



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>




original article | UDC 633.16:631.811.98:631.526.3 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.12

INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS ON ONTOGENESIS OF SPRING BARLEY VARIETIES


M. V. Gorobets*

ORCID  [0000-0003-1287-7857](https://orcid.org/0000-0003-1287-7857)


P. V. Pysarenko

ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)


T. O. Chaika

ORCID  [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517)

O. V. Mishchenko

ORCID  [0000-0002-9547-0421](https://orcid.org/0000-0002-9547-0421)

V. Yu. Krykunova

ORCID  [0000-0002-8440-2490](https://orcid.org/0000-0002-8440-2490)

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: gorobecmaks995@gmail.com

How to Cite

Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., Mishchenko, O. V., & Krykunova, V. Yu. (2021). Influence of plant growth regulators on ontogenesis of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 106–115. doi: 10.31210/visnyk2021.01.11

The aim of the study was to determine the influence of plant growth regulators on the productivity of spring barley in the production conditions of Poltava region. The evaluation of the effectiveness of using plant growth regulators and the natural mineral bischofite was conducted on the basis of experimental data. The experimental work was carried out in production conditions of “Gorobets S. G.” farm in Poltava region. Zircon and Epin-Extra growth regulators and 1 % solution of the natural mineral bischofite were used for crop treatment. Indicators of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis were determined by the calculation method according to generally accepted techniques. As a result of five-year studies, the influence dynamics of plant growth regulators and bischofite natural mineral on net photosynthesis productivity, photosynthetic potential and leaf area duration were determined. It was found that for 3 years of experimental observations at treating with the above-mentioned growth regulators, stem elongation occurred 1–3 days earlier than in the control variant (without applying regulators). In 2017–2019, on the experimental plot, plantlets of Helios variety were observed most rapidly after the treatment with Zircon stimulant, while in the control plantlets were observed 3 days later. Spring barley tillering of Helios variety and stem elongation was the fastest under the action of 1 % bischofite solution, and under the action of other stimulants (Epin-extra, Zircon) plantlets and full ripeness were recorded 3 days later. The application of Zircon stimulant and 1 % bischofite solution (for Helios and Parnassus varieties) accelerated the beginning of coming into ear phase by 2–4 days, while at using Epin-extra – only by 1–2 days. On the average, during the studies, the duration of development phases of spring barley plants, treated with stimulants, decreased by 1–4 days as compared with the control variant. When using growth regulators, the leaf area duration of spring barley crops increased in comparison with the control, which enables the most complete using of regional soil and climatic resources and get the maximum effect from the techniques of agro-technical effect. The proposed technological models allow reduce the duration of the growing season of spring barley crops without using desiccation. When treating crops with growth stimulants Epin-Extra, Zircon and 1 % bischofite solution in the tillering phase, the growing season is reduced by 2–4 days at cultivating spring barley on sod-podzolic soils; Epin-Extra stimulant and 1 % bischofite solution increase the assimilation leave surface of spring barley plants by 8.5 and 11.1 %, respectively, the potential of photosynthetic process – by 5.7 % and net photosynthesis productivity – by 3 and 10 %.

Key words: *spring barley, plant growth regulators, leaf area duration, photosynthetic activity, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.*

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ОНТОГЕНЕЗ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

М. В. Горобець, П. В. Писаренко, Т. О. Чайка, О. В. Міщенко, В. Ю. Крикунова

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Мета статті – визначити вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ячменю ярого у виробничих умовах Полтавської області. Оцінювання ефективності використання регуляторів росту рослин та природного мінералу біофїт виконано на базі експериментальних даних. Експериментальну роботу проведено у виробничих умовах на базі ФГ «Горобець С. Г.» Полтавської області. Для обробки посівів використовували регулятори росту Циркон та Епін-екстра, а також, 1 % розчин природного мінералу біофїт. Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу визначено розрахунковим методом за загальноприйнятими методиками. За даними п'ятирічних досліджень визначено динаміку впливу регуляторів росту рослин та природного мінералу біофїт на чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал та площу листкової поверхні. Установлено, що за 3 роки проведення експериментальних спостережень при обробці нашими регуляторами росту вихід у трубку стався на 1–3 дні раніше, ніж у контрольному варіанті (без використання регуляторів). На дослідній ділянці 2017–2019 рр. найскоріше сходи спостерігались у сорту Геліос при обробці стимулятором Циркон, тоді як у контролі сходи зафіксовані на 3 дні пізніше. Куцїння ячменю ярого сорту Геліос та вихід у трубку відбувалось найшвидше при дії 1 % розчину біофїту, а при дії інших стимуляторів (Епін-екстра, Циркон) сходи та повна стиглість фіксувалися на 3 дні пізніше. Застосування стимуляторів Циркон і 1 % розчин біофїту (для сортів Геліос та Парнас) прискорило настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2 дні. У середньому за час проведення досліджень тривалість фаз розвитку рослин ячменю ярого, оброблених стимуляторами, зменшилася на 1–4 дні порівняно з контрольним варіантом. При використанні регуляторів росту збільшилася площа листкової поверхні у посівів ячменю ярого порівняно з контролем, що дає змогу найбільш повно використовувати ґрунтово-кліматичні ресурси регіону й отримати максимальний ефект від прийомів агротехнічного впливу. Запропоновані моделі технологій дають змогу без застосування десикації зменшити тривалість вегетаційного періоду в посівах ячменю ярого. При обробці посівів у фазі куцїння стимуляторами росту Епін-Екстра, Циркон і 1 % розчином біофїту скорочується період вегетації на 2–4 дні при вирощуванні ячменю ярого на дерново-підзолистих ґрунтах; стимулятор Епін-Екстра і 1 % розчин біофїту збільшують асиміляційну поверхню листя в рослин ячменю ярого на 8,5 і 11,1 % відповідно, потенціал фотосинтетичного процесу – на 5,7 % і чисту продуктивність фотосинтезу на 3 і 10 %.

