

original article | UDC 633.15:631.811.98:631.559 | doi: 10.31210/visnyk2022.03.04

THE REALIZATION OF CORN PRODUCTIVE POTENTIAL AT GROWTH REGULATORS' FOLIAR APPLICATION

S. Filonenko^{1*}

M. Tyshchenko²

O. Popov¹

ORCID  [0000-0001-8360-8852](https://orcid.org/0000-0001-8360-8852)

¹ Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine

² Vesely Podil State Selection Station of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Seleccioneriv St., village of Veremiivka, Kremenchuk district, Poltava region, 38251, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: sergii.filonenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Filonenko, S., Tyshchenko, M., & Popov, O. (2022). The realization of corn productive potential at growth regulators' foliar application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 31–39. doi: 10.31210/visnyk2022.03.04

The application of plant growth regulators has long become production necessity of cultivation technologies for many crops of the world agriculture including corn. Modern plant growth regulators are used for treating plants to initiate changes in the processes of their activity to improve the quality of plant material, increase yields, and to make harvesting and storage easier. Activating numerous biological processes in plant organisms and strengthening cell membrane permeability growth regulators assist in maximal realization of potential productivity by crops. Taking into account the fact that at present many various growth stimulating preparations have appeared on the market, it is important to choose the best of them for a specific grain corn hybrid that is cultivated in the specific soil and climatic zone. The purpose of our research was to study the impact of Florid Fresh, Aminostym, and Atonic Plus plant growth regulators on corn grain productivity of mid-ripening DKC 4351 Max Yield hybrid at foliar application. For this aim, we were to solve the following tasks: to study the impact of Florid Fresh, Aminostym, and Atonic Plus plant growth regulators on corn grain productivity of mid-ripening DKC 4351 Max Yield hybrid; to study the peculiarities of corn plants' growth and development depending on foliar application of the investigated growth regulators. As a result of the conducted studies, it has been established that during the years of research corn plant leaf-area duration turned out to be the largest in all terms of making calculations in the variant, on which Atonic Plus growth regulator was applied outside root at a dose of 0.2 l/ha. Foliar application of Florid Fresh, Aminostym, and Atonic Plus positively affected corn plant height. During the years of experiments, the highest corn plants (230 cm) were found on the plots where Atonic Plus growth regulator was applied outside root. Plant height in the control variant was only 193 cm. The activating of corn plants' photosynthetic activity and optimizing of various bio-chemical processes after growth regulators' foliar application positively affected the crop grain yield. After three years, it turned out to be the maximal (10.02 t/ha) in the variant, where Atonic Plus growth regulator was used at a dose of 0.2 l/ha. The corresponding indicator turned out to be somewhat lower in the variants at Florid Fresh and Aminostym growth regulators' foliar application – 9.47 and 8.92 t/ha, respectively. The lowest yields during the years of experiments were obtained from the control variant plots (8.01 t/ha) on which growth regulators were not used.

Keywords: corn, mid-ripening hybrid, foliar application, growth regulator, florid Fresh, Aminostym, Atonic Plus, leaf-area duration.

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КУКУРУДЗИ ЗА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ВНЕСЕННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ**С. В. Філоненко¹, М. В. Тищенко², О. О. Попов¹**¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна² Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Селекціонерів, 1, с. Вереміївка, Кременчуцький район, Полтавська область, Україна

Використання регуляторів росту рослин вже давно стало виробничою необхідністю технологій вирощування багатьох сільськогосподарських культур світового землеробства, в тому числі й кукурудзи. Сучасні регулятори росту рослин використовують для обробки культурних рослин з метою ініціювання змін у процесах їх життєдіяльності для покращення якості рослинного матеріалу, збільшення врожайності, полегшення збирання і зберігання врожаю. Активізуючи численні біологічні процеси в рослинних організмах та посилюючи проникливість клітинних мембран, регулятори росту сприяють максимальній реалізації культурними рослинами потенційної продуктивності. Зважаючи на те, що сьогодні на ринку з'явилося багато різних рістстимулюючих препаратів, важливим та актуальним є вибір кращих із них для певного гібриду кукурудзи зернового напрямку використання, що вирощується у конкретній ґрунтово-кліматичній зоні. Мета наших досліджень полягала у вивченні впливу позакореневого внесення регуляторів росту рослин Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс на зернову продуктивність кукурудзи середньостиглого гібриду ДКС4351 Max Yield. Для цього нам необхідно було вирішити наступні завдання: дослідити вплив регуляторів росту Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс на зернову продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС4351 Max Yield; вивчити особливості росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від позакореневого застосування досліджуваних регуляторів росту. В результаті проведених досліджень встановлено, що площа листкової поверхні рослин кукурудзи, за роки досліджень виявилась найбільшою у всі строки проведення обліків на варіанті, де позакоренево вносили регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га. Позакоренево внесення регуляторів росту рослин Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс позитивно вплинуло на висоту рослин кукурудзи. Найвищими за роки експерименту рослини кукурудзи виявились на ділянках варіанту, де позакоренево застосовували регулятор росту Атонік Плюс, – 230 см. На контролі висота рослин культури склала всього 193 см. Активізація фотосинтетичної діяльності у рослин кукурудзи та оптимізація різних біохімічних процесів після позакореневого внесення регуляторів росту, позитивно вплинули на урожайність зерна культури. Максимальною за три роки вона виявилась на варіанті, де вносили регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га, – 10,06 т/га. Деяко меншим відповідний показник виявився у варіантів із позакоренево внесеними регуляторами росту Флорід Фреш і Аміностим – 9,47 і 8,92 т/га відповідно. Найменше за час досліджень збирали зерна із ділянок контрольного варіанту, де не вносили регулятори росту, – 8,01 т/га.

