | 154,6 | 111,0 | 78,7 |
| | 20–40 | 92,0 | 83,7 | 64,6 |
| | 40–60 | 80,5 | 74,6 | 50,4 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80}$ + $N_{60(IV)}$ | 0–20 | 177,1 | 128,8 | 96,6 |
| | 20–40 | 123,2 | 101,2 | 68,2 |
| | 40–60 | 87,4 | 82,3 | 52,9 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ | 0–20 | 215,1 | 172,1 | 117,8 |
| | 20–40 | 144,2 | 117,7 | 77,7 |
| | 40–60 | 102,9 | 95,1 | 57,8 |
| НІР ₀₅ | | 26,5 | 18,8 | 12,6 |

Впродовж IX етапу органогенезу вміст калію в верхньому в 0-20 см шарі ґрунту знижувався і варіював в межах від 65,8 до 174,9 мг/кг за попередника соя, та 68,2 до 172,1 мг/кг після кукурудзи на зерно. На XII етапі найвищий вміст рухомого калію 215,1 мг/кг в 0-20 см шару ґрунту отримали за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні заорювання листостеблової маси кукурудза на зерно.

3.4 Оцінка рівня збалансованості живлення рослин ячменю основними елементами живлення

Забезпеченість рослин поживними речовинами ячменю ярого впродовж усього вегетаційного періоду необхідно контролювати за допомогою методу листової діагностики.

Найінтенсивніше надходження основних елементів живлення у рослин ячменю ярого відбувається за досить короткий проміжок часу — від фази кущіння до колосіння (26–28 діб). За цей період рослини споживають 42–46% азоту, 61–64 — фосфору і 64–74% — калію. У фазі колосіння практично завершується поглинання калію, фосфору споживається 90 %, азоту — 80 % загального винесення їх урожаєм [255, 256].

Впродовж 2018-2020 рр. проводили дослідження з визначення вмісту азоту в листках ячменю ярого залежно від удобрення та попередників (табл. 3.9). На контрольному варіанті за обох попередників вміст азоту змінювався від 3,6 до 3,9 %. Заорювання лише побічної продукції попередника, як удобрення, істотно не впливало на вміст азоту у листках ячменю.

За внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30} +$ мікродобриво відносно абсолютного контролю вміст збільшився на: 0,7 % за попередника соя та на 0,8 % по кукурудзі на зерно. За норми внесення добрив $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ кг/га д. р. досліджуваний показник по сої склав - 4,5 %, та по іншому попереднику 4,9 % відповідно. Найбільший вміст азоту в рослинах ячменю ярого отримали за високоінтенсивної технології вирощування, яка передбачала внесенням

добрив в нормі $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р., що становило - 5,1 % по кукурудзі на зерно. За аналогічних умов вирощування після попередника соя його вміст склав 4,8 %.

Таблиця 3.9

Вміст загального азоту в листках рослин ячменю ярого залежно від системи удобрення, попередника та застосування стимуляторів росту, %, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | |
|--|-------------------|---------|---------|
| | IV | VI | IX |
| Попередник соя | | | |
| Без добрив (контроль) | 3,58 | 2,07 | 1,98 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 3,67 | 2,24 | 2,13 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 4,25 | 3,17 | 2,84 |
| П.п. + $N_{30}P_{30} + N_{30}$ | 4,12 | 3,02 | 2,63 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 4,51 | 3,44 | 2,93 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 4,78 | 4,56 | 3,35 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 4,71 | 4,48 | 3,22 |
| НІР ₀₅ | 0,65 | 1,34 | 0,71 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | |
| Без добрив (контроль) | 3,90 | 2,11 | 1,86 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 3,96 | 2,18 | 1,94 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 4,68 | 2,55 | 2,10 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 4,61 | 2,50 | 2,04 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 4,94 | 3,44 | 3,05 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 5,10 | 4,45 | 3,23 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 5,08 | 4,26 | 3,13 |
| НІР ₀₅ | 0,69 | 1,35 | 0,85 |
| <i>Рівень забезпечення за В.В. Церлінг [262]</i> | | | |
| <i>Дуже низький</i> | <3 | <2 | <1,8 |
| <i>Низький</i> | 3,0-3,5 | 3,0-3,8 | 2,0-2,7 |
| <i>Оптимальний</i> | 4,7-5,3 | 4,5-4,7 | 2,9-3,5 |
| <i>Високий</i> | >6,5 | >6 | >4,5 |

Аналіз вмісту азоту на IV етапу органогенезу показав, що рівень забезпечення цим елементом згідно В.В. Церлінг [257] був оптимальний після попередника соя за внесення добрив в нормах: $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$, $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ тоді, як після попередника кукурудза ще й за внесення $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$.

На VI етапі органогенезу рослин відмічали зниження вміст азоту в листках, що пояснюється вищою потребою рослин вівса у цьому елементі живлення у зв'язку з інтенсивним наростанням вегетативної маси. На цьому етапі органогенезу вміст даного показника майже на всіх варіантах удобрення був низьким і дуже низьким за критеріями згідно В.В. Церлінг, що свідчить про дефіцит азоту та додаткову потребу в азоті на даному етапі. Оптимальний показник вмісту азоту в листках 4,5 та 4,6 % одержали за технології внесення добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ по попередниках кукурудза на зерно та соя відповідно.

Залежність вмісту азоту в листках від доз внесених добрив відмічали і на IX етапі органогенезу і коливався в межах від 2,07 % на контрольному варіанті до 4,56 % за внесення добрив в нормі $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ після попередника соя. Після попередника кукурудза цей показник становив 2,11-4,45% залежно від удобрення. Рослини ячменю ярого були забезпечені азотом на рівні оптимальних параметрів згідно В.В. Церлінг у варіантах зі внесенням добрив у нормі: $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$, $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$, $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ за обох попередників.

За результатами наших досліджень, у середньому за 2018-2020 рр., найбільший вміст фосфору в листках ячменю ярого відмічено на IV етапі органогенезу і до IX етапу органогенезу його вміст знижувався, що викликано активним споживанням цього елемента у результаті проходження ростових процесів (табл. 3.10).

Дослідження, що були проведені на IV етапі органогенезу показали, що вміст рухомого фосфору в листках рослин ячменю ярого був достатньо високим. За попередника соя він становив: 0,82 - 1,06 %, а по попереднику кукурудза на зерно склав 0,86 - 1,27 %. За технології яка передбачала,

заорювання побічної продукції попередника на фоні внесення добрив в дозі $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ отримали найбільший вміст рухомого фосфору в рослинах ячменю ярого за обох попередників.

Таблиця 3.10

Вміст загального фосфору в листках рослин ячменю залежно від системи удобрення, попередника та застосування стимуляторів росту, %, середнє за 2018- 2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | |
|--|-------------------|------------------|------------------|
| | IV | VI | IX |
| Попередник соя | | | |
| Без добрив (контроль) | 0,82 | 0,66 | 0,39 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,88 | 0,71 | 0,42 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0,97 | 0,82 | 0,53 |
| П.п. + $N_{30}P_{30} + N_{30}$ | 0,86 | 0,87 | 0,57 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 0,90 | 0,90 | 0,61 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 0,98 | 1,03 | 0,69 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 1,06 | 1,08 | 0,81 |
| НІР ₀₅ | 0,11 | 0,21 | 0,20 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | |
| Без добрив (контроль) | 0,86 | 0,60 | 0,50 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,89 | 0,67 | 0,53 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0,95 | 0,77 | 0,55 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 0,98 | 0,84 | 0,59 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 1,09 | 0,92 | 0,64 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 1,22 | 1,01 | 0,73 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 1,27 | 1,08 | 0,79 |
| НІР ₀₅ | 0,22 | 0,24 | 0,15 |
| <i>Рівень забезпечення за В.В. Церлінг [262]</i> | | | |
| <i>Дуже низький</i> | <i><0,20</i> | <i><0,20</i> | <i><0,15</i> |
| <i>Низький</i> | <i>0,37-0,47</i> | <i>0,30</i> | <i>0,20</i> |
| <i>Оптимальний</i> | <i>0,55-0,65</i> | <i>0,42-0,48</i> | <i>0,31-0,42</i> |
| <i>Високий</i> | <i>>0,80</i> | <i>>0,55</i> | <i>>0,50</i> |

На даному етапі органогенезу вміст рухомого фосфору в листках ячменю згідно параметрів за В.В. Церлінг був високим за усіх варіантів удобрення та після обох попередників.

До ІХ етапу органогенезу вміст фосфору в листках рослин ячменю ярого знижувався і знаходився в межах від 0,39 до 0,81% залежно від удобрення та попередників і характеризувався високим рівнем забезпечення за В.В. Церлінг.

Вміст калію в листках рослин ячменю ярого залежав від етапу органогенезу, удобрення та, в незначній мірі, від попередника. Дослідженнями які проводилися протягом 2018-2020 рр. встановлено, що даний показник на ІV етапі органогенезу в контрольному варіанті (без добрив) після попередника сої становив 3,5% та по кукурудзі на зерно 3,6. % (табл. 3.11). Щодо варіанту де вносилися лише побічна продукція попередника суттєво збільшення досліджуваного показника не відбулося і згідно параметрів за В.В. Церлінг було на низькому рівні забезпечення. За внесення тільки добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило збільшення відносно контролю даного показника на 0,78 % по сої та по попереднику кукурудза на 0,34 абсолютних %. За подвійної дози внесення добрив $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ даний показник становив 4,52 та 4,27 % відповідно до попередника. Щодо технології, яка включала внесення добрив в нормі $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ відмічено збільшення вмісту рухомого калію в листках ячменю ярого відносно контролю на 074-1,07% залежно від попередника. Найвищий вміст калію в листках рослин ячменю ярого відзначали за технології вирощування, яка включала заробляння побічної продукції попередника внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ за обох попередників, де він становив 5,23 та 5,39 %, що відповідало оптимальним параметрам згідно критеріїв за В.В. Церлінг на даному етапі розвитку.

На VI етапі органогенезу вміст калію в листках рослин ячменю ярого після попередника соя склав 2,90-4,31 %, та 2,97-4,78 % після попередника кукурудза, залежно від удобрення. За всіх варіантів удобрення рослини ячменю ярого були забезпечені калієм на рівні оптимуму (за В.В. Церлінг), крім

варіанту без застосування мінеральних добрив та варіанту на якому заорювали лише побічної продукції попередника.

Таблиця 3.11

Вміст загального калію в листках рослин ячменю ярого залежно від системи удобрення, попередника та застосування стимуляторів росту, %, середнє за 2018- 2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | |
|--|-------------------|---------|---------|
| | IV | VI | IX |
| Попередник соя | | | |
| Без добрив (контроль) | 3,45 | 2,90 | 1,69 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 3,51 | 2,97 | 1,76 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 4,11 | 3,67 | 2,52 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀ | 4,23 | 3,59 | 2,51 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 4,52 | 3,86 | 2,70 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 4,83 | 4,31 | 2,82 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 5,39 | 4,28 | 2,88 |
| НІР ₀₅ | 0,96 | 0,77 | 0,67 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | |
| Без добрив (контроль) | 3,53 | 2,97 | 1,90 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 3,66 | 3,04 | 1,83 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,89 | 3,69 | 2,41 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,87 | 3,33 | 2,13 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 4,27 | 4,12 | 2,57 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 4,90 | 4,78 | 2,92 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 5,23 | 4,70 | 3,15 |
| НІР ₀₅ | 0,89 | 1,03 | 0,69 |
| <i>Рівень забезпечення за В.В. Церлінг [262]</i> | | | |
| <i>Дуже низький</i> | <3,0 | <2,5 | <2,0 |
| <i>Низький</i> | 3,8 | 3,0 | 2,0 |
| <i>Оптимальний</i> | 4,2-5,0 | 3,5-4,1 | 2,2-2,8 |
| <i>Високий</i> | >6,0 | >5,0 | >4 |

Залежність вмісту калію в листках ячменю ярого від норми внесених добрив та попередника спостерігали і на IX етапі органогенезу рослин, і його вміст був оптимальним відповідно до критеріїв В.В. Церлінг за всіх варіантів удобрення крім варіанту, на якому заорювали побічну продукцію попередника, та контролю. Найвищі значення досліджуваного показника 2,88 та 3,15% залежно від попередника відзначали за норми внесення добрив $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні заробляння побічної продукції попередників.

Отже аналіз отриманих результатів показав, що найефективнішою була технологія вирощування, яка передбачала дозу внесення добрив $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ по обох попередниках.

3.5 Оцінка потреби в елементах живлення в окремі періоди вегетації рослин ячменю ярого залежно від удобрення

Оптимальне співвідношення рослин ячменю ярого макроелементами та їх співвідношення є важливою умовою формування високого рівня урожаю зерна і його якісних показників.

За комплексного методу листової діагностики важливим етапом є визначення ступеня потреби рослин в тому чи іншому елементі, який розраховують як відношення величини оптимального вмісту елемента в листках до фактичного відсотка за М.К. Болдирєвим [258]. Ним також розроблено наступну градацію: значення від 1,05 та нижче характеризують відсутність потреби в елементах живлення; від 1,06-1,50 – середню потребу та 1,60-2,0 і вище – сильну потребу.

У середньому за 2018-2020 рр. були визначені індекси потреби рослин ячменю ярого в основних елементах живлення за результатами рослинної діагностики (табл. 3.12, 3.13). Аналіз даних проведено з урахуванням оптимальних рівнів їх вмісту за В.В. Церлінг згідно до етапу органогенезу ячменю.

Встановлено, що на IV етапі органогенезу після попередника соя рослини ячменю ярого не відчували потреби в азоті лише за норм внесення добрив: $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$, $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$, $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ за інших варіантів удобрення відмічено середню потребу в азоті.

Таблиця 3.12

Індекс потреби в елементах живлення рослин ячменю ярого за попередника соя, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант | Етап органогенезу | | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | IV | | | VI | | | IX | | |
| | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| Без добрив (контроль) | 1,3 | 0,7 | 1,2 | 2,2 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 1,3 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,3 | 0,6 | 1,2 | 2,0 | 0,6 | 1,2 | 1,4 | 0,7 | 1,3 |
| П.п.+ $N_{30}P_{30}K_{30} +$ мікродобриво | 1,1 | 0,6 | 1,0 | 1,4 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 0,6 | 0,9 |
| П.п.+ $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 1,1 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 1,1 | 0,5 | 0,9 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 1,0 | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 0,5 | 0,8 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 1,0 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 0,4 | 0,8 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 1,0 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 0,4 | 0,8 |
| \bar{X} | 1,1 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 1,1 | 0,6 | 1,0 |
| $S\bar{x}$ | 0,1 | 0,02 | 0,1 | 0,2 | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| V,% | 12,1 | 9,6 | 15,3 | 31,2 | 16,3 | 17,0 | 21,6 | 27,1 | 23,6 |
| S | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| $HI_{P_{05}}$ | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |

Примітка. 1,1-1,5 середня потреба; 1,6-2,0 гостра потреба.

Що стосується попередника кукурудза на зерно, то середня потреба в азоті рослинами ячменю відмічена на контрольному варіанті та за внесення

лише побічної продукції попередника, на за всіх інших варіантів удобрення не відмічено потреби в даному елементі .

Таблиця 3.13

Індекс потреби в елементах живлення рослин ячменю ярого за попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант | Етап органогенезу | | | | | | | | |
|--|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | IV | | | VI | | | IX | | |
| | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| Без добрив (контроль) | 1,2 | 0,6 | 1,2 | 2,1 | 0,7 | 1,2 | 1,6 | 0,6 | 1,2 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,2 | 0,6 | 1,1 | 2,1 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 0,6 | 1,2 |
| П.п.+ N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 1,0 | 0,6 | 1,1 | 1,8 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 0,6 | 0,9 |
| П.п.+ N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1,0 | 0,6 | 1,1 | 1,8 | 0,5 | 1,0 | 1,4 | 0,5 | 1,0 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 0,5 | 0,9 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,8 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 0,9 | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,7 |
| \bar{X} | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,6 | 0,5 | 0,9 | 1,2 | 0,5 | 1,0 |
| $S\bar{x}$ | 0,05 | 0,03 | 0,1 | 0,2 | 0,04 | 0,1 | 0,1 | 0,03 | 0,1 |
| V,% | 12,2 | 14,5 | 13,4 | 28,9 | 20,8 | 23,0 | 24,1 | 17,5 | 19,9 |
| S | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| НІР ₀₅ | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,3 |

Примітка. 1,1-1,5 середня потреба; 1,6-2,0 гостра потреба.

Щодо наступного VI етапу органогенезу можна відмітити, що після попередника соя рослини ячменю ярого відчували гостру потребу в азоті на контрольному варіанті та за внесення побічної продукції попередника, а попередника кукурудза на зерно ще й за внесення добрив в нормах N₃₀P₃₀K₃₀ та

$N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво. Після сої середня потреба в азоті на даному етапі органогенезу відмічена на варіантах з внесенням добрив з нормах: $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво, $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$. Подальше збільшення норми добрив до $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ та $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ сприяло збільшенню вмісту азоту в листках ячменю і як наслідок забезпечило відсутність потреби в цьому елементі за обох попередників. Аналогічні закономірності в потребі азоту спостерігалася і на XI етапі органогенезу. Відсутність потреби в азоті відмічена за обох попередників за внесення добрив в нормі $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ та $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$.

Щодо індексу потреби в фосфорі то в середньому за 2018-2020 рр. на всіх етапах органогенезу рослини ячменю ярого були повністю забезпечені даним елементом незалежно від технології вирощування та попередників тобто зафіксовано відсутність потреби.

Розрахунок індексу потреби рослин в калії у середньому за роки досліджень показав, що після попередника соя рослини ячменю ярого відчували середню потребу в цьому макроелементі на всіх етапах органогенезу лише на контрольному варіанті та за внесення побічної продукції попередника за всіх інших варіантів удобрення відмічена відсутність потреби.

Після попередника кукурудза на зерно на IV етапі органогенезу індекс потреби в калію був середнім окрім контрольного варіанту та варіанту із заорюванням побічної продукції попередника ще й за технологій з внесенням добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво. За інших варіантів внесення добрив зафіксовано відсутність потреби. На VI та IX етапі органогенезу після даного попередника відмічено середню потребу в калії при заорюванні побічної продукції попередника та на контрольному варіанті.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що в роки досліджень запаси вологи на час сівби в ґрунті були достатніми. У наступні етапи органогенезу запаси продуктивної вологи в ґрунті визначались інтенсивністю використання її з різних шарів залежно від

умов живлення рослин, запасів вологи на початку вегетації і кількості опадів на певному етапі органогенезу. Найвищу продуктивність посіву отримано за технології, яка передбачала вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробки побічної продукції попередника і застосування стимуляторів росту, де запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-60 см склали на I етапі органогенезу -99,5 мм, на IV етапі – 85,1 мм, на IX – 31,1 мм, на XI етапі – 41,8 мм..

2. Внесення добрив сприяло ефективнішому використанню запасів продуктивної вологи і знижувало коефіцієнти водоспоживання. За рахунок внесення різних доз мінеральних добрив відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33–301 м³/т за вирощування після сої і 90-665 м³/т за вирощування після кукурудзи на зерно, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Найекономніше водоспоживання рослин ячменю ярого відмічено після попередника кукурудза на зерно, за технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. – коефіцієнт становив 375 м³/т зерна.

3. За всіх систем удобрення забезпечення ґрунту легкогідролізним азотом було на рівні дуже низького. Найближчі до оптимальних умови формувались за внесення $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ на фоні побічної продукції попередника як за вирощування після сої, так і після кукурудзи на зерно.

4. Забезпеченість ґрунту дослідних варіантів фосфором і калієм значною мірою залежала як від системи удобрення досліджуваної культури, так і післядії відповідних норм добрив під попередник. Найвищі показники вмісту рухомого фосфору і обмінного калію відмічено на IV етапі органогенезу культури у шарі ґрунту 0-20 см – відповідно 328,0 і 187,3 мг/кг за вирощування після сої, 347,5 і 215,1 мг/кг – після кукурудзи на зерно, використовуючи систему удобрення яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції попередника.

5. Потреби рослин ячменю ярого в елементах живлення протягом вегетації найкраще забезпечували системи удобрення, які передбачали внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ і $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції за обох попередників – індекс потреби в азоті був у межах 0,9-1,0, у фосфорі – 0,4-0,6, калії – 0,7-0,9 залежно від етапу органогенезу. Зменшення норми добрив до $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. спричиняло виникнення середньої потреби рослин в азоті і калії, а на VI етапі органогенезу – гострої потреби в азоті. Неудобрений фон та органічна система удобрення були неспроможні задовольнити потреби ячменю ярого в цих елементах живлення на всіх етапах органогенезу, особливо нестача азоту відчувалась на VI етапі органогенезу, коли індекс досягав значень 2,0-2,2, що свідчить про особливо гостру потребу рослин в цьому елементі живлення.

Основні результати, викладені у розділі, оприлюднені у публікації [259].

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

4.1 Особливості проходження етапів органогенезу ячменю ярого залежно від погодних умов

Погодні умови – один з найважливіших факторів формування продуктивності. Вони щорічно змінюються, від чого значною мірою залежить рівень урожайності сільськогосподарських культур.

Важливим чинником максимальної реалізації продуктивності сільськогосподарських культур є здатність рослин ефективно і повноцінно, відповідно до умов генотипу, проходити всі етапи органогенезу. Затримка або пришвидшення настання певного етапу, його тривалість значно обумовлена гідротермічними умовами (температурами ґрунту і повітря, кількістю опадів, їх розподілом у часі) в конкретний період росту і розвитку культури., С.Lesk, P. Rowhani and N.Ramankutty [260] наголошують щодо значного скорочення врожайності злакових культур у світі внаслідок надзвичайних проявів посушливих явищ. До того ж, у багатьох країнах світу повторюваність надзвичайних посушливих явищ зростає [261]. Тому вивчення особливостей настання етапів органогенезу та їх тривалості залежно від погодних умов є актуальним.

Дослідженнями, проведеними у 2018-2020 рр., встановлено, що продуктивність ячменю ярого, у значній мірі, залежала від тривалості окремих етапів органогенезу, коли формується відповідний елемент продуктивності, при цьому тривалість етапів органогенезу визначалась погодними умовами вегетаційного періоду в роки досліджень (табл. 4.1, 4.2) та (дод. В 1, В 2).

Як було наголошено в підрозділі 2.2, відсутність опадів, низька середньодобова температура повітря і ґрунту в третій декаді березня 2018 р.

обумовили проведення сівби ячменю ярого у дещо пізніший, ніж зазвичай, термін - 11 квітня.

Таблиця 4.1

Гідротермічні умови впродовж онтогенезу ячменю ярого після попередника соя, 2018-2020 рр.

| Рік досліджень | Етапи органогенезу | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | I-III | IV-VI | VII- IX | X | XI-XII | I-XII |
| Дати проходження етапів | | | | | | |
| 2018 | 17.04-09.05 | 10.05-23.05 | 24.05-12.06 | 13.06-24.06 | 25.06-25.07 | 17.04-25.07 |
| 2019 | 07.04-01.05 | 02.05-21.05 | 22.05-11.06 | 12.06-23.06 | 24.06-17.07 | 07.04-17.07 |
| 2020 | 04.04-02.05 | 03.05-30.05 | 31.05-16.06 | 17.06-29.06 | 30.06-21.07 | 04.04-21.07 |
| Тривалість етапів, діб | | | | | | |
| 2018 | 22 | 13 | 20 | 12 | 31 | 98 |
| 2019 | 25 | 20 | 21 | 12 | 24 | 102 |
| 2020 | 29 | 28 | 17 | 13 | 22 | 109 |
| Сума активних температур понад 10 °С | | | | | | |
| 2018 | 404 | 233 | 413 | 253 | 634 | 1937 |
| 2019 | 211 | 305 | 457 | 314 | 466 | 1753 |
| 2020 | 188 | 310 | 345 | 307 | 485 | 1635 |
| Опади, мм | | | | | | |
| 2018 | 7 | 12 | 8 | 31 | 153 | 206 |
| 2019 | 53 | 27 | 2 | 3 | 48 | 133 |
| 2020 | 30 | 103 | 16 | 19 | 18 | 186 |
| Гідротермічний коефіцієнт | | | | | | |
| 2018 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 1,2 | 2,4 | 1,0 |
| 2019 | 2,5 | 0,9 | 0,04 | 0,1 | 1,0 | 0,7 |
| 2020 | 1,6 | 3,3 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 1,2 |

Таблиця 4.2

Гідротермічні умови протягом онтогенезу ячменю ярого, після попередника кукурудза на зерно, 2018-2020 рр.

| Рік досліджень | Етапи органогенезу | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | I-III | IV-VI | VII- IX | X | XI-XII | I-XII |
| Дати проходження етапів | | | | | | |
| 2018 | 18.04- 10.05 | 11.05- 24.05 | 25.05- 13.06 | 14.06- 26.06 | 27.06- 27.07 | 18.04- 27.07 |
| 2019 | 07.04- 02.05 | 03.05- 23.05 | 24.05- 13.06 | 14.06- 25.06 | 26.06- 19.07 | 07.04- 19.07 |
| 2020 | 06.04- 06.05 | 07.05- 01.06 | 02.06- 16.06 | 17.06- 28.06 | 29.06- 20.07 | 06.04- 20.07 |
| Тривалість етапів, діб | | | | | | |
| 2018 | 23 | 14 | 20 | 13 | 31 | 101 |
| 2019 | 26 | 21 | 21 | 12 | 24 | 104 |
| 2020 | 31 | 26 | 15 | 12 | 22 | 106 |
| Сума активних температур понад 10 °С | | | | | | |
| 2018 | 409 | 235 | 414 | 267 | 641 | 1966 |
| 2019 | 222 | 332 | 472 | 310 | 453 | 1789 |
| 2020 | 243 | 280 | 319 | 283 | 487 | 1612 |
| Опади, мм | | | | | | |
| 2018 | 7 | 12 | 8 | 26 | 153 | 206 |
| 2019 | 54 | 27 | 2 | 3 | 48 | 134 |
| 2020 | 51 | 85 | 13 | 19 | 15 | 183 |
| Гідротермічний коефіцієнт | | | | | | |
| 2018 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 1,0 | 2,4 | 1,0 |
| 2019 | 2,4 | 0,8 | 0,04 | 0,1 | 1,1 | 0,7 |
| 2020 | 2,1 | 3 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 1,1 |

Настання фази повних сходів відмічено вже через 7 днів. У період від сходів до закінчення фази кушіння ячменю ярого (третья декада квітня – перша

декада травня), який тривав 22-23 доби залежно від попередника, відмічено дефіцит опадів – лише 7 мм за норми для цього періоду 32 мм, за середньодобових температур повітря, які на 5–8 °С перевищували норму. За цей період відмічено 6 днів із мінімальною вологістю повітря нижче 30 %. Тому такі погодні умови негативно вплинули на процес кушіння рослин ячменю і в подальшому на їх продуктивність.

Вегетація ячменю ярого у період із IV по VI етап органогенезу відбувалася за підвищених показників температурного режиму та недостатньої суми опадів, яка склала лише 12,4 мм, внаслідок чого значення ГТК у цей період було на рівні 0,5. Тривалість цього періоду скоротилася до 13-14 діб залежно від попередника.

Наступний період вегетації ячменю ярого, від появи прапорцевого листка (VII етап) до закінчення цвітіння (IX етап) відзначився подальшим наростанням середньодобових температур і перевищенням їх значень відносно середньобагаторічних показників та дефіцитом опадів. Кількість опадів за цей період склала 8 мм (за норми 46 мм), за суми активних температур понад 10°C на рівні 414 °С, у результаті чого ГТК цього періоду дорівнював 0,2. Тривалість цього періоду склала 20 діб, причому в 11 з них найменша вологість повітря не перевищувала 30 %.

Формування зернівок ячменю ярого (X етап), яке відбувалось у другій декаді червня проходило за достатньої кількості опадів (26 мм) та середньодобових температур повітря, які перевищували норму на 2–4 °С. Тривалість цього етапу склала 12 діб за вирощування після сої і 13 діб за попередника кукурудза на зерно, а ГТК був на рівні 1,2 і 1,0 відповідно.

Період накопичення поживних речовин у зерні ячменю ярого та їх перетворення на запасні (XI–XII етапи органогенезу) відзначився у 2018 р. надмірною кількістю опадів (78 мм) наприкінці третьої декади червня, що склало понад 3 декадних норми, сприятливими умовами у першій та до середини другої декади липня за помірною температурного режиму. Наприкінці другої декади липня погодні умови для досягання ячменю ярого

внаслідок дощової погоди, яка тривала майже декаду, значно ускладнилися, що подовжило цей період та погіршило умови збирання, яке провели 27 липня.

Таким чином, онтогенез ячменю ярого у 2018 р. тривав протягом 98 діб за попередника соя і 101 добу за вирощування після кукурудзи на зерно, відзначався нестачею опадів та підвищеними температурами повітря з I по IX етапи органогенезу й ускладненими погодними умовами у період досягання за показника ГТК 1,0 в цілому за вегетацію.

Погодні умови березня 2019 р., внаслідок раннього, але нестійкого переходу середньодобових температур через +5 °C (8 березня) дали змогу розпочати сівбу ранніх ярих зернових культур, у тому числі і ячменю ярого, у ранні строки (21 березня). Проте через недостатнє теплозабезпечення у третій декаді березня повноцінні сходи з'явилися лише через 16 діб – 7 квітня. Період від сходів до закінчення фази кушіння (I–III етапи органогенезу), тривалість якого склала 25 діб за вирощування після сої і 26 діб за попередника кукурудза на зерно, проходив за помірно теплої (сума активних температур понад 10 °C була 222°C) та вологої погоди (сума опадів 54 мм) за ГТК 2,4.

Початок виходу рослин в трубку (IV етап) припав на першу декаду травня, коли було відмічено інтенсивні опади, сума яких за декаду склала 41,8 мм (2,5 декадних норми) за середньої температури повітря 12 °C (норма 13,7 °C). Наступні етапи (V–VI), під час яких відбувалося формування генеративних органів ячменю ярого, проходили за дефіциту опадів та стрімкого наростання середньодобових температур повітря. Загалом тривалість періоду «вихід в трубку - стеблуння» (IV–VI етапів) склала 20 діб за вирощування після сої і 21 добу – після кукурудзи на зерно за значень ГТК 0,9 і 0,8 відповідно.

