

**М.П. СОЛОМІЙЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук  
**Т.В. САФРОНОВА**

Українська науково-дослідна станція карантину рослин  
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни,  
Чернівецького р-ну, Чернівецької обл., 60321, Україна  
e-mail: [ukrndskr.zam@gmail.com](mailto:ukrndskr.zam@gmail.com)

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ПРЕПАРАТІВ НА СТРЕСОВОМУ ФОНІ**

---

**Мета.** Вивчити у контрольованих умовах вплив препаратів гормонального походження на основі гумусових витяжок та стимуляторів-антистресантів з високим вмістом амінокислот і біологічно активних речовин на розвиток кукурудзи за умов стресу, а також їх вплив на фотосинтетичну активність рослин. **Методи.** Дослідження проводили у кліматичній камері (кімната з регульованим контролем температури, світлового дня та вологості повітря) Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Фотосинтетичну активність вимірювали за допомогою портативного флуорометра «Флоратест». Під час вегетації проведено два позакореневих підживлення у фазу розвитку кукурудзи ВВСН 12, перше внесення препаратів по вегетації — ВВСН 13, друге внесення препаратів по вегетації — ВВСН 14. **Результати.** Аналіз кривих індукції флуоресценції хлорофілу та показників максимальної фонові флуоресценції показав різницю між рослинами, що знаходилися за вологості ґрунту 70% та 50% НВ. За тривалого перебування рослин кукурудзи в стані близькому до стресу, різниця між кривими інтенсивності флуоресценції хлорофілу між двома контролями збільшувалась. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліджу. Найкращі результати забезпечили: препарат В (висококонцентрована суспензія для підживлення та зменшення стресу рослин на основі гумусових витяжок, що містить N — 150 г/л, K<sub>2</sub>O — 300 г/л, Mg — 30 г/л, катіони металів B, Cu, Fe, Mn та Zn з додатковими ефектами прилипаєча і сурфактанту) за норм застосування 0,5 та 0,25 л/га; Аксофол (висококонцентрована суспензія з екстракту бурі водорості *Ascophyllum nodosum* з мікроелементами, B — 38,1 г/л, Mn — 10,2 г/л, Zn — 6,4 г/л)

за норм застосування 1,0 та 0,5 л/га. **Висновки.** Зі зростанням часу знаходження рослин кукурудзи в стані, близькому до стресу, різниця між кривою інтенсивності флуоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшується. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Застосування досліджуваних препаратів в умовах вологості ґрунту 50% забезпечило покращення вегетаційних показників рослин.

### **кукурудза; стресовий фактор; фотосинтетична активність; індукція флуоресценції**

Кукурудза (*Zea mays*) належить до однієї з основних культур, яка використовується в сучасному світовому землеробстві, що зумовлено її високою врожайністю та властивостями до пристосування у помірному кліматі. В Україні існують об'єктивні природно-кліматичні умови, необхідні для вирощування цієї культури, адже вона посідає одне з найважливіших місць серед зернових культур у сільському господарстві країни. Значному поширенню кукурудзи сприяє її здатність давати високий рівень вихідної продукції та продуктивності листко-теблової маси [1, 2].

Насіння містить 65—70% вуглеводів, в основному крохмалю, олії, речовини алкалоїдного характеру, а також вітаміни: В<sub>1</sub> (0,15—0,2 мг%), В<sub>2</sub> (близько 100 мг%), нікотинову кислоту (1,8—2,6 мг%), пантотенову кислоту (близько 0,7 мг%) і біотин (до 77 мг%). Продовольча цінність кукурудзи визначається її широким використанням у харчовій, кормовій та технічній промисловості [3].

Вирощування кукурудзи є тривалим і складним процесом, відповідальним етапом якого є збір врожаю. Якість врожаю залежить від багатьох різних чинників, які впливають на розвиток рослини в процесі вегетації. Одним із вагомих факторів, що впливають на розвиток рослин, є нестача вологи. В результаті зменшується врожайність зернової культури та спостерігаються такі зміни: зупинка руху протоплазми, денатурація білків, зміна складу ліпідів, зниження стабільності мембран і ефективності фотосинтезу. Порушення функції мембран призводить до зниження фотосинтезу і активності мітохондрій, до погіршення властивості плазмолемми зберігати розчинені речовини і воду [4, 5]. Ефективність застосування біопрепаратів на фізіологічному рівні полягає в поліпшенні процесів життєдіяльності, зокрема в ефективнішому поглинанні поживних речовин та інтенсифікації процесів фотосинтезу [5]. Результатом їхнього впливу є зміна вегетаційних показників рослин в динаміці і варіація фотосинтетичної активності [6—8].