Ключові слова: кукурудза, середньостиглий гібрид, позакоренево внесення, регулятор росту, Флорід Фреш, Аміностим, Атонік Плюс, листкова поверхня.

Вступ

У світовому землеробстві кукурудза, що вважається унікальною зерновою культурою, вже давно випробовує майстерність аграріїв фактично у всьому світі [10, 22]. Щоб досягти більш-менш прийняттого економічного ефекту, потрібно досконало опанувати її біологічні характеристики, детально знати всі технологічні аспекти її вирощування і, звичайно, слідкувати за інноваційними розробками, що стосуються цієї культури [24].

Саме завдяки унікальності свого використання, кукурудза отримала від аграріїв таке шанобливе звання, як «цариця полів». І це повністю відповідає дійсності [15]. Адже кукурудза із впевненістю займає третє місце за посівними площами серед найпоширеніших зернових злакових культур. Її зерно використовується не тільки на продовольчі цілі [23, 29]. Воно є важливим компонентом у виробництві якісного комбікорму [17]. Та і сама стеблова маса у фазі молочно-воскової стиглості – прекрасний компонент силосу. Окрім цього, більше п'ятнадцяти відсотків вирощеного у світі зерна кукурудзи використовується для технічної переробки [26]. Слід зазначити, що вона має неабияке агротехнічне значення. У кукурудзи майже немає спільних з іншими культурами шкідників та хвороб [5, 21]. Вона

сприяє очищенню поля від бур'янів, бо вирощується як просапна культура [18]. Також не є секретом, що кукурудза вважається добрим попередником для інших польових культур. Маючи достатньо високі і міцні стебла, цю культуру застосовують у якості куліс на парових полях [26].

Численні науковці і представники виробництва дійшли висновку, що важливим резервом підвищення зернової продуктивності кукурудзи є широке впровадження різних інноваційних розробок у технологічний процес вирощування цієї культури. Одним із них є застосування регуляторів росту рослин [4, 27].

Використання регуляторів росту рослин, як вважають більшість дослідників, вже давно стало виробничою необхідністю технологій вирощування багатьох сільськогосподарських культур світового землеробства [1, 6, 9].

Сучасні регулятори росту рослин відносяться до нетоксичних сполук. Вони позитивно впливають на рослини культури, стверджує С. П. Пономаренко (2001), прискорюючи тим самим їх розвиток та покращуючи енергію проростання їхнього насіння [8].

Як наголошують вітчизняні науковці, застосування регуляторів росту сприяє змінам в обміні речовин, що ідентичні тим, які виникають під дією зовнішніх умов (температура повітря, тривалість світлового дня та ін.), що є, звичайно, важливим для екстремальних умов вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі й кукурудзи [11].

В результаті досліджень Л. О. Анішина (2004), було встановлено, що одним із головних механізмів впливу природних регуляторів росту рослин, як їх ще називають – фітогормонів, є модифікація дії клітинного геному, пришвидшення транспортних процесів у клітинних мембранах і посилення надходження в рослинні клітини окремих метаболітів та елементів живлення [2].

О. Б. Тимофійчук (2012) в результаті своїх польових дослідів вказує на високу ефективність застосування регуляторів росту рослин «Вермистим», «Вермибіомаг», «Вермийодіс» у технології вирощування кукурудзи на зерно. Застосування біостимуляторів для допосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації сприяло підвищенню енергії проростання та схожості насіння, розвитку міцної кореневої системи, посилювало процеси дихання, живлення та забезпечувало значну прибавку врожайності зерна кукурудзи [12].

Проаналізувавши фізіологічну дію синтетичних регуляторів росту рослин, аспекти їх впливу на різні сільськогосподарські культури, О. О. Ткачук (2014) зауважує, що сучасні регулятори росту рослин використовують для обробки культурних рослин з метою ініціювання змін у процесах їх життєдіяльності для покращення якості рослинного матеріалу, збільшення врожайності, полегшення збирання і зберігання врожаю [14].