Наступний період від появи прапорцевого листка до початку формування зернівок у колосках (VII–IX етапи) характеризувався жорстким дефіцитом опадів та перевищенням середніх багаторічних показників температури повітря на 4–6 °C. За його тривалості 21 добу сума опадів склала 2 мм (за норми для цього періоду 48 мм), а сума активних температур понад 10 °C становила 472°C.

Впродовж 12 діб (із середини другої до середини третьої декади червня) відбувалось формування зернівок (X етап органогенезу), яке проходило за стійкого дефіциту опадів, сума яких складала лише 3 мм, та підвищених середньодобових температур, які переважали середні багаторічні значення на 4,5–6,8 °С.

Період дозрівання, тривалість якого склала 24 доби, проходив за помірно теплої (сума активних температур – 453 °С) з достатньою кількістю опадів (48 мм) погоди.

Таким чином, онтогенез ячменю ярого у 2019 р. тривав 102 і 104 доби залежно від попередника, відповідно кількість опадів становила 133 і 134 мм, сума активних температур понад 10 °С склала 1753 і 1789 °С, а ГТК за вегетацію був на рівні 0,7 (див. табл. 4.1, 4.2).

Сівбу ячменю ярого у 2020 р. проведено 19 березня. Внаслідок контрастної за температурним режимом погоди у третій декаді березня та на початку квітня (за майже повної відсутності опадів) сходи з'явилися лише 6 квітня. Період сходи – кушення (I–III етапи органогенезу) тривав 29 діб за попередника соя і 31 добу за вирощування після кукурудзи на зерно за умов жорсткого дефіциту вологи та середньодобових температур повітря на рівні середніх багаторічних значень, що в поєднанні із суховійними явищами та низькою відносною вологістю повітря (17 днів з мінімальною відносною вологістю повітря нижче 30 %) створювало складні умови для проходження фази перших листків. Лише завдяки інтенсивним опадам (понад 20 мм) у середині третьої декади квітня умови вологозабезпечення рослин ячменю ярого покращилися і до початку IV етапу органогенезу вегетація відбувалася за достатнього вологозабезпечення та помірного температурного режиму, що до певної міри позитивно вплинуло на процеси кушіння. В цілому, за період I–III етапів органогенезу кількість опадів склала 51 мм, а ГТК був на рівні 2,1.

Міжфазний період «вихід в трубку – стеблуння» (IV–VI етапи органогенезу) припав на травень за майже дворазового перевищення норми опадів та недостатнього теплозабезпечення (середньодобова температура

повітря за місяць склала 12,5 °С за норми 15,2 °С). Тривалість цього періоду вегетації склала 28 діб за вирощування після сої і 26 діб – після кукурудзи на зерно, а ГТК був на рівні 3,0.

Тривалість періоду VII-IX етапів органогенезу скоротилася до 17 діб за попередника кукурудза на зерно і до 15 діб за вирощування після сої внаслідок недостатньої кількості вологи (13 мм) та перевищення середньодобових температур повітря в окремі дні на 6–10 °С.

Ріст і формування зернівок ячменю ярого (X етап органогенезу) в 2020 р. відбувалися протягом 12-13 діб залежно від попередника за середньодобових температур повітря, на 4–5 °С вищих за норму, та кількості опадів 19 мм.

Період досягання ячменю ярого у 2020 р., який припав на першу та другу декади липня, тривав 22 доби незалежно від попередника і характеризувався недостатньою кількістю опадів (15 мм за норми 65 мм) та перевищенням норми середньодобових температур на 2–4 °С, у результаті чого ГТК цього періоду становив 0,3.

Таким чином, вегетаційний період ячменю ярого у 2020 р., за загальної його тривалості 109 діб за вирощування після сої та 106 діб – після кукурудзи на зерно відзначився недостатнім теплозабезпеченням (сума активних температур понад 10 °С склала відповідно 1635 і 1612 °С) та недостатньою кількістю опадів, загальна сума яких становила 183 і 186 мм, або близько 80 % до норми. Значення ГТК за вегетацію ячменю ярого становили 1,2 і 1,1 відповідно.

Проте, незважаючи на значну строкатість погодних умов у роки проведення досліджень, їх відхилення від середніх багаторічних значень в окремі періоди росту і розвитку, рівень та характер зміни урожайності ячменю ярого дозволив отримати достовірні результати закономірностей впливу технологічних факторів, які вивчали.

4.2 Формування густоти посівів ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування культури

Здатність зернових колосових культур інтенсивно кущитись є цінною господарською особливістю, ефективність якої визначається густотою стеблостою, яка у свою чергу залежить від погодних умов під час кущіння та на етапі виходу рослин в трубку, попередника, наявності елементів живлення в ґрунті та системи удобрення, а також інших агротехнологічних заходів вирощування [262, 263].

За результатами досліджень 2018-2020 рр. щодо впливу попередників, стимуляторів росту та системи удобрення на формування густоти стеблостою ячменю ярого встановлено, що інтенсивність пагоноутворення зростала до IV етапу органогенезу і поступово знижувалася до повної стиглості посівів. Кількість стебел ячменю ярого на IV етапі органогенезу знаходилася в межах від 527 шт./м² на контрольному варіанті до 980 шт./м² за системи удобрення, яка передбачала застосування побічної продукції попередника та внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)} кг/га д. р. за вирощування після сої (табл. 4.3). Після попередника кукурудза на зерно кількість стебел варіювала від 460 до 953 шт./м² (табл. 4.4).

В результаті проведення досліджень встановлено позитивний вплив добрив на формування густоти стеблостою в агроценозах ячменю ярого. Так, на IV етапі органогенезу посіви ячменю ярого у варіантах, які передбачали внесення побічної продукції попередника без застосування мінеральних добрив формували густоту 563 шт./м² за вирощування після сої і 483 шт./м² після кукурудзи на зерно, що на 6,8 % і 5,0 % більше від показників контролю, де добрива не вносили.

Застосування мінеральних добрив істотно покращувало показники густоти фітоценозу ячменю ярого на IV етапі органогенезу рослин. Так, внесення мінеральних добрив нормою N₃₀P₃₀K₃₀ кг/га д. р. забезпечило

збільшення густоти стеблостою за вирощування після сої на 31,5-32,3 % та на 43,5-44,1 % за вирощування після кукурудзи на зерно.

Таблиця 4.3

Динаміка щільності стеблостою ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування, попередник соя, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Загальна кількість стебел на етапі органогенезу, шт./м ² | | | | | Втрати стебел з IV по XII етап органогенезу | | | |
|---|---|------|------|------|------|---|------|------|------|
| | IV* | IX | | XII | | шт./м ² | | % | |
| | | 1** | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 527 | 490 | 500 | 460 | 467 | 67 | 60 | 12,7 | 11,4 |
| Побічна продукція попередника (П. п.) | 563 | 520 | 537 | 487 | 503 | 76 | 60 | 13,5 | 10,7 |
| П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 697 | 607 | 643 | 570 | 586 | 127 | 111 | 18,2 | 15,9 |
| П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 693 | 603 | 637 | 563 | 587 | 130 | 106 | 18,8 | 15,3 |
| П. п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 910 | 800 | 830 | 760 | 787 | 150 | 123 | 16,5 | 13,5 |
| П. п.+ N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 980 | 867 | 913 | 823 | 863 | 157 | 117 | 16,0 | 11,9 |
| П. п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 963 | 857 | 893 | 817 | 847 | 146 | 116 | 15,2 | 12,0 |
| \bar{X} | 762 | 678 | 708 | 640 | 663 | 122 | 99 | 15,8 | 13,0 |
| $S\bar{x}$ | 71 | 60 | 64 | 59 | 63 | 14 | 10 | 0,9 | 0,8 |
| V, % | 24,8 | 23,6 | 24,0 | 24,4 | 25,0 | 29,6 | 27,4 | 14,2 | 15,4 |
| S | 189 | 160 | 170 | 156 | 166 | 36 | 27 | 2,3 | 2,0 |

Примітка: * кількість стебел на IV етапі визначали перед обробленням посівів стимулятором росту;

** 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Таблиця 4.4

Динаміка щільності стеблостою ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування, попередник кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Загальна кількість стебел на етапі органогенезу, шт./м ² | | | | | Втрати стебел з IV по XII етап органогенезу | | | |
|---|---|------|------|------|------|---|------|------|------|
| | IV* | IX | | XII | | шт./м ² | | % | |
| | | 1** | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 460 | 420 | 437 | 393 | 407 | 67 | 53 | 14,6 | 11,5 |
| Побічна продукція попередника (П. п.) | 483 | 433 | 450 | 410 | 437 | 73 | 46 | 15,1 | 9,5 |
| П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀₊ мікродобриво | 663 | 590 | 610 | 550 | 567 | 113 | 96 | 17,0 | 14,5 |
| П. п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 660 | 583 | 603 | 540 | 557 | 120 | 103 | 18,2 | 15,6 |
| П. п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 880 | 790 | 820 | 740 | 757 | 140 | 123 | 15,9 | 14,0 |
| П. п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 977 | 883 | 903 | 837 | 857 | 140 | 120 | 14,3 | 12,3 |
| П. п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 953 | 867 | 883 | 807 | 847 | 146 | 106 | 15,3 | 11,1 |
| \bar{X} | 725 | 652 | 672 | 611 | 633 | 114 | 92 | 15,8 | 12,6 |
| $S\bar{x}$ | 81 | 74 | 74 | 69 | 71 | 12 | 12 | 0,5 | 0,8 |
| V, % | 29,6 | 30,0 | 29,3 | 30,1 | 29,6 | 28,4 | 33,4 | 8,8 | 17,0 |
| S | 215 | 195 | 197 | 184 | 188 | 32 | 31 | 1,4 | 2,1 |

Примітка: * кількість стебел на IV етапі визначали перед обробленням посівів стимулятором росту;

** 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Покращення фосфорно-калійного живлення у варіанті внесення N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30(IV)} забезпечило густоту стеблостою на рівні 880 і 910 шт./м² залежно від попередника, що перевищує показники контрольного варіанта на 72,7-91,3%. Подальше підвищення норми добрив до N₆₀P₈₀K₈₀ та N₄₅P₉₀K₉₀ кг/га д. р.

забезпечило збільшення кількості стебел ячменю ярого на 82,7 і 86,0 % за попередника соя та більш ніж удвічі – на 107,2 і 112,4 % за попередника кукурудза на зерно.

Проведений статистичний аналіз засвідчив значну варіабельність показника щільності стеблостою від рівня удобрення – коефіцієнт варіації знаходився у межах 23,6-30,1 % залежно від попередника, застосування стимуляторів росту і етапу органогенезу. Також слід зауважити, що за вирощування після кукурудзи на зерно варіабельність була вищою, ніж за вирощування після сої.

Підвищення агрофону за рахунок збільшення норм мінеральних добрив та застосування частини азотних добрив у підживлення на IV етапі органогенезу рослин знижувало втрати стебел у відносному вимірі.

Так, якщо на IX етапі органогенезу ячменю ярого у варіантах внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ зафіксовано втрати кількості стебел на рівні 12,9-13,0 % за попередника соя і 11,0-11,7 % за попередника кукурудза на зерно, то у варіанті удобрення нормою $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ кг/га д. р. цей показник знижувався відповідно до 8,8-12,1 % і 6,8-10,2 % залежно від застосування стимуляторів росту, $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ – до 6,8-11,5 % і 7,6-9,6 %, нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. – до 7,3-11,0 і 7,3-9,0 %.

У наступні фази росту й розвитку ячменю ярого відбувалося подальше зменшення кількості стебел. За вирощування після сої загальна кількість стебел ячменю ярого на XII етапі органогенезу була на рівні 467-863 шт./м² при застосуванні стимуляторів росту, а у варіантах технології, які не передбачали цих технологічних прийомів – 460-823 шт./м², після кукурудзи на зерно - 407-847 і 393-807 шт./м² відповідно. Таким чином, редукція стебел ячменю ярого з IV по XII етапи органогенезу за вирощування після сої становила 12,7-18,8 % у варіантах без застосування стимуляторів росту і 10,7-15,9 % за їх використання. За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно цей показник відмічено на рівні відповідно 14,3-18,2% і 9,8-15,6%.

Аналізуючи показники щільності стеблостою на певному етапі порівняно до попереднього, слід сказати, що найінтенсивніше редукція пагонів відбувалась у період з IV по IX етап органогенезу. Так, за вирощування після сої спостерігали зниження кількості стебел у цей період на 5,1-13,0 %, після кукурудзи на зерно – 5,0-11,7 % залежно від системи удобрення та застосування стимуляторів росту. У період з IX по XII етапи процеси зрідження стеблостою знизилися і порівняно до попереднього періоду становили 5,0-8,9 % і 2,9-7,4 % відповідно.

Варто відмітити, що у відносному вимірі варіація показника редукції стебел з IV по XII етап органогенезу за вирощування після сої знаходилася на середньому рівні (14,2 і 15,4 %) як при застосуванні стимуляторів росту, так і без них, а за вирощування після кукурудзи на зерно була слабкою у варіантах без біопрепаратів (8,8 %) і середньою (17,0 %) за їх застосування.

Застосування стимуляторів росту позитивно відобразилося на збереженні щільності стеблостою, забезпечуючи цей показник на рівні 467-863 шт./м² за вирощування після сої і 407-857 шт./м² після кукурудзи на зерно, сприяючи зменшенню втрат стебел на XII етапі органогенезу порівняно з IV етапом на 7-40 шт./м², або 1,5-5,0 % залежно від системи удобрення і попередника.

Слід зауважити, що у період з IV по IX етап органогенезу дія стимуляторів росту була контрастнішою. Якщо у варіантах без стимуляторів росту редукція пагонів становила 7,0-13,0 % залежно від попередника і системи удобрення, то за використання препаратів рістстимулювальної дії вона знижувалася до 5,0-8,8 %. Отже, на завершення вегетації ячменю ярого вплив стимуляторів на збереження кількості стебел знижується. На нашу думку, це обумовлено як поступовим згасанням процесів життєдіяльності у рослині, так і повним використанням отриманих рослинами активних речовин препаратів.

4.3 Формування площі листкової поверхні рослинами ячменю ярого

Основним органом рослини, який поглинає найбільше енергії сонця і забезпечує найвищу інтенсивність фотосинтезу, є листок. Про цю важливу функцію листкового апарату К.А. Тімірязєв зазначав: “Листок постачає головну, в кількісному і якісному відношенні, поживу рослині; можна сказати, що в житті листка виявляється сама сутність рослинного життя, що рослина – це листок.... Всі органічні речовини, які б вони не були різноманітні, де б вони не зустрічалися, у рослині, тварині або людині, пройшли через листок, вироблені з речовин, утворених листками” [цит. за 264, С. 111, 121].

Здатність рослин в агроценозі поглинати енергію сонячних променів і, відповідно, накопичувати органічну речовину залежить передусім від площі асиміляційної поверхні, сформованої як окремими рослинами, так і взагалі посівом відповідної культури. При формуванні більшого листкового апарату рослини значно підвищують інтенсивність фотосинтезу, що обумовлює підсилення процесів споживання поживних речовин і, як наслідок, забезпечує високий рівень урожайності [265].

Показником, який характеризує здатність посівів до фотосинтетичної діяльності, є індекс листкової поверхні (ІЛП), тобто відношення площі асимілюючих органів до одиниці поверхні ґрунту [266]. Він визначає активність поглинання сонячних променів як основного фактора, який впливає на ефективність роботи фотосинтетичного апарату. Класичні уявлення свідчать, що для отримання максимальної врожайності культури оптимальними параметрами цього показника є 4-5 м²/м² [267]. Натомість аналіз поглиблених досліджень щодо цього питання дозволили О. І. Зінченку, В. Н. Салатенку, М. А. Білоножку [268] зробити висновок, що для озимих і ярих зернових, картоплі, кукурудзи, сорго, коренеплодів, соняшнику, баштанних культур оптимальною площею листкової поверхні на 1 га посіву буде від 40 – 50 до 60 тис. м² на гектар або від 4 – 5 до 6 м² на 1 м² посіву.

У середньому за роки досліджень значення показника індексу листової поверхні зростали та набували максимуму на VIII (фаза колосіння) і IX (фаза цвітіння) етапах органогенезу рослин ячменю ярого, після чого мали тенденцію до поступового зниження. Варто зауважити, що ІЛП суттєво залежав від елементів технології вирощування, які були поставлені на вивчення (табл. 4.5, 4.6).

Таблиця 4.5

Індекс листової поверхні рослин ячменю ярого залежно від технології вирощування, попередник соя, середнє за 2018-2020 рр., м²/м²

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | II | | IV | | VIII | | XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,49 | 0,52 | 1,10 | 1,15 | 2,28 | 2,39 | 0,32 | 0,34 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,52 | 0,57 | 1,20 | 1,32 | 2,36 | 2,59 | 0,35 | 0,39 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0,72 | 0,84 | 1,66 | 1,95 | 3,08 | 3,54 | 0,46 | 0,57 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0,72 | 0,84 | 1,65 | 1,95 | 2,95 | 3,50 | 0,41 | 0,53 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 0,78 | 0,89 | 1,75 | 2,06 | 3,76 | 3,96 | 0,49 | 0,56 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 1,18 | 1,25 | 2,62 | 2,78 | 5,03 | 5,16 | 0,76 | 0,84 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 1,00 | 1,04 | 2,27 | 2,36 | 4,29 | 4,53 | 0,60 | 0,68 |
| \bar{X} | 0,77 | 0,85 | 1,75 | 1,94 | 3,39 | 3,67 | 0,48 | 0,56 |
| $S\bar{x}$ | 0,09 | 0,10 | 0,21 | 0,21 | 0,38 | 0,37 | 0,06 | 0,06 |
| V, % | 32,0 | 29,8 | 31,0 | 29,1 | 30,0 | 27,0 | 31,6 | 30,2 |
| S | 0,25 | 0,25 | 0,54 | 0,56 | 1,02 | 0,99 | 0,15 | 0,17 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Таблиця 4.6

Індекс листкової поверхні рослин ячменю ярого залежно від технології вирощування, попередник кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр., м²/м²

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | II | | IV | | VIII | | XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,43 | 0,47 | 0,99 | 1,09 | 2,06 | 2,27 | 0,31 | 0,36 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,48 | 0,56 | 1,15 | 1,32 | 2,18 | 2,50 | 0,33 | 0,40 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0,70 | 0,84 | 1,67 | 2,00 | 3,10 | 3,27 | 0,50 | 0,56 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0,69 | 0,83 | 1,68 | 1,97 | 2,86 | 3,39 | 0,43 | 0,54 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 0,74 | 0,87 | 1,79 | 2,11 | 3,89 | 4,09 | 0,58 | 0,65 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 1,16 | 1,20 | 2,65 | 2,73 | 5,09 | 5,24 | 0,76 | 0,88 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 1,02 | 1,08 | 2,36 | 2,51 | 4,46 | 4,65 | 0,62 | 0,74 |
| \bar{X} | 0,75 | 0,84 | 1,76 | 1,96 | 3,38 | 3,63 | 0,50 | 0,59 |
| $S\bar{x}$ | 0,10 | 0,10 | 0,23 | 0,22 | 0,43 | 0,41 | 0,06 | 0,07 |
| V, % | 35,6 | 31,0 | 34,0 | 30,1 | 33,9 | 30,1 | 32,2 | 31,1 |
| S | 0,27 | 0,26 | 0,60 | 0,59 | 1,15 | 1,09 | 0,16 | 0,18 |

Примітка: 1- без застосування стимуляторів росту, 2- з застосуванням стимуляторів росту

Проведений статистичний аналіз засвідчив значну варіабельність показника індексу листкової поверхні від рівня удобрення на всіх етапах органогенезу – коефіцієнт варіації знаходився у межах 27,0-35,6 % залежно від попередника і застосування стимуляторів росту. Також варто відмітити незначне, але стає зниження варіабельності показника (на 1,1-4,6 %) у варіантах застосування стимуляторів росту порівняно з контрольними, де біопрепарати не використовували.

На II етапі органогенезу індекс листкової поверхні зафіксовано у межах від 0,43 до 1,25 м²/м². Покращене живлення за рахунок внесення мінеральних добрив забезпечило приріст цього показника на 0,23-0,73 м²/м² відносно контролю за вирощування ячменю після сої і на 0,26-0,73 м²/м² після кукурудзи на зерно.

На цьому етапі відмічали відставання у наростанні листкової поверхні рослин ячменю, який вирощували після кукурудзи на зерно порівняно з посівами, вирощуваними після сої – на фоні без добрив – на 9,6-12,5 %, за органічної системи удобрення – на 1,8-7,7 %, за внесення мінеральних добрив – на 1,2-4,2 %. Таке відставання на початкових етапах розвитку підтверджує думку науковців [269, 270], що післяжнивні рештки кукурудзи вивільняють у ґрунт фенольні сполуки, які можуть змінювати властивості клітинних оболонок, що призводить до гальмування проростання насіння, уповільнення росту коренів та ослаблення кущення.

У той же час активізація ростових процесів внаслідок застосування стимулятора Регоплант для обробки насіння перед сівбою суттєво нівелювала негативну дію попередника. В загальному підсумку, застосування цього агрозаходу забезпечувало приріст ІЛП на 3,4-20,0 %, залежно від системи удобрення, порівняно до варіантів, де обробку насіння стимулятором росту не проводили.

На IV етапі органогенезу (фаза виходу в трубку) тенденції до збільшення листкової поверхні за внесення мінеральних добрив та застосування стимулятора росту зберігалися. У цей період показник ІЛП досягав максимального значення у варіанті комплексного застосування стимуляторів росту і внесення N₁₂₀P₈₀K₈₀ на фоні побічної продукції – 2,73 м²/м² за вирощування після кукурудзи на зерно і 2,78 м²/м² після сої.

У фазі колосіння (VIII етап органогенезу) показники листкової поверхні рослин ячменю ярого досягли максимальних значень і суттєво залежали від досліджуваних елементів технології вирощування. Значний вплив на формування листкової поверхні у цей період спричинила система удобрення.

Так, за органічної системи, яка передбачала застосування побічної продукції попередника, листкова поверхня збільшилася порівняно з контрольними варіантами без внесення добрив на 3,5-10,1 % залежно від попередника і застосування стимуляторів росту. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. сприяло збільшенню листкової поверхні на 29,4-49,3%, а залучення до такої системи удобрення мікродобрива – на 36,1-50,5 %. Подвоєння норми мінеральних добрив з перенесенням половини дози азоту у підживлення на IV етапі органогенезу сприяло додатковому зростанню індексу листкової поверхні на 13,1-36,0%. Застосування на фоні побічної продукції попередника норми мінеральних добрив $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. забезпечило формування показників ІЛП на рівні 4,29-4,65 m^2/m^2 залежно від стимуляторів росту та попередника, що на 2,01-2,40 більше за отримані на контрольних варіантах. Максимальну листкову поверхню в досліді формували посіви за внесення $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ на фоні побічної продукції попередника. За вирощування після сої на цьому варіанті удобрення зафіксовано показники ІЛП 5,03 і 5,16 m^2/m^2 , після кукурудзи на зерно – 5,09 і 5,24 m^2/m^2 залежно від застосування стимуляторів росту, забезпечивши приріст до контрольних варіантів 2,75-3,03 m^2/m^2 .

Застосування стимуляторів росту сприяло приросту листкової поверхні посівів ячменю у цей період на 2,6-18,6 % за вирощування після сої та на 2,9-18,5 % за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від системи удобрення.

У подальшому спостерігали зниження показника ІЛП. Так, на XI етапі органогенезу він знаходився на рівні 0,31-0,88 m^2/m^2 залежно від досліджуваного варіанту, однак загальні закономірності впливу елементів технології на зміну цього показника зберігалися.

4.4 Накопичення сухої речовини рослинами ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів

Накопичення сухої речовини рослинами є інтегральним показником, який відображає вплив комплексу факторів на рослини в посіві – це й агрометеорологічні умови, й біологічні особливості певного сорту, рівень агротехніки, ефективність роботи фотосинтетичного апарату, який продукує відповідну кількість асимілятів. Наявність взаємозв'язку між характером накопичення сухої речовини і рівнем отриманого врожаю підтверджена працями таких учених як А.О. Ничипорович [271], Р.В. Гаценко, В.С. Антоненко [272], К. Prikryl, M. Plasarova, A. Soucek [273].

У наших дослідженнях, проведених упродовж 2018-2020 рр., показник накопичення сухої маси суттєво залежав від досліджуваних факторів на всіх етапах органогенезу рослин (табл. 4.7, 4.8).

На II етапі органогенезу посіви ячменю ярого за вирощування після сої накопичували суху речовину на рівні від 0,16 до 0,43 т/га, після кукурудзи на зерно – від 0,12 до 0,66 т/га залежно від удобрення та використання стимуляторів росту. Вплив системи удобрення ставав суттєвішим із збільшенням кількості поживних речовин, які вносили під культуру. Так, застосування лише побічної продукції попередника сприяло збільшенню накопичення сухої речовини на 11,1-18,8 % порівняно з варіантом без добрив за вирощування ячменю після сої. Натомість, за вирощування після кукурудзи на зерно цей показник залишався на рівні контрольного варіанту.

Причиною такого явища, на нашу думку, є певна токсичність післяжнивних решток кукурудзи, про що згадувалося вище (див. розділ 4.3). Застосування мінеральних добрив нівелювало цей вплив, активізувало процеси накопичення сухої речовини рослинами ячменю ярого, забезпечивши цей показник на рівні від 0,26 до 0,43 т/га за вирощування після сої та від 0,27 до 0,66 т/га – після кукурудзи на зерно. Передпосівна обробка насіння

стимулятором росту сприяла збільшенню накопичення сухої речовини на 5,3-37,5 % залежно від варіанта удобрення і попередника.

Таблиця 4.7

Динаміка накопичення сухої речовини посівами ячменю ярого залежно від технології вирощування, попередник соя, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | II | | IV | | VIII | | XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,16 | 0,18 | 0,93 | 1,01 | 4,21 | 4,39 | 4,84 | 4,99 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,19 | 0,20 | 1,11 | 1,20 | 4,83 | 4,81 | 5,25 | 5,23 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0,26 | 0,32 | 1,58 | 1,65 | 6,02 | 6,58 | 6,47 | 7,00 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0,27 | 0,32 | 1,59 | 1,66 | 6,38 | 6,64 | 6,79 | 7,06 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 0,32 | 0,35 | 1,71 | 1,83 | 6,86 | 7,02 | 7,37 | 7,47 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 0,37 | 0,37 | 2,23 | 2,29 | 7,58 | 8,18 | 8,16 | 8,72 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 0,40 | 0,43 | 2,13 | 2,25 | 7,33 | 8,05 | 7,80 | 8,56 |
| \bar{X} | 0,28 | 0,31 | 1,61 | 1,70 | 6,17 | 6,52 | 6,67 | 7,00 |
| $S\bar{x}$ | 0,03 | 0,03 | 0,18 | 0,18 | 0,48 | 0,55 | 0,47 | 0,55 |
| V, % | 31,5 | 29,1 | 29,7 | 28,4 | 20,4 | 22,4 | 18,8 | 20,8 |
| S | 0,09 | 0,09 | 0,48 | 0,48 | 1,26 | 1,46 | 1,25 | 1,46 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

На IV етапі органогенезу рослин (фаза виходу в трубку) посіви ячменю ярого накопичували від 0,71 до 2,55 т/га сухої речовини залежно від варіанту досліду. Слід зауважити, що у цей період зберігались аналогічні закономірності щодо зміни показника залежно від досліджуваних факторів.

Таблиця 4.8

Динаміка накопичення сухої речовини посівами ячменю ярого залежно від технології вирощування, попередник кукурудза на зерно, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Етапи органогенезу | | | | | | | |
|---|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | II | | IV | | VIII | | XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,12 | 0,15 | 0,71 | 0,80 | 2,84 | 3,08 | 3,16 | 3,32 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,12 | 0,15 | 0,72 | 0,79 | 2,67 | 2,83 | 2,96 | 3,08 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0,27 | 0,35 | 1,49 | 1,76 | 5,34 | 5,69 | 5,62 | 5,93 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0,27 | 0,35 | 1,51 | 1,77 | 5,41 | 5,71 | 5,69 | 5,95 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 0,32 | 0,40 | 1,72 | 1,89 | 6,97 | 7,65 | 7,41 | 8,05 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 0,38 | 0,47 | 2,31 | 2,55 | 8,37 | 8,91 | 9,00 | 9,52 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 0,48 | 0,66 | 2,21 | 2,46 | 8,04 | 9,04 | 8,46 | 9,51 |
| \bar{X} | 0,28 | 0,36 | 1,52 | 1,72 | 5,66 | 6,13 | 6,04 | 6,48 |
| $S\bar{x}$ | 0,05 | 0,07 | 0,24 | 0,27 | 0,87 | 0,96 | 0,91 | 1,01 |
| V, % | 46,8 | 49,5 | 41,8 | 41,0 | 40,6 | 41,6 | 39,7 | 41,3 |
| S | 0,13 | 0,18 | 0,64 | 0,70 | 2,30 | 2,55 | 2,40 | 2,68 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Період з IV по VIII етапи органогенезу рослин відзначався як найактивнішим накопиченням сухої речовини, так і найсуттєвішим впливом на формування цього показника усіх досліджуваних у моделях технології вирощування ячменю ярого агрозаходів.

Внесення помірних норм добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.р.) забезпечило нагромадження сухої речовини на рівні 5,41-6,64 т/га залежно від попередника і застосування стимуляторів росту, що на 2,17-2,63 т/га більше від показників контролю. Долучення до такої системи удобрення позакореневого внесення мікродобрива Біфоліар Мікроплант не спричинило позитивного ефекту, обумовивши несуттєве зниження зазначеного показника. Збільшення норми добрив до $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ кг/га д.р. дозволило посівам накопичити від 6,86 до 7,65 т/га сухої речовини, забезпечивши приріст до контролю на рівні 2,63-4,57 т/га. Застосування добрив у нормах $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ і $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д.р. на фоні побічної продукції попередника сприяло подальшій інтенсифікації накопичення сухої речовини до 7,33-9,04 т/га. Слід відмітити, що різниця між показниками цих варіантів була незначною – на рівні 0,13-0,33 т/га, або 1,5-4,1%. У цей період відмічено позитивну дію стимуляторів росту рослин, які забезпечили додаткове нагромадження сухої речовини на рівні від 0,16 до 1,00 т/га, або 2,3-12,4 % залежно від удобрення і попередника.