Фотосинтез — основа життєдіяльності рослин, тому дослідження

структури фотосинтетичного апарату та механізмів його функціонування і регуляції займають одне з найважливіших значень для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Даний процес є унікальним за рахунок здатності синтезувати органічні речовини з використанням і запасанням енергії світла. Вважається, що близько 95% усієї органічної маси рослин синтезується у процесі фотосинтезу. Тому постає питання про залежність продуктивності рослин від фотосинтезу та збільшення фотосинтетичної активності за рахунок природних та штучних подразників. Залежно від факторів, які впливають на фотосинтез, виділяють такі аспекти: екологічний — пов'язаний з потоками вуглецю, кисню, енергії та глобальними кліматичними змінами; агрофізіологічний — пов'язаний з дослідженням фотосинтезу на різних рівнях організації і функціонування процесу; фізіолого-генетичний — пов'язаний з вивченням молекулярно-генетичних механізмів фотосинтезу, можливостей покращення генетичної основи [9].

Усі ці дослідження спрямовані на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур для забезпечення харчових потреб населення.

Інтенсивність або швидкість процесу фотосинтезу в рослині залежить від низки внутрішніх і зовнішніх чинників. З внутрішніх чинників найбільш важливе значення мають структура листка і вміст у ньому хлорофілу, швидкість накопичення продуктів фотосинтезу в хлоропластах, вплив ферментів, а також наявність малих концентрацій необхідних неорганічних речовин. Зовнішні параметри — це кількість і якість світла, що потрапляє на листя, температура доквілля, концентрація вуглекислого газу та кисню [10].

**Мета дослідження** — провести лабораторні випробування в контрольованих умовах щодо впливу препаратів гормонального походження, на основі гумусових витяжок та стимуляторів-антистресантів з високим вмістом амінокислот і біологічно активних речовин, на розвиток кукурудзи за умов стресу, а також їх вплив на фотосинтетичну активність рослин.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили у кліматичній камері (кімната з регульованим контролем температури, світлового дня та вологості повітря) Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. В ході експерименту використовували культуру кукурудзи ДКС 3730. В якості досліджуваних речовин використовували антистресанти: Аміноплант, (високоякісний біостимулятор-антистресант рослинного походження, що містить N — 22,7 г/л, P<sub>2</sub>O — 22,7 г/л, K<sub>2</sub>O — 22,7 г/л, амінокислоти — 141,8 г/л), Аскофол (висококонцентрована суспензія з екстракту бурої водорості *Ascophyllum nodosum* з мікроелементами, В — 38,1 г/л, Mn — 10,2 г/л, Zn — 6,4 г/л); висококонцентрована суспензія для підживлення каліє-

фільних культур та зменшення стресу рослин на основі гумусових витяжок в різних комбінаціях: препарат А (N — 150 г/л, K<sub>2</sub>O — 300 г/л, Mg — 30 г/л катіони металів В, Cu, Fe, Mn та Zn), препарат В (N — 150 г/л, K<sub>2</sub>O — 300 г/л, Mg — 30 г/л катіони металів В, Cu, Fe, Mn та Zn з додатковими ефектами прилипача і сурфактанту), препарат С (N — 150 г/л, K<sub>2</sub>O — 300 г/л, Mg — 30 г/л).

Дослід проводили на 13-ти варіантах у 4-разовій повторності:

- 1). K1 — контроль вологий (вологість ґрунту 70% НВ) — без обприскування;
- 2). K2 — контроль стрес (вологість ґрунту 50% НВ) — без обприскування;
- 3). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 1,0 л/га;
- 4). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,5 л/га;
- 5). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,25 л/га;
- 6). Внесення препарату В (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,125 л/га;
- 7). Внесення препарату А (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,5 л/га;
- 8). Внесення препарату А (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,25 л/га;
- 9). Аміноплан (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 1,0 л/га;
- 10). Аміноплан (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,5 л/га;
- 11). Аскофол (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 1,0 л/га;
- 12). Аскофол (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 0,5 л/га;
- 13). Внесення препарату С (за стресових умов, вологість ґрунту 50% НВ) — 1,0 л/га.