Інші науковці, зокрема Ю. І. Ткаліч, О. І. Циліурік і В. І. Козечко (2017), звертають увагу на необхідність удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи, а саме системи живлення рослин з використанням мікродобрив, препаратів, які здатні регулювати ростові процеси і сприяти підвищенню рівня врожайності зерна та його якісних показників. У результаті своїх досліджень, що проводилися в умовах Північного Степу України, ці науковці дійшли висновку, що використання повного комплексу регуляторів росту рослин та мікродобрив (інкрустація насіння, обробка рослин кукурудзи у фази 3–5 та 7–8 листків) забезпечує стійку тенденцію до зростання польової схожості насіння, підвищення посухостійкості та жаростійкості рослин кукурудзи в 1,5 рази, а врожайності зерна на 12,1–14,5 % відносно контролю [13].

Як зазначають Б. Я. Швайківський, В. І. Лопушняк і Р. Г. Киричук (2000), ефективність застосування кращих вітчизняних регуляторів росту підтверджена виробничою перевіркою в сотнях базових і передових сільськогосподарських підприємств. Для прикладу вони наводять відому на Київщині агрофірму «Світанок», де від внесення регуляторів росту рослин урожай зерна кукурудзи збільшився на 7,3 ц/га [20].

Проте, А. П. Білітюк і О. В. Скуротівська (2000) зауважують, що незважаючи на позитивні результати різних наукових і виробничих перевірок, достатньо низьку ціну регуляторів росту та високий ефект від їх застосування, у виробників рослинницької продукції залишилися певні сумніви щодо необхідності їх практичного застосування. Через це відповідні препарати все ще повільно використовуються у сільськогосподарському виробництві [3].

Головна причина цього полягає в тому, підтримують своїх колег В. В. Марченко, В. Г. Опалко та М. М. Гузь (2009), що більшість фахівців-аграріїв фактично не знають як працюють механізми впливу біостимулюючих препаратів на рослинні організми. Тому їм складно усвідомити, що при

грамових дозах на гектар посіву регулятори сприяють зростанню продуктивності сільськогосподарських культур на центнери чи тони. Хоча правда полягає в тому, що самі біостимулятори не підвищують продуктивності посівів [7]. Вони всього лиш активізують численні біологічні процеси в рослинних організмах та посилюють проникливість клітинних мембран. А це вже сприяє максимальній реалізації рослинами культури потенційної продуктивності. Отже, дію регуляторів росту рослин через їх побічний вплив на підвищення врожайності можна порівняти із впливом гетерозису на збільшення продуктивності гібридів рослин або допінгу – на спортивні результати [16, 25].

Вітчизняні економісти зробили досить цікавий висновок щодо застосування регуляторів росту. Якщо використання таких препаратів на полях принесе, в середньому, п'ятнадцять відсотків приросту врожаю, Україна щороку могла б додатково отримати до 4,5 млн. т зерна, 0,2 млн. т цукру і до 240 тис. т соняшникової олії. Якщо все це перевести у грошову площину, то такий обсяг продукції еквівалентний 4 млрд. гривень [19, 28].

Зважаючи на те, що сьогодні на ринку з'явилося багато різних рістстимулюючих препаратів, що мають як природне, так і штучне походження, важливим та актуальним є вибір кращих із них для певного гібриду кукурудзи зернового напрямку використання, що вирощується у конкретній ґрунтово-кліматичній зоні.

Мета досліджень полягала у вивченні впливу позакореневого внесення регуляторів росту рослин Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс на зернову продуктивність кукурудзи середньостиглого гібриду ДКС4351 Max Yield та уточненні біологічних особливостей формування врожаю зерна відповідної культури.

Для досягнення вказаної мети програмою досліджень було передбачено вирішення наступних завдань: дослідити вплив регуляторів росту Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс на зернову продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС4351 Max Yield; вивчити особливості росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від позакореневого застосування різних регуляторів росту.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж 2019–2021 років в умовах Центральної частини України на чорноземах звичайних середньогумусних глибоких. Рівень рН таких ґрунтів – 6,8, вміст гумусу становить 4,35 %, вміст в орному шарі легкогідролізованого азоту (N) – 126,6 мг/кг, рухомого фосфору (P₂O₅) – 148,6 мг/кг, обмінного калію (K₂O) – 112,8 мг/кг. Погодні умови періодів вегетації кукурудзи за роки дослідження характеризувалися недостатньою кількістю опадів та нестабільною температурою.

Дослідження проводили за такою схемою: на ділянках варіанту 1 не застосовували регулятори росту, тому він слугував контролем. На варіанті 2 проводили позакоренево внесення регулятора росту рослин Флорід Фреш дозою 0,3 кг/га. На ділянках варіанту 3 у позакоренево внесення використовували регулятор росту рослин Аміностим дозою 3 л/га. На варіанті 4 позакоренево вносили регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га. Всі регулятори росту вносили у фазу 5–7 листків у рослин кукурудзи.