Починаючи з IX етапу органогенезу накопичення сухої речовини уповільнилось за рахунок переважання процесів реутилізації пластичних речовин з вегетативних органів у генеративні. Так, з VIII по XI етапи органогенезу відмічене зростання сухої речовини посівів на 0,24-0,63 т/га залежно від досліджуваної технології вирощування. Однак, закономірності, виявлені і проаналізовані при описі попередніх етапів, збереглися.

Найвищі показники кількості сухої речовини відмічено на XI етапі органогенезу, протягом якого відбувається накопичення поживних речовин у зерні та досягання рослини. У цей період посіви ячменю ярого за вирощування після сої формували від 4,84 до 8,72 т/га, за вирощування після кукурудзи на зерно – від 3,16 до 9,52 т/га сухої речовини залежно від системи удобрення і застосування стимуляторів росту.

Застосування органічної системи удобрення, яка передбачала заробляння побічної продукції попередника без внесення мінеральних добрив, мала позитивний вплив лише у варіантах технології вирощування ячменю після сої.

У середньому за 2018-2020 рр. досліджень вона забезпечила приріст сухої речовини на XI етапі органогенезу на рівні 0,24-0,41 т/га, або 4,8-8,5 % порівняно до варіантів контролю без добрив. За вирощування після кукурудзи на зерно спостерігали зниження рівнів накопичення сухої речовини порівняно до контрольних варіантів на 0,20-0,24 т/га, або 6,3-7,2 %. На нашу думку, це пояснюється особливостями формування агрофону попередниками, у т.ч. специфічністю їх побічної продукції – якщо рештки сої мають підвищений вміст азоту і до того ж культура за рахунок діяльності бульбочкових бактерій забезпечувала себе певною мірою азотом за рахунок азотфіксації, то кукурудза навпаки, в значній мірі використала ґрунтові запаси цього елемента для формування власної врожайності, а її післязбиральні рештки мали відносно токсичний вплив на ріст і розвиток ячменю ще з початкових етапів вегетації культури.

Внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції попередника сприяло підвищенню рівнів накопичення сухої речовини на 33,7-41,5 % за попередника соя і на 77,8-80,1 % за попередника кукурудза на зерно залежно від варіанта застосування мікродобрива і використання стимуляторів росту. Слід зауважити, що як і в попередні етапи органогенезу, ми не спостерігали позитивної дії мікродобрива на формування цього показника.

Подвоєння норми мінеральних добрив із перенесенням частини азотних у підживлення, передбачене поставленою на вивчення системою удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$, забезпечило додаткові прирости сухої речовини порівняно з нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. – за вирощування після сої на 0,41-0,58 т/га, або 5,8-8,5 %, після кукурудзи на зерно – на 1,72-2,10 т/га, або на 30,2-35,3% залежно від застосування стимуляторів росту.

Максимальні показники накопичення сухої речовини посівами ячменю ярого забезпечили варіанти удобрення, які передбачали внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ на фоні заробляння

побічної продукції попередника. За вирощування після сої вони становили 7,80-8,72 т/га, після кукурудзи на зерно – 8,46-9,52 т/га.

Аналіз рослинних проб, відібраних на XII етапі органогенезу, показав незначне зменшення показника кількості сухої речовини, що пояснюється втратою у цей період рослинами частини листків.

Статистичний аналіз результатів досліджень засвідчив певні відмінності у ступені варіації показника накопичення сухої речовини від рівня удобрення на різних етапах органогенезу залежно від попередника. Так, за вирощування після сої накопичення сухої речовини посівами ячменю ярого у першій половині вегетації мало значну варіацію залежно від варіанта удобрення - коефіцієнт варіації становив 28,4-31,5%, а починаючи з VIII етапу органогенезу – спадало до рівня суттєвої – 18,8-22,4 %. Натомість вирощування після кукурудзи на зерно обумовило значну варіацію показника - на рівні 39,7-49,5%.

4.5 Вплив попередників, рівня удобрення і стимуляторів росту на фотосинтетичну діяльність рослин ячменю ярого

Фотосинтетична активність посівів будь-якої культури є основною складовою формування її продуктивності. Тому важливим завданням інноваційних технологій в аграрному виробництві є створення оптимальних умов для росту і розвитку, при якому посіви найбільш ефективно використовували б сонячну енергію для накопичення господарсько-цінного врожаю. Як вказує Х.Г.Тоомінг [274,275], рослинні організми понад 90 % врожаю формують за рахунок фотосинтетичної діяльності. Площа поверхні пластид, з яких складається загальна фотоактивна поверхня, перевищує площу листя у 10-40 разів. Таким чином, 1 м² поверхні ґрунту забезпечує до 300 м² поверхні, яка поглинає світло і приймає участь у фотосинтезі. Але розвинена листкова поверхня має найкращу ефективність лише за оптимальних умов, які досягаються за рахунок відповідних агротехнічних заходів.

Це означає, що збільшення асиміляційної поверхні листя не завжди пропорційно збільшує урожайність ячменю ярого. Зв'язок цих двох процесів має межу, за перевищення якої велика листкова поверхня, внаслідок взаємного затінення, знижує інтенсивність фотосинтезу, в результаті чого збільшується непродуктивна частина урожаю і зменшується продуктивна. Відповідно, для отримання високого врожаю зерна потрібна не максимальна площа листя, а достатньо, щоб вона була помірно великою, тобто оптимальною для певних умов.

Тому, одним із завдань нашої роботи було визначення впливу попередників, систем удобрення та стимуляторів росту, а також їх комплексного застосування у технології вирощування ячменю ярого на формування фотосинтетичного потенціалу (ФП) рослинами у посіві протягом вегетаційного періоду.

Фотосинтетичний потенціал посіву та індекс листкової поверхні мають тісний зв'язок між собою. Сумарний фотосинтетичний потенціал посівів ячменю ярого за період з II по XI етапи органогенезу формувався на рівні 1,02-2,42 млн м²/га·діб за вирощування після сої та 0,92-2,39 млн м²/га·діб після кукурудзи на зерно (табл. 4.9).

Аналізуючи вплив попередників на формування фотосинтетичного потенціалу посівів, виявили наступну закономірність: за недостатнього (без добрив, удобрення лише побічною продукцією попередника) і помірного (N₃₀P₃₀K₃₀) забезпечення елементами живлення посіву ячменю ярого формували вищі показники ФПП за вирощування після сої, за внесення підвищених і високих норм добрив (N₃₀P₆₀K₆₀+N_{30(IV)}; N₆₀P₈₀K₈₀+N_{60(IV)}; N₄₅P₉₀K₉₀+N_{45(IV)}) кг/га д. р. кращий фотосинтетичний потенціал демонстрували посіви, вирощені після кукурудзи на зерно. Це явище пояснюється, на нашу думку, з одного боку - певним пригніченням рослин ячменю внаслідок токсичної дії пожнивних решток кукурудзи на початкових етапах розвитку, з іншого – покращенням живлення рослин за рахунок післядії добрив, внесених під попередник.

Дослідження впливу стимуляторів росту на формування фотосинтетичного потенціалу, дозволяють зробити висновок, що цей агрозахід у середньому за 2018-2020 рр. сприяв збільшенню показника ФПП на 2,58-18,84 % залежно від варіанту удобрення і попередника.

Таблиця 4.9

Показники фотосинтетичного потенціалу посівів ячменю ярого залежно від досліджуваних агрозаходів на II-XI етапах органогенезу, млн м²/га·діб, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Попередник соя | | Попередник кукурудза на зерно | |
|---|----------------|------|-------------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 1,02 | 1,07 | 0,92 | 1,01 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,07 | 1,18 | 1,00 | 1,15 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 1,43 | 1,65 | 1,44 | 1,59 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1,38 | 1,64 | 1,36 | 1,61 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 1,65 | 1,81 | 1,71 | 1,87 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 2,31 | 2,42 | 2,33 | 2,39 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 1,97 | 2,08 | 2,05 | 2,16 |
| \bar{X} | 1,55 | 1,69 | 1,54 | 1,68 |
| $S\bar{x}$ | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,19 |
| V,% | 30,3 | 28,0 | 33,8 | 29,8 |
| S | 0,47 | 0,47 | 0,52 | 0,50 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Спостерігали чітку закономірність збільшення ФПП за покращення мінерального живлення рослин. У середньому за роки проведення досліджень встановлено, що максимальні показники ФПП за період II-XI етапів

органогенезу формувались у варіантах внесення $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ на фоні побічної продукції 2,31 і 2,42 млн $m^2/га \cdot д\bar{и}б$ за вирощування ячменю після сої та 2,33 і 2,39 млн $m^2/га \cdot д\bar{и}б$ - після кукурудзи на зерно. Результати статистичного аналізу засвідчили значну варіацію показників фотосинтетичного потенціалу посівів ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів – 28,0-33,8 %.

Як вказує В.В. Церлінг [258], на результативність фотосинтезу впливає освітлення листа. Воно регулюється оптимальною густотою посіву. Наприклад, таке негативне явище як вилягання викликає не тільки зниження інтенсивності фотосинтезу за рахунок зниження освітлення листа, але й збільшує витрати вуглеводів на дихання полеглих рослин. Від площі асиміляційної поверхні посівів залежить ефективність її роботи, яка в свою чергу впливає на формування продуктивності ячменю ярого і визначається таким показником як чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка характеризує інтенсивність накопичення органічної речовини одиницею листової поверхні за певний проміжок часу (добу) і безпосередньо впливає на рівень урожайності. Дослідники [276] відмічають, що в посівах зернових культур цей показник знаходиться в складній функціональній залежності від асимілюючої поверхні, фази розвитку та ступеня оптимізації умов вирощування.

Протягом вегетаційного періоду величина чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого істотно різнилась залежно від етапів органогенезу. Максимальні показники ЧПФ відмічено у міжфазний період сходи-вихід в трубку (II - IV етапи органогенезу). Залежно від варіанту удобрення та застосування стимуляторів росту значення цього показника становили 5,62-6,93 $г/м^2$ за добу при вирощуванні після сої (табл. 4.10) і 4,01-6,93 $г/м^2$ за добу – після кукурудзи на зерно (табл. 4.11).

У цей період відбувається інтенсивне наростання фітомаси кожної окремої рослини, формуються вегетативні органи, а площа листа невелика, внаслідок чого практично відсутнє взаємозатінення культурних рослин, що зумовлює майже однакову інтенсивність фотосинтезу в листках нижнього і верхнього ярусів. Варіація показника від рівня удобрення була незначною –

коефіцієнт варіації склав від 5,5 до 6,4 % залежно від попередника та застосування стимуляторів росту.

Таблиця 4.10

Показники чистої продуктивності фотосинтезу, попередник соя, г/м² за добу, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | | | |
|---|-------------------|------|---------|------|---------|------|
| | II-IV | | IV-VIII | | VIII-XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 5,70 | 5,86 | 4,12 | 4,24 | 0,73 | 1,08 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 6,30 | 6,22 | 4,91 | 4,91 | 0,69 | 0,93 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 5,62 | 6,53 | 5,88 | 5,97 | 0,50 | 0,62 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 5,66 | 6,57 | 5,84 | 5,96 | 0,49 | 0,68 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 6,22 | 6,91 | 5,90 | 6,05 | 0,67 | 0,79 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 5,61 | 5,77 | 6,03 | 6,14 | 0,80 | 0,86 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 6,22 | 6,31 | 6,15 | 6,22 | 0,66 | 0,71 |
| \bar{X} | 5,90 | 6,31 | 5,55 | 5,64 | 0,65 | 0,81 |
| $S\bar{x}$ | 0,12 | 0,15 | 0,28 | 0,29 | 0,04 | 0,06 |
| V,% | 5,5 | 6,4 | 13,5 | 13,5 | 17,7 | 19,7 |
| S | 0,32 | 0,40 | 0,75 | 0,76 | 0,11 | 0,16 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

В подальшому інтенсивність фотосинтезу знижувалась. Так, від фази виходу в трубку до колосіння (IV-VIII етапи органогенезу) за вирощування після сої значення показника ЧПФ становили 4,12-6,22 г/м² за добу залежно від системи удобрення і застосування стимуляторів росту, після кукурудзи на зерно

– 4,01-6,71 г/м² за добу, а за період VIII-XI відмічено зниження продукційних процесів у посівах ячменю ярого відповідно до 0,71-1,94 г/м² і 0,50-1,08 г/м² за добу. Натомість варіабельність показника від рівня удобрення зростала до суттєвої за вирощування після сої (коефіцієнт варіації склав 13,5-19,7%) та значної – після кукурудзи на зерно (26,6-38,0 %).

Таблиця 4.11

Показники чистої продуктивності фотосинтезу, попередник кукурудза на зерно, г/м² за добу, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | | | |
|---|-------------------|------|---------|------|---------|------|
| | II-IV | | IV-VIII | | VIII-XI | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 4,91 | 4,91 | 4,01 | 4,31 | 1,76 | 1,94 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 4,01 | 4,31 | 3,24 | 3,55 | 1,13 | 1,24 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 5,84 | 6,05 | 4,52 | 4,89 | 0,82 | 1,02 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 5,97 | 6,15 | 4,46 | 5,21 | 0,84 | 0,97 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 6,17 | 6,93 | 6,30 | 6,38 | 0,80 | 0,96 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 5,96 | 6,22 | 6,53 | 6,61 | 0,71 | 0,80 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 5,90 | 6,03 | 6,57 | 6,71 | 0,77 | 0,78 |
| \bar{X} | 5,54 | 5,80 | 5,09 | 5,38 | 0,98 | 1,10 |
| $S\bar{x}$ | 0,30 | 0,33 | 0,51 | 0,46 | 0,14 | 0,15 |
| V, % | 14,2 | 15,3 | 26,6 | 22,8 | 38,0 | 36,3 |
| S | 0,79 | 0,89 | 1,36 | 1,23 | 0,37 | 0,40 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Аналогічні закономірності щодо максимуму продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого в період вегетації від сходів до виходу рослин в трубку

(II-IV етапи органогенезу) встановлено у степовій зоні [277] та центральній частині Правобережного Лісостепу [278].

Результатами досліджень 2018-2020 рр. встановлено, що досліджувані елементи технології вирощування суттєво впливали на показник чистої продуктивності в цілому за вегетаційний період (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого залежно від досліджуваних агрозаходів на II-III етапах органогенезу, г/м² за добу, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Попередник соя | | Попередник кукурудза на зерно | |
|---|----------------|------|-------------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 3,15 | 3,19 | 3,03 | 3,09 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 3,35 | 3,27 | 2,74 | 2,46 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,42 | 3,62 | 3,38 | 3,58 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,46 | 3,71 | 3,35 | 3,84 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 3,57 | 3,75 | 3,99 | 4,29 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 3,85 | 3,95 | 4,14 | 4,45 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 3,98 | 4,00 | 4,36 | 4,59 |
| \bar{X} | 3,54 | 3,64 | 3,57 | 3,76 |
| $S\bar{x}$ | 0,11 | 0,12 | 0,23 | 0,29 |
| V,% | 8,2 | 8,6 | 16,9 | 20,7 |
| S | 0,29 | 0,31 | 0,60 | 0,78 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Найістотніше на показник ЧПФ впливав рівень мінерального живлення. Як вказують І.А. Куперман, Є.В. Хітрово [279], елементи мінерального живлення, впливаючи на фотосинтез головним чином під час формування структур і субстанцій пігментів і ензимів, визначають активність останніх. Від вмісту елементів живлення, зазначають вчені, в рослинах залежать проникність мембран, розміри, кількість, анатомічна структура і тривалість життя листя.

Рослини ячменю ярого позитивно реагували на застосування мінеральних добрив. Система удобрення, яка передбачала внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні загортання пожнивних решток попередника, сприяла інтенсифікації процесів фотосинтезу, забезпечуючи його продуктивність на рівні 3,35-3,84 г/м² за добу залежно від попередника та застосування стимуляторів росту, що на 8,6-24,3 % більше за показники контрольних варіантів. Подвоєння норми добрив до $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ кг/га д. р. створило умови для формування одиницею листкової поверхні рослин ячменю ярого сухої речовини на рівні 3,57-4,29 г за добу, що на 13,3-38,8 % більше, ніж на контролі.

В результаті статистичного аналізу даних встановлено незначну варіацію показника ЧПФ від рівня удобрення за вирощування після сої (коефіцієнт варіації 8,2 і 8,6%) та суттєвий рівень варіабельності – після кукурудзи (16,9 і 20,7 % залежно від застосування стимуляторів росту).

Подальше підвищення рівня мінерального живлення при застосуванні системи удобрення $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ на фоні побічної продукції попередника хоча й сприяло інтенсифікації продукційних процесів в посівах ячменю ярого, але не забезпечувало їх оптимального протікання. Такі посіви були загущені, спостерігали вилягання на окремих ділянках, тому показники ЧПФ не досягали у цьому варіанті максимальних показників, зафіксованих у досліді. Натомість система удобрення, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні пожнивних решток, була краще збалансована за поживними елементами, що забезпечило найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу – 4,36-4,59 г/м² за добу за вирощування ячменю після кукурудзи на зерно.

Висновки до розділу 4

1. Погодні умови визначали тривалість і умови проходження етапів органогенезу ячменю ярого та впливали на реалізацію закладеного потенціалу рослин в урожаї.

2. Базові значення густоти стеблостою формуються на початкових етапах росту і розвитку і значною мірою залежать від попередника і норми мінеральних добрив. На бідних агрофонах (без добрив, внесення побічної продукції попередника) інтенсивніше формується стеблостій за вирощування ячменю ярого після сої. Кукурудза як попередник має перевагу при застосуванні підвищених і високих норм мінеральних добрив.

3. Максимальну кількість стебел на XII етапі органогенезу як за вирощування після сої – 847-863 шт./м², так і після кукурудзи на зерно – 847-857 шт./м² ячмінь ярий формує за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами N₆₀P₈₀K₈₀+ N_{60(IV)} і N₄₅P₉₀K₉₀+ N_{45(IV)} кг/га д. р. на фоні загортання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту. Дія стимуляторів росту на зменшення втрат стебел протягом вегетації ячменю ярого найактивніше проявляється у період з IV по IX етап органогенезу.

4. Максимальні показники індексу листкової поверхні – 5,16 м²/м² за вирощування після сої і 5,24 м²/м² після кукурудзи на зерно – рослини ячменю ярого формували при застосуванні системи удобрення, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₈₀K₈₀+N_{60(IV)} кг/га д. р. на фоні побічної продукції попередника та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу.

5. Максимального рівня накопичення сухої речовини - 7,80-8,72 т/га за вирощування після сої, 8,46-9,52 т/га -після кукурудзи на зерно посіви ячменю ярого досягають на XI етапі органогенезу за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами N₆₀P₈₀K₈₀+N_{60(IV)} кг/га д. р. або N₄₅P₉₀K₉₀+N_{45(IV)} на фоні заорювання пожнивних решток попередника.

6. Найінтенсивнішу фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого забезпечувала технологія, яка передбачала вирощування культури після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції попередника, використання стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу, за якої посіви формували фотосинтетичний потенціал на рівні 2,16 млн. $m^2/га \cdot д\bar{и}б$, що обумовило максимальну продуктивність фотосинтезу асиміляційної поверхні рослин – 4,59 $г/м^2$ за добу.

Основні результати, викладені у розділі, оприлюднені у публікації [280].

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ

5.1 Структурний аналіз врожаю ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування

Урожайність ячменю ярого — важливий інтегральний показник, який залежить від значної кількості господарсько цінних ознак (продуктивного кущення, довжини колоса, кількості зерен в колосі, маси рослин і маси зерен) [281]. Вчені наголошують, що вагомим фактором у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур є оптимальна густина рослин на одиниці площі. Однак не існує єдиної думки щодо граничних параметрів густоти агроценозів, яка забезпечує максимальну реалізацію генетичного потенціалу культури [282, 283]. Причиною цього є відмінності у технологіях вирощування, які застосовують виробники, різні ґрунтово-кліматичні та погодні умови, характерні особливості певних сортів тощо. Тому процес формування врожайності необхідно розглядати через призму комплексного впливу абіотичних і біотичних факторів на динаміку формування елементів структури врожаю, таких як щільність продуктивного стеблостою, озерненість та продуктивність колоса

Вивчення і комплексна оцінка окремих основних елементів технології вирощування сортів ячменю ярого на основі глибокого аналізу елементів структури формування врожаю, сортових особливостей і якості одержуваної під час цього продукції дасть можливість підвищити ефективність виробництва цієї культури.

Підвищення продуктивності агрофітоценозів ячменю ярого, тобто отримання оптимальної кількості продуктивних стебел, залежить від ефективного використання ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону, селекційних інновацій та інтенсивних технологій вирощування. Окремі

науковці [284] вказують, що параметри оптимального продуктивного стеблостою не є постійною величиною для культури чи сорту.

Кількість продуктивних стебел на одиниці площі обумовлюється кількістю рослин у посіві та продуктивністю їх кущення. Збереження оптимальної щільності продуктивного стеблостою до збору врожаю є однією з вимог інтенсивної технології вирощування зернових культур.

Щільність продуктивного стеблостою на 50-60 % і більше обумовлює рівень врожайності культури. Так, у дослідях Національного наукового центру “Інститут землеробства УААН” [285], проведених на темно-сірих лісових ґрунтах, максимальна продуктивність ячменю ярого сорту Дружба – 6,93 т/га - отримана у кращі за погодними умовами роки за щільності продуктивного стеблостою 968 шт./м², сорту Роланд – 8,24 т/га за щільності 962 шт./м². Отже можна зробити висновок, що формування врожайності культури має динамічний характер, який суттєво залежить від типу сорту, його вимог до технології вирощування, а тому потребує творчого підходу до формування густоти посівів.

За результатами досліджень 2018-2020 рр. встановлено, що кількість продуктивних стебел на ІХ етапі органогенезу була вищою завдяки позитивному впливу стимуляторів росту та мінеральних добрив. За попередника соя кількість продуктивних стебел відносно контролю була більшою залежно від рівня мінерального удобрення на 99-350 шт./м², або на 18,2-76,1 % при застосуванні стимуляторів росту та на 83-323 шт./м², або на 18,2-70,7 % без включення цього агрозаходу в технологію вирощування (табл. 5.1). За аналогічних умов після попередника кукурудза на зерно кількість продуктивних стебел збільшувалась відповідно на 153-446 і 128-424 шт./м² (табл. 5.2).

Аналізуючи вплив попередників на формування продуктивного стеблостою ячменю ярого, встановили наступну закономірність: на фоні без добрив, при застосуванні органічної системи удобрення та помірних норм мінеральних добрив перевагу мало вирощування культури після сої,

забезпечуючи підвищення щільності стеблостою на 1,6-16,4 %. У той же час, підвищені і високі норми мінеральних добрив, а також післядія удобрених фонів попередника сприяли збільшенню кількості продуктивних стебел за вирощування після кукурудзи на 20-37 шт./м² порівняно варіантами, вирощуваними після сої.

Таблиця 5.1

Щільність продуктивного стеблостою у посівах ячменю ярого залежно від досліджуваних агрозаходів за попередника соя, шт./м², середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | ІХ етап органогенезу | | ХІІ етап органогенезу | |
|---|-------------------------|------|--------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 457 | 460 | 443 | 447 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 487 | 497 | 467 | 477 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 540 | 559 | 533 | 530 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 543 | 563 | 523 | 537 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 730 | 747 | 707 | 723 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 780 | 810 | 760 | 783 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 773 | 793 | 750 | 773 |
| \bar{X} | 616 | 633 | 598 | 610 |
| $S\bar{x}$ | 53 | 55 | 52 | 55 |
| V, % | 22,7 | 23,1 | 22,9 | 23,7 |
| S | 140 | 146 | 137 | 144 |

Примітка: 1- без застосування стимуляторів росту, 2- з застосуванням стимуляторів росту

Використання стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакоренево на ІV етапі органогенезу сприяло формуванню більшої

кількості продуктивних стебел – за вирощування після сої на 3-30 шт./м², або 0,7-3,8%, після кукурудзи на зерно – на 4-29 шт./м², або 1,0-5,6%.

Описані вище закономірності зберігалися і на XII етапі органогенезу культури. Застосування мінеральних добрив і стимуляторів росту забезпечувало формування продуктивних стебел у кількості 530-783 шт./м² за вирощування після сої і 510-810 шт./м² – після кукурудзи на зерно. Застосування стимуляторів росту сприяло збільшенню продуктивного стеблостою на 4-23 шт./м², або 0,9-4,3 % залежно від попередника і системи удобрення.

Таблиця 5.2

Щільність продуктивного стеблостою у посівах ячменю ярого залежно від досліджуваних агрозаходів за попередника кукурудза на зерно, шт./м², середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | IX етап органогенезу | | XII етап органогенезу | |
|---|-------------------------|------|--------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 393 | 397 | 380 | 387 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 407 | 420 | 393 | 410 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 521 | 550 | 515 | 520 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 530 | 547 | 510 | 523 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 727 | 750 | 700 | 717 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 817 | 843 | 790 | 810 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 797 | 813 | 777 | 793 |
| \bar{X} | 599 | 617 | 581 | 594 |
| $S\bar{x}$ | 68 | 70 | 66 | 67 |
| V, % | 30,0 | 29,9 | 29,9 | 29,8 |
| S | 179 | 184 | 174 | 177 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Максимальні показники щільності продуктивного стеблостою формували варіанти технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та високий рівень забезпечення рослин поживними елементами за рахунок внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 750-783 шт./м², після кукурудзи на зерно – 777-810 шт./м².

Кількість зерен у колосі – один із важливих елементів структури врожаю зернових колосових культур, який відіграє значну роль у підвищенні їхньої зернової продуктивності. Цей показник залежить від великої кількості факторів, дія і взаємодія яких значною мірою зазнає змін від впливу умов зовнішнього середовища [286].

У середньому за 2018-2020 рр. кількість зерен в колосі по попереднику соя змінювалася від 11 до 14 шт. залежно від системи удобрення і застосування стимуляторів росту (табл. 5.3). Найбільшу озерненість колосу за даного попередника – 14 шт. - забезпечили технології вирощування ячменю ярого, які передбачали внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції та застосування стимуляторів росту. За вирощування після кукурудзи відмічено формування показника озерненості колоса ячменю ярого від 10 до 15 шт. залежно від рівня удобрення та застосування стимуляторів росту. За внесення добрив в нормі $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. досліджуваний показник складав 14 шт. у варіанті без застосування стимуляторів росту та 15 шт. – за їх використання.

Аналіз отриманих даних свідчить про позитивний вплив добрив на формування зерен у колосі, однак він значною мірою залежав від попередника. Так, за вирощування після сої більшість варіантів технології, які передбачали внесення мінеральних добрив забезпечили підвищення цього показника на 8,3-16,7 %, за винятком застосування добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. + мікродобриво на фоні побічної продукції попередника, де озерненість колоса

була нижчою за показники контролю на 1 шт. За органічної системи удобрення, навпаки, спостерігали підвищення озерненості колоса на 1 шт.

Таблиця 5.3

Озерненість колоса ячменю ярого залежно від технології вирощування, шт., середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Попередник соя | | Попередник кукурудза на зерно | |
|---|----------------|-----|-------------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12 | 12 | 11 | 11 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 13 | 13 | 10 | 10 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 11 | 11 | 11 | 12 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 13 | 13 | 13 | 14 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 13 | 14 | 14 | 15 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 12 | 12 | 12 | 13 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 13 | 14 | 14 | 14 |
| \bar{X} | 12 | 13 | 12 | 13 |
| $S\bar{x}$ | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,7 |
| V,% | 6,3 | 8,8 | 13,0 | 14,2 |
| S | 1 | 1 | 2 | 2 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно відмічено негативний вплив застосування органічної системи удобрення, яка передбачала заорювання пожнивних решток попередника, на формування показника озерненості – у колосі налічували 10 зерен як за використання стимуляторів росту, так і без них, тоді як на контролі колос формував 11 зерен. Вплив стимуляторів росту після цього попередника більшою мірою проявився у варіантах внесення мінеральних добрив, забезпечуючи збільшення озерненості колоса на 7,1-9,1 %.

Статистичний аналіз даних засвідчив незначну варіацію показника озерненості колоса від рівня удобрення за вирощування після сої (коефіцієнт варіації 6,3 і 8,8%) та суттєвий рівень варіабельності – після кукурудзи (13,0 і 14,2 % залежно від застосування стимуляторів росту).

У підвищенні врожайності зернових культур П.П. Лук'яненко [287], найважливішою ознакою називав масу зерна з колоса, або продуктивність колоса, яка є важливим елементом структури врожаю. Т.П. Лозінська, А.В. Шевчук [288] наголошують, що цей показник залежить як від морфологічних особливостей – довжини колоса, кількості та крупності зерен у ньому, так і від умов вирощування.

Результати наших досліджень свідчать про значний вплив попередника, системи удобрення та застосування стимулятора росту на формування цієї ознаки. У середньому за 2018-2020 рр. продуктивність колоса ячменю ярого сорту Віраж після попередника соя на контрольному варіанті без добрив склала 0,59 г за включення використання стимуляторів росту в технологію вирощування культури та 0,58 г без застосування препаратів рістстимулювальної дії (рис. 5.1). Внесення лише побічної продукції попередника суттєво не впливало на даний показник. За технології вирощування, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції відмічено приріст досліджуваного показника на 0,16 і 0,17 г залежно від наявності у технології вирощування такого агроприйому як застосування стимулятора росту. Нижчі прирости - 0,07-0,10 г – зафіксовано за включення до такої системи удобрення позакореневого застосування мікродобрива Біфоліар Мікроплант. Нами не виявлено впливу підвищених і високих норм мінеральних добрив на формування цього показника.

За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно продуктивність колоса варіювала в межах від 0,42 до 0,65 г залежно від елементів технології, які були поставлені на вивчення (рис. 5.2).