Ключові слова: *ячмінь ярий, регулятори росту рослин, площа листкової поверхні, фотосинтетична активність, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.*

Вступ

У сучасних технологіях обробітку ярого ячменю для збільшення врожайності велике значення надається різним прийомам обробки як насіння, так і рослин екологічно безпечними препаратами нового покоління. Одним із найбільш перспективних напрямів сучасних технологій виробництва продукції рослинництва є використання стимуляторів росту рослин [1, 2, 3, 4]. Стимулятори росту активізують імунну систему рослини (ячменю ярого), дають змогу «згладжувати» обмежуючі фактори отримання потенційної врожайності, підвищують стійкість до посухи або надлишку вологи при підвищеній або зниженій температурі навколишнього середовища, а також прискорюють або уповільнюють дозрівання рослин, збільшують кількість зав'язей, сприяють перерозподілу поживних речовин у господарсько-важливі органи рослин. Досягнення таких умов неможливо забезпечити традиційними елементами технології [5, 6].

У сільському господарстві, конкретно в рослинництві, застосування стимуляторів росту рослин виправдано їх високою ефективністю і результативністю [7, 8]. Стимулятори скорочують вегетаційний період, а також допомагають коригувати стан посівів через несприятливі умови середовища, обробка посівів стимуляторами росту позитивно позначається на темпах середньодобового приросту і

висоті рослин ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас) [9]. Як вже було сказано вище, оброблені рослини краще переносять негоду, перепади температур, пошкодження, хвороби, негативний вплив шкідників на органи рослини. Застосування стимуляторів дає можливість в окремих випадках знизити кількість внесених мінеральних добрив, пестицидів, що впливає на якість продукції [10–12].

На вилугованих чорноземах встановлено позитивну дію стимуляторів росту «Моддус КЕ», «Емістім С» на найважливіші показники життєдіяльності рослин озимої пшениці і якісні параметри зерна сортів Горянка і Майкопчанка. Урожайність зросла на 1,06 т/га, 1,25 т/га і 1,46 т/га відповідно. При використанні стимуляторів росту і мінеральних добрив в умовах лісостепу спричиняє позитивні зміни в динаміці вмісту основних елементів живлення в органах рослин озимої пшениці [13]. Це пояснюється активізацією за допомогою стимуляторів росту метаболічних і фізіологічних процесів у рослинах. Максимальна надбавка вмісту сульфуру в репродуктивних органах відзначається у варіантах із застосуванням стимуляторів росту «Террафлекс» і «Цецеце» на всіх фонах досвіду, що становить від 0,04 до 0,09 % [14]. Результати експериментів показали, що обробка посівів озимого жита стимуляторами росту «Епін» і «Циркон» істотно збільшує врожайність зерна. При цьому більш висока врожайність озимого жита отримана на варіанті із застосуванням «Епін» – 2,93 т/га [15, 16].

Нині виробники випускають велику кількість різних стимуляторів росту, які широко використовуються в сільському господарстві, але їхній вплив на врожайність нових сортів ярого ячменю вимагає ретельного дослідження, тому недостатня вивченість впливу стимуляторів на формування врожайності ячменю ярого обумовлює актуальність досліджень у цьому напрямі. Результати досліджень є важливим елементом адаптації технології обробітку ярого ячменю до кліматичних особливостей України і, як наслідок, – умовою отримання стабільних і високих врожаїв зернових.

Проведений аналіз наукової літератури показав, що стимулятори росту є ефективними препаратами, що підвищують якість зерна і врожайність зернових культур [17, 18]. Створення нових стимуляторів росту вимагає порівняльного їх вивчення для раціонального застосування їх у загальнодоступній формі, оскільки цей напрям є економічно вигідним і екологічним агроприйомом [20–22].

Метою роботи було встановлення закономірностей впливу регуляторів росту рослин на фотосинтетичний потенціал посівів ячменю ярого та чисту продуктивність фотосинтезу протягом вегетаційного періоду.

Завдання дослідження: дослідити вплив стимуляторів на площу листової поверхні у фазі колосіння ячменю ярого; визначити індекс площі листової поверхні досліджуваних сортів ячменю залежно від попередників та термінів сівби; проаналізувати фотосинтетичний потенціал посівів досліджуваних сортів ячменю ярого за вегетацію в залежності від стимулятора; розрахувати чисту продуктивність фотосинтезу посівів ячменю ярого в середньому за вегетацію.