Агротехніка вирощування кукурудзи на дослідних ділянках – загальноприйнята для відповідної ґрунтово-кліматичної зони. Обліки, спостереження і аналізи проводили згідно з існуючими методиками провідних науково-дослідних установ.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження численних вітчизняних і зарубіжних науковців доводять значимість площі листової поверхні рослин культури, в тому числі і кукурудзи, у процесі формування її врожайності. Адже саме в листках в результаті фотосинтезу відбувається формування органічної речовини. Очевидно, що чим більше буде облістненою рослина у першій половині вегетаційного періоду, тим більшу площу асиміляційної поверхні вона матиме, а значить у неї є всі передумови для створення максимального врожаю зерна.

Зважаючи на це, програмою наших трирічних досліджень передбачався облік площі листової поверхні рослин кукурудзи залежно позакореневого внесення регуляторів росту у три строки – 10 червня, 10 липня і 10 серпня (рис. 1).

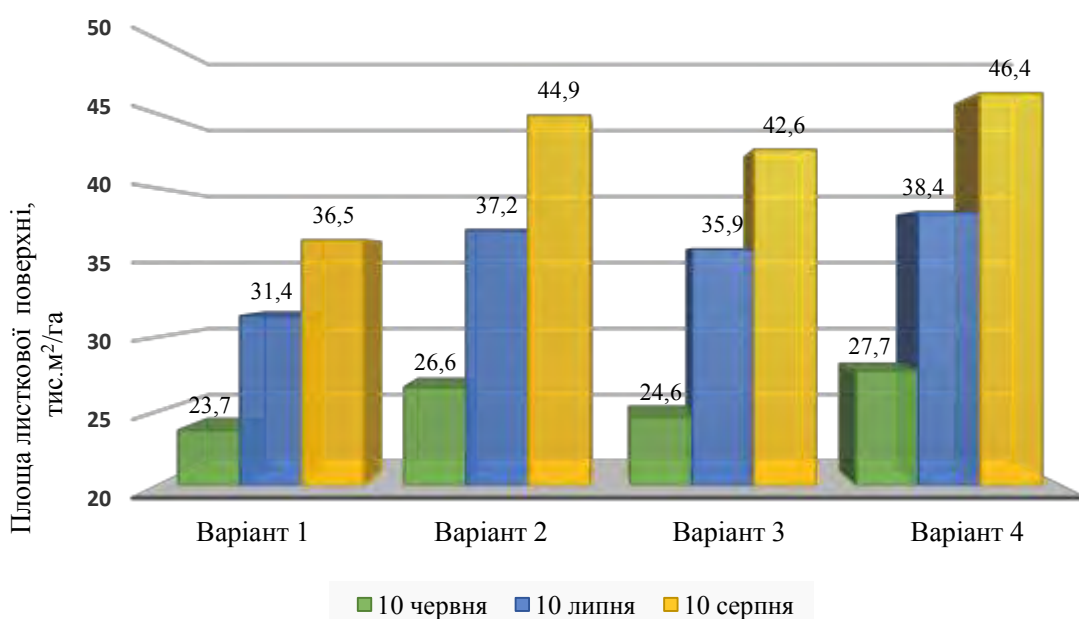


Рис. 1. Динаміка площі листкової поверхні рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення регуляторів росту (середнє за 2019–2021 рр.)

Отже, як доводять результати наших трирічних досліджень, контрольний варіант мав найменшу облиственість рослин і, відповідно, найменшу площу листків на 1 га посіву на час всіх трьох обліків – 23,7, 31,4 і 36,5 тис. м²/га відповідно. Більшою виявилась площа листків, ніж на контролі, за три роки експерименту у рослин на ділянках варіантів 2 і 3, де позакоренево вносили Флорід Фреш і Аміностим відповідно. Так, станом на 10 липня листкова поверхня рослин кукурудзи на цих варіантах була у межах від 35,9 тис. м²/га (варіант 3) до 37,2 тис. м²/га (варіант 2). Станом на 10 серпня на цих же варіантах площа листового апарату сформувалась на рівні 42,6 і 44,9 тис. м²/га відповідно.

Максимальну ж площу листкової поверхні за роки експерименту у всі строки обліку мав варіант 4 із позакореневим внесенням регулятора росту рослин Атонік Плюс дозою 0,2 л/га. Так, наприклад, станом на 10 червня рослини кукурудзи на його ділянках сформували середню площу асиміляційної поверхні 27,7 тис. м²/га. А на час обліку 10 липня ці рослини вже сформували листкову поверхню на рівні 38,4 тис. м²/га. Облік площі листового апарату, що був проведений 10 серпня, показав, що рослини відповідного варіанту сформували і цього разу найбільшу площу асиміляційної поверхні, яка становила 46,4 тис. м²/га.