Вносили біопрепарати у три фази: ВВСН 12 — два позакореневих підживлення, ВВСН 13 — перше позакореневе внесення препарату, ВВСН 14 — друге позакореневе внесення препарату. Дослід тривав 23 доби. Упродовж експерименту світловий день становив 16 год, ніч — 8 год. Денна температура контролювалася на рівні +26°C, нічна — +19°C, під час позакореневих внесенень відповідно +23°C та +21°C. Підтримувана вологість ґрунту на контролі без обробок становила 70% НВ, а на контролі стресу та на інших варіантах досліді — 50% НВ.

Фотосинтетичну активність вимірювали за допомогою портативного флуорометра «Флоратест». Прилад придатний для застосування

у лабораторних, польових умовах і в умовах закритого ґрунту (теплицях). Він дає змогу точно визначати стан рослини за особливостями перебігу в ній процесу фотосинтезу впродовж лічених секунд (режим і тривалість операції можна обрати в окремому меню): до листка рослини прикріплюється мініатюрний датчик-«прищіпка», далі листок освітлюють у визначеному світловому діапазоні, а спеціальна інтелектуальна програма здійснює оброблення отриманої інформації та передає результат на дисплей — у вигляді кривої лінії, що має назву кривої Каутського [11].

Для оцінки стану апарату фотосинтезу рослин використовують показники:

$F_o$  — початкове значення індукції флуоресценції після включення опромінення;

$F_m$  — максимальне значення індукції флуоресценції;

$F_{st}$  — стаціонарне значення індукції флуоресценції після світлової адаптації листка рослини;

$F_m - F_o$  — варіабельна флуоресценція.

Для характеристики функціонального стану фотосинтетичного апарату використовують низку показників, серед яких є індикаторний показник впливу екзогенних чинників ( $K_1$ ):

$$K_1 = \frac{F_m - F_o}{F_m}.$$

Даний показник характеризує ступіть впливу на фотосинтез таких факторів як температура, вологість, освітлення, хвороби. Чим менше значення даного показника, тим у більшому стресі знаходиться рослина [12, 13].

Коефіцієнт індукції флуоресценції — індикаторний показник квантового виходу флуоресценції ( $K_2$ ):

$$K_2 = \frac{F_m + F_{st}}{F_m}.$$

Індикаторний показник ендогенних чинників ( $K_3$ )

$$K_3 = \frac{F_{st}}{F_m}$$

визначає ступіть впливу на фотосинтез таких чинників як обмін речовин, підживлення, стимулюючі речовини. Чим вищий показник тим більший вплив мають дані показники [11—13].

**Результати досліджень та обговорення.** Аналіз функціонального стану фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи проведено за допомогою флуорометра «Флоратест». Результатом аналізу дослідних зразків є дані індикаторного показника впливу екзогенних чинників ( $K_1$ ) та індикаторного показника ендогенних чинників ( $K_2$ ).

Індикаторний показник впливу екзогенних чинників ( $K_1$ ) не візнявся варіабельністю (табл. 1). Він залишався в межах 88,3—91,0%, що може свідчити про те, що рівень вологості не став критичним для розвитку рослин. Однак аналіз кривих індукції флюоресценції хлорофілу (рис. 1) та показників максимальної фонові флюоресценції (рис. 2) показав різницю між рослинами, які знаходилися за вологості 70% та 50% НВ у різних варіантах досліду.

Аналіз індикаторного показника ендогенних чинників ( $K_2$ ) чітко вказує на вплив досліджуваних препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині. Застосування препаратів збільшувало даний показник від 1,1 до 2,9 раза відносно контролю. Однак в процесі досліджень найбільше його значення змінювалося залежно від препарату. Максимальне значення  $K_2$  за аналізу на 29.03 мали препарати В за норми 0,25 л/га та Аксофол за норми 0,5 л/га; на 4.04. — препарати А за норми 0,5 л/га та Аміноплан за норми 0,5 л/га; на 9.04. — А за норми 0,5 л/га та Аміноплан за норми 0,5 л/га; аналогічно на 16.04.; на 23.04 — препарат В за норми 0,5 л/га та Аксофол за норми 0,5 л/га. На нашу думку такі зміни пов'язані з різними механізмами впливу препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині. Найбільшим середнім значенням індикаторного показника ендогенних чинників ( $K_2$ ) характеризується Аксофол за норми 0,5 л/га.