Матеріали і методи досліджень

Об'єктами дослідження були посіви та насіння ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас). Насіння обробляли стимуляторами за такою схемою: 1 – Контроль (вода); 2 – Епін-екстра; 3 – Циркон; 4 – 1 % розчин бішофіту. Повторність обробітку – чотириразова, розміщення – рандомізоване. Загальна площа ділянки – 18 м². Витрата робочої рідини – 300 л/га. Норма витрати використаних стимуляторів складала: Епін-екстра – 50 мл/га, циркону – 20 мл/га, 1 % розчин бішофіту – 2 л/га.

Епін-екстра – це штучно створений аналог природного біостимулятора рослин (розчин епібрасіноліду у спирті 0,025 г/л). Має яскраво-виражену антистресову і адаптогенну дію. Діючи опосередковано через гормональну систему, він впливає на активність і біосинтез ферментів окисного циклу, надає різнобічний вплив на рослину, підсилює її ріст і підвищує стійкість до біотичних і абіотичних факторів, збільшує урожай і покращує його якість. Натуральна речовина епібрасінолід не є токсичною.

Циркон – природний стимулятор росту, що складається з суміші естерів кавової кислоти (хлорогенової і цикорієвої), отриманий шляхом екстракції з рослин, що є джерелами багатьох лікарських препаратів. Діючою речовиною препарату є суміш гідроксикоричних кислот (ГКК), що отримані з рослинної сировини ехінацеї пурпурової. Біологічна активність циркону обумовлена антиоксидантними властивостями, що є характерними для фенольних сполук. Циркон є фізіологічно активною сполукою, що виконує функції росторегулятору, антистресового адаптогену і індуктора хворобостійкості. Препарат пролонгує і активує ауксини клітини шляхом інгібування ферменту ауксиноксидази, запобігає зниженню врожайності сільськогосподарських культур, особливо в умовах посухи [19].

Під час експерименту проводили фенологічні спостереження, польові та лабораторні аналізи за

відповідними методиками згідно з ДСТУ. У період кушіння, виходу у трубку, колосіння, повної стиглості брали середні проби рослин для вивчення приросту сирової маси, визначення вмісту сухої речовини, визначення площі листової поверхні ваговим методом за А. А. Ничипоровичем. Зразки брали з ділянки трьома повторами з площі 0,25 м². Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого визначали розрахунковим методом.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений малоґумусним дерново-слабопідзолистим середньосуглинистим ґрунтом на покривному суглинку. Ґрунт мав дуже високий вміст рухомих форм фосфору і калію, нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, слід віднести пізні весняні заморозки, сильні дощі, снігопади і вітри, що призводять до сніголамів та вітровалів. Сума середніх добових температур від весняного до осіннього переходу через 10 °С дорівнює 2470 °С, а кількість днів з температурою вище + 0 °С – 250, вище +5 °С – 190, вище + 10 °С – 100. Для забезпечення рослин вологою велике значення мають річні суми опадів, а також розподіл їх за сезонами. Пересічно за рік випадає 568 мм. Більшість опадів (434 мм – 64 %) випадає в теплий період року (квітень–жовтень). Максимальна кількість опадів випадає в червні–липні (74–84 мм), коли зрідка спостерігаються затяжні дощі. Рідше бувають зливові дощі, коли за короткий проміжок часу може випасти понад 100 мм опадів. Найменша кількість опадів спостерігається в березні (29 мм). Найбільші місячні суми опадів в окремі роки сягали 200–250 мм, а добові максимуми – до 120–170 мм.

Загалом метеорологічні умови в роки проведення дослідів в основному були типовими для зони, але відрізнялися за сумою опадів і середньодобовою температурою повітря протягом вегетаційного періоду ячменю ярого від середньолітніх показників. Узагалі агрометеорологічні умови вегетаційних періодів у роки проведення досліджень були сприятливими для обробки ярого ячменю [23, 24].

Попередня культура на досліджуваному полі – озима пшениця. Посів був проведений на глибину 3–4 см насінням, яке відповідало першому класу посівного стандарту. Норма висіву насіння ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас) – 4,5 млн схожих насіння на 1 га.

Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолисто середньосуглинистий, вміст гідролізованого Нітрогену склав 81, рухомого фосфору 205 і обмінного калію 117 мг/кг, рН_{проб} – 6,0. Визначення основних елементів проводилось згідно з чинними стандартами. ДСТУ ISO 14255:2005 – Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах із застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. ДСТУ 4114-2002 – Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ ISO 14254:2005 – Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності у хлоридно-барійових екстрактах.

Тривалість експериментальних польових досліджень становить 3 роки (2017–2019 рр.) на контрольних полях ФГ «Горобець» с. Шилівка Решетилівського району Полтавської області. Такий вибір бази дослідження пояснюється сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами та екологічною безпекою, адже пестицидне навантаження при вирощуванні ячменю ярого набагато нижче, ніж цього вимагають низка інших широко поширених культур. Посівна експериментальна площа становила 100 га. Облікова площа становила 100 га.