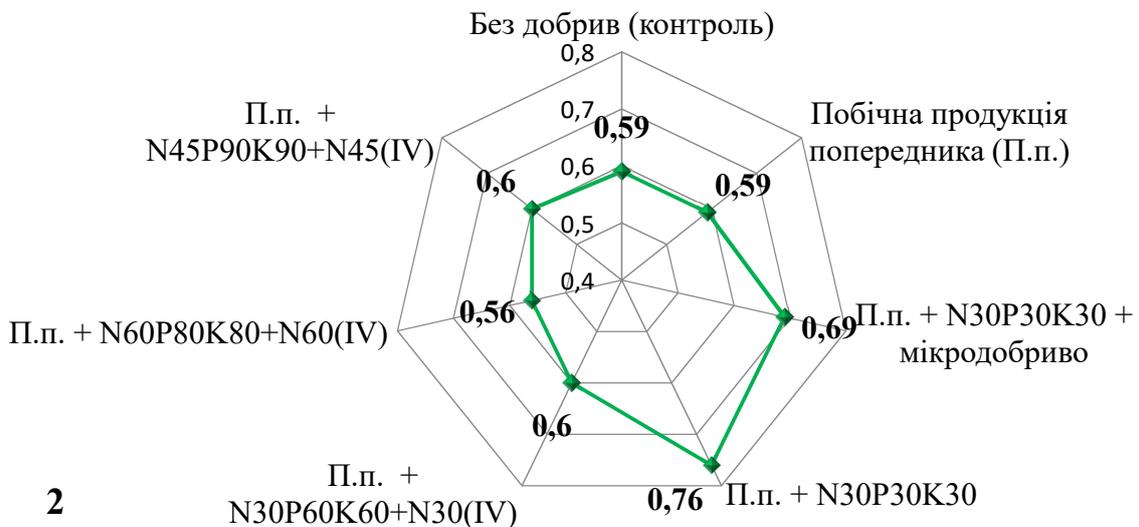
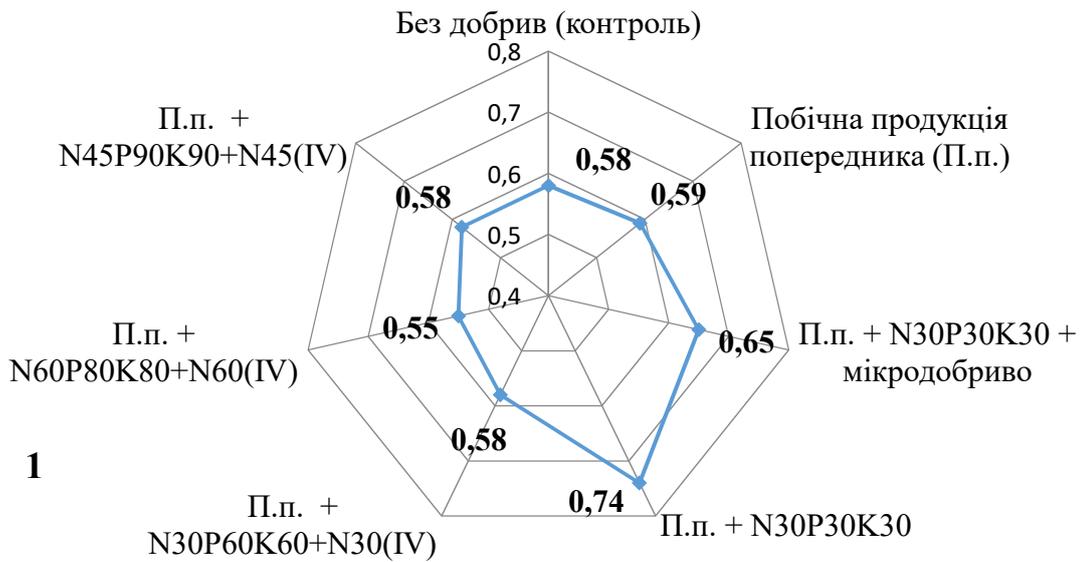


Рис. 5.1 Продуктивність колоса ячменю ярого за вирощування після сої, г, середнє за 2018-2020 рр.: Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Нами відмічено негативний вплив суто органічної системи удобрення на формування цього показника – порівняно до неудобрюваних варіантів його

значення знижувались на 6,5-6,7 %. Слід зауважити, що показники продуктивності колоса поступово зростали відповідно збільшенню рівня мінерального удобрення від 26,7-30,4 % у варіанті застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобри до 35,6-41,3 % за внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$. Виключенням був варіант застосування системи удобрення П.п.+ $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$, за якої приріст продуктивності колоса становив 20,0-21,7 %.

Аналіз результатів досліджень засвідчив позитивний вплив стимуляторів росту на формування продуктивності колоса. Залежно від системи удобрення приріст цього показника за вирощування після сої становив 1,7-6,2 %, після кукурудзи на зерно – 2,2-6,6 %.

Стосовно впливу попередника на формування продуктивності колосу встановлено наступну закономірність: на неудобрених варіантах і фонах, збіднених на мінеральні елементи (заорювання побічної продукції) або з помірним рівнем забезпечення поживними речовинами (внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції з мікродобривом і без) вищу масу зерна з колосу забезпечувало вирощування ячменю ярого після сої – на 14,1-40,5 % без застосування стимуляторів росту і на 15,8-38,1 % при застосуванні препаратів рістрегулюючої дії. Як наголошувалося у попередніх розділах, причиною цього є забезпечення попередником соєю кращого фону живлення за рахунок азотфіксації та негативний вплив шкідливих речовин, які залишаються під час розкладання поживних решток кукурудзи. Останній нівелюється підвищеними нормами добрив – за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ і $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ відмічено майже однакові значення показника продуктивності колоса як за вирощування після сої, так і після кукурудзи на зерно.

Лише застосування системи удобрення, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання поживних решток надало переваги кукурудзі як попереднику – у цих варіантах відмічали збільшення продуктивності колоса на 4,9% без використання стимуляторів росту, і на 8,2% за передпосівної обробки насіння

препаратом Регоплант та позакореневого внесення на IV етапі органогенезу стимулятора Стимпо.

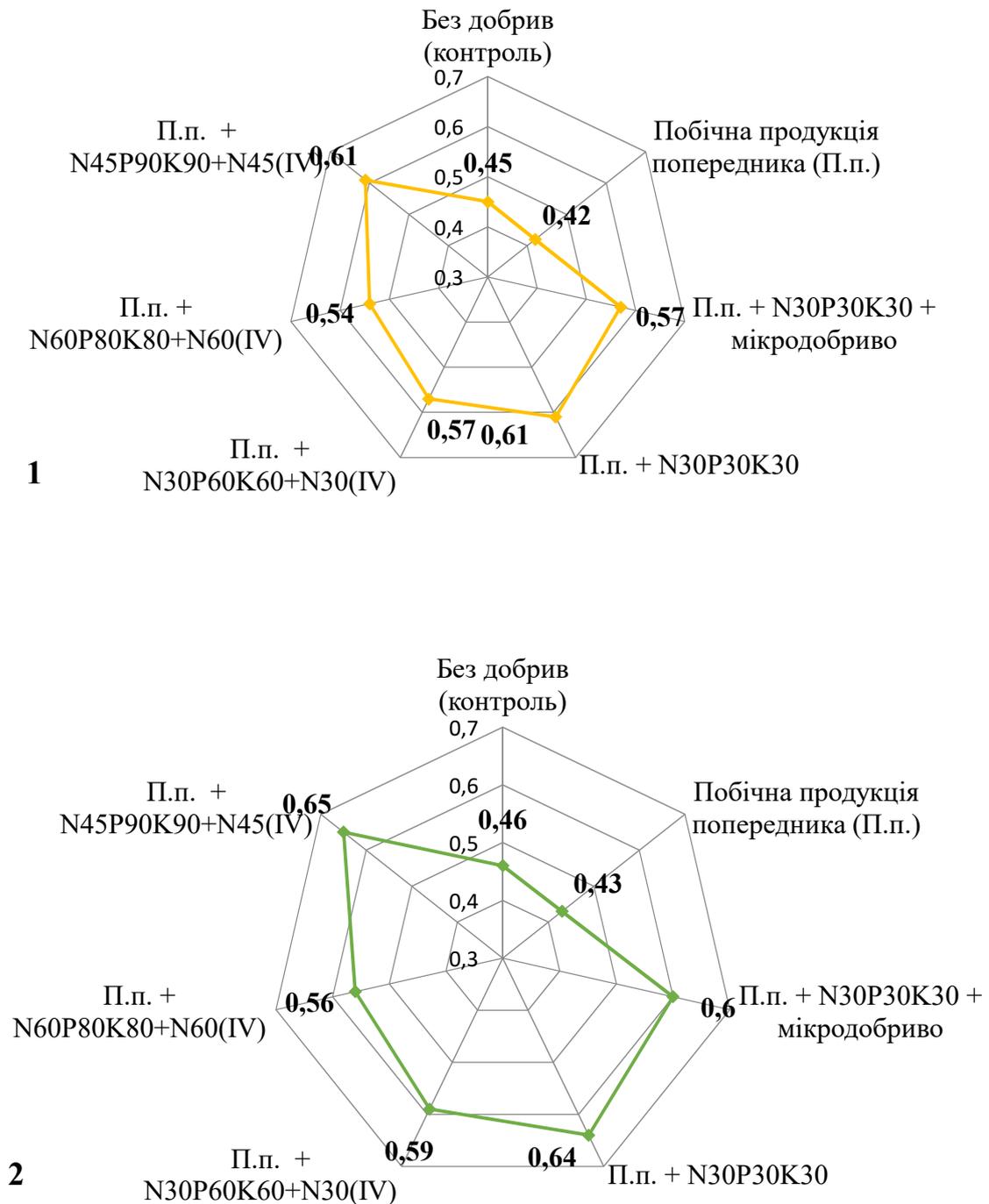


Рис. 5.2 Продуктивність колоса ячменю ярого за вирощування після кукурудзи на зерно, г, середнє за 2018-2020 рр.: Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Таким чином, максимальні показники продуктивності колоса - 0,74-0,76 г залежно від застосування стимуляторів росту - рослини ячменю ярого формували за вирощування після сої у варіантах внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції попередника.

Результатами кореляційного аналізу доведено, що тіснота зв'язку урожайності з озерненістю та продуктивністю колоса залежала від попередника. За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно як за використання стимуляторів росту, так і без них спостерігали тісний зв'язок ($r=0,858-0,873$), а за вирощування після сої зв'язок із зазначеними показниками виявився слабким ($r=0,028-0,276$).

Отже, на формування врожайності істотно впливали й інші фактори, для з'ясування яких ми провели розрахунок біологічної врожайності культури, використовуючи показники продуктивності колосу та щільності продуктивного стеблостою (табл. 5.4).

Встановлено, що за вирощування після сої посіви ячменю ярого формували біологічну врожайність на рівні від 2,57 до 4,64 т/га. Статистичний аналіз свідчить про суттєву рівень варіації значень цього показника залежно від рівня удобрення – коефіцієнт варіації становив 19,6 % за вирощування без стимуляторів росту і 20,9 % за їх застосування.

За вирощування після кукурудзи на зерно біологічна врожайність ячменю ярого коливалась у ширших межах – від 1,65 до 5,15 т/га. Про значну варіабельність показника залежно від систем удобрення, які вивчали у досліді, свідчать і результати статистичного аналізу – значення коефіцієнта варіації встановлено на рівні 37,9 і 38,6%.

Таблиця 5.4

Біологічна врожайність ячменю ярого залежно від технології вирощування, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Попередник соя | | Попередник кукурудза на зерно | |
|---|----------------|------|-------------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 2,57 | 2,64 | 1,71 | 1,78 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 2,76 | 2,81 | 1,65 | 1,76 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,46 | 3,66 | 2,94 | 3,12 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,87 | 4,08 | 3,11 | 3,35 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 4,10 | 4,34 | 3,99 | 4,23 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 4,18 | 4,38 | 4,27 | 4,54 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 4,35 | 4,64 | 4,74 | 5,15 |
| \bar{X} | 3,61 | 3,79 | 3,20 | 3,42 |
| $S\bar{x}$ | 0,27 | 0,30 | 0,46 | 0,50 |
| V,% | 19,6 | 20,9 | 37,9 | 38,6 |
| S | 0,71 | 0,79 | 1,21 | 1,32 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Аналіз показників біологічної врожайності не залишає сумнівів - поєднання у технології ячменю ярого таких елементів як вирощування після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀+N_{45(IV)} кг/га д. р. на фоні заорювання пожнивних решток, застосування стимуляторів росту забезпечило формування оптимальних параметрів продуктивності колоса 0,65 г, які за щільності продуктивного стеблостою 793 шт./м² забезпечують біологічну врожайність культури на рівні 5,15 т/га, що є максимальним у досліді.

5.2 Вплив елементів технології вирощування на урожайність ячменю ярого

Інтегральним критерієм оцінки ефективності застосування технології вирощування є рівень урожайності. У результаті досліджень, проведених в 2018–2020 рр., встановлено, що на рівень урожайності ячменю ярого впливали погодні умови року вирощування, системи удобрення, попередники та стимулятори росту.

Урожайність культури істотно змінювалася залежно від умов кожного з років дослідження. Так, в умовах 2018 року за попередника соя урожайність ячменю ярого сорту Віраж на контрольному варіанті становила 1,74 та 1,75 т/га залежно від застосування стимуляторів росту (табл. 5.5). Найбільшу урожайність ячменю ярого - 3,58 та 4,54 т/га залежно від включення або відсутності у технології стимуляторів росту - забезпечила система удобрення, що передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. Щодо попередника кукурудза на зерно слід зазначити, що відносно попередника соя рівень урожайності на контрольному варіанті зменшився на 0,4 т/га. Завдяки дії бульбочкових бактерій, які фіксують азот з атмосфери після попередника соя відбувається збільшення урожайності ячменю ярого сорту Віраж на контрольному варіанті. Приріст урожаю на 2,8 та 3,76 т/га щодо абсолютного контролю залежно від стимуляторів росту отримали за внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р., на фоні заорювання побічної продукції попередника. Проведений дисперсійний аналіз урожайності зерна залежно від елементів технології вирощування засвідчив, що частка участі фактора «система удобрення» у формуванні врожаю ячменю ярого у рік дослідження становила 89,1 %, «попередник» - 5,3 %, «стимулятор росту» - 3,4 %.

Таблиця 5.5

Урожайність зерна ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування, т/га, 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | 2018 р. | | 2019 р. | | 2020 р. | |
|--|---------|------|---------|------|---------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Попередник соя | | | | | | |
| Без добрив (контроль) | 1,74 | 1,75 | 3,20 | 3,39 | 2,49 | 2,54 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,76 | 1,78 | 3,64 | 3,72 | 2,66 | 2,53 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 2,31 | 2,72 | 4,14 | 4,47 | 3,52 | 3,57 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,89 | 2,84 | 4,10 | 4,45 | 3,46 | 3,58 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (IV) | 2,95 | 2,96 | 4,25 | 4,28 | 4,14 | 4,25 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N ₆₀ (IV) | 3,34 | 3,88 | 3,71 | 3,95 | 3,97 | 4,04 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅ (IV) | 3,58 | 4,54 | 4,16 | 4,29 | 4,27 | 4,33 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | | | | |
| Без добрив (контроль) | 1,34 | 1,35 | 1,83 | 2,06 | 1,70 | 1,69 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,43 | 1,54 | 1,68 | 1,82 | 1,45 | 1,37 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 2,52 | 2,75 | 3,42 | 3,64 | 2,70 | 2,74 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,50 | 2,55 | 3,65 | 4,00 | 2,62 | 2,59 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (IV) | 3,35 | 4,07 | 4,39 | 4,57 | 3,67 | 3,75 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N ₆₀ (IV) | 4,02 | 4,62 | 3,94 | 4,08 | 2,80 | 2,86 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅ (IV) | 4,14 | 5,11 | 4,66 | 5,27 | 4,21 | 4,27 |
| НІР ₀₅ за факторами: | | | | | | |
| - попередник | | 0,07 | | 0,08 | | 0,08 |
| - система удобрення | | 0,13 | | 0,15 | | 0,16 |
| - стимулятори росту | | 0,07 | | 0,08 | | 0,08 |
| - загальна | | 0,26 | | 0,30 | | 0,31 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Погодні умови, що склалися протягом 2019 року, сприяли отриманню високої урожайності та дали змогу повніше реалізувати потенціал ячменю ярого сорту Віраж. За вирощування ячменю ярого після сої урожайність

культури коливалась у межах 3,20-4,25 т/га у варіантах без застосування стимуляторів росту та 3,39-4,47 т/га за їх використання. Найвищу урожайність ячменю ярого за вирощування після сої - 4,47 т/га - одержали за технології, яка включала заробляння побічної продукції попередника на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво та використання стимуляторів росту. Приріст відносно контролю становив 1,08 т/га. Приріст від застосування стимуляторів росту становив 0,7-8,5 % залежно від системи удобрення.

За вирощування після кукурудзи на зерно найвищу врожайність - 4,66 та 5,27 т/га залежно від використання препаратів рістстимулюючої дії - отримали за технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}$ + $N_{45(IV)}$ кг/га д. р. Приріст до контролю без добрив склав 2,83 і 3,21 т/га. Приріст від застосування стимуляторів росту становив 3,6-13,1 % залежно від системи удобрення.

Проведений дисперсійний аналіз урожайності зерна залежно від елементів технології вирощування засвідчив, що частка участі фактора «система удобрення» у формуванні врожаю ячменю ярого у рік дослідження становила 70,6 %, «попередник» - 15,0 %, «стимулятор росту» - 10,2 %.

В умовах 2020 року посіви ячменю ярого формували урожайність на рівні 2,49-4,33 т/га за вирощування після сої і 1,69-4,27 т/га – після кукурудзи на зерно залежно від системи удобрення та застосування стимуляторів росту.

Органічна система удобрення забезпечила приріст урожайності до контролю лише за вирощування ячменю ярого після сої у варіанті без застосування стимуляторів росту – на 6,8 %. За вирощування після кукурудзи, застосовуючи в якості добрив пожнивні рештки попередника, спостерігали зниження урожайності на 14,7-19,0 %.

Застосування мінеральних добрив на фоні побічної продукції сприяло підвищенню урожайності ячменю ярого на 0,97-1,71 т/га за вирощування після сої та на 0,92-2,06 т/га за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від включення у технологію стимуляторів росту та рівня мінерального удобрення. Слід зауважити, що вплив препаратів ріст стимулюючої дії був незначним,

забезпечивши прирости урожайності на більшості варіантів їх застосування 1,4-3,5 %.

Проведений дисперсійний аналіз урожайності зерна залежно від елементів технології вирощування засвідчив, що частка участі фактора «система удобрення» у формуванні врожаю ячменю ярого у рік дослідження становила 74,7 %, «попередник» - 19,2 %, «стимулятор росту» - 1,4 %.

В середньому за 2018-2020 рр. рівень урожайності коливався залежно від варіанта удобрення і застосування стимуляторів росту від 1,52 т/га до 4,88 т/га зерна за вирощування після кукурудзи і від 2,48 до 4,39 т/га - після сої (табл. 5.6).

Результати досліджень засвідчили високу ефективність застосування мінеральних добрив у технології вирощування ячменю ярого. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність культури забезпечило внесення добрив нормою $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції попередників - від 4,00 і 4,39 т/га за вирощування після сої до 4,34 і 4,88 т/га за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від включення до технології вирощування такого фактора інтенсифікації як застосування стимуляторів росту. Таким чином, внесення вказаної норми добрив забезпечує приріст урожайності до контролю на рівні від 1,52-1,83 т/га за вирощування після сої до 2,72-3,18 т/га – після кукурудзи на зерно.

Підвищення дози азотних добрив до N_{120} (60 кг/га д.р. азоту під передпосівну культивуацію і 60 кг/га у підживлення на IV етапі органогенезу) на фоні внесення $P_{80}K_{80}$ не забезпечило зростання врожайності культури порівняно зі згаданими вище варіантами. Так, за вирощування після сої у варіантах внесення такої норми добрив урожайність зерна становила 3,67 і 3,96 т/га, після кукурудзи на зерно – 3,59 і 3,85 т/га залежно від застосування стимуляторів росту, що більше від показників, отриманих на контролі без добрив, на 1,19 і 1,40 т/га та 1,97 і 2,15 т/га відповідно. Такий недобір, на нашу думку, спричинило вилягання посівів і, як наслідок формування, щуплого зерна, що

говорить про недостатню збалансованість забезпечення елементами живлення рослин за такої системи удобрення.

Таблиця 5.6

Урожайність ячменю ярого залежно від технології вирощування, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Попередник соя | | Попередник кукурудза на зерно | |
|---|---|------|-------------------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 2,48 | 2,56 | 1,62 | 1,7 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 2,69 | 2,68 | 1,52 | 1,58 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,32 | 3,59 | 2,88 | 3,04 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,48 | 3,62 | 2,92 | 3,05 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 3,78 | 3,83 | 3,80 | 4,13 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 3,67 | 3,96 | 3,59 | 3,85 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 4,00 | 4,39 | 4,34 | 4,88 |
| НІР ₀₅ | за факторами: погодні умови (рік) – 0,05; попередник – 0,04; удобрення – 0,08; стимулятор росту – 0,04; загальна – 0,29 | | | |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

На користь викладеного вище твердження свідчать результати, отримані у варіантах, які передбачали підвищення фосфорно-калійного фону удобрення до P₆₀K₆₀ та внесення азоту роздрібно, дозами по 30 кг/га д.р. під передпосівну

культивувацію та у підживлення на IV етапі органогенезу. Збалансована таким чином система удобрення сприяла отриманню приростів врожаю зерна ячменю на 0,13-0,28 т/га вищих порівняно до відмічених за удобрення нормою $N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д. р.

Зауважимо, що ячмінь ярий позитивно реагував навіть на одинарні норми мінеральних добрив. Так, за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції урожайність культури становила 3,48 і 3,62 т/га після сої і 2,92 і 3,05 т/га після кукурудзи на зерно, забезпечивши приріст до контролю 1,00-1,06 і 1,30-1,35 т/га відповідно. За включення до такої системи удобрення мікродобрива відмічали незначне зниження врожайності (на 0,01; 0,03; 0,04 і 0,16 т/га при HP_{05} за фактором «добрива» - 0,08 т/га).

Необхідно відмітити, що попередники мали істотний вплив на формування в ячменю ярого, який залежав від застосованих норм добрив. Так, на неудобрених варіантах та фонах забезпечення ячменю поживними елементами, нижчих за оптимальні (застосування побічної продукції попередника та на її фоні - внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$), показники врожайності при вирощуванні культури після кукурудзи на зерно зафіксовані на рівні від 1,52 до 3,05 т/га. Вирощування культури після сої забезпечило отримання приростів врожаю у відповідних варіантах на 13,3-43,5 % (табл. 5.7).

Водночас, на підвищених фонах мінерального удобрення, збалансованих за елементами живлення рослин, відмічено перевагу попередника кукурудзи на зерно (табл. 5.8). Так, за вирощування ячменю після цієї культури при внесенні $N_{(30+30)}P_{60}K_{60}$ отримали урожай зерна на рівні 3,80 і 4,13 т/га, що на 7,8-7,9% більше, ніж за вирощування після сої. На фоні мінерального удобрення нормою $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. вирощування ячменю після кукурудзи забезпечило отримання 4,34 т/га зерна у варіантах без застосування стимуляторів росту і 4,88 т/га за включення цього технологічного прийому в технологію вирощування, що визначило приріст показника на 0,34 т/га, або 11,2 %, і 0,49 т/га, або 12,3 % відповідно. Поясненням такого підвищення, на нашу думку, слугує кращий агрономічний фон, залишений нормами добрив, застосованими

під попередник, і, відповідно, спричинений участю їх післядії у формуванні забезпечення рослин ячменю елементами живлення.

Найвищу окупність добрив ячменю ярого отримали за обох попередників 11,78 і 15,00 кг за технології, де вносили $N_{30}P_{30}K_{30}$ та заробляли побічну продукцію попередника на фоні застосування стимуляторів росту.

Таблиця 5.7

Ефективність застосування окремих елементів технології за вирощування ячменю ярого після сої, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Ефект від застосування стимуляторів росту, т/га | Ефект від системи удобрення, т/га | | Окупність добрив зерном, кг/кг д. р. добрив | |
|---|--|--------------------------------------|------|---|-------|
| | | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,08 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | -0,01 | 0,21 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0,27 | 0,84 | 1,03 | 9,33 | 11,44 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 0,14 | 1 | 1,06 | 11,11 | 11,78 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ | 0,05 | 1,30 | 1,27 | 7,22 | 7,06 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ | 0,29 | 1,19 | 1,4 | 4,25 | 5,00 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ | 0,39 | 1,52 | 1,83 | 5,63 | 6,78 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Розглядаючи окремо дію такого фактора інтенсифікації технології вирощування ячменю як застосування стимуляторів росту, слід сказати що цей агроприєм є істотним резервом збільшення врожайності культури. Так, в середньому за 2018-2020 рр. оброблення насіння препаратом Регоплант та

позакореневе обприскування посівів стимулятором росту Стимпо забезпечили залежно від варіанту внесення добрив підвищення врожайності ячменю на 0,08-0,39 т/га за вирощування культури після сої та на 0,06-0,54 т/га – після кукурудзи на зерно.

Таблиця 5.8

Ефективність застосування окремих елементів технології за вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Ефект від застосування стимуляторів росту, т/га | Ефект від системи удобрення, т/га | | Окупність добрив зерном, кг/кг д. р. добрив | |
|---|---|-----------------------------------|-------|---|-------|
| | | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,08 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,06 | -0,1 | -0,12 | 0,00 | 0,00 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 0,16 | 1,26 | 1,34 | 14,00 | 14,89 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 0,13 | 1,3 | 1,35 | 14,44 | 15,00 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 0,33 | 2,18 | 2,43 | 12,11 | 13,50 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 0,26 | 1,97 | 2,15 | 7,04 | 7,68 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 0,54 | 2,72 | 3,18 | 10,07 | 11,78 |

Примітка: 1 - без застосування стимуляторів росту, 2 - з застосуванням стимуляторів росту

Проведений дисперсійний аналіз дає змогу зробити висновок, що в середньому за 2018 – 2020 роки досліджень на формування врожайності ячменю ярого найбільший вплив мали мінеральні добрива та погодні умови року (додаток Ж, рис.5.3).

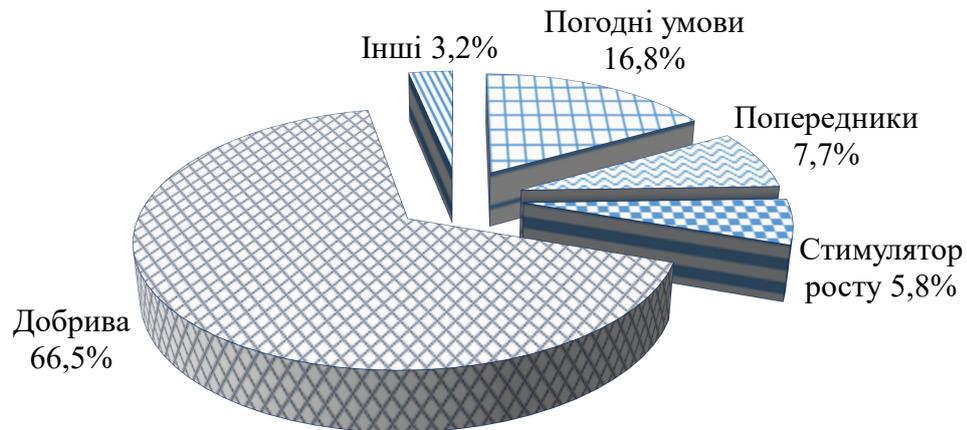


Рис. 5.3 Частка участі факторів у формуванні урожайності зерна ячменю ярого 2018-2020 рр.

Слід відмітити, що частка участі такого чинника як «мінеральні добрива» у формуванні приросту урожайності ячменю ярого сорту Віраж становила 66,8 %, «погодні умови» – 16,8 %, «попередник» - 7,7 %, «стимулятори росту» - 5,8 %. Вплив неврахованих факторів становив 3,2 %.

Висновки до розділу 5

1. Попередники, система удобрення і стимулятори росту істотно впливають на формування таких елементів структури врожаю ячменю ярого як щільність продуктивного стеблостою, озерненість і продуктивність колоса.

2. Максимальні показники щільності продуктивного стеблостою формували варіанти технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та високий рівень забезпечення рослин поживними елементами за рахунок внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 773-783 шт./м², після кукурудзи на зерно – 793-810 шт./м².

3. Найбільшу кількість зерен у колосі – 15 шт. - рослини ячменю ярого формували за вирощування після кукурудзи на зерно при застосуванні системи удобрення, яка включала внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту

4. Максимальну продуктивність колосу - 0,74-0,76 г залежно від застосування стимуляторів росту - забезпечує вирощування ячменю ярого після сої за внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції попередника.

5. Найвищу біологічну врожайність культури - на рівні 5,15 т/га – забезпечує оптимізація елементів структури врожаю, а саме - продуктивності колоса 0,65 г за щільності продуктивного стеблостою 793 шт./м² у варіанті технології, який передбачає вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання пожнивних решток та застосування стимуляторів росту.

6. Найефективнішим для формування врожаю зерна ячменю ярого було комплексне поєднання внесення мінеральних добрив у нормі $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. та застосування стимуляторів росту, яке забезпечило у середньому за 2018-2020 рр. урожайність культури при вирощуванні після сої на рівні 4,39 т/га, після кукурудзи на зерно – 4,88 т/га.

Основні результати, викладені у розділі, оприлюднені у публікаціях [289, 290].

РОЗДІЛ 6.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

6.1 Фізичні показники якості зерна ячменю ярого

Найбільш важливими фізичними показниками якості зерна є маса 1000 насінин, натурна маса, крупність зерна, які характеризують технологічну цінність. Маса 1000 насінин характеризує величину насіння і є важливим показником його посівної якості. Вона належить до показників крупності, який залежить переважно від умов вирощування [291, 292].

Аналіз результатів досліджень, проведених у 2018-2020 рр., показав, що попередник, система удобрення та стимулятори росту, а також їх поєднання, мають вплив на формування показників маси 1000 зерен та натурн зерна (додатки Д.1 – Д.6).

Проведені нами дослідження і отримані результати показали, що в середньому за 2018-2020 рр. показник маси 1000 зерен змінювався залежно від системи удобрення і застосування стимуляторів росту від 45,77 до 49,13 г за вирощування після сої (табл. 6.1) і від 45,04 до 48,36 г – після кукурудзи на зерно (табл. 6.2).