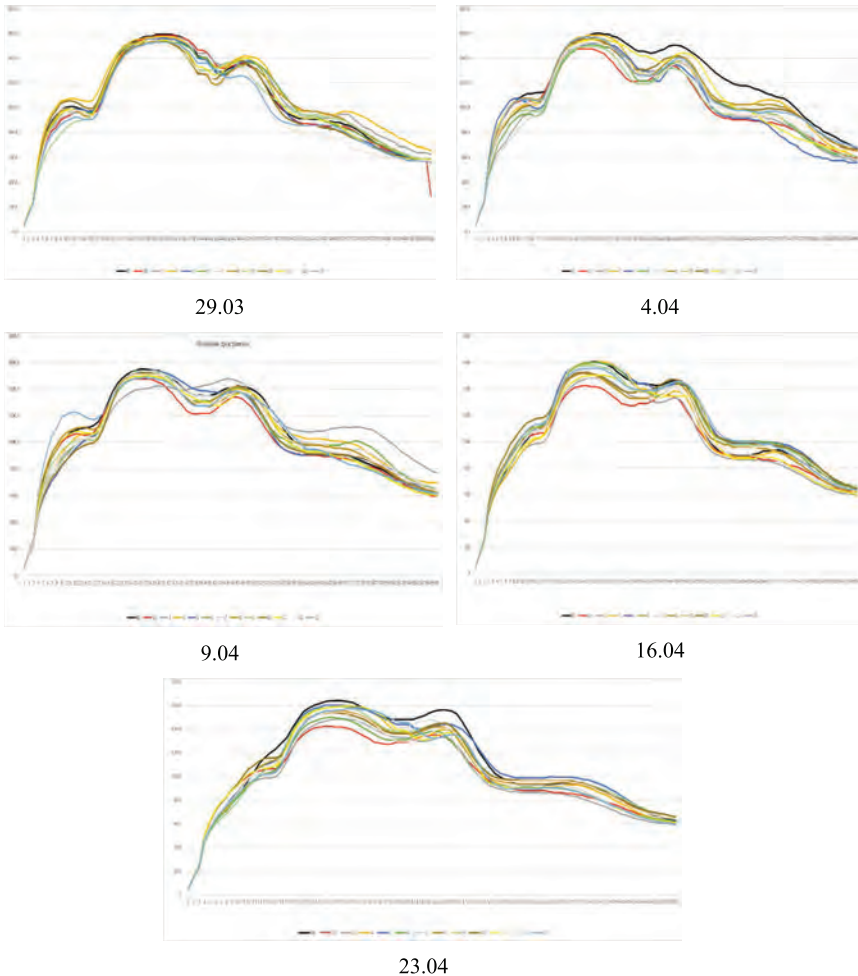
Зміни у будь-якій ланці фотосинтезу зумовлюють зміни вигляду кривої індукції флюоресценції хлорофілу, що дає змогу діагностувати поточний стан фотосинтетичного апарату рослин за впливу різних стресових чинників. Аналіз ІФХ варіантів досліду показав, що залежно від терміну впливу стресового фактора збільшується різниця між кривими індукції флюоресценції хлорофілу. З рисунка 1 видно, що із зростанням часу знаходження рослин кукурудзи в стані близькому до стресу різниця між кривою інтенсивності флюоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшувалась.

29.03 вологість ґрунту у всіх варіантах досліду була ще досить висока і тільки набула показника 50%. Тому усі криві індукції флюоресценції хлорофілу накладаються одна на одну маючи мінімальну різницю. Проте з кожним наступним заміром 4.04, 9.04, 16.04 та 23.04 криві ІФХ вологого та сухого контролю займали все більш крайні позиції. Також слід відзначити, що більшість варіантів із застосуванням препаратів мали більш інтенсивне зростання фонові флюоресценції у порівнянні з сухим контролем. Отже, вологість 50% не є екстремально-стресовою для сортів кукурудзи, але збільшення терміну впливу даного фактора на рослину призводить до змін у функціональному стані фотосинтетичного апарату.