Слід зазначити, що результати наших досліджень щодо позитивного впливу регуляторів росту рослин на площу листкової поверхні рослин кукурудзи узгоджуються із дослідженням цілої низки науковців, зокрема таких як В. Андрущенко (2017), В. В. Гангур, Л. С. Єремко, В. В. Руденко (2021), О. Б. Тимофійчук (2012), Ю. І. Ткаліч, О. І. Цилюрик і В. І. Козечко (2017) [1, 5, 11, 13]. Проте, частина із цих науковців звертає увагу результатами своїх дослідів саме на вплив застосування регуляторів росту під час обробки ними насіння кукурудзи. Інші дослідники акцентують увагу виключно на комплексному застосуванні регуляторів росту, тобто під час обробки ними насіння і під час позакореневого внесення цих препаратів по вегетуючим рослинам. Але результати саме наших трирічних досліджень показали у комплексі вплив регуляторів росту, що вносяться позакоренево, біологічних властивостей відповідного середньостиглого гібриду і погодних умов першої половини вегетаційного періоду на площу асиміляційної поверхні рослин кукурудзи.

Програмою наших досліджень також передбачався облік висоти рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення регуляторів росту (рис. 2).

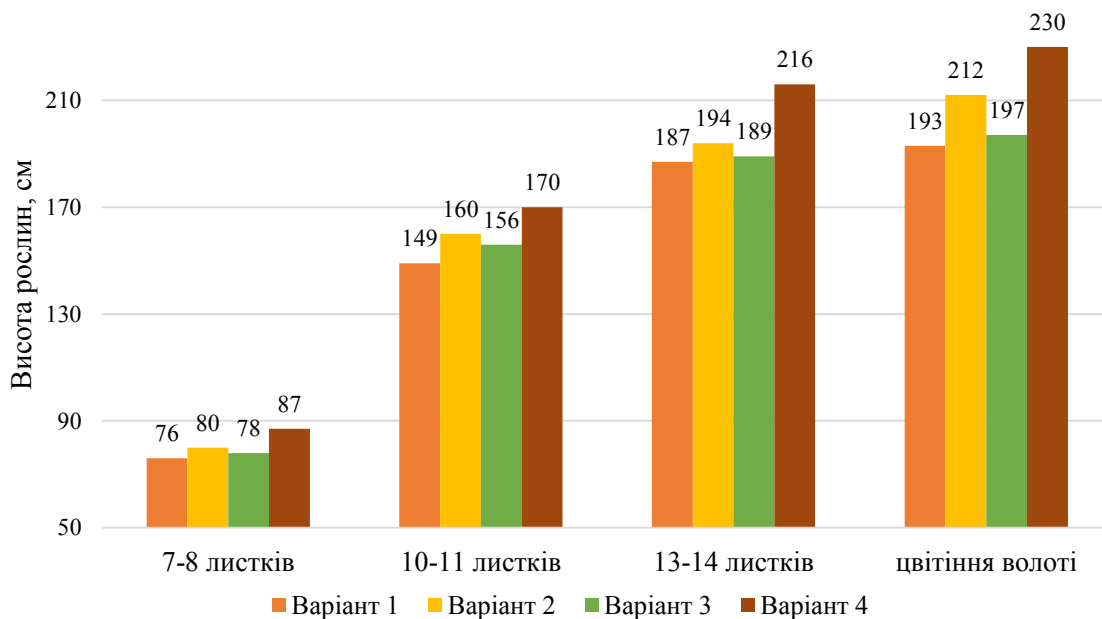


Рис. 2. Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення регуляторів росту (середнє за 2019–2021 рр.)

Аналізуючи відповідні дослідні дані, можна зробити висновок, що позакоренево внесення досліджуваних регуляторів росту рослин позитивно впливає не тільки на площу листової поверхні рослин кукурудзи, але й на їх висоту. Так, наприклад, у фазі 7–8 листків найвищими за роки дослідження були рослини на ділянках варіанту 4, де застосовували регулятор росту Атонік Плюс. В цей час їх середня висота сягала 87 см. Найнижчими цього разу виявилися біотики культури на варіанті 1 (контроль) – 76 см.

Вимірювання висоти рослин у пізніші фази росту й розвитку показали, що тенденційні зміни відповідного показника мали ту ж закономірність, що і за попереднього вимірювання. І це ми відмічали аж до цвітіння волоті у рослин кукурудзи, тобто коли їх ріст практично припинився. Отже, щоразу лідером за показником висоти рослин ставав варіант 4, на ділянках якого позакоренево вносили регулятор росту рослин Атонік Плюс дозою 0,2 л/га. Вже на час цвітіння волоті рослини кукурудзи на ділянках відповідного варіанту сягали висоти 230 см, що на 37 виявилось більшим за контроль (193 см) і на 18 см випередило варіант 2 із регулятором росту Флорід Фреш (212 см).