Спостерігали позитивний вплив мінеральних добрив на формування означеного показника. Так, за вирощування після сої внесення мінеральних добрив сприяло збільшення маси 1000 зерен була на 1,1-5,5 % залежно від рівня удобрення та застосування стимуляторів росту, після кукурудзи на зерно – на 4,3-7,4 %.

Застосування стимуляторів росту забезпечило приріст маси 1000 зерен на 0,08-0,61 г за вирощування після сої та на 0,45-1,32 г – після кукурудзи на зерно.

Більшість варіантів вирощування ячменю ярого після сої мали перевагу щодо формування цього показника порівняно з варіантами, де ячмінь ярий

вирощували після кукурудзи на зерно. Однак ця перевага була незначною, різниця між варіантами коливалась у межах 0,1-3,1 %. Коефіцієнт варіації виявив незначний рівень варіабельності показника – 0,6-2,3 %.

Таблиця 6.1

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування, попередник соя, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Маса 1000 зерен, г | | Натура зерна, г/л | |
|---|--------------------|-------|-------------------|-----|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 45,77 | 46,27 | 633 | 636 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 46,10 | 46,61 | 630 | 628 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 48,52 | 49,13 | 638 | 637 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 48,31 | 48,39 | 642 | 638 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 48,05 | 46,79 | 648 | 638 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 47,45 | 47,17 | 635 | 635 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 47,93 | 48,34 | 647 | 632 |
| \bar{X} | 47,45 | 47,53 | 639 | 635 |
| $S\bar{x}$ | 0,41 | 0,41 | 2,6 | 1,4 |
| V,% | 2,30 | 2,3 | 1,1 | 0,6 |
| S | 1,09 | 1,09 | 6,9 | 3,7 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Згідно ДСТУ 3769-98 натурна маса зерна ячменю належить до класоутворюючих показників, за значенням яких відносять отриманий урожай до певного класу якості [238]. Вимоги до зерна ячменю, яке використовують для продовольчих цілей повинно відноситись до першого класу якості та мати натуру не менше 600 г/л, для вироблення солоду в спиртовому виробництві

використовують зерно другого класу з натурою 570 г/л. Зерно третього класу якості використовується для кормових цілей і натура зерна не регламентується стандартом.

Таблиця 6.2

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування, попередник кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Маса 1000 зерен, г | | Натура зерна, г/л | |
|---|--------------------|-------|-------------------|-----|
| | 1* | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 45,04 | 45,84 | 634 | 633 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 46,52 | 46,97 | 628 | 625 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 47,32 | 47,91 | 638 | 638 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 47,53 | 48,07 | 640 | 638 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 46,99 | 48,31 | 637 | 645 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 47,08 | 48,09 | 630 | 635 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 48,36 | 48,31 | 635 | 640 |
| \bar{X} | 46,98 | 47,64 | 635 | 636 |
| $S\bar{x}$ | 0,39 | 0,35 | 1,6 | 2,4 |
| V, % | 2,2 | 1,9 | 0,7 | 1,0 |
| S | 1,03 | 0,92 | 4,3 | 6,3 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

За експериментальними даними, які отримали впродовж 2018-2020 рр., найбільший показник натури зерна отримали на варіанті внесення добрив нормою N₃₀P₆₀K₆₀+N_{30(IV)} кг/га д. р. Приріст відносно контролю склав 15 г/л. Після попередника кукурудза на зерно найвищу величину натури зерна 645 г/л отримали за цієї ж системи удобрення на фоні застосування стимуляторів росту.

6.2 Біохімічні характеристики зерна ячменю ярого

Зерно ячменю – цінна сировина для пивоваріння (крохмаль – 58–62 %, екстрактивність – 72–82 %) та виробництва перлової і ячної круп. Його використовують також для виготовлення борошна, сурогату кави, солодового екстракту, який широко застосовують в спиртовій, кондитерській та інших галузях легкої промисловості. Крім того, зерно ячменю є цінним кормом для тварин, особливо у беконній відгодівлі свиней. В 1 кг зерна міститься 1,2 кормові одиниці і 100 г перетравного протеїну, а також до 16 % білка, майже 2 % жиру, 3 % золи та 62–65 % безазотистих екстрактивних речовин. Зерно краще збалансоване за амінокислотним складом, ніж зерно пшениці, кукурудзи та інших зернових культур. В 1 кг зерна міститься 5,5 г лізину, 1,7 г триптофану, 2 г метіоніну, 1,9 г цистину. Якщо для нормальної годівлі тварин у білку ячменю не вистачає 20 % лізину, то в білку пшениці – 43 % [293]. За енергетичною поживністю ячмінь перевищує овес на 15% і поступається лише на 3% гороху. Перетравлюваність зерна ячменю досягає 85%. Порівняно з вівсом вміст клітковини в двічі менший. Це пояснюється низьким вмістом плівки (11%), тоді як у вівса цей показник сягає 25-40% [294].

У роки досліджень на показники якості зерна ячменю впливали попередники, норми внесення добрив, гідротермічні умови та стимулятори росту.

За сприятливих погодних умов 2018 року отримано найвищий вміст сирого білка в зерні 15,58 % по сої (додаток Е.1) і 15,59 % по попереднику кукурудза (додаток Е.2), який забезпечила високоінтенсивна технологія з внесенням добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування стимуляторів росту. Відносно контролю приріст становив 2,99 і 3,40 % абс. Важливим і невід’ємним фактором формування максимального вмісту білка зерна, в умовах 2018 року залишилася система удобрення.

У 2019 році на варіанті абсолютного контролю відмічена тенденція до збільшення вмісту білка ячменю ярого по попереднику соя на 2,65 %

(додатки Е.3; Е.4). Слід відмітити, що у цьому році отримали найвищий показник вмісту білка за попередника соя -14,85 % у варіанті, де вносили добрива нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції попередника.

В умовах 2020 (додатки Е.5; Е.6), експериментального року відмічено перевагу системи удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$, яка передбачала позакореневе підживлення мікродобривом Біфоліар Мікроплант на IV етапі органогенезу та забезпечила зростання даного показника відносно контролю на 1,39 % абс.

У середньому за 2018-2020 рр. вміст білка у зерні ячменю значною мірою залежав від елементів технології вирощування культури, які були поставлені на вивчення (табл. 6.3, 6.4). На варіантах без внесення мінеральних добрив він становив 11,50-12,72 % залежно від попередника і застосування стимуляторів росту.

Внесення одинарних норм добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції забезпечило зростання цього показника до 11,75-13,22 %, а додаткове включення до такої системи удобрення позакоренового внесення мікродобрива Біфоліар Мікроплант – до 12,09-13,46 %. Роздрібне внесення азотних добрив під передпосівну культивуацію і в підживлення по 30 кг/га д.р. азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ сприяло зростанню даного показника до 12,70-13,77 %.

Підвищення дози азотних мінеральних добрив до N_{90} і N_{120} забезпечило збільшення вмісту сирого білка в зерні ячменю на 1,94-2,74 % (абс.), або 16,2-24,0 % (відн.) порівняно до контролю без добрив.

Аналізуючи вплив попередника, слід сказати, що у більшості варіантів вищі показники вмісту білка в зерні відмічено за вирощування ячменю після сої. Найістотніші різниці відмічено на контролі без добрив та за моделей технології, які передбачали застосування стимуляторів росту, побічної продукції та на її фоні – одинарних норм добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) кг/га д. р., що забезпечили збільшення вмісту білка на 9,3-10,6 % (відн.).

Найбільший вміст білка у зерні 14,83% забезпечило комплексне поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя,

внесення добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. та застосування стимуляторів росту. Разом з тим, за вирощування після кукурудзи найвищий вміст білка 14,76 % забезпечила технологія, яка передбачала внесення високих норм добрив особливо азотних $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р.

Таблиця 6.3

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Вміст білка, % | | Вміст крохмалю,% | | Вміст жиру, % | | Вміст золи, % | |
|---|-------------------|-------|---------------------|-------|------------------|------|------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12,08 | 12,49 | 52,43 | 51,76 | 3,13 | 3,24 | 2,56 | 2,62 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,13 | 12,72 | 52,51 | 51,83 | 3,15 | 3,27 | 2,58 | 2,65 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 13,46 | 13,33 | 51,48 | 51,34 | 3,22 | 3,37 | 2,69 | 2,72 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 13,22 | 12,96 | 50,85 | 52,17 | 3,23 | 3,30 | 2,67 | 2,72 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 13,74 | 13,49 | 50,71 | 51,56 | 3,29 | 3,39 | 2,75 | 2,77 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 14,59 | 14,56 | 49,99 | 49,57 | 3,35 | 3,44 | 2,78 | 2,83 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 14,20 | 14,83 | 50,13 | 49,32 | 3,29 | 3,45 | 2,76 | 2,89 |
| НІР ₀₅ | 1,32 | 1,23 | 1,40 | 1,58 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,13 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Як відомо, важливою складовою частиною ендосперму зернівки, є крохмаль який переходить після гідролізу у водний розчин. Пивоварні сорти містять його від 60 до 64 %, що відповідає 78—82 % екстрактивності зерна ячменю. При цьому чим вищим буде вміст крохмалю, тим нижчим — білка. Протягом періоду зберігання крохмаль витрачається на дихання для підтримання життєдіяльності насінини. Від інтенсивності його втрати у значній мірі залежить тривалість зберігання зерна та можливість використання його на певні цілі [295].

Таблиця 6.4

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Вміст білка, % | | Вміст крохмалю,% | | Вміст жиру, % | | Вміст золи, % | |
|--|-------------------|-------|---------------------|-------|------------------|------|------------------|------|
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 11,96 | 11,43 | 52,60 | 52,58 | 3,17 | 3,17 | 2,50 | 2,52 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,00 | 11,50 | 52,64 | 52,66 | 3,19 | 3,19 | 2,52 | 2,56 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 12,38 | 12,09 | 52,58 | 52,39 | 3,22 | 3,28 | 2,59 | 2,67 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 12,17 | 11,75 | 52,11 | 52,43 | 3,22 | 3,26 | 2,61 | 2,63 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30(IV)} | 13,77 | 12,70 | 50,69 | 52,10 | 3,28 | 3,33 | 2,74 | 2,69 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ +N _{60(IV)} | 14,76 | 14,17 | 49,43 | 49,88 | 3,34 | 3,39 | 2,79 | 2,76 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ +N _{45(IV)} | 13,90 | 13,70 | 50,30 | 50,11 | 3,36 | 3,41 | 2,69 | 2,81 |
| НІР ₀₅ | 1,55 | 1,50 | 1,81 | 1,65 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,14 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Встановлено, що в середньому за 2018-2020 рр. кількість крохмалю в зерні мала тенденцію до збільшення при зменшенні доз внесених добрив. При вирощуванні ячменю ярого після попередника соя найбільший вміст крохмалю 52,51 % забезпечила технологія, де використовували лише побічну продукцію попередника. За високоінтенсивних технологій вирощування виявлена тенденція до зменшення даного показника на 2,19-2,44 % відносно абсолютного контролю. По попереднику кукурудза на зерно максимальний показник крохмалю 52,66 % отримано також у варіанті з побічною продукцією, а найменший відмічено на високому фоні удобрення нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. – 49,43 %, що на 3,17% (абс.) нижче за показник контрольного варіанту.

Щодо вмісту жиру у зерні ячменю, слід зазначити, що після попередника соя на контрольному варіанті цей показник становив 3,13 %. Внесення добрив збільшувало вміст жиру відносно контролю. При цьому найбільший його вміст 3,35 % був отриманий за внесення добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. Застосування стимуляторів росту підвищувало вміст жиру в зерні відносно контролю на 0,07-0,16 % (абс.). Зазначимо, що найвищий вміст жиру 3,45 % відмічали за технології, яка передбачала внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ та застосування стимуляторів росту. За попередника кукурудза на зерно встановлено аналогічні закономірності залежності вмісту жиру від елементів технології вирощування – значення показника зростали у міру збільшення дози мінеральних добрив. Застосування стимуляторів росту також сприяло збільшенню вмісту жиру. Найвище значення досліджуваного показника - на рівні 3,41 % - забезпечила технологія, яка передбачала внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ та застосування стимуляторів росту.

Визначення вмісту золи зерні ячменю підтвердило закономірність збільшення значень даного показника зі збільшенням доз добрив та

застосуванням стимуляторів росту після обох попередників. Найвищий вміст золи 2,89 % отримали за попередника соя, за високоінтенсивної технології вирощування з внесенням добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. та застосуванням стимулятора росту. Після кукурудзи на зерно за аналогічної технології також відмічали найбільший вміст золи, який склав 2,81 %.

Відомо, що одним з основних критеріїв технології вирощування ячменю ярого є валовий збір сирого білка та крохмалю з урожаєм. За результатами проведених досліджень встановлено, що досліджувані фактори мали значний вплив на ці показники. Розрахунки показали, що в умовах північної частини Правобережного Лісостепу залежно від технології вирощування ячменю можливо отримати від 0,18 до 0,67 т/га білка і від 0,80 до 2,44 т/га крохмалю (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Збір сирого білка і крохмалю з урожаєм зерна ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування, т/га, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Збір, т/га | | | | | | | |
|--|----------------|------|-------------------------------|------|----------------|------|-------------------------------|------|
| | білка | | | | крохмалю | | | |
| | попередник соя | | попередник кукурудза на зерно | | попередник соя | | попередник кукурудза на зерно | |
| | 1* | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 0,30 | 0,32 | 0,19 | 0,19 | 1,30 | 1,33 | 0,85 | 0,89 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 0,33 | 0,34 | 0,18 | 0,18 | 1,41 | 1,39 | 0,80 | 0,83 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво | 0,45 | 0,48 | 0,36 | 0,37 | 1,71 | 1,84 | 1,51 | 1,59 |
| П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ | 0,46 | 0,47 | 0,36 | 0,36 | 1,77 | 1,89 | 1,52 | 1,60 |
| П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 1,92 | 1,98 | 1,93 | 2,15 |
| П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ | 0,54 | 0,58 | 0,53 | 0,55 | 1,84 | 1,96 | 1,77 | 1,92 |
| П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ | 0,57 | 0,65 | 0,60 | 0,67 | 2,00 | 2,16 | 2,18 | 2,44 |
| HP_{05} | 0,14 | 0,16 | 0,36 | 0,43 | 0,23 | 0,25 | 0,72 | 0,83 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту

Зі збільшенням норм внесення мінеральних добрив по обох попередниках виявлена закономірність щодо зростання величини збору білка і крохмалю.

За вирощування після сої найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю отримали у варіанті внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції і стимуляторів росту – відповідно, 0,65 і 2,16 т/га, приріст до контролю склав 0,33 і 0,83 т/га. Аналогічна модель технології вирощування після кукурудзи на зерно забезпечила отримання найвищих значень цих показників в цілому по досліді – 0,67 і 2,44 т/га відповідно.

Висновки до розділу 6

1. Внесення мінеральних добрив сприяло формуванню маси 1000 зерен з незначними відхиленнями у межах 47-49 г. Найбільший показник натурності зерна 648 г/л за попередника соя отримали на варіанті внесення добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ кг/га д. р. Приріст відносно контролю склав 15 г/л. Після попередника кукурудза на зерно найвищу величину натурності зерна 645 г/л отримали за цієї ж системи удобрення на фоні застосування стимуляторів росту.

2. Найбільший вміст білка у зерні 14,83 % забезпечило комплексне поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя, внесення добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90}+ N_{45(IV)}$ кг/га д. р та застосування стимуляторів росту. Разом з тим, за вирощування після кукурудзи найвищий вміст білка 14,76 % забезпечила технологія, яка передбачала внесення високих норм добрив особливо азотних $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ кг/га д. р.

3. Кількість крохмалю в зерні мала тенденцію до збільшення при зменшенні доз внесених добрив - найбільший його вміст - 52,51 і 52,66 % забезпечили технології, де використовували лише побічну продукцію попередника.

4. Найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю забезпечує технологія, яка передбачає внесення мінеральних добрив нормою

$N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції та використання стимуляторів росту – за вирощування після сої - 0,65 і 2,16 т/га, за вирощування після кукурудзи на зерно – 0,67 і 2,44 т/га відповідно

Основні результати, викладені у розділі, оприлюднені у публікаціях [290,296 – 298].

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Сучасне прибуткове сільськогосподарське виробництво не можливе без врахування економічної ефективності вирощування зернових культур. Внаслідок збільшення норм мінеральних добрив, застосування біопрепаратів зростають врожаї якісного зерна та обсяги чистого прибутку, але така інтенсифікація вимагає додаткових витрат виробничих ресурсів [299 – 301].

Суттєву економію енергії можна досягти завдяки застосуванню у виробництві високопродуктивних сортів і гібридів, стимуляторів росту рослин, мікродобрив, підбору кращих попередників. Оцінка фактичної окупності витрат та економічної продуктивності агрозаходів виявляє потенціал для поліпшення цих показників в сільському господарстві [302, 303].

Слід зазначити, що в сучасних умовах господарювання основною метою є отримання чистого прибутку, який являє собою різницю між грошовою виручкою і витратами на виробництво та реалізацію продукції. Прибуток напряму залежить від ціни зерна, а остання – від його якості. Рівень собівартості 1 т зерна формується під дією загальних витрат на вирощування 1 га ячменю ярого та його урожайності. Тому аналіз економічної ефективності виробництва – це вивчення рівня цін на продукцію і її собівартості за кожної конкретної технології вирощування.

Загальні витрати на вирощування ячменю ярого розраховували за технологічними картами, що передбачали наступні статті: оплату праці, вартість насіння, пального, мінеральних добрив, засобів захисту, стимуляторів росту, амортизаційні відрахування та інші витрати. На основі цих даних визначали вартість продукції з одиниці площі, собівартість 1 т продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності (табл. 7.1, 7,2). Розрахунки проводили за цінами, що склалися у 2021 році. Ціна складала 6000 грн/т зерна.

Таблиця 7.1

**Економічна ефективність елементів технології вирощування ячменю
ярого по попереднику соя, середнє за 2018-2020 рр.**

| Варіант удобрення | Урожай- ність, т/га | Вартість продук- ції, грн/га | Витрати на 1 га посіву, грн/га | Собіва- ртість 1 т зерна, грн | Прибу- ток, грн/га | Рівень рентабе- льності, % |
|--|---------------------------|---------------------------------------|---|---|--------------------------|-------------------------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | | | | | |
| Без добрив | 2,48 | 14880 | 7092 | 2860 | 7788 | 110 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 2,69 | 16140 | 7202 | 2677 | 8938 | 124 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,32 | 19920 | 10986 | 3309 | 8934 | 81 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,48 | 20880 | 9559 | 2747 | 11321 | 118 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 3,78 | 22680 | 12362 | 3270 | 10318 | 83 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 3,67 | 22020 | 15075 | 4108 | 6945 | 46 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 4,00 | 24000 | 14778 | 3695 | 9222 | 62 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | | | | | |
| Без добрив | 2,56 | 15360 | 7332 | 2864 | 8028 | 110 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 2,68 | 16080 | 7435 | 2774 | 8645 | 116 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,59 | 21540 | 11234 | 3129 | 10306 | 92 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,62 | 21720 | 10078 | 2784 | 11642 | 116 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 3,83 | 22980 | 12592 | 3288 | 10388 | 82 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 3,96 | 23760 | 15318 | 3868 | 8442 | 55 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 4,39 | 26340 | 15014 | 3420 | 11326 | 75 |

Вартість продукції залежить від рівня урожайності культури та ціни її реалізації. У середньому за 2018 – 2020 рр. досліджень цей показник з

розрахунку на 1 га посіву на контролі (без добрив) після попередника соя на фоні застосуванням стимуляторів росту рослин становив 15360 грн, а за внесення лише побічної продукції попередника – зростав до 16080 грн.

Таблиця 7.2

Економічна ефективність елементів технології вирощування ячменю ярого по попереднику кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Урожайність, т/га | Вартість продукції, грн/га | Витрати на 1 га посіву, грн/га | Собівартість 1 т зерна, грн | Прибуток, грн/га | Рівень рентабельності, % |
|---|-------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | | | | | |
| Без добрив | 1,62 | 9720 | 7008 | 4326 | 2712 | 39 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,52 | 9120 | 7082 | 4659 | 2038 | 29 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 2,88 | 17280 | 10942 | 3799 | 6338 | 58 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 2,92 | 17520 | 9532 | 3264 | 7988 | 84 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 3,80 | 22800 | 12371 | 3255 | 10429 | 84 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 3,59 | 21540 | 15089 | 4203 | 6451 | 43 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 4,34 | 26040 | 14809 | 3412 | 11231 | 76 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | | | | | |
| Без добрив | 1,70 | 10200 | 7250 | 4265 | 2950 | 41 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 1,58 | 9480 | 7318 | 4632 | 2162 | 30 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 3,04 | 18240 | 11183 | 3679 | 7057 | 63 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 3,05 | 18300 | 10050 | 3295 | 8250 | 82 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 4,13 | 24780 | 12610 | 3053 | 12170 | 97 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 3,85 | 23100 | 15326 | 3981 | 7774 | 51 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 4,88 | 29280 | 15074 | 3089 | 14206 | 94 |

Використання мінеральних добрив сприяло підвищенню урожайності досліджуваної культури та вартості продукції, найбільший розмір якої отримали на варіантах досліду, де вносили добрива нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ та $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. – 23760 та 26340 грн відповідно. Дещо нижчий показник 21720 грн/га одержали на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Одним з основних показників, який відображає ефективність технології вирощування, є собівартість виробленої продукції. На варіанті, де не вносили добрива, вона становила 2864 грн/т. Відповідно, витрати підвищувалися на варіантах з внесенням добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ і $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р., досягаючи рівня 3868 та 3420 грн/т.

Аналіз економічної ефективності вирощування культури свідчить, що зростання урожайності ячменю ярого під дією добрив не супроводжується аналогічним підвищенням прибутку та рентабельності виробництва. Встановлено, що у варіантах технології, які не передбачали застосування стимуляторів росту, найвищий обсяг прибутку з гектара досягається за внесення добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. – на рівні 11321 грн, а найвищий рівень рентабельності – у варіанті застосування лише побічної продукції – 124 %. Хоча максимальна урожайність (4,0 т/га) досягається за технології, яка передбачає внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р., проте при цьому прибуток з гектара становить лише 9222 грн, а рівень рентабельності – 62 %.

За використання стимуляторів росту зростання урожайності під впливом різних доз мінеральних добрив також не супроводжується підвищенням показників економічної ефективності, оскільки окупність додаткових обсягів добрив зерном зменшується. Найбільш ефективним варіантом за розміром прибутку і рівнем рентабельності є система удобрення, що передбачала внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, які становлять відповідно 11642 грн та 116%.

Отже, встановлено, що економічно найдоцільніше вирощувати ячмінь ярий по попереднику соя, застосовуючи технологію, яка передбачає

заорювання побічної продукції попередника та внесення добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. р. на фоні застосування стимуляторів росту рослин.

За вирощування ячменю ярого по кукурудзі на зерно без стимуляторів росту урожайність культури найвищого рівня досягла за внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р., що перевищує дані контрольного варіанту в 2,68 рази. Водночас витрати на 1 га посіву зросли у 2,11 раза, що відобразилося на рівні собівартості, який тут на 21 % нижчий, ніж у варіанті без добрив і становив 3412 грн. При цьому обсяг прибутку на 1 га посіву зріс з 2712 до 11231 грн, або у 4,14 раза, а рівень рентабельності підвищувався з 39 % до 76 %. Варто зауважити, що показник з 1 га посіву відображає не лише ефективність вирощування певної культури, але й свідчить про рівень ефективності використання землі як основного засобу виробництва в сільському господарстві.

Серед варіантів, які включали застосування стимуляторів росту, найвищу урожайність забезпечила технологія, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. – 4,88 т/га, що у 2,87 рази перевищує цей показник при вирощуванні без добрив. Витрати на 1 га посіву збільшилися при цьому з 7250 грн до 15074 грн, або у 2,08 раза. Таке співвідношення позитивно вплинуло на рівень собівартості продукції, який зменшився з 4265 грн/т у контрольному варіанті до 3089 грн/т у варіанті з найнижчою собівартістю. При цьому, варіантів прибуток з гектара посіву зріс з 2950 грн до 14206 грн, або у 4,82 рази. До того ж, рівень рентабельності у варіанті за внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. є найвищим і становить 94 %, тоді як на абсолютному контролі 41 %.

Ефективність технології вирощування будь – якої культури оцінюється не лише через призму отримання найвищого прибутку з одиниці площі враховується також рівень екологічної безпеки та природоохоронного впливу застосованих агрозаходів на екосистему.

Для встановлення інтенсивності енергетичного обміну в агроценозах використовували методику О.К. Медведовського [242], яка дозволила

визначити співвідношення кількості енергії, яку отримуємо у вирощеному врожаї, до кількості непоновлювальної енергії, яка затрачена на його формування. Дане співвідношення називають коефіцієнтом енергетичної ефективності і коли рівень його становить більше 1, то технологія вважається ефективною. Енергетичну ефективність за 2018 – 2020 рр. оцінювали за рівнем енерговитрат, виходу енергії з урожаєм, затратами на 1 т зерна та коефіцієнтом енергетичної ефективності (табл. 7.3, 7,4).

Таблиця 7.3

Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого після попередника соя, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Всього витрат на 1 га, МДж | Вихід енергії з урожаєм, МДж/га | Затрати енергії на створення продукції, МДж/т | К _{ее} |
|---|----------------------------|---------------------------------|---|-----------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | | | |
| Без добрив | 9553 | 40796 | 3850 | 4,27 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 10452 | 44251 | 3890 | 4,23 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 15304 | 54614 | 4610 | 3,57 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 15392 | 57246 | 4420 | 3,72 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 18531 | 62181 | 4900 | 3,36 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 24587 | 60372 | 6700 | 2,46 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 22781 | 65800 | 5700 | 2,89 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | | | |
| Без добрив | 10112 | 42112 | 3950 | 4,16 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 10851 | 44086 | 4050 | 4,06 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 16203 | 59056 | 4510 | 3,64 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 16058 | 59549 | 4440 | 3,71 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 19036 | 63004 | 4970 | 3,31 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 25521 | 65142 | 6440 | 2,55 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 23893 | 72216 | 5440 | 3,02 |

Таблиця 7.4

Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно, середнє за 2018-2020 рр.

| Варіант удобрення | Всього витрат на 1 га, МДж | Вихід енергії з урожаєм, МДж/га | Затрати енергії на створення продукції, МДж/т | К _е |
|---|----------------------------|---------------------------------|---|----------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | | | |
| Без добрив | 8019 | 26649 | 4950 | 3,32 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 8993 | 25004 | 5920 | 2,78 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 15147 | 47376 | 5260 | 3,13 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 15020 | 48034 | 5140 | 3,20 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 19193 | 62510 | 5050 | 3,26 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 25072 | 59056 | 5980 | 2,36 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 24014 | 71393 | 5530 | 2,97 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | | | |
| Без добрив | 8579 | 27965 | 5050 | 3,26 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 9517 | 25991 | 6020 | 2,73 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 15849 | 50008 | 5210 | 3,16 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 15669 | 50173 | 5140 | 3,20 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 20199 | 67939 | 4890 | 3,36 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 25952 | 63333 | 6740 | 2,44 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 25394 | 80276 | 5200 | 3,16 |

Аналіз показників енергетичної ефективності дає змогу стверджувати, що на рівень енергетичної ефективності впливали як попередники, так і елементи вирощування досліджуваної культури. Коефіцієнт енергетичної

ефективності варіював від 2,36 до 4,27, що є свідченням значного впливу досліджуваних елементів на енергетичну ефективність технології вирощування ячменю ярого. У середньому за 2018 – 2020 рр. найвищий вихід з урожаєм основної і побічної продукції ячменю ярого після попередника соя – 72216 МДж/га – отримали за технології вирощування, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. та застосування стимуляторів росту рослин. За даної технології витрати енергії становили 23896 МДж/га, коефіцієнт енергетичної ефективності досягнув рівня 3,02. На абсолютному контролі за урожайності 2,48 т/га отримали найменший вихід енергії з урожаєм зерна, а саме 40796 МДж/га однак затрати енергії у цьому варіанті були найменшими і становили 9553, тому коефіцієнт енергетичної ефективності досягнув рівня 4,27.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що застосування мінеральних добрив у високих дозах суттєво знижує енергетичну ефективність вирощування ячменю ярого. Так, найнижчі показники коефіцієнта енергетичної ефективності відмічено за вирощування ячменю ярого після попередника соя за внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. – 2,46 без стимуляторів росту та 2,55 при їх застосуванні.

Дослідженням встановлено, що за вирощування ячменю ярого після сої на контрольному варіанті і варіанті застосування побічної продукції попередника отримали найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,27 та 4,23 відповідно. Це пояснюється як відсутністю затрат енергії на мінеральні добрива, так і додатковим ефектом від покращення ґрунтового живлення, яке забезпечила азотфіксація.

За результатами аналізу енергетичної ефективності вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно встановлено, що найвищий вихід енергії з урожаєм – 80276 МДж/га – можливо отримали за внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. і застосування стимуляторів росту.

Найвищі показники енергетичного обміну за вирощування після цього попередника забезпечує технологія, яка передбачає застосування стимуляторів

росту та внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30(IV)}$ кг/га д. р., підвищуючи коефіцієнт енергетичної ефективності до найвищого значення – 3,36.

Висновки до розділу 7

1. Інвестування коштів в мінеральні добрива, стимулятори росту, підбір оптимального попередника, значно підвищують прибутковість ячменю ярого.

2. Серед досліджуваних технології вирощування ячменю ярого за більшістю показників економічної ефективності перевага належить такій, яка передбачає поєднання наступних елементів: попередник кукурудза на зерно, внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту рослин. Згідно наших підрахунків, вирощування ячменю ярого за такою технологією дозволяє отримати урожай зерна вартістю 29820 грн/га, за виробничих витрат 15074 грн/га та собівартості продукції 3089 грн/т та забезпечує максимальний прибуток – 14206 грн/га за рентабельності 94 %. Ця ж технологія забезпечує найвищий вихід з урожаєм – 80276 МДж/га.