Результати досліджень та їх обговорення

Посів ячменю ярого провели 6 травня 2017 р., 4 травня 2018 р. і 15 травня 2019 р. Завдяки достатній волозі у ґрунті й оптимальним кліматичним умовам сходи з'явилися 14, 15 та 17 травня відповідно до років досліджень. Кушіння цієї культури у всіх варіантах настало через 11 днів як 2017 р., так і 2018 р., а 2019 р. – через 16 днів. Обробка стимуляторами у фазі кушіння дала змогу прискорити наступні фази розвитку 2017 р. на 1–5 днів і на 1–3 дні 2018 і 2019 рр. відносно контролю, і тим самим скоротити тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю. Варто зауважити, що 2018 р. обробка стимулятором Епін-екстра збільшила на 1–3 дні міжфазний період вихід у трубку-колосіння для ярого ячменю. В середньому за 3 роки проведення експериментальних спостережень при обробці нашими стимуляторами вихід у трубку стався на 1–3 дні раніше, ніж у контрольному варіанті.

На дослідній ділянці 2017 р. найскоріше сходи спостерігались у сорту Геліос (14.05.17) при обробці стимулятором Циркон, тоді як у контролю сходи були зафіксовані 16.05.17. Кушіння ячменю Геліос відбувалось 16.05.17, а вихід у трубку найшвидше відбувається при дії 1 % розчином бішофіту (1.06.17). Фаза розвитку – колосіння було найшвидше у ячменю при дії стимулятора 1 % розчин бішофіту (1.07.17). Повна стиглість настала при обробці Цирконом та 1 % розчином бішофіту (1.07.17).

Для сорту Парнас сходи 2017 р. були зафіксовані 13.05.17 при дії стимулятора 1 % розчином бішофіту, тоді як у контрольних рослин сходи були 17.05.17. Повна стиглість сорту Парнас наступала 13.08.17 при дії 1 % розчину бішофіта.

2018 р. сходи ячменю сорту Геліос були 12.05.18, а в контрольного насіння – 15.05.18. Вихід у трубку (1.06.18) та повна стиглість наставала 1.07.18 при дії 1 % розчину бішофіту, при дії інших стимуляторів (Епін-екстра, Циркон) сходи та повна стиглість фіксувалися на 3 дні пізніше (15.05.18 та 3.07.18 відповідно). Для сорту Парнас сходи були пізнішими порівняно із сортом Геліос на 2 дні (14.05.18). Повна стиглість для цього сорту взагалі була із запізненням на 2 тижні (15.07.18). Для сорту Вакула сходи у 2018 р. були зафіксовані 11.05.18 при дії стимулятора Циркон, кушіння було 11.05.18, що на 2 дні швидше інших сортів та контролю. Повна стиглість ячменю сорту Вакула наступала 1.07.18 р. Стимулятори Циркон та Епін-екстра не приводили до відчутного прискорення сходів, кушіння та повної стиглості 2018 р.

Характеризуючи результати сходів та повної стиглості досліджуваних сортів ярого ячменю 2019 р. потрібно зазначити, що для сорту Геліос обробка Циркону приводила до появи сходів 11.05.19 р., що на 3 дні швидше контролю. А повна стиглість наступала 3.07.19 р., що швидше контролю на 2 дні. Найкращим стимулятором був Циркон. Для сорту Парнас сходи були 12.05.19 р., а повна стиглість була 12.07.19 р. також при дії стимулятора Циркона. Сорт Вакула 2019 р. мав сходи 14.05.19 р., а повна стиглість наступала 6.07.19 р. Такі показники не свідчили про значну перевагу використаних стимуляторів для вирощування цього сорту ячменю.

Отже, застосування стимуляторів Циркону і 1 % розчину бішофіту (для сортів Геліос та Парнас) прискорило настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2 дні. Дія стимуляторів на швидкість зростання рослин ярого ячменю спостерігалася і у фазу стиглості зерна ячменю, в результаті якого зерно ячменю, що було оброблене стимуляторами дозрівало на 2–4 дні раніше, ніж у контролі, це пов'язано з тим, що стимулятори прискорювали процеси метаболізму в рослинах, тим самим сприяючи дозріванню [21]. Отже, 1 % розчин бішофіту і Циркон найбільш активно прискорювали наближення наступних фаз розвитку рослин на контрольному полі. У контрольному варіанті фенологічні фази наступали пізніше, тому в середньому за 3 року проведення експерименту тривалість вегетаційного періоду на цьому варіанті склала 92 дні.

При обробці різними стимуляторами тривалість фаз: вихід у трубку – колосіння, колосіння – повна стиглість значно відрізняються, що пов'язано з різними погодними умовами під час проведення експерименту (2017–2019 рр.). Завдяки застосуванню стимуляторів тривалість вегетаційного періоду рослин ячменю ярого скоротилася 2017 р. на 2–5 днів порівняно з контролем. Найбільш коротким він був при використанні стимуляторів Циркону і 1 % розчину бішофіту, при цьому вегетаційний період в обох варіантах склав 86 днів. Необхідно відзначити, що вплив стимуляторів Циркон і 1 % розчин бішофіту особливо проявився в періоди: кушіння – вихід в трубку і колосіння–повна стиглість, адже кожен з цих періодів скоротився на 2 дні щодо контролю (для сортів Геліос та Парнас). Застосування Епін-Екстра проявилася у скороченні зазначених періодів тільки на 1–2 дні.