Щодо варіанту 3, на ділянках якого вносили позакоренево регулятор росту Аміностим дозою 3 л/га, то він щоразу за кожного вимірювання висоти рослин показував більші за контроль значення відповідного показника (7–8 листків – 78 см проти 76 см на контролі; 10–11 листків – 156 см проти 149 см на контролі; 13–14 листків – 189 см проти 187 см на контролі; цвітіння волоті – 197 см проти 193 на контролі). Але все ж рослини кукурудзи на його ділянках постійно були нижчими за рослини культури на ділянках із іншими регуляторами росту.

Слід зазначити, що на висоту рослин кукурудзи мали суттєвий вплив також несприятливі погодні умови літніх періодів років досліджень – посуха і дефіцит опадів в поєднанні із високими середньодобовими температурами повітря, що мали місце у 2020 і 2021 роках. Саме ці фактори призвели до часткового зниження висоти рослин на всіх досліджуваних ділянках.

Разом із цим наші трирічні дослідження підтвердили, що рослини досліджуваного гібриду на ділянках, де позакоренево вносили регулятор росту Атонік Плюс, набули певної посухостійкості і через це щороку мали найбільшу облиственість і висоту. Тобто, заявлена виробником характеристика відповідного препарату, яка полягає в тому, що після застосування цього регулятора росту у рослин культури зростає стійкість до стресових факторів, в тому числі й до посухи, була підтверджена нашими дослідженнями.

Фактичну врожайність зерна середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС4351 Max Yield залежно від позакореневого внесення регуляторів росту рослин характеризують дані табл. 1.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Урожайність зерна кукурудзи залежно від позакореневого внесення регуляторів росту, т/га

Варіанти досліду	Роки досліджень			Середнє
	2019	2020	2021	
1. Без обробки – контроль	10,32	7,51	6,20	8,01
2. Флорід Фреш (0,3 кг/га)	12,01	9,05	7,35	9,47
3. Аміностим (3 л/га)	11,04	8,48	7,24	8,92
4. Атонік Плюс (0,2 л/га)	12,92	9,28	7,98	10,06
НІР _{0,95}	0,32	0,21	0,18	

Слід зазначити, що зернова продуктивність культури значною мірою залежала, окрім досліджуваних чинників, також і від погодних умов вегетаційного періоду року дослідження. Причому, рослини на ділянках, де позакоренево вносили різні рістстимулюючі препарати, майже однаково позитивно реагували на сприятливі погодні чинники, і так само негативно – на несприятливі. Отже, максимальною зернова продуктивність кукурудзи виявилася у 2019 році. Причому, цього рік збільшення врожайності відмічали на всіх варіантах досліду. Проте, у розрізі років прослідковується чітка тенденція щодо зниження врожайності зерна кукурудзи на ділянках всіх варіантів у 2020 і тим більше – у 2021 році. Саме ці роки охарактеризувалися тривалим дефіцитом опадів в середині і наприкінці літа та на початку осені, й до того ж екстремально високими температурами повітря відповідного періоду. Особливо критичними погодні умови були у 2021 році. Бо саме цього року рослини кукурудзи зазнали негативного впливу ще й дефіциту опадів та низьких температур повітря весною.

Продовжуючи аналізувати дані продуктивності кукурудзи, варто зазначити, що все ж середній трирічний вихід зерна культури виявився найбільшим на варіанті 4, де позакоренево вносили регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га, – 10,06 т/га. Друге місце за зерновою продуктивністю, згідно результатів нашого трирічного експерименту, по праву належить варіанту 2, де застосовували позакоренево регулятор росту рослин Флорід Фреш дозою 0,3 кг/га, – 9,47 т/га. Третє місце за врожайністю кукурудзи належить варіанту 3, на ділянках якого позакоренево вносили регулятор росту Аміностим (3 л/га), – 8,92 т/га. Мінімальною зернова продуктивність культури виявилася у контрольного варіанту, де не застосовували позакоренево внесення регуляторів росту, – 8,01 т/га.

Щодо натуральної величини продуктивності кукурудзи, то тут результати нашого експерименту певним чином узгоджуються із дослідженнями таких науковців, як В. В. Марченко, В. Г. Опалко, М. М. Гузь (2009), О. Б. Тимофійчук (2012), Б. Я. Швайківський, В. І. Лопушняк, Р. Г. Киричук (2000) [7, 12, 20]. Хоча дослідження одних науковців характеризують зернову продуктивність кукурудзи залежно від комплексного застосування регуляторів росту із мікродобривами на посівах цієї культури. Інші ж дослідники вважають за необхідне висвітлити вплив обробки насіння і вегетуючих рослин регуляторами росту, причому зовсім іншими, ніж ми проаналізували у своєму експерименті. Але результати саме наших дослідів, що були виконані в умовах зони недостатнього зволоження, дали можливість ґрунтовно проаналізувати ефективність регуляторів росту Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс, що застосовуються позакоренево, на зернову продуктивність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС4351 Max Yield навіть за екстремальних погодних умов вегетаційних періодів років досліджень.