Основні результати, викладені у розділі, оприлюднені у публікації [290].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, яка полягає у з'ясуванні комплексного впливу агротехнічних заходів на ріст, розвиток і формування врожайності ячменю ярого та удосконалення технології його вирощування, яка вирішена шляхом поєднання вибору оптимального попередника, норми мінеральних добрив та застосування стимуляторів росту шляхом передпосівного оброблення насіння і позакореневого внесення для забезпечення максимальної продуктивності культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України.

1. Найвищу продуктивність ячмінь ярий формує за технології, яка передбачає вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні загортання побічної продукції попередника і застосування стимуляторів росту, якщо запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-60 см складають на I етапі органогенезу -99,5 мм, на IV етапі – 85,1 мм, на IX – 31,1 мм, на XI етапі – 41,8 мм.

2. Внесення добрив сприяє ефективнішому використанню запасів продуктивної вологи і знижує коефіцієнти водоспоживання. За рахунок внесення різних доз мінеральних добрив відмічали зменшення коефіцієнта водоспоживання на 33 – 301 м³/т за вирощування після сої і 90 – 665 м³/т за вирощування після кукурудзи на зерно, що свідчить про ефективніше використання вологи рослинами ячменю на удобрених варіантах порівняно з контролем. Найекономніше водоспоживання рослин ячменю ярого відмічено після попередника кукурудза на зерно, за технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. – коефіцієнт становив 375 м³/т зерна.

3. Внесення мінеральних добрив сприяє покращенню режиму живлення ячменю ярого. Найближчі до оптимальних умови забезпечення ґрунту легкогідролізним азотом формуються за внесення $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ на фоні

побічної продукції попередника як за вирощування після сої, так і після кукурудзи на зерно. Натомість найвищий вміст рухомих форм фосфору і калію у шарі ґрунту 0-20 см – відповідно 328,0-347,5 і 187,3-215,1 мг/кг залежно від попередника - забезпечувала система удобрення, яка передбачала внесення добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції. Ці ж системи удобрення найкраще забезпечують потреби рослин в поживних елементах протягом вегетації – індекс потреби в азоті був у межах 0,9-1,0, у фосфорі – 0,4-0,6, калії – 0,7-0,9 залежно від етапу органогенезу

4. Встановлено закономірність щодо формування кількості стебел на одиниці площі: на бідних агрофонах (без добрив), за органічної системи удобрення (заорювання побічної продукції попередника) інтенсивніше формується стеблостій за вирощування ячменю ярого після сої; кукурудза як попередник має перевагу при застосуванні підвищених і високих норм мінеральних добрив. Максимальну кількість стебел на XII етапі органогенезу як за вирощування після сої – 847-863 шт./м², так і після кукурудзи на зерно – 847-857 шт./м² ячмінь ярий формує за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ і $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні загортання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту.

5. Найбільшу площу листової поверхні – ІЛП на рівні 5,16 м²/м² за вирощування після сої і 5,24 м²/м² після кукурудзи на зерно – рослини ячменю ярого формують при застосуванні системи удобрення, яка передбачає внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції попередника та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу.

6. Максимальну кількість сухої речовини - 7,80-8,72 т/га за вирощування після сої, 8,46-9,52 т/га - після кукурудзи на зерно посіви ячменю ярого накопичують на XI етапі органогенезу за систем удобрення, які передбачають внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80} + N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння поживних решток попередника.

7. Найінтенсивнішу фотосинтетичну діяльність посівів ячменю ярого забезпечувала технологія, яка передбачала вирощування культури після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції попередника, використання стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу, за якої посіви формували фотосинтетичний потенціал на рівні 2,16 млн. $m^2/га \cdot д\bar{и}б$, що обумовило максимальну продуктивність фотосинтезу асиміляційної поверхні рослин – 4,59 $г/м^2$ за добу.

8. Попередники, система удобрення і стимулятори росту істотно впливають на формування таких елементів структури врожаю ячменю ярого як щільність продуктивного стеблостою, озерненість і продуктивність колоса. Найвищі показники щільності продуктивного стеблостою формували варіанти технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 773-783 шт./ m^2 , після кукурудзи на зерно – 793-810 шт./ m^2 . Максимальну продуктивність колосу - 0,74-0,76 г залежно від застосування стимуляторів росту - забезпечує вирощування ячменю ярого після сої за внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції попередника.

9. Найвищу біологічну врожайність культури - на рівні 5,15 т/га – забезпечує оптимізація елементів структури врожаю, а саме - продуктивності колоса 0,65 г за щільності продуктивного стеблостою 793 шт./ m^2 у варіанті технології, який передбачає вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно, внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання пожнивних решток та застосування стимуляторів росту. Ця ж технологія забезпечила у середньому за 2018-2020 рр. найвищу господарську урожайність культури – 4,88 т/га.

10. Найбільший вміст білка у зерні 14,83% забезпечує комплексне поєднання у технології таких елементів як вирощування ячменю після попередника соя, внесення добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90}+ N_{45(IV)}$ кг/га д. р. та

застосування стимуляторів росту. Разом з тим, за вирощування після кукурудзи найвищий вміст білка 14,76 % забезпечила технологія, яка передбачала внесення високих норм добрив особливо азотних $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ кг/га д. р. Кількість крохмалю в зерні мала тенденцію до збільшення при зменшенні норм внесених добрив - найбільший його вміст - 52,51 і 52,66% забезпечили технології, де використовували лише побічну продукцію попередника.

11. Найбільший збір білка та крохмалю із зерном ячменю забезпечує технологія, яка передбачає внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції та використання стимуляторів росту – за вирощування після сої - 0,65 і 2,16 т/га, за вирощування після кукурудзи на зерно – 0,67 і 2,44 т/га відповідно.

12. Вирощування ячменю ярого за технологією, яка передбачає поєднання наступних елементів: попередник кукурудза на зерно, внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту рослин дозволяє отримати урожай зерна вартістю 29820 грн/га, за виробничих витрат 15074 грн/га і собівартості продукції 3089 грн/т та забезпечує максимальний прибуток – 14206 грн/га за рентабельності 94 %. Ця ж технологія забезпечує найвищий вихід енергії з урожаєм – 80276 МДж/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На темно-сірих опідзолених крупнопилувато легкосуглинкових ґрунтах Правобережного Лісостепу України ячмінь ярий рекомендується вирощувати:

1. Господарствам з високим рівнем забезпечення матеріально-технічними ресурсами – за технологією, яка передбачає поєднання наступних елементів: попередник кукурудза на зерно, внесення $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту рослин та забезпечує максимальний прибуток – 14206 грн/га за рівня рентабельності 94%.

2 Господарствам з середнім рівнем забезпечення матеріально-технічними ресурсами – за технологією, яка передбачає поєднання наступних елементів: попередник соя, внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні застосування побічної продукції попередника та стимуляторів росту рослин та забезпечує прибуток 11642 грн/га за рівня рентабельності 116%.

3. Господарствам з низьким рівнем забезпечення матеріально-технічними ресурсами - за технологією, яка передбачає поєднання наступних елементів: попередник соя, застосування побічної продукції попередника та забезпечує прибуток 8938 грн/га за рівня рентабельності 124%.

4. Застосування стимуляторів росту повинно включати передпосівну обробку насіння і обприскування посівів на IV етапі органогенезу ячменю ярого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. *Технологія вирощування сільськогосподарських культур*: навч. посіб. 4-е вид., виправ., допов. Львів: НВФ Українські технології, 2014. 1040 с.
2. Губернатор В. С. Ячмінь. Київ: Урожай, 1973. 156 с.
3. Зернові колосові культури / за ред. М. М. Кулешова, В. М. Лебедева. Київ: Державне видавництво сільськогосподарської літератури, 1959. 277 с.
4. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. *Технологія вирощування сільськогосподарських культур*: навч. посіб. Львів: НВФ Українські технології, 2010. 1088 с.
5. Кафлевська С. Г., Козяр Н. О. Стан та проблеми розвитку ринку зерна в Україні. *Ефективна економіка*. 2013. № 4. С. 48-51.
6. Офіційний сайт URL: <http://www.faostat.org>. (дата звернення: 28.05.2018).
7. Породько М. А. Вплив елементів технології вирощування на врожайність ячменю ярого. Актуальні проблеми та інновації в сучасному землеробстві: матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів, (м. Київ, 20-22 листопада 2018 р.). Київ. 2018. С. 30-31.
8. Лотиш О.Я. Роль України на світовому ринку зерна: виклики і загрози. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 45. 12 с.
9. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Бакланова Т. В., Кувшинова А. О., Касаткіна Т. О., Нагірний В. В. Збільшення зерновиробництва за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його вирощування. *Наукові горизонти*. 2020. № 02 (87). С. 1523.
10. Гайденко О. М., Іщенко В. А. та Козелець Г. М. Ефективне вирощування ячменю ярого: наукове дослідження. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni.html> (дата звернення: 25.07.2023).
11. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 28.07.2023).

12. Проценко Д.С., Падусенко О.А. Ефективність виробництва ячменю в Україні: стан, проблеми та перспективи. *Вісник СНТ ННІ Бізнесу і Менеджменту ХНТУСГ*. 2019. Вип. 2. С. 118–121.
13. Кернасюк Ю. Ринок ячменю: потенціал розвитку. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7950-rynok-iachmeniu-potentsial-rozvytku.html> (дата звернення: 22.08.2023).
14. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. *Технологія вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб.* Львів: НВФ Українські технології, 2020. 806 с.
15. Бельдій Н., Загинайло М., Носуля А. Ячмінь – культура прибуткова. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yachmin-kultura-prybutkova> (дата звернення: 28.09.2019).
16. Пелех Л. В. Особливості динамічних змін забур'яненості агрофітоценозу ярого ячменю за зміни системи основного обробітку ґрунту. *Землеробство та сучасні напрями побудови сівозмін*. 2018. № 8. С. 45-52.
17. Зінченко О. І. Рослинництво: підручник. Умань: Видавець Сочінський М.М., 2016. 612 с.
18. Лихочвор В. В., Матковська М. В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 91-101.
19. Солонечна О. В. Сорти ячменю ярого кормового напрямку використання як джерела цінних ознак. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 57-64.
20. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. *Технологія вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб.* Львів: НВФ Українські технології, 2006. 711 с.
21. Камінська В. В., Шморгун О. В., Дудка О. Ф. Особливості формування елементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2012. Вип. 84. С. 75-81.

22. Кочмарський В. С., Гудзенко В. М., Кавунець В. П. Сортові ресурси ячменю ярого під урожай 2011 року. *Агроном*. 2011. № 1. С. 78-86.
23. Лихочвор В. В. Ячмінь: монографія. Львів: Українські технології, 2003. 88 с.
24. Рассадіна І. Ю., Леонова К. П., Садовський І. С., Власенко С. О. Якість зерна ячменю ярого від підживлення рослин мінеральним азотом. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 98. Ч. 1. С. 192-199.
25. Климишена Р. І. Перспективи вирощування ячменю озимого на пивоварні потреби. *Вісник аграрної науки*. 2010. №5. С. 73-74.
26. Гораш О. С. Основи технології вирощування пивоварного ячменю. *Агроном*. 2021. № 1. С. 94-98.
27. Генетичні закономірності селекції ячменю ярого / за ред. М. Р. Козаченка. Харків, 2016. 458 с.
28. Кузіна В. Ю. Сорт – найрезультативніший засіб підвищення ефективності виробництва пивоварного ячменю. *Агросвіт*. 2020. № 15. С. 60-66.
29. Hartman I. Quality of malting barley grain in the Czech Republik, crop. 2017. *Kvasny Prumysl*. 2018. Vol. 64 (6). P 297-301.
30. Matusinsky P., Svobodova I., Misa P. Spring barley stand structure as an indicator of lodging risk. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2015. Vol. 102. № 3. P. 273-280.
31. Рибалка О.І. Цінні харчові альтернативи: ячмінь та шавлія. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 22 (269). С. 20-24.
32. Рибалка О. І., Моргун Б. В. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ: Логос, 2016. 670 с.
33. Петухова І. А., Рябчун В. К., Музафарова В. А., Падалка О. І. Оцінка сортів ячменю ярого для круп'яного напрямку використання за комплексом цінних господарських ознак в умовах Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 18. С. 31-40.

34. Newman R., Newman C. Barley for food and health. Science, Technology and products. Hoboken. New Jersey: John Willey & Sons. Inc. Publications, 2008. 245 p.
35. Kerckhoffs D., Brouns F., Hornstra G., Mensink R. Effect on the human lipoprotein profile of β -glucan, soy protein and isoflavones, plant sterols, garlic and tocotrienols. *The Journal of Nutrition*. 2022. V. 132. P. 2494-2505.
36. William D., Wheat B. Lose the wheat, lose weight, and find your path back to health. New York, 2012. 214 p.
37. The Food and Drug Administration (FDA) Food labeling: health claims; soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. *Federal Register*. 2006. V. 71 (98). P. 29248-29250.
38. Trovell H. Coronary heart disease and dietary fiber. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1975. V. 28 P. 798-800.
39. Рибалка О. І. Новий продукт здорового харчування на основі ячменю ваксі, висівок чорнозерної пшениці та борошна льону стане вашими ефективними ліками від тяжких недуг. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 48-51.
40. Сайко В. Ф. Зерно України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 9. С. 5-10.
41. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г. Основи рослинництва і тваринництва. Полтава: ЦУЛ, 2013. 338 с.
42. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2010. 405 с.
43. Технологія виробництва рослинних кормів [Електронний ресурс] : метод. реком. / уклад. Н. В. Маркова, Л. Г. Хоненко, А. В. Панфілова. Електрон. текст. дані. Миколаїв: МНАУ, 2020. 104 с.
44. Зінченко О. І. Кормовиробництво. Київ: Вища освіта, 2005. 448 с.
45. Григор'єв В. І., Огурцов Є. М., Бобро М. А., Міхєєв В. Г. Кормовиробництво та луківництво: навч. посіб. Харків: ХНАУ, 2021. 512 с.
46. Федорин Б. Роль покривних культур під час вирощування багаторічних трав. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 62-63.

47. *Кормовиробництво: конспект лекцій / уклад. Л.К. Антипова. Миколаїв: МНАУ, 2014. 115 с.*
48. Власова О. Норми висіву ярих зернових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2019. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12568-normy-vysivu-iarykh-zernovykh-kultur.html>
49. Антонів С. Ф., Запрута О. А., Рудницький Б. О. Особливості технології вирощування насіння нових та перспективних сортів бобових трав в умовах Лісостепу України. *Кормовиробництво, сучасний стан та перспективи розвитку*. 2017. № 7. С. 70-76.
50. Стецишин П. О., Рекуненко В. В., Пиндус В. В. Основи органічного виробництва. Вінниця: Нова книга, 2011. 552 с.
51. Кандул І. Передпосівна обробка ярої пшениці та ячменю. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/1504-peredposivna-obrobka-nasinnia-iaroi-pshenytsi-ta-iachmeni.html> (дата звернення: 22.08.2023).
52. Кернасюк Ю. Ринок насіння ярих культур. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/26300-rynok-nasinnia-iarykh-kultur.html> (дата звернення: 07.04.2023).
53. Заєць С., Онуфран О. Особливості вирощування ячменю ярого на Півдні. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-viroshchuvannya-yachmenyu-yarogo-na-pivdni> (дата звернення: 03.02.2023).
54. Зиневич Л.Л., Корнейчук Н. С., Циков В. С., Кононюк и др. Рабочая тетрадь агронома по интенсивным технологиям возделывания яровых зерновых культур. Киев: Урожай, 1986. 160 с.
55. Коваленко О. А. Рослинництво: курс лекцій. Миколаїв, 2014. 331с.
56. Губернатор В. С. Ячмінь. Київ: Урожай, 1977. 104 с.
57. Демидов О. А., Гудзенко В. С., Кочмарський В. С. Елементи технології вирощування насіння сортів ячменю ярого миронівської селекції у Лісостепу України: методичні рекомендації. Миронівка, 2018. 32 с.

58. Камінський В. Ф., Породько М. А. Ячмінь в зерновій групі України. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2018. Вип. 4. С. 81-89.

59. Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/8902-bioekolohichni-osoblyvosti-iachmeniu-posivnoho.html> (дата звернення: 03.01.2023).

60. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Вплив оптимізації живлення на висоту рослин та врожайність зерна сортів ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 42-47.

61. Секун Н. П., Оничко В. І., Коваленко О. А. Хімічний контроль чисельності шкідників ячменю ярого. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 6. С. 5-7.

62. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/109-rehulatory-rostu-roslyn.html> (дата звернення: 08.02.2018).

63. Материнський П. В., Чоловський С. М. Регулятори росту ретандантного типу як засіб формування оптимальної структури та архітектоніки високопродуктивного посіву зернових культур. URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/13042-rehulatory-rostu-retardantnoho-tipu-iak-zasib-formuvannia-optymalnoi-struktury-ta-arkhitektoniky-vysokoproduktyvnoho-posivu-zernovykh-kultur.html> (дата звернення: 08.07.2023).

64. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату. *Агроном*. 2013. № 1. С. 106-109.

65. *Спеціальна селекція польових культур: навчальний посібник* / В.Д. Бугайов, С.П. Васильківський, В.А. Власенко та ін.; за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.

66. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. *Селекція і насінництво польових культур: підручник*. ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.

67. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 348 с.
68. Гудзенко В. М., Васильківський С. П., Поліщук Т. П. Продуктивність та адаптивність зразків генофонду ячменю ярого в багаторічних випробуваннях у центральному Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 31-43.
69. Марков І. Різні типи і сорти ячменю. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8885-rizni-typy-i-sorty-iachmeniu.html> (дата звернення: 07.05.2022).
70. Лінчевський А. А., Легкун І. Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9. С. 34-42.
71. Гудзенко В. М., Демидов О. А. Нові сорти ячменю ярого Віраж і Талісман Миронівський. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 21. С. 136-144.
72. Голуб С. М. Наукова робота з агрономії: методичні рекомендації. Луцьк, 2019. 43 с.
73. Гринчук Т. Підходи до аналізу сучасного стану зерновиробництва у сільськогосподарських підприємствах регіону та факторів, які впливають на його розвиток. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2015. № 9. С. 48-60.
74. Ebrahim S., Shiferaw E., Nailu F. Evaluation of genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L.) from Wollo highland areas using agro-morphological traits and hordein. *The African Journal of Biotechnology*. 2015. V. 14 (22). P. 1886-1896.
75. Mohammadi M., Noorinia A.A., Khalilzadeh G. R., Hosseinpoo T. Application of GGE biplot analysis to investigate GE interaction on barley grain yield. *Gurrent opinion in agriculture*. 2015. V.4. № 1. P. 25-32.
76. Авраменко С., Манько К., Усов О. Ячмінь безостий – новий екзот на українських полях. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yachmin-bezostyy-novyy-ekzot-na-ukrayinskyh-polyah> (дата звернення: 20.05.2020).

77. Зернові культури / за ред. Г. Б. Пікша, В. І. Бондаренка. Київ: Урожай, 1985. 272 с.

78. Скидан В. О. Реакція нових сортів ячменю ярого на систему удобрення та способи основного обробітку ґрунту. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 98. С. 257-263.

79. Панфілова А. В. Агроекологічне обґрунтування технологій вирощування пшениці озимої та ячменю ярого за різних систем живлення в умовах Південного Степу України: авторефер. дис. д-ра сількогосп. наук: 06.01.09. Херсон, 2021. 47 с.

80. Bhattu R.S. Partly included in a final report to alberta barley commission, calgary, ab. / R.S. Bhattu. *Nonwheat grains and product. American Association of Cereal Chemists*. 1996. Vol. 73. No. 1. P. 75-80.

81. Камінська В. В., Дудка О. Ф., Мушик Б. В. Продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2016. Вип. 3-4. С. 114-122.

82. Кабачний В., Чувурін О., Цехмейструк М. Мікродобрива на посівах ячменю ярого. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/135-mikrodobryvo-na-posivakh-iachmeniu-iaroho.html> (дата звернення: 01.02.2020).

83. Murchie E.H., Niyogi K.K. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis. *Plant Physiology*. 2011. Vol. 155. No. 1. P. 86-92.

84. Murchie E.H., Pinto M., Horton P. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research. *New Phytologist*. 2009. Vol. 181. No. 1. P. 532-552.

85. Соколовська-Сергієнко О. Г., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатовим мікродобривом і стимулятором росту. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. № 4. С. 321-329.

86. Волошин М. Д., Черненко Я. М., Іванченко А. В., Олійник М. А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива: навч. посіб. Дніпродержинськ: ДДТУ, 2016. 354 с.

87. Циков В. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. № 1. С.75-79.
88. Чинчик О. С. Вплив способів удобрення на формування структури врожайності сої (*Glucine max (L.) Meer*) в умовах Західного Лісостепу. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. Вип. 24. С. 35-41.
89. Гораш О. С., Климишена Р. І. Вплив позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю на вміст білка в зерні. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4. С. 28-34.
90. Шевченко Л. А., Чмель О. П., Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 73-78.
91. Вінюков О. О., Коробова О. В. Метод вирощування кореневої системи зернових культур та вплив регуляторів росту на розвиток кореневої системи ячменю ярого. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. № 2. С. 105-111.
92. Stevens M., May M.J. *Pests, Diseases and weeds review 2009. British Sugar Beet Review*. 2010. Vol. 78. No. 1. P. 7-10.
93. Tsygankova V.A., Galkin A.P., Galkina L.O. et al. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. *New plant growth regulators: basic research and technologies of application*. К.: Nichlava, 2011. P. 94-152.
94. Карашук Г.В., Казанок О. О. Урожай та якість зерна ячменю озимого залежно від регуляторів росту рослин в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 9. С. 21-25.
95. Jiang K. & Asami T. Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 2018. Vol. 82. No. 8. P. 1265-1300.
96. Карашук Г.В., Поліщук О. В. Урожай і якість зерна сортів пшениці озимої залежно від регуляторів росту рослин під час зрошення на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 90-94.

97. Циганкова В. А., Андрусевич Я. В., Бабаянц О. В., Пономаренко С. П., Медков А. І., Галкін А. П. Підвищення регуляторами росту імунітету рослин до патогенних грибів, шкідників і нематод. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2013. № 2. С. 138-147.

98. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 7. С. 145-154.

99. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. Ростові процеси тритикале озимого за дії гербіцидів різних хімічних класів та їх бакових сумішей з регулятором росту Радостим. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 2. С.73-75.

100. Khafagy M.A-M., Zain Al-A.A.H.M., Farouk S., Amrajaa H.K. Effect of pre-treatment of barley Grain on germination and seedling growth under drought stress. *Advances in Applied Science*. 2017. Vol. 2. No. 3. P. 33-42.

101. Шкурко В. С. Ефективність використання мінеральних добрив і стимуляторів росту на посівах пивоварного ячменю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 162-165.

102. Домарацький О. О., Оніщенко С. О., Ревтьо О. Я. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності соняшнику в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 53-58.

103. Федорук М.І. Науково-практичні основи формування високопродуктивних агровиробничих систем в умовах Півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2011. 1088 с.

104. Кирнасівська Н. В. Землеробство та рослинництво: курс лекцій. Одеса: Екологія, 2008. 283 с.

105. Сайко В. Ф., Бойко П. І. Сівозміни у землеробстві України: рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.

106. Камінський В. Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*. 2015. Вип. 2. С. 4.
107. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П., Бакума А. В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське вид-во ВМВ, 2011. 237 с.
108. Waraich E. A., Rashid A., Ashraf M. Yaseen, Saifullah & Ahmad M. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2011. Vol. 61. No. 4. P. 291-304.
109. Zabarna T. The influence of hydrothermal conditions on the cultivation of spring barley in the rightbank Forest-steppe of Ukraine. *Sciences of Europe*. 2020. Vol. 1. No. 60. P. 10-19.
110. Онуфран Л.І. Водоспоживання ячменю ярого за різних умов вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 144-148.
111. Гриник І. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників і рівнів живлення в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 7. С. 13-17.
112. Андрейченко О. Г. Продуктивність плівчастого та голозерного ячменів ярих залежно від норми висіву і попередника в умовах Північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. Вип. 4. С. 135-139.
113. Жемела Г. П., Курочка А. О. Вплив попередників на якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 26-29.
114. Цилюрик О., Десятник Л. Система динамічної сівозміни. URL: <https://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/10145-systema-dynamichnoi-sivozminy.html> (дата звернення: 07.08.2022).
115. Залізовський С. І., Попов С. І. Ключко М. К. та ін. Управління якістю зерна ячменю: рекомендації. Харків: ХНАУ, 2010. 78 с.

116. Особливості проведення весняно-польових робіт в зоні Степу в 2012 році: науково-практичні рекомендації. Присяжнюк М. В., Безуглий М. Д. та ін. Дніпропетровськ, 2012. 112 с.

117. Технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України: навч. посіб. / ред. В. В. Кириченка. Харків, 2011. 168 с.

118. Кузіна В. Ю. Технологія ефективного виробництва ячменю пивоварного значення. *Економіка та конкурентноспроможність підприємств*. 2021. Вип. 86. С. 94-101.

119. Манько К., Музафаров М. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/234-iachmin-iaryi-suchasni-tekhnologii-vyroshchuvannia.html> (дата звернення: 04.02.2023).

120. Сторчоус І. Бур'яни в ячмені ярому. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/341-buriany-v-iachmeni-iaromu.html> (дата звернення: 04.02.2022).

121. Bourdot G.W., Saville D.J., Hurrell G.A., Daly M.J. Modelling the economics of herbicide treatment in wheat and barley using data on prevented grain yield losses. *Weed Research*. 1996. V. 36. № 6. P. 449-460.

122. Hansen P.K., Kristensen K., Willas J. A. Weed suppressive index for spring barley (*Hordeum vulgare*) varietis. *Weed Research*. 2008. V. 48. № 3. P. 225-236.

123. Коваленко О. А. Рослинництво: курс лекцій. Миколаїв, 2014. 331 с.

124. Циліорик О. І, Чорна В. І., Десятник Л. М., Горшар В. І. Вплив способів основного обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи в посівах ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2020. № 2. С. 339-352.

125. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку ґрунту. Київ, 2007. 41 с.

126. Шкурко В.С. Вплив погодних умов, попередників і добрив на врожайність сортів ячменю пивоварного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 167–170.

127. Борис Н.Є., Красюк Л.М. Поживний режим сірого лісового ґрунту залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційній зерновій сівоzmіні. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2020. Вип. 2. С. 16–26.

128. Гирка А. Д., Кулик І. О., Андрейченко О. Г. Особливості формування вівса та ячменю ярого під впливом попередників і фону мінерального живлення. *Бюлетень степового господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 112-116.

129. Андрейченко О. Г. Продуктивність плівчастого та голозерного ячменів ярих залежно від норми висіву і попередника в умовах північного Степу. *Бюлетень степового господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 135-139.

130. Зіневич Л. Л., Глуздєєв В. Г., Круть В. М. та ін. Вирощування зернових культур у Лісостепу та Поліссі України. Київ, 1993. 49 с.

131. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва: навчальний посібник. Частина 1. Київ, 2010. 282 с.

132. Мартинюк І. В., Бойко П. І., Цимбал Я. С. Продуктивність ячменю ярого в короткоротаційній сівоzmіні лівобережного Лісостепу залежно від системи удобрення. *Зернові культури*. 2021. № 5. Т. 5. С. 343-348.

133. Поплавський В. Комплексна дія різних способів обробітку, доз добрив і гербіцидів на родючість ґрунту та продуктивність зернопросапної сівоzmіни в умовах центральної частини Лісостепу України. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. 2003. № 7. С. 106-111.

134. Григорів Я. Я. Вирощування ячменю ярого в короткоротаційній сівоzmіні на дерново-опідзолених ґрунтах в умовах Прикарпаття. URL: <https://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/47-simnadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferentsiya/369-viroshchuvannya-yachmenyu-yarogo-v-korotkorotatsijnij-sivozmmini-na-dernovo-opidzolenikh-gruntakh-v-umovakh-prikarpattya> (дата звернення: 09.06.2023).

135. Копчик З.М. Пивоварний ячмінь на Заході України (Технологія вирощування): монографія. Львів: Сполом, 2007. 151 с.
136. Жатов О. Г., Гуліга Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високоврожайного посіву ячменю. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2011. Вип. 4. С. 61-64.
137. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
138. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубровецький С. В. та ін. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.
139. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів: НВФ Українські технології, 2008. С. 321-330.
140. Рослинництво: підручник. / ред. В. Г. Влоха. Київ: Вища школа, 2005. 382 с.
141. Авраменко С., Манько К., Усов О., Курилов О., Бобров О. Елементи удобрення ячменю ярого. URL: <https://propozitsiya.com/ua/elementi-udobrennyu-yachmenyu-yarogo> (дата звернення: 03.08.2021).
142. Грант С. Улучшение управления питательными веществами ваших культур. *Агроном*. 2009. № 1. С. 16-24.
143. Кияк Г. С. Рослинництво. Київ: Вища школа, 1976. 398 с.
144. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: підручник. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 448 с.
145. Демидов О. А., Гудзенко В. С., Кочмарський В. С. Елементи технології вирощування насіння сортів ячменю ярого миронівської селекції у Лісостепу України. Миронівка, 2019. 32 с.
146. Балан В. М., Присяжнюк О. І., Балагура О. В., Карпук Л. М. Рослинництво основних культур: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2018. 381 с.
147. Вильдфлуш И. Р., Цыганов А. Р., Лапа В. В., Персикова Т. Ф. Рациональное применение удобрений: пособ. Горки: БСХА, 2002. 324 с.

148. Титаренко В. П., Титаренко О. О. Сучасне сільськогосподарське виробництво: навч. посіб. Полтава, 2010. 476 с.
149. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения в трех томах. Москва: Сельхозиздат, 1963. 785 с.
150. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розтальний В. Є. та ін. Добрива та їх використання: довідник. Київ: Логос, 2002. 246 с.
151. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 332 с.
152. Крамарьов С. М., Хижняк В. Д., Фролов С. В., Хорошун К. О., Крамарьов О. С., Попов В. А., Пісоцький С. С. Рядкове удобрення. URL: <https://www.agronom.com.ua/ryadkove-udobrennya/> (дата звернення: 05.09.2023).
153. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 560 с.
154. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.
155. Matula J. Barley response to the soil reserve of sulphur and ammonium sulphate in short-term experiments under controlled conditions of cultivation. *Plant soil environmental*. 2004. Vol. 50. No. 6. P. 235-242.
156. Голубченко В. Ф., Куліджанов Е. В., Капустіна Г. А., Ямкова Н. А. Динаміка вмісту фосфатів у Ґрунтах Одеської області. *Екологія*. 2012. Вип. 167. С. 28-31.
157. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. *Вісник Полтавської державної академії*. 2010. № 4. С. 182-185.
158. Chien Sen H., Gearhart M. Mercedes & Villagarcia Sven. Comparison of Ammonium Sulfate with Other Nitrogen and Sulfur Fertilizers in Increasing Crop Production and Minimizing Environmental Impact: A Review. *Soil Science*. 2011. Vol. 176. No. 1. P. 327–335.