2018 р. при застосуванні стимуляторів Циркон і 1 % розчин бішофіту тривалість кожної наступної фази розвитку рослин ячменю ярого була найкоротшою, і ці стадії скоротилися на 1–3 дні щодо контролю відповідно фаз розвитку, а вегетаційний період був на 6 днів коротше контролю. Використання на посівах стимулятору Епін-екстра також дав змогу прискорити розвиток ячменю ярого, а вегетаційний період скоротився тільки на 3 дні і склав 87 днів.

2019 році тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю дещо відрізнялася від попередніх років досліджень (2017–2018 рр.). У варіантах з використанням стимуляторів період кушіння–вихід у трубку скоротився на 1 день. Наступний період: вихід у трубку–колосіння різко відрізнявся від попередніх років, адже під дією Циркону період скорочувався тільки на 1 день, а при дії 1 % розчину бішофіту скорочення дозрівання ячменю ярого сорту Вакула не виявлено. При цьому стимулятор Епін-екстра збільшив цей період на 3 дні, але скоротив на 3 дні період колосіння–повна стиглість. Загалом в умовах експерименту збереглася закономірність скорочення вегетаційного періоду під впливом стимуляторів. Найбільш виражено вона спостерігалася при обробці посівів ярого ячменю (сортів Геліос та Парнас) такими стимуляторами, як Циркон і 1 % розчин бішофіту.

У середньому за час проведення досліджень тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю, оброблених стимуляторами, зменшилася на 1–4 дні порівняно з контрольним варіантом.

Використання стимулятора Епін-екстра призвело до збільшення на 1–3 дні період вихід у трубку-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

колосіння (табл. 1). Вегетаційний період при цьому скоротився на 2–4 дні. Так, при застосуванні Епін-екстра дозрівання настало на 90-й день після появи сходів, при застосуванні циркону і 1 % розчину бішофіту – на 88-й, а в контрольному варіанті – на 92-й день.

Оптимально орієнтована у просторі фотосинтезуюча система посівів ячменю ярого, головно листовою поверхню, дає змогу найбільш повно використовувати ґрунтово-кліматичні ресурси регіону і отримати максимальний ефект від прийомів агротехнічного впливу (табл. 1).

1. Площа листової поверхні у фазі колосіння досліджуваних сортів ячменю за 2017–2019 рр., тис. м²/га

Варіант стимулятора	Середня за 3 роки Геліос	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Вакула	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Парнас	Відхилення від контролю (+/-)	
		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%
Контроль	35,1	–	–	36,5	–	%	36,2	–	–
Епін-екстра	36,8	3,3	6,7	36,7	4,2	8,8	37,1	4,7	8,2
Циркон	35,4	1,2	5,3	36,9	1,8	1,2	37,5	2,1	1,4
1 % розчин бішофіту	39,4	2,8	6,5	39,1	2,3	11,8	38,3	1,8	11,4
НСР ₀₅	0,8	–	–	0,9	–	–	0,8	–	–

Площа і тривалість роботи асиміляційної поверхні листків сільськогосподарських культур мають визначальне значення у формуванні їхньої врожайності (табл. 2).

2. Індекс площі листової поверхні досліджуваних сортів ячменю за 2017–2019 рр., залежно від попередників та термінів сівби, м²/м²

Попередник ячменю	Термін сівби	Досліджуваний сорт ячменю ярого								
		Геліос			Вакула			Парнас		
		2017 р.	2018 р.	2019 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Чорний пар	1-й термін	0,76	0,78	0,77	0,77	0,83	0,78	0,74	0,82	0,74
	2-й термін	0,96	0,86	1,06	0,99	0,94	1,04	0,93	0,91	1,02
Багаторічні бобові трави	1-й термін	0,67	0,78	0,68	0,60	0,77	0,73	0,63	0,74	0,76
	2-й термін	0,83	0,85	0,75	0,69	0,81	0,74	0,64	0,78	0,77

Для порівняння: застосування на чорноземі вилуженому повного складу мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ збільшує площу листової поверхні і фотосинтетичний потенціал посівів ярого ячменю на 15,4 і 15,3 %, а на дерново-підзолистому ґрунті внесення N₆₀P₃₀K₆₀ збільшує ці показники фотосинтетичної діяльності на 60 і 65 %. Максимальна площа асиміляційної поверхні листків посівів ярого ячменю (сортів Геліос, Парнас, Вакула) спостерігається у фазу колосіння, тому спостереження за асиміляційною поверхнею листків представлені саме у цю фазу.

Площа асиміляційної поверхні листя посівів ярого ячменю залежить від застосування обприскування рослин стимуляторами в фазу кушіння. Ці стимулятори не однаково впливали на формування асиміляційної поверхні листя. 2017 р. асиміляційна поверхня листя посівів ярого ячменю у фазу колосіння складала 34,6–38,6 тис. м²/га, мінімальною вона була у варіанті із застосуванням циркону, складала 34,1 тис. м²/га і перебувала на одному рівні з контролем. Максимальною спостерігалася у варіанті із застосуванням 1 % розчину бішофіту, яка перевищувала контроль на 2 тис. м²/га завдяки застосуванню регулятора росту Епін-екстра асиміляційна поверхня листя збільшилася на 1,2 тис. м²/га 2018 року позитивна дія стимуляторів росту на формування асиміляційної поверхні листя проявилася сильніше.