Це підтверджується і динамікою зміни показника максимального значення індукції флюоресценції (рис. 2). Даний показник був вирівня-

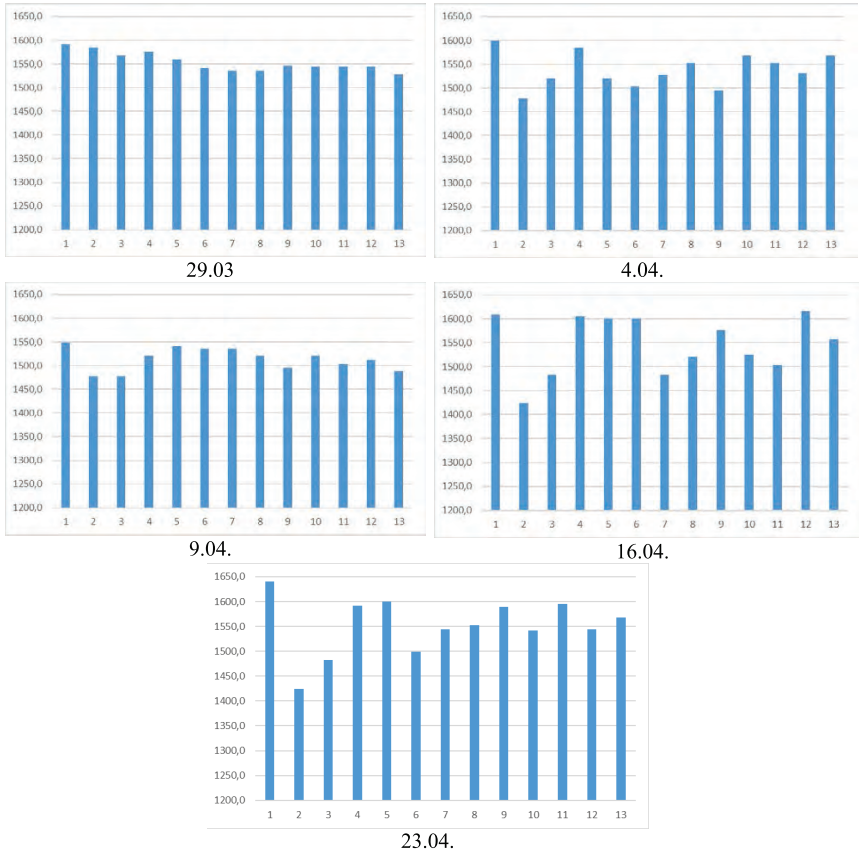
1. Динаміка характеристик функціонального стану фотосинтетичного апарату кукурудзи при застосуванні препаратів за умов стресу

Варіанти досліду	29.03			4.04			9.04			16.04			23.04		
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
1. Контроль К1	89,6	63,3	18,0	89,7	61,0	19,5	88,8	61,0	22,6	90,3	60,3	15,7	90,0	60,3	21,7
<b>Вологість ґрунту 70% НВ</b>															
2. Контроль К2	90,0	62,6	15,0	90,0	59,0	15,5	89,0	52,2	21,0	89,0	58,7	15,3	89,7	59,3	17,3
3. Препарат В (1,0 л/га)	89,8	60,3	26,0	91,0	62,5	18,7	89,0	60,0	23,5	90,0	59,7	15,7	89,7	59,0	28,0
4. Препарат В (0,5 л/га)	89,6	59,6	20,3	89,0	63,0	18,5	89,5	56,0	23,5	90,7	61,0	16,0	90,0	59,7	25,5
5. Препарат В (0,25 л/га)	89,6	61,0	33,3	89,5	61,0	28,0	89,7	59,2	25,3	90,0	59,3	19,0	89,7	59,7	19,0
6. Препарат В (0,125 л/га)	89,6	61,3	28,3	90,0	60,0	30,0	90,2	59,7	21,0	90,3	61,3	17,0	89,7	58,3	25,5
7. Препарат А (0,5 л/га)	89,6	61,3	28,5	91,0	61,0	34,6	89,2	57,5	33,2	88,3	59,3	34,3	88,7	59,0	24,5
8. Препарат А (0,25 л/га)	90,0	62,3	25,3	89,2	56,5	23,5	88,7	58,5	28,3	89,0	59,3	28,0	89,7	58,3	28,0
9. Аміноплан (1,0 л/га)	89,5	62,3	31,5	89,5	59,2	31,6	88,5	58,5	32,5	89,7	58,3	28,7	90,3	58,3	25,5
10. Аміноплан (0,5 л/га)	89,3	61,3	24,5	90,0	58,0	23,0	89,2	58,0	34,5	89,0	57,3	27,0	89,3	56,7	25,3
11. Аскофол (1,0 л/га)	89,2	61,0	24,5	88,6	58,6	23,5	89,0	58,2	33,0	89,7	60,3	16,5	89,3	61,3	20,7
12. Аскофол (0,5 л/га)	88,7	60,6	44,0	89,0	57,3	28,6	89,2	57,2	30,2	89,7	60,0	24,5	89,3	57,3	26,3
13. Препарат С (1,0 л/га)	90,0	62,0	27,0	89,3	58,6	20,0	88,6	59,2	23,4	89,0	59,0	22,7	89,3	59,7	18,7
	0,4	0,3	1,1	0,5	0,7	0,9	0,4	0,6	1,8	0,6	0,7	1,4	0,3	0,7	2,4