159. Карашук С. В. Продуктивність та якість зерна сортів ячменю ярого залежно від фону живлення в умовах Південного Степу України: авторефер. дис. канд. сількогосп. наук: 06.01.09. Херсон, 2011. 20 с.

160. Білера Н. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. URL: <https://www.agronom.com.ua/kalij-element-yakosti-abo-osoblyvosti-kalijnogo-zhyvlennya-roslyn/> (дата звернення: 01.06.2022).

161. Hansram Mali, J. Choudhary, Dilip Singh & Rahul Chopra. Yield, nutrient content and uptake of barley (*hordium vulgare* L.) as influenced by varieties and precision nutrient management. *Practices International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. Vol. 4. P. 156-14.

162. Barczak B., Jastrzebska M. & Kostrzevska M. Biofortification of spring barley grain with microelements through sulfur fertilization. *Journal of Chemistry*. 2019. 7 p.

163. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005. 150 с.

164. Цехенович Ю. В. Биологический вынос основных элементов питания ячменя при различных уровнях применения удобрений. Издательство БССР, 1991. № 1. С. 56-59.

165. Гуляев Б. И., Патыка В. Ф. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 2. С. 3-9.

166. Качура Є. В. Агроекологічне обґрунтування технологій вирощування ярого пивоварного ячменю в умовах правобережного Лісостепу України: авторефер. дис. канд. сількогосп. наук: 06.01.09. Київ, 2007. 26 с.

167. Вега Н. І. Агрохімічна оцінка сучасних систем удобрення ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті в західному Лісостепу України: авторефер. дис. канд. сількогосп. наук: 06.01.04. Херсон, 2017. 25 с.

168. Гораш О. С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: монографія. Кам'янець–Подільський: ПП «Медобори-2006», 2010. 392 с.

169. Жатов О. Г., Гуліда Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високопродуктивного посіву ячменю. *Вісник Сумського аграрного університету*. 2011. Вип. 4. С. 61-64.

170. Дмитренко В. К. Влияние погодных условий, предшественников и удобрений на урожайность озимого ячменя. Киев: Урожай, 1988. Вип. 22. С. 52- 55.

171. Бачинський О. В., Качура Е. Є. Шлях підвищення продуктивності ячменю ярого пивоварного в умовах Північного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 8. С. 44-49.

172. Князев Б. М., Хоконова М. Б. Удобрение, урожай и качество зерна ярового ячменя. *Зерновое хозяйство*. 2004. № 3. С. 21-25.

173. Іщенко В. А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 39-40.

174. Іщенко В. А., Козелець Г. М. Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від використання добрив в умовах Північного Степу України. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*. 2020. С. 69-71.

175. Єропкін В. А., Піскун О. В., Твердий В. П., Дикий В. В. та ін. Рекомендації з проведення весняно-польових робіт в господарствах Миколаївської області у 2018 році. Миколаїв: Іліон, 2018. 76 с.

176. Литвиненко М. А., Лінчевський А. А., Соколов В. М. Рекомендації з проведення весняно-польових робіт в агроформуваннях Одеської області у 2018 році. Одеса, 2018. 71 с.

177. Огурцов Ю. Є. Застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива при вирощуванні ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 88. С. 160.

178. Господаренко Г. М., Машинник О. О. Вплив позакореневих підживлень мікродобривами на продуктивність ячменю ярого на чорноземі

опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. Вип. 9. С. 3-10.

179. Рассадіна І. Ю., Леонова К. П., Садовський І. С., Власенко С. О. Якість зерна ячменю ярого залежно від підживлення рослин мінеральним азотом. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 98. С. 192-199.

180. Петриченко В.Ф., Романюк В.І. Вплив факторів інтенсифікації на якість зерна ячменю ярого в умовах лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 133.

181. Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Таравська О. В. Вплив удобрення на формування продуктивності ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство та тваринництво*. 2023. Вип. 76. С. 163-140.

182. Лісовий М. В. Підвищення ефективності мінеральних добрив. Київ: Урожай, 1991. 120 с.

183. Лихочвор В. В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України. Львів: НВФ Українські технології, 2001. С. 104-113.

184. Господаренко Г. М., Машинник О. О. Формування структурних елементів урожаю ячменю ярого за позакореневих підживлень мікродобрива. *Збірник наукових праць УНУС*. 2011. Вип. 77. С. 8-9.

185. Пшеничко О. І. Формування продуктивності ячменю ярого в умовах органічного землеробства. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. 2021. Вип. 199. С. 314-319.

186. Мосійчук І. І., Безноско І. В., Туровнік Ю. А., Мудрак В. О. Вплив біологічних препаратів на посівну якість насіння рослин ячменю ярого (*HORDEUM VULGARE L.*). *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 133-143.

187. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Данилюк В. Г., 2011. 432 с.

188. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів / за ред. В. Ф. Камінського. Київ: ВП “Едельвейс”, 2013. 308 с.

189. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Ф. Камінського. Київ: ВП “Едельвейс”, 2012. 196 с.

190. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-тє вид. Львів: НВФ Українські технології, 2021. 184 с.

191. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Дідур І. М., Прокопчук В. М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво: монографія. Вінниця, 2018. 231 с.

192. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В. Регулятори росту рослин – важливий елемент сучасних технологій вирощування насіння зернових культур. *Стан та перспективи розвитку насінництва в Україні*. Київ. 2008. С. 196-200.

193. Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навч. посіб. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.

194. Рогач Т. І., Кур’та В. Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. Вінниця: ТВОРИ, 2018. 140 с.

195. Солодушко М. М. Ефективність рістрегулюючих речовин та мікродобрив при вирощуванні пшениці озимої в зоні північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 73-78.

196. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічні активні речовини в рослинництві. Київ: ЗАТ “Нічлава”, 2009. 352 с.

197. Веденичова Н. П., Косаківська І. В. Цитоконіни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ: Наш формат, 2017. 200 с.
198. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ: Урожай, 1989. 168 с.
199. Інтегрований захист рослин / за ред. В. М. Писаренка; уклад. В. М. Писаренко, М. А. Піщаленко, Г. Д. Поспелова, О. О. Горб, Н. П. Коваленко, О. Л. Шерстюк. Полтава, 2020. 246 с.
200. Khalid S., Malik A. U., Khan A. S., Razzaq K. & Nasser M. Plant growth regulators application time influenses fruit quality and storage potential of young kinnow mandarin trees. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2016. Vol. 18. P. 623-629.
201. Tubic L., Savic J., Mitic N., Milojevic., Janosevi D., Budimir S. & Zdravkovic-Koras S. Cytokinins differentially affect regeneration, plant growth and antioxidative enzymes activity in chive. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture January*. 2016. Vol. 124. № 1. P. 1-14.
202. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково практичні рекомендації. / за ред. С. Е. Дегодюка; уклад. Е. Г. Дегодюк, М. М. Проненко, Н. М. Пипчук, А. О. Мулярчук. Вінниця: ТОВ “ТВОРИ”, 2020. 84 с.
203. Ходаницький В., Ходаницька О. Зернові культури та регулятори росту. URL: <https://propozitsiya.com/ua/zernovi-kultury-ta-regulatory-rostu> (дата звернення 13.08.2023).
204. Органічні добрива: навчальний посібник / за ред. С. В. Журавля; уклад. С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький, Т. В. Клименко та ін. Житомир: Видавництво Поліського університету, 2020. 200 с.
205. Власова О. Стимулятори росту для пшениці. URL: <http://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/11128-stymuliatory-rostu-dlia-pshenytsi.html> (дата звернення 11.08.2023).

206. Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149-155.

207. Пономаренко С. П., Іутинська Г. О. Регулятори росту рослин в агробіоценозах: нові рішення. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. Том 1. Київ, 2001. С. 375-378.

208. Iutynska G. O., Biliavska L. O., Kozyritska V. Y. Development strategy for the new environmentally friendly multifunctional bioformulations based on soil streptomycetes. *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т. 79. № 4. С. 22-23.

209. Ярошенко Л. Ефективний засіб ярого ячменю. *Зерно*. 2011. Вип. 5. С. 21-22.

210. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика отдельных культур. Полтава: ФОП Говоров С. В., 2008. 3687 с.

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

212. Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8. С. 135.

213. Григор'єв М. І., Григор'єва Т. М., Аліценко В. В. Порівняльна ефективність регуляторів росту рослин в технології вирощування ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Вип. 78. С. 45-50.

214. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Корисне підживлення для ячменю. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/11184-korysne-pidzhyvlennia-dlia-iachmeniu.html> (дата звернення 11.06.2022).

215. Штугеревич В. С. Ефективність позакореневого застосування стимулятора росту “4 R Foliar concentrate”, на посівах ячменю ярого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 83-87.

216. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 7. С. 145-154.

217. Коробова О. М., Вінюков О. О. Вплив попередників на фоні живлення та рівень продуктивності ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С. 75-81.

218. Гирка А. Д., Вінюков О. О., Дмитренко П. П. Визначення рівня екологічної пластичності сортів ячменю ярого за допомогою графічного алгоритму аналізів елементів структури врожайності. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. Вип. 4. С. 88-93.

219. ДСТУ 4362–2006. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 23 с.

220. Ячмінь ярий Віраж. Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України. URL: <http://www.mip.com.ua/page/241-iachmin-iaryi-virazh> (дата звернення: 07.07.2023).

221. За даними підприємства Агробіотех. URL: <https://agrofon.com/ua/udobrenie-agrobioteh> (дата звернення: 07.07.2023).

222. За даними підприємства Біфоліар. URL: <https://agrokons.com.ua/product/bifoliarmicroplant/> (дата звернення: 07.07.2023).

223. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

224. ДСТУ ISO 11465:2001. Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод: [Чинний від 28.12.2001]. Київ: Держспоживстандарт України, 2001. 10 с.

225. ДСТУ 7863:2015. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда: [Чинний від 01.07.2016]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 5 с.

226. ДСТУ 4115:2002. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 9 с.

227. ДСТУ 4289:2004. Методи визначення органічної речовини: [Чинний від 30.04. 2004]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

228. ДСТУ ISO 10390:2001. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:1994, IDT): [Чинний від 07.01. 2003]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 14 с.

229. Куперман Ф. М. Морфофизиологические приемы исследования растений. *Бюллетень МОИП*. 1952. Вип. 6. С. 616.

230. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований /2-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1980. 366 с.

231. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

232. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: АН СССР, 1973. 263 с.

233. Ничипорович А. А. Фотосинтез – основной процесс питания растений. Москва: Наука, 1966. С. 7–21.

234. ДСТУ ISO 5983:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К'ельдаля (ISO 5983:1997, IDT): [Чинний від 01.10.2004]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 16 с.

235. ДСТУ ISO 6491:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту фосфору. Спектрометричний метод (ISO 6491:1998, IDT): [Чинний від 200601-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

236. ДСТУ ISO 7485:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту калію і натрію. Методи з використанням полуменево-емісійної спектрометрії (ISO 7485:2000, IDT): [Чинний від 20050701]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.

237. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: [Чинний від 20040101]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 148 с.

238. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови. З поправкою. (ПС № 699): [Чинний від 19880701]. Київ: Держспоживстандарт України, 1988. 18 с.

239. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії: [Чинний від 200701-08]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 7 с.

240. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: "Едельвейс і К", 2014. 332 с.

241. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. Київ: Вища школа, 1994. 153 с.

242. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.

243. Методика биоэнергетической оценки технологий производства сельскохозяйственных культур. Москва: Колос, 1971. 239 с.

243. Собко М., Медвідь С., Бондаренко І. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність ячменю ярого. *Агробізнес сьогодні*. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/26928-vplyv-sposobiv-osnovnoho-obrobitku-gruntu-na-vrozhainist-iachmeniu-iaroho.html> (дата звернення: 05.09.2023).

244. Циліорик О. І, Чорна В. І., Десятник Л. М., Горшар В. І. Вплив способів основного обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи в посівах ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2020. № 2. С. 339–352.

245. Іващенко Л. Енергозберігаючий обробіток ґрунту. *Агроном*. 2007. Вип. 2. С. 162–164.

246. Ліб І. М. Водоспоживання рослин ячменю ярого в ланках сівозмін залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 91–55.
247. Онуфран Л. І. Водоспоживання ячменю ярого за різних умов вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 7. С. 144–148.
248. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту. Київ: ТОВ ВД "Екмо", 2007. 41 с.
249. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту і оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. № 4. С. 10–17.
250. Борисонік З. В. Ярі колосові культури. Київ: Урожай, 1975. 176 с.
251. Гирка А. Д., Кулик О. І., Педаш О. О., Вінюков О. О., Іщенко В. А. Агроекологічне випробування сортів ярих зернових культур у північному степу України. *Біологічний вісник МДПУ ім. Богдана Хмельницького*. 2016. Вип. 2. С. 5460.
252. Лихочвор В. В., Гораш О. С., Потопляк О. І. Урожайність ячменю залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/urozhajnist-yachmenyu-zalezhno-vid-elementiv-intensyfikatsiyi-tehnologiyi-vyroshhuvannya/> (дата звернення 20.08.2023).
253. Лихочвор В. В. Система удобрення озимої пшениці. *Агроном*. 2014. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/428-systema-udobrennia-ozymoi-pshenytsi.html> (дата звернення 20.08.2023).
254. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ "Українські технології", 2008. 312 с.
255. Полюхович М. М., Вега Н. І. Проблема зв'язування фосфору на кислих і лужних ґрунтах. *Агроеліта*. 2020. URL: <https://agroelita.info/problema-zvyazuvannya-fosforu-na-kyslyh-i-luzhnyh-gruntah/> (дата звернення 20.08.2023).
256. Козелець Г., Іщенко В., Гайденко О. Ярий ячмінь: як впливає передпосівне внесення мінеральних добрив на врожайність. *Агробізнес сьогодні*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia->

sohodni/item/20858-yaryi-iachmin-iak-vplyvaie-peredposivne-vnesennia-mineralnykh-dobryv-na-vrozhainist.html (дата звернення 20.08.2023).

257. Церлінг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. Москва: Агропроиздат, 1990. 235 с.

258. Болдырев М.К. Анализ листьев как метод определения потребности растений в удобрениях (листовая диагностика). Омск. 1970. 123 с.

259. Породько М.А. Водоспоживання рослин ячменю ярого залежно від удобрення і попередника. *Вісник Сумського Національного Аграрного Університету*. 2023. Вип. 2 (52). С. 9198. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.12>

260. Lesk C., Rowhani P. and Ramankutty N. Influence of Extreme Weather Disaster on Global Crop Production. *Nature*. 2016. № 529. P. 84–87.

261. Porter J. R., Xie L., Challinor A. J., Cochrane K., Howden S. M., Iqbal M. M. ... & Travasso M. I. Food security and food production systems. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2014. P. 485–533.

262. Бердін С. І., Ткаченко О. М. Формування структури продуктивності посівів ячменю ярого північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 11 (26). С. 152–155.

263. García del Moral M. & García del Moral L. Tiller production and survival in relation to grain yield in winter and spring barley. *Field Crops Research*. 1995. Vol. 44. P. 85–93.

264. Тимирязев К. А. Жизнь растения: Десять общедоступных чтений. Издательство: *Огиз–Сельхозгиз*, 1936. 335 с.

265. Дудкіна О., Каплун А. Урожай формує листя. *Пропозиція*. 2010. № 6. С. 20–22.

266. Петр И., Черны В., Грушка Л. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. Москва: Колос, 1984. 367 с.

267. Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н. & Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Издательство АН СССР, 1961. 137 с.

268. Зінченко О. І., Салатенко В. Н. & Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
269. Скидан В., Скидан М., Попов С. Попередники у вирощуванні ячменю ярого. *Агробізнес сьогодні*. 2014. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/394-poperednyky-u-vyroshchuvanni-iachmeniu-iaroho.html> (дата звернення: 15.08.2023).
270. *Технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України: навч. посіб.* / Кириченко В. В., Костромітін В. М., Попов С. І та ін.; За ред. В. В. Кириченка. Харків. ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2011. 168 с.
271. Ничипорович А. А. Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности. *Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности*. 1966. С. 7–51.
272. Гаценко Р. В., Антоненко В. С. Об использовании элементов продуктивности озимой пшеницы при прогнозировании ее урожайности. *Труды УкрНИИ Госкомгидромета*. 1985. Вып. 213. С. 68–72.
273. Prikryl K., Plasarova M., Soucek A. Dynamika tvorby biomasy, koncentrace olusiku, fosforu, drasliku, cukru a nitratoveho dusiku u psenice. *Rostlinna Vyroba*. 1990. Vol. 36 (2). P. 153–162.
274. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 200 с.
275. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
276. Прохоров В. Н., Ламан Н. А., Шашко К. Г., Кравченко В. М. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов. Минск: Право и экономика, 2006. 370 с.
277. Рибалко О. І., Моргун Б. В., Поліщук С. С. Ячмінь як продукт функціонального харчування. Київ: Логос, 2016. 619 с.
278. Романюк В. І. Фотосинтетична продуктивність ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 76–81.

279. Куперман И. А., Хитрово Е. В. Дыхательный газообмен и продуктивность агрофитоценозов. *Сельскохозяйственная биология*. 1980. № 15 (2). С. 278–284.

280. Породько М.А. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність ячменю ярого в умовах північного Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Вип. 3 (9). С. 78-86. doi: 10.54651/agri.2023.03.09

281. Рожков А. О., Чернобай С. В. Урожайність ячменю ярого сорту Докучаєвський 15 залежно від застосування різних норм висіву та позакореневих підживлень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 30–34.

282. Шкурко В. С. Вплив погодних умов, попередників і добрив на врожайність сортів ячменю пивоварного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 167–170.

283. Гірко В. С. Гірко О. В. Агроекологічні принципи формування інтенсивних агроценозів сільськогосподарських культур у різних кліматичних зонах України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 55–63.

284. Ламан А. А., Янушевич Б. Н., Хмурец К. И. Потенциал продуктивности хлебных злаков. Киев: Наука и техника, 1987. 90 с.

285. Сайко В. Ф., Грицай А. Д., Соколенко Н. В. Интенсивные технологии возделывания зерновых колосовых культур. Киев: Урожай, 1989. 321 с.

286. Пыльнев В.В., Букина С.Н. Характер структуры урожая ярового ячменя в ходе селекции в ЦРНЗ. *Известия ТХСА*. 2005. Вып. 277. С. 165168.

287. Лукьяненко П. П. Избранные труды. Москва: Агропромиздат, 1990. 428 с.

288. Лозінська Т. П., Шевчук А. В. Урожайність та якість сортів пшениці м'якої ярої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. *ЛОГОС. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 2. С. 73–75.

289. Породько М.А. Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого в північній частині Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБІП УКРАЇНИ*. 2023. № 4/104. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006)

290. Породько М.А. Урожайність ячменю ярого в залежності від дози мінерального живлення та попередників. «Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації». ІІІ міжнародна науковопрактична конференція. (25-27 вересня 2019 р.) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019. С. 169170.

291. Чернобай С. В. Формування показників якості зерна ячменю ярого за впливу норми висіву та позакореневих підживлень. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 163–169.

292. 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*. 2010. № 3. С. 1013.

293. Маслак О. Ринок ячменю: підсумки та перспективи. *Агробізнес сьогодні*. 2012. URL: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/17-2010-06-11-12-52-32/846-2012-02-02-12-33-09.html> (дата звернення 21.08.2023).

294. Ячмень яровой. Современные технологии возделывания в Республике Башкортостан (методические рекомендации) / ред. А. А. Сахибгареев, Р. Л. Акчурин и др. Уфа: Мир печати, 2016. 64 с.

295. Подпратов Г. І., Бобер А. В. Динаміка вмісту крохмалю в зерні ячменю ярого, вирощеного за різних систем землеробства та основного обробітку ґрунту, в процесі зберігання. *Біоресурси і природокористування*. 2014. № 1–2. С. 50–53.

296. Породько М.А. Якість зерна ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування в Правобережному Лісостепу. Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами

клімату: матеріали міжнародної науковопрактичної конференції. (26-27 березня 2019 р.) / Одеська ДСДС НААН. Хлібодарське, 2019. С. 6061.

297. Породько М.А. Ячмінь ярий в структурі посівного клину України. Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді: збірник матеріалів Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених. (16 травня 2019 р.) / Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. С. 124125.

298. Породько М.А. Якість зерна ячменю ярого залежно від дози добрив. Наукові здобутки молодих учених для розвитку аграрної науки в Україні: матеріали науковопрактичної інтернетконференції (11 листопада 2019 р.) / Інст землеробства НААН. Вінниця, ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 3031.

299. Кузьменко О. А. Стан і економічна ефективність вирощування зерна круп'яних культур у сільськогосподарських підприємствах. *Агросвіт*. 2015. № 1. С. 40–42.

300. Материнська О. А. Економічна ефективність виробництва зернових культур в сільськогосподарських підприємствах. *Ефективна економіка*. 2013. № 11. С. 54–67.

301. Грідін О. В. Зернопродуктовий підкомплекс України: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2017. № 1. С. 21–27.

302. Черемісіна С. Г., Россоха В. В. Ефективність виробництва зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи підвищення. *Економіка АПК*. 2021. № 6. С. 54–67.

303. Заїка С. О., Романова Р. Р., Курган В. О. Підвищення економічної ефективності зерновиробництва в Україні. *Економіка та управління національним господарством*. 2018. Вип. 25. С. 39–42.

ДОДАТКИ

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
 За спеціальністю 201 Агрономія

| № з/п | Назва | Назва видання та їхні вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання з усіх інших | Кількість друкованих сторінок/ др.арк. |
|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Статті у наукових фахових виданнях України | | | |
| 1 | Водоспоживання рослин ячменю ярого залежно від удобрення та попередника | <i>Вісник Сумського Національного Аграрного Університету</i> . 2023. Вип. 2 (52). С. 9198. DOI https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.12 | С. 91 – 98. |
| 2 | Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого в північній частині Правобережного Лісостепу. | <i>Наукові доповіді НУБІП УКРАЇНИ</i> . 2023. № 4/104. http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006 | |
| 3 | Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність ячменю ярого в умовах північного Лісостепу. | <i>Землеробство та рослинництво: теорія і практика</i> . 2023. Вип. 3 (9). С. 78-86. https://doi.org/10.54651/agri.2023.03.09 | С. 78 – 96. |

Породька Максима Анатолійовича

Автор
Учений секретар ННЦ “ІЗ НААН”

Породько М.А.
Красюк Л.М.

Додаток Б

Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях

Апробація результатів

дисертації на науково-практичних конференціях

за спеціальністю 201 Агрономія

| № з/п | Тема доповіді | Назва конференції, дата, місце проведення |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях | | |
| 1 | Вплив елементів технології вирощування на врожайність ячменю ярого. | Актуальні проблеми та інновації в сучасному землеробстві: матеріали науково – практичної конференції молодих учених і спеціалістів. (20-22 листопада 2018 р.) / Інст землеробства НААН. Київ. 2018. |
| 2 | Якість зерна ячменю ярого залежно від елементів адаптивної технології вирощування в Правобережному Лісостепу. | Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату: матеріали міжнародної науковопрактичної конференції. (26-27 березня 2019 р.) / Одеська ДСДС НААН. Хлібодарське, 2019. |
| 3 | Ячмінь ярий в структурі посівного клину України. | Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді: збірник матеріалів Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених. (16 травня 2019 р.) / Херсон: ІЗ НААН, 2019. |
| 4 | Урожайність ячменю ярого в залежності від дози мінерального живлення та попередників. | . «Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації». ІІІ міжнародна науковопрактична конференція. (25-27 вересня 2019 р.) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019. |
| 5 | Якість зерна ячменю ярого залежно від дози добрив. | Наукові здобутки молодих учених для розвитку аграрної науки в Україні: матеріали науковопрактичної інтернетконференції (11 листопада 2019 р.) / Інст землеробства НААН. Чабани, 2019. |

Породько Максим Анатолійович

Автор

Породько М.А.

Учений секретар ННЦ «ІЗ НААН»

Красюк Л.М

Додаток В 1

Кількість опадів у роки проведення досліджень, мм

| Місяць | Березень | | | Квітень | | | Травень | | | Червень | | | Липень | | |
|--------|----------|------|-----|---------|------|------|---------|------|-----|---------|------|------|--------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| 2018 | 34 | 23,3 | 4,2 | 0 | 3,8 | 1,8 | 5,2 | 12,4 | 0 | 2,6 | 28 | 78,1 | 12 | 17,8 | 61,8 |
| 2019 | 6,8 | 11,2 | 6,6 | 0 | 20,8 | 15,2 | 41,8 | 0,4 | 2,8 | 1,8 | 0 | 35 | 1,4 | 14,4 | 3,6 |
| 2020 | 8 | 0,6 | 2,6 | 1 | 5,4 | 22 | 35,8 | 23 | 46 | 6,8 | 19,2 | 8,8 | 10 | 4,8 | 31,8 |
| Норма | 13 | 13 | 13 | 15 | 19 | 15 | 17 | 13 | 22 | 23 | 24 | 26 | 29 | 26 | 23 |

Додаток В 1

Середня температура повітря у роки проведення досліджень, °С

| Місяць | Березень | | | Квітень | | | Травень | | | Червень | | | Липень | | |
|--------|----------|------|-----|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|--------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| 2018 | -4,1 | -0,8 | 0,5 | 10,8 | 13,6 | 15,5 | 21,6 | 16,2 | 20,8 | 19,8 | 22,7 | 19,6 | 19,5 | 20,9 | 22,7 |
| 2019 | 4,4 | 4,8 | 5,4 | 10,3 | 7,9 | 14,2 | 12,0 | 19,0 | 20,4 | 22,7 | 25,9 | 23,0 | 19,7 | 17,9 | 22,0 |
| 2020 | 7,8 | 6,4 | 5,4 | 9,0 | 8,2 | 12,0 | 13,0 | 12,7 | 11,9 | 18,9 | 24,4 | 23,8 | 22,6 | 21,5 | 22,1 |
| Норма | -2 | 0,5 | 4,3 | 7,2 | 8,2 | 10,8 | 13,7 | 15,7 | 15,9 | 16,2 | 17,8 | 19,5 | 18,7 | 19,7 | 19,5 |

**Динаміка запасів продуктивної вологи в 0-60 см шарі ґрунту після
попередників соя, кукурудза на зерно за період вегетації рослин ячменю
ярого, мм, 2018 р.**

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | |
|---|-------------------|------|------|------|
| | I | IV | IX | XI |
| Попередник соя | | | | |
| Без добрив (контроль) | 111,7 | 67,5 | 13,2 | 51,9 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 112,4 | 69,7 | 14,0 | 52,8 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 111,3 | 60,0 | 15,4 | 46,6 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 114,3 | 64,3 | 19,3 | 44,4 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30 (IV)} | 117,2 | 68,9 | 20,4 | 43,1 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60 (IV)} | 119,2 | 53,2 | 22,2 | 49,7 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45 (IV)} | 117,6 | 60,4 | 21,6 | 48,8 |
| \bar{X} | 114,8 | 63,4 | 18,0 | 48,2 |
| $S_{\bar{x}}$ | 1,2 | 2,2 | 1,4 | 1,4 |
| V, % | 2,8 | 9,4 | 20,8 | 7,6 |
| S | 3,2 | 5,9 | 3,7 | 3,7 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | | |
| Без добрив (контроль) | 106,8 | 71,6 | 14,7 | 54,0 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 107,6 | 74,0 | 15,2 | 55,1 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 108,4 | 68,8 | 16,4 | 56,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 109,3 | 67,0 | 20,4 | 50,8 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30 (IV)} | 108,6 | 69,6 | 20,7 | 50,7 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60 (IV)} | 110,0 | 72,9 | 17,8 | 54,3 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45 (IV)} | 114,3 | 61,7 | 16,1 | 54,0 |
| \bar{X} | 109,3 | 69,4 | 17,3 | 53,6 |
| $S_{\bar{x}}$ | 0,9 | 1,6 | 0,9 | 0,8 |
| V, % | 2,2 | 6,0 | 13,9 | 3,9 |
| S | 2,4 | 4,2 | 2,4 | 2,1 |

**Динаміка запасів продуктивної вологи в 0-60 см шарі ґрунту після
попередників соя, кукурудза на зерно за період вегетації рослин ячменю
ярого, мм, 2019 р.**

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | |
|---|-------------------|-------|------|------|
| | I | IV | IX | XI |
| Попередник соя | | | | |
| Без добрив (контроль) | 98,4 | 106,8 | 42,8 | 23,7 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 98,8 | 108,9 | 44,2 | 24,0 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 98,3 | 115,1 | 45,9 | 27,8 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 96,7 | 112,8 | 57,3 | 24,5 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30 (IV)} | 107,6 | 111,7 | 59,3 | 25,8 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60 (IV)} | 105,4 | 108,3 | 60,9 | 32,0 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45 (IV)} | 109,8 | 113,3 | 54,5 | 29,4 |
| \bar{X} | 102,1 | 111,0 | 52,1 | 26,7 |
| $S_{\bar{x}}$ | 2,0 | 1,1 | 2,9 | 1,2 |
| V, % | 5,2 | 2,7 | 14,6 | 11,7 |
| S | 5,3 | 3,0 | 7,6 | 3,1 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | | |
| Без добрив (контроль) | 86,9 | 111,1 | 52,7 | 26,6 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 87,1 | 113,9 | 55,5 | 27,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 87,9 | 116,6 | 59,1 | 30,2 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 96,5 | 122,1 | 61,2 | 31,7 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30 (IV)} | 97,6 | 123,8 | 62,3 | 35,6 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60 (IV)} | 101,1 | 110,4 | 61,9 | 33,5 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45 (IV)} | 99,9 | 112,1 | 52,2 | 29,7 |
| \bar{X} | 93,9 | 115,7 | 57,8 | 30,7 |
| $S_{\bar{x}}$ | 2,4 | 2,0 | 1,6 | 1,2 |
| V, % | 6,7 | 4,6 | 7,5 | 10,5 |
| S | 6,3 | 5,4 | 4,3 | 3,2 |