На варіантах із застосуванням стимуляторів росту – Епін-екстра, Циркон і 1 % розчину бішофіту листової поверхні збільшилася на 3,6; 1,2 і 4,0 тис. м²/га відповідно регуляторам росту. 2019 р. асиміляційна поверхня листя посівів ячменю ярого у фазу колосіння була найбільш високою за всі роки досліджень і складала 36,6–42,1 тис. м²/га. Мінімальною вона була у варіантах контроль і при використанні стимулятора Циркон. Обприскування посівів Епін-екстра і 1 % розчином бішофіту істотно збі-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

льшувало асиміляційну поверхню листя досліджуваних сортів ячменю ярого. Застосування Епін-екстра дало змогу збільшити асиміляційну поверхню листя на 3,8 тис. м²/га, а застосування 1 % розчину бішофіту – на 5,4 тис. м²/га, при цьому ефект від його застосування є більш істотним, ніж від застосування стимулятора Епін-екстра. В середньому за 3 досліджувані роки значне збільшення площі асиміляційної поверхні листків посівів ячменю ярого по відношенню до контролю спостерігалось у варіантах із застосуванням Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту і склало відповідно 2,9 і 3,8 тис. м²/га.

Отже, застосування Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту сприяє збільшенню асиміляційної поверхні листків посівів ячменю ярого на 8,5 та 11,1 %, а найбільший ефект спостерігався при обробці рослин у фазу кущіння 1 % розчином бішофіту. Показник фотосинтетичного потенціалу (ФПП) посівів ячменю ярого був нестабільним і відчутно змінювався залежно від року дослідження, а також від типу використаного стимулятора (табл. 3), що можна пояснити особливостями погодних умов на досліджуваній площі та особливостями дії стимуляторів на процеси метаболізму в рослинах ячменю ярого. Максимальний ФПП був 2019 р. і склав 1,79 млн м² * добу/га.

3. Фотосинтетичний потенціал посівів досліджуваних сортів ячменю ярого за вегетацію за 2017–2019 рр., млн м² * добу/га

Варіант дії стимулятора	Середня за 3 роки Геліос	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Вакула	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Парнас	Відхилення від контролю (+/-)	
		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%
Контроль	1,62	–	–	1,86	–	–	1,56	–	–
Епін-екстра	1,65	0,09	5,7	1,95	0,14	5,9	1,59	0,09	5,3
Циркон	1,71	-0,07	-4,4	1,77	-0,10	-4,6	1,72	-0,08	-4,2
1% розчин бішофіту	1,70	0,09	5,7	1,74	0,13	5,9	1,69	0,11	5,2
НСР ₀₅	0,08	–	–	0,08	–	–	0,13	–	–

У середньому з досвіду спостережень за вегетаційним періодом 2017 року ФПП посівів ячменю ярого склав 1,55 млн м² * добу/га, при цьому достовірного позитивного ефекту від застосування стимуляторів в період фази кущіння не спостерігалось. Ми з'ясували зниження показника фотосинтетичної діяльності при обробці посівів ячменю ярого стимулятором Циркон. У наступні роки досліджень (2018–2019 рр.) зміни величини ФПП посівів ячменю ярого під дією регулятора росту Циркон перебували на одному рівні з контролем. Застосування Епін-екстра та 1 % розчину бішофіту дало змогу збільшити показники ФПП посівів як 2018 р., так і 2019 р. Відповідно, збільшення було на 0,08–0,11 і 0,15–0,21 млн м² * добу/га.

Результати розрахунку ФПП посівів ячменю ярого в середньому за 3 роки досліджень показали, що він залежно від варіанту варіював від 1,51 до 1,67 млн м² * добу/га. Найбільш високі значення ФПП були у варіантах з обробкою посівів у фазу кущіння стимуляторами Епін-екстра і 1 % розчином бішофіту, при цьому значної різниці між варіантами не спостерігалось. Застосування стимулятора Циркон не зробило позитивного впливу на величину ФПП, це пояснюється поєднанням короткого вегетаційного періоду і невеликою площею листової поверхні досліджуваних сортів ячменю ярого.

У перший рік проведення досліджень (2017 р.) достовірно збільшення показника ЧПФ від застосування стимуляторів спостерігалось тільки під дією 1 % розчину бішофіту і склало 0,31 г/м² * добу. Рівень показників ЧПФ був однаковий як у контрольному варіанті, так і у варіанті із застосуванням регулятора росту Епін-екстра. При обробці посівів Цирконом показник ЧПФ був нижче контролю на 0,19 г/м² * добу.

2018–2019 рр. позитивний ефект спостерігався як від застосування 1 % розчину бішофіту, так і від препарату Епін-екстра. 2018 р. збільшення показника ЧПФ посівів ярого ячменю завдяки обприскуванню посівів 1 % розчином бішофіту було на 0,26 г/м² * добу більше, ніж завдяки обприскуванню посівів стимулятором Епін-екстра. ЧПФ за вегетацію ярого ячменю в середньому за 3 роки проведення досліджень варіювала залежно від варіантів від 2,47 до 2,84 г/м² * добу.