Висновки

Площа листової поверхні рослин кукурудзи, що має безпосередній вплив на зернову продуктивність культури, за роки досліджень виявилась найбільшою у всі строки проведення обліків на варіанті, де позакоренево вносили регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га (27,7 тис.м² – 10,06; 38,4 тис.м² – 10,07 і 46,4 тис.м² – 10,08). Позакоренево внесення регуляторів росту рослин Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс позитивно вплинуло на висоту рослин кукурудзи. Найвищими за роки експерименту рослини кукурудзи виявились на ділянках варіанту 4, де позакоренево застосовували регулятор росту Атонік Плюс, – 230 см. На контролі висота рослин культури склала 193 см. Активізація фотосинтетичної діяльності у рослин кукурудзи та оптимізація різних біохімічних процесів після позакореневого внесення регуляторів росту, позитивно вплинули на урожайність зерна культури. Максимальною за три роки вона виявилася на варіанті, де вносили

регулятор росту Атонік Плюс дозою 0,2 л/га, – 10,06 т/га. Дещо меншим відповідний показник виявився у варіантів із позакореневим внесенням регуляторів росту Флорід Фреш і Аміностим – 9,47 і 8,92 т/га відповідно. Найменше за час досліджень зібрали зерна із ділянок контрольного варіанту – 8,01 т/га.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати трирічних досліджень підтвердили ефективність і доцільність позакореневого застосування регуляторів росту Флорід Фреш, Аміностим і Атонік Плюс на посівах кукурудзи. Дослідження щодо застосування цих та інших регуляторів росту різними способами і комбінаціями будуть вивчатися нами надалі за вирощування зернової кукурудзи в зонах нестійкого і недостатнього зволоження України.

References

1. Andrushchenko, V. (2017). Vplyv riznykh faktoriv na urozhainist kukurudzy. *Ahronom*. Retrieved from: URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-riznykh-faktoriv-na-urozhainist-kukurudzy> [In Ukrainian].
2. Anishyn, L. O. (2004). Vitchyzniani biolohichno aktyvni preparaty prosiatsia na polia Ukrainy. *Propozytsiia*, 10, 48–50. [In Ukrainian].
3. Bilitiuk, A. P., & Skurotivska, O. V. (2000). Rehulatory rostu u formuvanni vrozhaivosti. *Zakhyst roslyn*, 10, 21–23. [In Ukrainian].
4. Vasyliuk, O. M., & Hrytsenko, P. V. (2007). Rehulatory rostu roslyn i vidnovlennia bioheotsenoziv. *Visnyk Dnipropetrovskoho Natsionalnoho Universytetu*, 4, 20–21. [In Ukrainian].
5. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). Vplyv elementiv tekhnologii vyroshchuvannia na formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 117, 37–43. doi: 10.32851/2226-0099.2021.117.6 [In Ukrainian].
6. Marenych, M. M., Hanhur, V. V., Popova, K. M., Liashenko, V. V., & Kabak, Yu. I. (2020). Efektyvnist huminovykh stymulatoriv za umovy peredposivnoi obrobky nasinnia zernovykh kultur. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 70–78. doi: 10.31210/visnyk2020.03.08 [In Ukrainian].
7. Marchenko, V. V., Opalko, V. H., & Huz, M. M. (2009). Novatsii v tekhnologiiakh vyroshchuvannia kukurudzy. *Ahronom*, 3, 134–140. [In Ukrainian].
8. Ponomarenko, S. P. (2001). Unikalni rehulatory rozvytku roslyn. *Silskiy Chas*, 78, 6–7. [In Ukrainian].
9. Smirnykh, V. M., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., Liashenko, V. V., & Nikitin, M. M. (2018). Rehulator rostu roslyn «Hreinaktiv-S» pokrashchuie nasinnia tsukrovykh buriakiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 50–55. doi: 10.31210/visnyk2018.03.08 [In Ukrainian].
10. Smurov, O. S., & Filonenko, S. V. (2019). Osoblyvosti formuvannia zernovoho produktyvnoho potentsialu kukurudzy za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu gruntu. *Naukovi tendentsii formuvannia ahrotekhnologii: materialy VII naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, m. Poltava, 2019*. Poltava: PDAA [In Ukrainian].
11. Tymofiichuk, O. B. (2012). Efektyvnist vykorystannia rehulatoriv rostu novoho pokolinnia v tekhnologii vyroshchuvannia kukurudzy na zerno v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahraroho Universytetu*, 2, 40–42. [In Ukrainian].
12. Tymofiichuk, O. B. (2012). Produktyvnist kukurudzy na zerno pry zastosuvanni biorehulatoriv rostu v Zakhidnomu Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTs «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 1-2, 81–86. [In Ukrainian].
13. Tkalic, Yu. I., Tsyliuryk, O. I., & Kozechko, V. I. (2017). Optymizatsiia zastosuvannia mikrodobryv ta rehulatoriv rostu roslyn u posivakh kukurudzy pivnichnoho stepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahraroho Universytetu*, 4 (116), 20–25. [In Ukrainian].
14. Tkachuk, O. O. (2014). Ekolohichna bezpeka ta perspektyvy zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn. *Visnyk Vinnytskoho Politekhnicnoho Instytutu*, 3, 41–44. [In Ukrainian].
15. Filonenko, S. V. (2013). Formuvannia zernovoi produktyvnosti kukurudzy za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu gruntu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 56–60. [In Ukrainian].
16. Filonenko, S. V., & Osietrov, S. V. (2021). Efektyvnist rehulatoriv rostu na posivakh kukurudzy. *Aktualni napriamky ta problemy u tekhnologiiakh vyroshchuvannia produktsii roslynnytstva: materialy XI naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, m. Poltava, 2021*. Poltava : PDAU [In Ukrainian].
17. Filonenko, S. V., & Popov, O. O. (2021). Analiz efektyvnosti pozakorenevoho vnesennia mikroelementiv na posivakh kukurudzy. *Innovatsii upravlinnia produktyvnosti ta polipshennia yakosti zerna pshenytsi ozymoi, prysviachena pam'iaty profesora H. P. Zhemely: materialy Vseukr. naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, m. Poltava, 2021*. Poltava: PDAU [In Ukrainian].

18. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Monitorynh zabur'ianenosti posiviv silskohospodarskykh kultur u lantsi zernoburiakovoi sivozminy u vyrobnychykh umovakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 23–30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03 [In Ukrainian].
19. Chrikishvili, V. I., & Filonenko, S. V. (2018). Vplyv pozakorenevoho vnesennia rehulatoriv rostu na produktyvnist ta tekhnolohichni yakosti koreneplodiv tsukrovykh buriakiv. *Naukovi osnovy suchasnykh ahrotekhnolohii : materialy VI naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, m. Poltava, 2018*. Poltava : RVV PDAA [In Ukrainian].
20. Shvaikivskiy, B. Ya., Lopushniak, V. I., & Kyrychuk, R. H. (2000). Rehulatory rostu roslyn – efektyvnyi zasib pidvyshchennia produktsii silskohospodarskykh kultur. *Silskyi Hospodar*, 5-6, 3–4. [In Ukrainian].
21. Alori, E. T., Babalola, O. O., & Prigent-Combaret, C. (2019). Impacts of Microbial Inoculants on the Growth and Yield of Maize Plant. *The Open Agriculture Journal*, 13, 1–8. doi: 10.2174/1874331501913010001
22. Anjum, T. A., Randhawa, S. A., Ullah, M. A., Naeem, E., Qamar, M. R., & Nadeem, A. U. (2014). Influence of zinc nutrition on growth and yield behaviour of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 2646–2654.
23. Bender, R. R., Haegele, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013). Nutrient uptake, partitioning and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, 105, 161–170.
24. Fromme, D. D., Spivey, T. A., & James, G. W. (2019). Agronomic response of Corn (*Zea mays* L.) hybrids to plant populations. *International Journal of Agronomy*, 1–9. doi: 10.1155/2019/3589768
25. Jianhong, R., Qian, T., Shiduo, N., Shanshan, L. D. W., Yarong, Z., & Zhen, G. (2022). High dose of plant growth regulator enhanced lodging resistance without grain yield reduction of maize under high density. *International Journal of Plant Production*, 16, 329–339.
26. Mahmood, A., Turgay, O. C., Farooq, M., & Hayat, R. (2016). Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review. *FEMS Microbiology Ecology*, 92, 1–12. doi: 10.1093/femsec/fiw112
27. Sah, R. R., Chakraborty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V. K., Chakravarty, M. K., Narayan, S. C., Rana, M., & Moharana, D. (2020). Impact of water deficit stress in maize: phenology and yield components. *Scientific Reports*, 10 (2944), 1–15. doi: 10.1038/s41598-020-59689-7
28. Vasilyuk, O. M. (2016). Effect of plant growth regulators in the conditions of anthropogenic environmental factors. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*, 6 (2), 268–276. doi: 10.15421/201657
29. Wasaya, A., Shabir, M. S., Hussain, M., Ansar, M., Aziz, A., Hassan, W., & Ahmad, I. (2017). Foliar application of Zinc and Boron improved the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar plateau. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17 (1), 33–45.

Стаття надійшла до редакції: 22.06.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Філоненко С. В., Тищенко М. В., Попов О. О. Реалізація продуктивного потенціалу кукурудзи за позакореневого внесення регуляторів росту. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 31–39.

© Філоненко Сергій Васильович, Тищенко Микола Володимирович,
Попов Олександр Олександрович, 2022