Додаток Г.3

**Динаміка запасів продуктивної вологи в 0-60 см шарі ґрунту після
попередників соя, кукурудза на зерно за період вегетації рослин ячменю
ярого, мм, 2020 р.**

| Варіант удобрення | Етап органогенезу | | | |
|---|-------------------|------|------|------|
| | I | IV | IX | XI |
| Попередник соя | | | | |
| Без добрив (контроль) | 85,0 | 86,7 | 39,0 | 28,3 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 85,3 | 88,9 | 45,5 | 29,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 90,2 | 89,4 | 41,0 | 30,6 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 79,4 | 84,5 | 43,2 | 31,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 73,2 | 85,2 | 22,6 | 33,3 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 84,5 | 80,2 | 25,7 | 34,8 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 73,9 | 73,0 | 23,1 | 30,3 |
| \bar{X} | 81,6 | 84,0 | 34,3 | 31,1 |
| $S\bar{x}$ | 2,4 | 2,2 | 3,8 | 0,9 |
| V, % | 7,8 | 6,8 | 29,3 | 7,2 |
| S | 6,4 | 5,7 | 10,1 | 2,3 |
| Попередник кукурудза на зерно | | | | |
| Без добрив (контроль) | 81,8 | 90,7 | 43,2 | 29,1 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 82,6 | 91,8 | 45,9 | 30,6 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 87,7 | 90,6 | 47,2 | 31,3 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 77,8 | 85,6 | 46,2 | 32,8 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ (IV) | 82,3 | 85,9 | 38,9 | 33,6 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ (IV) | 81,3 | 82,0 | 26,0 | 30,2 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅ (IV) | 84,3 | 81,4 | 24,7 | 28,6 |
| \bar{X} | 82,5 | 86,9 | 38,9 | 30,9 |
| $S\bar{x}$ | 1,1 | 1,6 | 3,6 | 0,7 |
| V, % | 3,6 | 4,9 | 24,8 | 5,9 |
| S | 3,0 | 4,3 | 9,6 | 1,8 |

Додаток Д.1

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2018 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 50,9 | 622 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 51,1 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 52,9 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 52,2 | 610 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 54,8 | 615 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 54,2 | 595 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 54,3 | 615 |
| \bar{X} | 52,91 | 610 |
| $S\bar{x}$ | 0,60 | 3,3 |
| V,% | 2,99 | 1,4 |
| S | 1,58 | 8,8 |
| НІР ₀₅ | 2,17 | 12 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 51,4 | 630 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 50,6 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 52,6 | 610 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 52,1 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 52,3 | 615 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 53,6 | 605 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 56,8 | 630 |
| \bar{X} | 52,8 | 614 |
| $S\bar{x}$ | 0,8 | 4,3 |
| V,% | 3,8 | 1,8 |
| S | 2,0 | 11,3 |
| НІР ₀₅ | 2,8 | 16 |

Додаток Д.2

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2018 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 48,3 | 622 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 51,7 | 600 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 50,9 | 615 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 51,4 | 620 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 54,1 | 625 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 56,4 | 640 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 56,2 | 635 |
| \bar{X} | 52,7 | 622 |
| $S\bar{x}$ | 1,1 | 5,0 |
| V, % | 5,6 | 2,1 |
| S | 2,9 | 13,2 |
| HIP ₀₅ | 4,1 | 18 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 48,9 | 630 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 50,7 | 600 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 51,1 | 610 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 51,1 | 610 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 54,9 | 630 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 54,7 | 625 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 53,6 | 620 |
| \bar{X} | 52,1 | 618 |
| $S\bar{x}$ | 0,86 | 4,3 |
| V, % | 4,4 | 1,9 |
| S | 2,3 | 11,5 |
| HIP ₀₅ | 3,1 | 16 |

Додаток Д.3

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2019 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 42,40 | 605 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 42,44 | 610 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 47,8 | 630 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,2 | 640 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 46,6 | 655 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 45,8 | 645 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 47,8 | 665 |
| \bar{X} | 45,58 | 636 |
| $S\bar{x}$ | 0,86 | 8,4 |
| V, % | 5,01 | 3,5 |
| S | 2,28 | 22,3 |
| HIP ₀₅ | 3,14 | 31 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 42,50 | 604 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 42,72 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 48,76 | 625 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,24 | 635 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 44,24 | 640 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 44,96 | 640 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 46,28 | 610 |
| \bar{X} | 45,10 | 623 |
| $S\bar{x}$ | 0,83 | 6,1 |
| V, % | 4,9 | 2,6 |
| S | 2,21 | 16,2 |
| HIP ₀₅ | 3,03 | 22 |

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2019 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 42,8 | 615 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 43,1 | 620 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 46,2 | 635 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,1 | 635 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 45,5 | 640 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 45,4 | 630 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 47,2 | 640 |
| \bar{X} | 45,2 | 631 |
| $S\bar{x}$ | 0,6 | 3,7 |
| V,% | 3,6 | 1,5 |
| S | 1,6 | 9,8 |
| HIP ₀₅ | 2,2 | 13 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 43,5 | 600 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 43,7 | 605 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 46,6 | 630 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,3 | 630 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 46,2 | 645 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 46,6 | 635 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 49,4 | 660 |
| \bar{X} | 46,0 | 629 |
| $S\bar{x}$ | 0,8 | 8,0 |
| V,% | 4,3 | 3,4 |
| S | 2,0 | 21,1 |
| HIP ₀₅ | 2,7 | 29 |

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2020 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 44,02 | 673 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 44,76 | 675 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 44,87 | 680 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,54 | 675 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 42,76 | 675 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 42,34 | 665 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 41,68 | 660 |
| \bar{X} | 43,85 | 672 |
| $S\bar{x}$ | 0,64 | 2,6 |
| V,% | 3,9 | 1,0 |
| S | 1,70 | 6,9 |
| НІР ₀₅ | 2,33 | 9 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 44,92 | 674 |
| Побічна продукція попередника | 46,52 | 675 |
| Те саме + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 46,02 | 675 |
| -"- + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,82 | 675 |
| -"- + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ | 43,84 | 660 |
| -"- + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{45(IV)} | 42,96 | 660 |
| -"- + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ | 41,94 | 655 |
| \bar{X} | 44,72 | 668 |
| $S\bar{x}$ | 0,71 | 3,4 |
| V,% | 4,2 | 1,3 |
| S | 1,87 | 8,9 |
| НІР ₀₅ | 2,57 | 12 |

Фізичні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2020 р.

| Варіант | Маса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л |
|--|--------------------|-------------------|
| Без застосування стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 44,02 | 664 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 44,76 | 665 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 44,87 | 665 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 45,08 | 665 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 41,36 | 645 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 39,44 | 620 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 41,68 | 630 |
| \bar{X} | 43,03 | 651 |
| $S\bar{x}$ | 0,83 | 7,2 |
| V, % | 5,1 | 2,9 |
| S | 2,20 | 19,1 |
| НІР ₀₅ | 3,02 | 26 |
| З застосуванням стимуляторів росту | | |
| Без добрив (контроль) | 45,11 | 669 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 46,52 | 670 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 46,02 | 675 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 46,82 | 675 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 43,84 | 660 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 42,96 | 645 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 41,94 | 640 |
| \bar{X} | 44,74 | 662 |
| $S\bar{x}$ | 0,71 | 5,4 |
| V, % | 4,2 | 2,2 |
| S | 1,87 | 14,3 |
| НІР ₀₅ | 2,58 | 20 |

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2018 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12,18 | 12,3 | 51,95 | 51,98 | 3,32 | 3,61 | 2,66 | 2,75 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,22 | 12,9 | 52,10 | 52,10 | 3,36 | 3,64 | 2,67 | 2,79 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 13,81 | 14,00 | 51,85 | 51,52 | 3,40 | 3,84 | 2,73 | 2,80 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 13,66 | 14,6 | 51,86 | 51,56 | 3,46 | 3,69 | 2,82 | 2,84 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{60(IV)} | 14,22 | 14,2 | 51,61 | 51,68 | 3,54 | 3,74 | 2,87 | 2,88 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 15,58 | 14,5 | 51,20 | 51,23 | 3,51 | 3,78 | 2,90 | 2,90 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 13,90 | 15,1 | 51,96 | 50,71 | 3,46 | 3,78 | 2,80 | 2,92 |
| \bar{X} | 13,65 | 13,94 | 51,79 | 51,54 | 3,44 | 3,73 | 2,78 | 2,84 |
| $S\bar{x}$ | 0,45 | 0,38 | 0,11 | 0,18 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 |
| V, % | 8,6 | 7,1 | 0,6 | 0,9 | 2,3 | 2,2 | 3,4 | 2,2 |
| S | 1,18 | 0,99 | 0,30 | 0,47 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 |
| НІР ₀₅ | 1,62 | 1,37 | 0,41 | 0,64 | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,09 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2018 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12,60 | 11,50 | 52,01 | 51,92 | 3,38 | 3,44 | 2,70 | 2,76 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,64 | 11,58 | 52,05 | 51,98 | 3,40 | 3,46 | 2,74 | 2,79 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 12,95 | 11,90 | 51,53 | 51,62 | 3,44 | 3,52 | 2,78 | 2,83 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 12,18 | 11,01 | 51,14 | 51,90 | 3,50 | 3,48 | 2,82 | 2,80 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 13,75 | 12,71 | 50,96 | 51,78 | 3,45 | 3,58 | 2,83 | 2,85 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 15,59 | 14,39 | 50,21 | 51,24 | 3,56 | 3,62 | 2,87 | 2,81 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 14,21 | 13,14 | 51,22 | 51,07 | 3,53 | 3,66 | 2,89 | 2,87 |
| \bar{X} | 13,42 | 12,32 | 51,30 | 51,64 | 3,47 | 3,54 | 2,80 | 2,82 |
| $S\bar{x}$ | 0,45 | 0,44 | 0,24 | 0,14 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| V, % | 8,9 | 9,5 | 1,2 | 0,7 | 1,9 | 2,4 | 2,4 | 1,3 |
| S | 1,19 | 1,17 | 0,64 | 0,36 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,04 |
| HP ₀₅ | 1,63 | 1,61 | 0,88 | 0,49 | 0,09 | 0,12 | 0,09 | 0,05 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2019 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12,61 | 13,31 | 53,77 | 51,60 | 3,02 | 3,09 | 2,86 | 2,87 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,68 | 13,38 | 53,81 | 51,63 | 3,05 | 3,11 | 2,88 | 2,90 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 13,73 | 13,84 | 51,14 | 51,27 | 3,12 | 3,14 | 2,92 | 2,94 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 14,03 | 12,84 | 49,24 | 53,61 | 3,14 | 3,12 | 2,95 | 2,96 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 14,23 | 12,89 | 49,18 | 53,45 | 3,17 | 3,15 | 2,98 | 2,97 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 14,33 | 14,43 | 49,06 | 49,21 | 3,24 | 3,20 | 2,97 | 2,98 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 14,85 | 14,48 | 48,79 | 49,24 | 3,18 | 3,16 | 2,99 | 2,95 |
| \bar{X} | 13,78 | 13,60 | 50,71 | 51,43 | 3,13 | 3,14 | 2,94 | 2,94 |
| $S\bar{x}$ | 0,32 | 0,26 | 0,85 | 0,67 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| V, % | 6,1 | 4,9 | 4,4 | 3,4 | 2,4 | 1,2 | 1,7 | 1,4 |
| S | 0,85 | 0,68 | 2,24 | 1,76 | 0,08 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| НІР ₀₅ | 1,16 | 0,93 | 3,08 | 2,42 | 0,10 | 0,05 | 0,07 | 0,05 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2019 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 11,21 | 10,66 | 54,20 | 54,22 | 2,97 | 3,00 | 2,66 | 2,65 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 11,25 | 10,77 | 54,24 | 54,23 | 3,00 | 3,02 | 2,68 | 2,71 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 11,99 | 12,03 | 54,46 | 54,00 | 3,02 | 3,07 | 2,68 | 2,80 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 12,27 | 12,20 | 53,72 | 53,89 | 3,05 | 3,16 | 2,75 | 2,78 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 13,43 | 13,17 | 52,35 | 52,94 | 3,12 | 3,19 | 2,90 | 2,87 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 13,84 | 13,82 | 50,18 | 50,25 | 3,09 | 3,18 | 2,90 | 2,94 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 13,28 | 13,58 | 50,83 | 50,14 | 3,11 | 3,18 | 2,86 | 2,99 |
| \bar{X} | 12,47 | 12,32 | 52,85 | 52,81 | 3,05 | 3,11 | 2,78 | 2,82 |
| $S\bar{x}$ | 0,40 | 0,48 | 0,66 | 0,69 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| V, % | 8,5 | 10,4 | 3,3 | 3,5 | 1,9 | 2,6 | 3,9 | 4,3 |
| S | 1,06 | 1,28 | 1,76 | 1,84 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,12 |
| НІР ₀₅ | 1,46 | 1,76 | 2,42 | 2,53 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,17 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника соя, 2020 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 11,44 | 11,87 | 51,57 | 51,71 | 3,04 | 3,02 | 2,15 | 2,24 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 11,48 | 11,89 | 51,62 | 51,75 | 3,05 | 3,05 | 2,20 | 2,26 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 12,83 | 12,14 | 51,44 | 51,22 | 3,15 | 3,13 | 2,41 | 2,41 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 11,98 | 11,44 | 51,44 | 51,35 | 3,08 | 3,10 | 2,25 | 2,36 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 12,76 | 13,37 | 51,35 | 49,54 | 3,17 | 3,28 | 2,40 | 2,47 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 13,87 | 14,75 | 49,71 | 48,27 | 3,31 | 3,35 | 2,48 | 2,60 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 13,84 | 14,92 | 49,64 | 48,00 | 3,24 | 3,40 | 2,50 | 2,80 |
| \bar{X} | 12,60 | 12,91 | 50,97 | 50,26 | 3,15 | 3,19 | 2,34 | 2,45 |
| $S\bar{x}$ | 0,38 | 0,55 | 0,34 | 0,62 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| V, % | 8,1 | 11,2 | 1,7 | 3,2 | 3,2 | 4,8 | 6,0 | 8,1 |
| S | 1,02 | 1,44 | 0,89 | 1,63 | 0,10 | 0,15 | 0,14 | 0,20 |
| НІР ₀₅ | 1,40 | 1,98 | 1,22 | 2,24 | 0,14 | 0,21 | 0,19 | 0,27 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Біохімічні показники якості зерна ячменю ярого сорту Віраж залежно від елементів технології вирощування після попередника кукурудза на зерно, 2020 р.

| Варіант | Вміст у сухій речовині, % | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------|-------|------|------|------|------|
| | білка | | крохмалю | | жиру | | золи | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Без добрив (контроль) | 12,07 | 12,14 | 51,60 | 51,60 | 3,15 | 3,08 | 2,13 | 2,15 |
| Побічна продукція попередника (П.п.) | 12,10 | 12,15 | 51,62 | 51,76 | 3,18 | 3,10 | 2,14 | 2,18 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво | 12,19 | 12,35 | 51,76 | 51,54 | 3,20 | 3,26 | 2,30 | 2,39 |
| П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 12,06 | 12,03 | 51,46 | 51,50 | 3,12 | 3,15 | 2,27 | 2,32 |
| П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)} | 14,12 | 12,23 | 48,75 | 51,57 | 3,27 | 3,22 | 2,48 | 2,35 |
| П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)} | 14,86 | 14,30 | 47,91 | 48,14 | 3,38 | 3,38 | 2,59 | 2,54 |
| П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)} | 14,22 | 14,38 | 48,84 | 49,11 | 3,43 | 3,38 | 2,31 | 2,58 |
| \bar{X} | 13,09 | 12,80 | 50,28 | 50,75 | 3,25 | 3,22 | 2,32 | 2,36 |
| $S\bar{x}$ | 0,47 | 0,40 | 0,64 | 0,56 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| V, % | 9,5 | 8,3 | 3,5 | 2,9 | 3,6 | 3,8 | 7,3 | 6,9 |
| S | 1,25 | 1,06 | 1,69 | 1,48 | 0,12 | 0,12 | 0,17 | 0,16 |
| HP ₀₅ | 1,72 | 1,45 | 2,32 | 2,03 | 0,16 | 0,17 | 0,23 | 0,22 |

Примітка: 1 – без застосування стимуляторів росту; 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ
УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО СОРТУ ВІРАЖ ЗАЛЕЖНО
ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ**

| Фактор | Середнє по градаціях фактору | | | | | | | НІР ₀₅ для факторів | НІР ₀₅ загальна | Частка впливу фактору, % |
|-----------------------|------------------------------|------|------|-----------------------|------|---------|------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2018 рік | | | | | | | | | | |
| Попередники | Соя | | | Кукурудза | | | | | | |
| | 2,79 | | | 2,96 | | | | 0,07 | | 3,4 |
| Стимулятори росту | без заст. стим. рос. | | | із застос. стим. рос. | | | | | | |
| | 2,71 | | | 3,05 | | | | 0,07 | | 5,3 |
| Добрива | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| | 1,55 | 1,63 | 2,58 | 2,69 | 3,37 | 3,98 | 4,34 | 0,13 | | 89,1 |
| Інші | | | | | | | | | | 2,2 |
| | | | | | | | | | 0,26 | |
| 2019 рік | | | | | | | | | | |
| Попередники | Соя | | | Кукурудза | | | | | | |
| | 3,96 | | | 3,50 | | | | 0,08 | | 15,0 |
| Стимулятори росту | без заст. стим. рос. | | | із застос. стим. рос. | | | | | | |
| | 3,61 | | | 3,86 | | | | 0,08 | | 10,2 |
| Добрива | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| | 2,62 | 2,72 | 3,92 | 4,05 | 4,31 | 3,92 | 4,59 | 0,15 | | 70,6 |
| Інші | | | | | | | | | | 4,2 |
| | | | | | | | | | 0,30 | |
| 2020 рік | | | | | | | | | | |
| Попередники | Соя | | | Кукурудза | | | | | | |
| | 3,52 | | | 2,74 | | | | 0,08 | | 19,2 |
| Стимулятори росту | без заст. стим. рос. | | | із застос. стим. рос. | | | | | | |
| | 3,12 | | | 3,15 | | | | 0,08 | | 1,4 |
| Добрива | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| | 2,11 | 2,00 | 3,13 | 3,06 | 3,95 | 3,42 | 4,27 | 0,16 | | 74,7 |
| Інші | | | | | | | | | | 4,7 |
| | | | | | | | | | 0,31 | |
| 2018-2020 роки | | | | | | | | | | |
| Рік (погодні умови) | 2018рік | | | 2019рік | | 2020рік | | | | |
| | 2,88 | | | 3,73 | | 3,13 | | 0,05 | | 16,8 |
| Попередники | Соя | | | Кукурудза | | | | | | |
| | 3,43 | | | 3,07 | | | | 0,04 | | 7,7 |
| Стимулятори росту | без заст. стим. рос. | | | із застос. стим. рос. | | | | | | |
| | 3,14 | | | 3,35 | | | | 0,04 | | 5,8 |
| Добрива | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| | 2,09 | 2,12 | 3,21 | 3,27 | 3,88 | 3,77 | 4,40 | 0,08 | | 66,5 |
| Інші | | | | | | | | | | 3,2 |
| | | | | | | | | | 0,29 | |

SYSTEM OF INTERNATIONAL CERTIFICATION



SYSTEM OF
INTERNATIONAL
CERTIFICATION

CERTIFICATE

of the production, processing, labeling and marketing of organic products
№ SIC.02.008.888 dated 03.10.2013

The Certification Body "Bureau of International Certification"
hereby certifies, that

NATIONAL ENTERPRISE
"Interdepartmental Science & Technology Center
« Agrobiotech »
of the National Academy of Sciences of Ukraine and
Ministry of Education and Science of Ukraine

02160, Ukraine, Kyiv, Kharkivske shosse, 50
code NSRUEO 31168762

concerning production, processing, labeling and marketing
of organic products under conversion, namely:
- plant growth regulators "Regoplant"
complies with the requirements of the:

CAC/GL 32-1999
Codex Alimentarius
"Guidelines for the production, processing, labelling and
marketing of organically produced foods"

SIC 01/10
"Regulations of organic production" (Level III)

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Date of Certification: | 03.10.2013 |
| Date of Expiry: | 02.10.2016 |
| <i>subject to annual approval</i> | |
| 2014 - till 03.09.2014 | |
| 2015 - till 03.09.2015 | |

Head of the Certification body



N. Kolesnikova





Bureau of International Certification, 13A Marshala Timoshenka, str., #611, Kyiv, 04212, Ukraine, Tel./Fax: +38044 455-90-93
Accreditation Number: SIC.02.008, Date of Accreditation: January 11, 2013, issued by SIC Global LLP,
Suite 2, 23-24 Great James Street, London WC3N 3ES, UK

SIC.02.008.888
www.register-sic.com



Documentary evidence is issued according to the Annex I of the Standard for input production for use in organic agriculture and processing
Документальне підтвердження видане згідно з Додатком I до Стандарту з виробництва допоміжних речовин, що можуть використовуватись в органічному сільському господарстві та переробці

№ 23-1652-02-01

OPERATOR: **NE ISTC AGROBIOTECH NAS AND MES OF UKRAINE**
50, KHARKIVSKE SHOSE STR., KYIV CITY, 02160, UKRAINE
ОПЕРАТОР: **ДП «МНТЦ «АГРОБІОТЕХ» НАН ТА МОН УКРАЇНИ**
ВУЛ. ХАРКІВСЬКЕ ШОСЕ, 50, М. КИЇВ, 02160, УКРАЇНА
MANDATOR: **NE ISTC AGROBIOTECH NAS AND MES OF UKRAINE**
50, KHARKIVSKE SHOSE STR., KYIV CITY, 02160, UKRAINE
ЗАМОВНИК: **ДП «МНТЦ «АГРОБІОТЕХ» НАН ТА МОН УКРАЇНИ**
ВУЛ. ХАРКІВСЬКЕ ШОСЕ, 50, М. КИЇВ, 02160, УКРАЇНА

According to: **STANDARD FOR INPUT PRODUCTION FOR USE IN ORGANIC AGRICULTURE AND PROCESSING, SECTION "PLANT PROTECTION PRODUCTS AND FERTILIZERS" (BASED ON THE IACB EQUIVALENT EU ORGANIC PRODUCTION & PROCESSING STANDARD FOR THIRD COUNTRIES)**

Відповідно до: **СТАНДАРТУ З ВИРОБНИЦТВА ДОПОМІЖНИХ ПРОДУКТІВ, ЩО МОЖУТЬ ВИКОРИСТОВУВАТИСЬ В ОРГАНІЧНОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ПЕРЕРОБЦІ, РОЗДІЛ «ЗЗР ТА ДОБРИВА» (З ВРАХУВАННЯМ ВИМОГ СТАНДАРТУ МАОС З ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ, ЩО ЕКВІВАЛЕНТНИЙ РЕГЛАМЕНТАМ ЄС)**

Based on the signed contract and on its inspection, Organic Standard Ltd herewith confirms that the mentioned company is entitled to manufacture and/or deal with products suitable for organic agriculture according to the Standard, indicated in this Certificate.

На основі підписаного контракту та проведеної інспекції, ТОВ «Органік стандарт» підтверджує, що згадане підприємство уповноважене вести діяльність з виробництва та реалізації продукції, що є придатною для використання в органічному сільському господарстві згідно з Стандартом, зазначеним в даному Сертифікаті.

Certified Activity: Plant protection products and fertilizers production

Сертифікована діяльність: Виробництво ЗЗР та/чи добрив

Product: Emistim C, Biolan, Stimpo, Radostim, Regoplant

Продукція: Емістим С, Біолан, Стимпо, Радостим, Регоплант

Quality: Approved for the use in organic agriculture according to the IACB Equivalent European Union

Якість: Organic Production & Processing Standard for Third Countries to the Regulations EU No. 834/2007 and No. 889/2008

Затверджено для використання в органічному сільському господарстві згідно зі Стандартом МАОС з органічного виробництва та переробки, що є еквівалентним до Регламентів ЄС № 834/2007 та № 889/2008

Date of inspection(s):
Дата інспекції(ій):

17.01.2023

Date and place of issuing of Certificate:
Дата та місце видачі Сертифікату:

27.01.2023
Kyiv / м. Київ

Validity:
Термін дії:

from date of issuance until 27.04.2024
з дати видачі до 27.04.2024

On behalf of General Manager

Від Імені директора органу сертифікації

Maksym Chemerys
Максим Чермерис



The Certificate is valid and updated based on the results of the annual inspection performed by the Organic Standard Ltd. It can be put on hold or withdrawn if the holder does not comply with the mentioned Standard.
With this documentary evidence all previous versions are NOT valid. The Certificate cannot be used for products that are non-compliant with the mentioned Standard.
Цей Сертифікат оновлений та дієвий за результатами щорічної інспекції, проведеної Органік Стандарт. Він може бути призупинений, відкликаний або скасований, якщо titolare невідповідає вимогам зазначеного Стандарту. Всі попередні версії даного Документального підтвердження НЕ є дієвими. Дієвий підтвердження не можна використовувати для продукції, яка не відповідає вимогам зазначеного Стандарту.

Organic Standard Ltd, 38-B Velyka Vasylkivska St, office 20, Kyiv city, 01024 Ukraine / ТОВ «Органік стандарт», вул. Велика Васильківська, 38-Б, офіс 20, Київ, 01024, Україна
www.organicstandard.ua , office@organicstandard.ua, tel: 0(44)-200-62-16



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН»

О.А. Воротнюк

9 вересня 2021 р.



Акт

впровадження наукової розробки

Ми, нижче підписані, представник ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН» (с. Олександрівка Гайсинського району Вінницької області) – агроном-насіннесвод Лушпіган О.М. з одного боку і представники ННЦ «ІЗ НААН» В.М. Юла – завідувач відділу технологій зернових колосових культур, кандидат с.-г. наук, М.А. Породько – провідний агроном з другого боку склали даний акт впровадження наукової розробки «Адаптивна інтенсивна технологія вирощування ячменю ярого», яка включала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні заробки побічної продукції попередника, застосування стимуляторів росту – для передпосівної обробки насіння - Регоплант (250 мл/т), для обприскування посівів на IV етапі органогенезу – Стимпо (20 мл/га), попередник – кукурудза на зерно.

/назва і короткий зміст/

Термін впровадження – 2021 рік.

Обсяг 80 га.

Результати обліку, які характеризують ефективність використання наукової розробки порівняно з існуючими:

Рекомендована технологія вирощування ячменю ярого забезпечила урожайність 6,7 т/га. Приріст урожайності порівняно з технологією, прийнятою в господарстві, склав 1,2 т/га. Застосування даної технології забезпечило отримання додаткового чистого прибутку 5200 грн/га, рентабельність 75%

Акт складений «9» вересня 2021 року

Представник господарства:

О.М. Лушпіган

Співробітники ННЦ «ІЗ НААН»

В.М. Юла

М.А. Породько

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
 Директор ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН»



О.А. Воротнюк
 22 серпня 2022 р.

Акт

впровадження наукової розробки

Ми, нижче підписані, представник ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН» (с. Олександрівка Гайсинського району Вінницької області) – агроном-насінневод Лушпіган О.М. з одного боку і представники ННЦ «ІЗ НААН» В.М Юла – завідувач відділу технологій зернових колосових культур, кандидат с.-г. наук, М.А. Породько – провідний агроном з другого боку склали даний акт впровадження наукової розробки «Адаптивна інтенсивна технологія вирощування ячменю ярого», яка включала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(V)}$ на фоні заробки побічної продукції попередника, застосування стимуляторів росту – для передпосівної обробки насіння - Регоплант (250 мл/т), для обприскування посівів на IV етапі органогенезу – Стимпо (20 мл/га), попередник – кукурудза на зерно.

/назва і короткий зміст/

Термін впровадження – 2022 рік.

Обсяг 120 га.

Результати обліку, які характеризують ефективність використання наукової розробки порівняно з існуючими:

Рекомендована технологія вирощування ячменю ярого забезпечила урожайність 4,5 т/га. Приріст урожайності порівняно з технологією, прийнятою в господарстві, склав 1,1 т/га. Застосування даної технології забезпечило отримання додаткового чистого прибутку 4300 грн/га, рентабельність 35%

Акт складений «22» серпня 2022 року

Спеціалісти господарства:

О.М. Лушпіган

Співробітники ННЦ «ІЗ НААН»

В.М. Юла

М.А. Породько

Додаток І.3

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор: ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН»

О.А. Воротнюк

4 вересня 2023 р.



Акт

впровадження наукової розробки

Ми, нижче підписані, представник ДПДГ «Олександрівське» ННЦ «ІЗ НААН» (с. Олександрівка Гайсинського району Вінницької області) – агроном-насіневод Лушпіган О.М. з одного боку і представники ННЦ «ІЗ НААН» В.М Юла – завідувач відділу технологій зернових колосових культур, кандидат с.-г. наук, М.А. Породько – провідний агроном з другого боку склали даний акт впровадження наукової розробки «Адаптивна інтенсивна технологія вирощування ячменю ярого», яка включала внесення мінеральних добрив нормою $N_{45}P_{90}K_{90} + N_{45(IV)}$ на фоні заробки побічної продукції попередника, застосування стимуляторів росту – для передпосівної обробки насіння - Регоплант (250 мл/т), для обприскування посівів на IV етапі органогенезу – Стимпо (20 мл/га), попередник – кукурудза на зерно.

/назва і короткий зміст/

Термін впровадження – 2023 рік.

Обсяг 100 га.

Результати обліку, які характеризують ефективність використання наукової розробки порівняно з існуючими:

Рекомендована технологія вирощування ячменю ярого забезпечила урожайність 5,4 т/га. Приріст урожайності порівняно з технологією, прийнятою в господарстві, склав 1,3 т/га. Застосування даної технології забезпечило отримання додаткового чистого прибутку 3800 грн/га, рентабельність 29%.

Акт складений «4» вересня 2023 року

Спеціалісти господарства:

О.М. Лушпіган

Співробітники ННЦ «ІЗ НААН»

В.М. Юла

М.А. Породько