На величину показника ЧПФ посівів ячменю ярого позитивно впливали Епін-екстра та 1 % розчин бішофіту. Відповідно показник ЧПФ у середньому за вегетацію перевищував контроль на 0,08 і 0,26 г/м² * добу (табл. 4).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

4. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів ячменю ярого в середньому за вегетацію, г/м² * добу

Варіант дії стимулятора	Рік			Середня за 3 роки	Відхилення від контролю (+/-)	
	2017	2018	2019		г/м ² * добу	%
Контроль	2,27	2,59	2,74	2,62	–	
Епін-екстра	2,32	2,64	2,80	2,63	0,08	4,2
Циркон	2,29	2,66	2,82	2,57	-0,11	-4,3
1 % розчин бішофіту	2,33	2,75	2,86	2,83	0,26	6,5
НСР ₀₅	0,07	0,08	0,09	0,07		

При обробці посівів стимулятором Циркон у середньому за вегетацію отримані найменші показники ЧПФ і склали – 2,47 г/м² * добу, що суттєво нижче контролю. Найбільш цінним є те, що обробку стимуляторами росту в багатьох випадках можна і потрібно поєднувати із застосуванням інших пестицидів або агрохімікатів. Але це можливо при збігу періодів ефективного використання тих чи тих препаратів і їх хімічної сумісності. У екстремальних погодних умовах (посуха, низька вологість ґрунту або надмірне зволоження в період сівби): зниження енергії проростання, лабораторної та польової схожості, маси надземної частини і коренів. Щоб попередити ці небажані наслідки потрібно використовувати бакові суміші, у які вводять біологічно активні речовини, насамперед, стимулятори росту.

Ми підтверджуємо думку, що стимулятори росту рослин є однією з найперспективніших груп біологічно активних сполук, які з кожним роком поповнюються новими препаратами. Позитивний вплив стимуляторів росту полягає передовсім у тому, що вони не переслідують цілей біологічного знищення шкідливих організмів, а роблять істотний вплив на ростові, фізіологічні і формотворчі процеси, що відбуваються в рослинах, дозволяючи людині управляти розвитком останніх у потрібному для себе напрямі. Окремо потрібно наголосити, що отримані дані свідчать про позитивний вплив стимуляторів на рослини ярого ячменю. За рахунок їх застосування відзначалося прискорення розвитку рослин на початкових етапах вегетації (перевищення по висоті рослин у фазу виходу у трубку до 20 %).

При обробці ярого ячменю на дерново-підзолистому ґрунті обприскування посівів у фазу кушіння регуляторами росту Епін-екстра, Циркон і 1 % розчином бішофіту скорочувалась тривалість фаз розвитку рослин, отже, і вегетаційний період на 2–4 дні, що дає змогу раніше звичайного терміну почати збирання ячменю ярого на зерно. Застосування Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту збільшує асиміляційну поверхню листя посівів ярого ячменю на 8,5 і 11,1 % відповідно; фотосинтетичний потенціал на 6,2 % і чисту продуктивність фотосинтезу в середньому за вегетацію на 3,3 і 10,4 % відповідно до препаратів. Використання стимулятора Циркон у фазі кушіння не робить значного позитивного впливу на фотосинтетичну діяльність посівів ярого ячменю у ґрунтово-кліматичних умовах. Отже, завдяки обробці рослин досліджуваними стимуляторами істотно збільшується стійкість рослин до інфекційних хвороб і відзначається тенденція до покращення фізичних показників якості зерна.

Висновки

Під час проведення досліджень встановлено, що при обробці посівів у фазі кушіння стимуляторами росту Епін-Екстра, Циркон і 1 % розчином бішофіту, скорочується період вегетації на 2–4 дні при вирощуванні ячменю ярого на дерново-підзолистих ґрунтах; стимулятор Епін-Екстра і 1 % розчин бішофіту збільшують асиміляційну поверхню листя в рослин ячменю ярого на 8,5 і 11,1 % відповідно, потенціал фотосинтетичного процесу – на 5,7 % і чисту продуктивність фотосинтезу на 3 і 10 %. Циркон як один із видів стимуляторів росту рослин не викликає в рослин ячменю ярого позитивного впливу на фотосинтетичну активність посівів. За більш активне і широке застосування фізіологічно активних речовин у сільськогосподарському виробництві виступають мізерні дози цих препаратів на 1 га (для досягнення результату на 1 га достатньо обробити посіви ячменю ярого кількома грамами або міліграмами цих речовин), а, отже, і менша їх вартість, вони порівняно безпечні для людини і навколишнього природного середовища, речовини дають нам можливість вирощувати рослини ячменю ярого найраціональнішим і екологічним способами, посилюючи їх природню здатність протистояти різним стресам.

References

1. Panakhyd, H., Konyk, H., & Stasiv, O. (2020). Economic evaluation of models of establishment and use technologies of legume-grass. *Agricultural and Resource Economics*, 6 (3), 221–234. doi: 0.51599/are.2020.06.03.12
2. Szczepanek, M. (2018). Technology of maize with growth stimulants application. *Engineering for Rural Development*, Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074
3. Shubha, K., Mukherjee, A., Kumari, M., Tiwari, K., & Meena, V. S. (2017). Bio-stimulants: An Approach Towards the Sustainable Vegetable Production. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 259–277. doi: 10.1007/978-981-10-5589-8_12
4. Yakhin, O. I., Lubyaynov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
5. Alqudah, A., & Schnurbusch, T. (2015). Barley Leaf Area and Leaf Growth Rates Are Maximized during the Pre-Anthesis Phase. *Agronomy*, 5 (2), 107–129. doi: 10.3390/agronomy5020107
6. Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23 (2), 470. doi: 10.3390/molecules23020470
7. Gianfagna, T. J. (1995). Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. *Plant Hormones*, 751–773. doi: 10.1007/978-94-011-0473-9_34
8. Kunah, O. M., Zelenko, Y. V., Fedushko, M. P., Babchenko, A. V., Sirovatko, V. O., & Zhukov, O. V. (2019). The temporal dynamics of readily available soil moisture for plants in the technosols of the Nikopol Manganese Ore Basin. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 156–162. doi: 10.15421/011921
9. Gorobets, M. V., & Mishchenko, O. V. (2020). Effects of bischophyte in ontogenesis of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 25–32. doi: 10.31210/visnyk2020.01.02
10. Asami, T., Nakagawa, Y. (2018). Preface to the Special Issue: Brief review of plant hormones and their utilization in agriculture. *Journal of Pesticide Science*, 43 (3), 154–158. doi: 10.1584/jpestics.M18-02
11. Dockter, C., & Hansson, M. (2015). Improving barley culm robustness for secured crop yield in a changing climate. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3499–3509. doi: 10.1093/jxb/eru521
12. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4
13. Nishida, H., Ishihara, D., Ishii, M., Kaneko, T., Kawahigashi, H., Akashi, Y., Saisho, D., Tanaka, K., Handa, H., Takeda, K., & Kato, K. (2013). Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley. *Plant Physiology*, 163 (2), 804–814. doi: 10.1104/pp.113.222570
14. Křen, J., Klem, K., Svobodová, I., Míša, P., & Lukas, V. (2015). Influence of Sowing, Nitrogen Nutrition and Weather Conditions on Stand Structure and Yield of Spring Barley. *Cereal Research Communications*, 43 (2), 326–335. doi: 10.1556/CRC.2014.0036
15. Dikarev, A. V., Dikarev, V. G., Dikareva, N. S., & Geras'kin, S. A. (2014). Analysis of spring barley intraspecific polymorphism in connection with tolerance to lead. *Agricultural Biology*, 49 (5), 78–87. doi: 10.15389/agrobiol.2014.5.78eng
16. Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Scientific approaches to the greening the technology of growing spring barley in conditions of the Left – Bank Forest-Steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 142–149. doi: 10.31210/visnyk2020.04.17
17. Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82 (8), 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693
18. Kunah, O. M., Pakhomov, O. Y., Zymarioieva, A. A., Demchuk, N. I., Skupskyi, R. M., Bezuhla, L. S., & Vladyka, Y. P. (2018). Agro-economic and agroecological aspects of spatial variation of rye (*Secale cereale*) yields within Polesia and the Forest-Steppe zone of Ukraine: The usage of geographically weighted principal components analysis. *Biosystems Diversity*, 26 (4), 276–285. doi: 10.15421/011842
19. Gozdowski, D., Kozak, M., Kang, M. S., & Wyszynski, Z. (2007). Dependence of grain weight of spring barley genotypes on traits of individual stems. *Journal of Crop Improvement*, 20 (1–2), 223–233. doi: 10.1300/J411v20n01_13
20. Verma, A., Singh, J., Kumar, V., Kharab, A. S., & Singh, G. P. (2017). Non parametric analysis in multi environmental trials of feed barley genotypes. *International Journal of Current Microbiology and*

Applied Sciences, 6 (6), 1201–1210. doi: 10.20546/ijcmas.2017.606.139

21. Zhukov, O. V., Pelina, T. O., Demchuk, O. M., Demchuk, N. I., & Koberniuk, S. O. (2018). Agroecological and agroeconomic aspects of the grain and grain legumes (pulses) yield dynamic within the Dnipropetrovsk region (period 1966–2016). *Biosystems Diversity*, 26 (2), 170–176. doi: 10.15421/011826

22. Zymarioieva, A., Zhukov, O., Romanchuck, L., & Pink, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of cereals grains and grain legumes yield in Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (6), 1107–1113.

23. Dawson, I. K., Russell, J., Powell, W., Steffenson, B., Thomas, W. T. B., & Waugh, R. (2015). Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytologist*, 206 (3), 913–931. doi: 10.1111/nph.13266

24. Kaznina, N., Batova, J., Repkina, N., Laidinen, G., & Titov, A. (2018). Cadmium treatment effects on the growth and antioxidant system in barley plants under optimal and low temperatures. *Acta Agriculturae Slovenica*, 111–1, 169–176. doi: 10.14720/aas.2018.111.1.16

Стаття надійшла до редакції 19.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В., Крикунова В. Ю. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 106–115.

© Горобець Максим Вікторович, Писаренко Павло Вікторович, Чайка Тетяна Олександрівна, Міщенко Олег Вікторович, Крикунова Валентина Юхимівна, 2021