**Рис. 1. Криві індукції флуоресценції хлорофілу**

ним для всіх варіантів досліду на 29.03 і варіював у межах 1528—1592 умовних одиниць. За аналізу на 23.04 цей показник відрізнявся між вологим та сухим контролем в середньому на 216 одиниць, що становить 14%. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліду. Найбільший показник максимального значення індукції флуоресценції серед досліджуваних препаратів за період досліджень мали препарат В за норми застосування 0,5 л/га



**Рис. 2. Показники максимального значення індукції флуоресценції за використання препаратів у аналізі**

та за норми застосування 0,25 л/га, препарат Аксофол — за норми застосування 0,5 л/га. З таблиці 2 видно, що застосування препаратів у варіантах досліду з вологістю ґрунту 50% забезпечило кращий ріст та розвиток рослин у порівнянні з сухим контролем. У деяких варіантах вони забезпечили кращі показники вегетаційної маси в порівнянні з вологим контролем, де вологість ґрунту становила 70%. Найкращі результати забезпечили препарати В за норми застосування 0,5 л/га, В за норми застосування 0,25 л/га, Аксофол за норми застосування 1,0 л/га та Аксофол за норми застосування 0,5 л/га.

В період дослідження встановлено, що підвищена температура повітря, яка згідно з вимогами становила вдень +26°C, вночі — +19°C, в

## 2. Динаміка розвитку та вегетаційні характеристики кукурудзи при застосуванні препаратів за умов стресу

Варіанти досліді	Кількість рослин з тургором, (02.04), %	Висота рослин, см				Середня вегетативна маса 5-ти рослин, г
		29.03	02.04	09.04	15.04	26.04
1. Контроль К1	15	32,6	39,2	43,7	50,4	13,58
2. Контроль К2	10	32,9	39,0	44,3	47,7	10,55
3. Препарат В (1,0 л/га)	50	32,8	41,1	47,5	49,8	12,62
4. Препарат В (0,5 л/га)	35	33,4	40,3	47,2	51,3	16,56
5. Препарат В (0,25 л/га)	60	32,0	42,1	44,8	51,3	14,54
6. Препарат В (0,125 л/га)	35	31,8	39,8	43,1	51,3	12,63
7. Препарат А (0,5 л/га)	15	31,3	40,2	46,4	49,5	11,17
8. Препарат А (0,25 л/га)	10	31,2	41,4	46,9	48,0	10,95
9. Аміноплан (1,0 л/га)	45	33,8	42,3	44,8	48,8	11,89
10. Аміноплан (0,5 л/га)	45	32,1	42,0	46,4	51,6	11,69
11. Аскофол (1,0 л/га)	40	30,2	38,8	44,6	51,4	14,66
12. Аскофол (0,5 л/га)	20	32,2	40,6	45,9	53,3	17,16
13. препарат С (1,0 л/га)	30	32,0	42,5	43,7	49,8	10,70
НІР <sub>05</sub>		0,9	0,5	0,6	0,8	2,4

період перших днів розвитку рослин кукурудзи призвела до стрімкого росту та витягування рослин. Внесення препаратів підвищувало тургор в рослинах, що забезпечило виживання та запобігло масовому їх вялганню. Найкращі результати отримано при застосуванні препарату В за норми застосування 1,0 л/га, препарату В за норми застосування 0,25 л/га, Аміноплану за норми застосування 1,0 л/га, Аміноплану за норми застосування 0,5 л/га, та Аскофолу за норми застосування 1,0 л/га.

### ВИСНОВКИ

Величина 50% вологості ґрунту є крайньою для оптимального розвитку рослини, тому має вагомий вплив на фотосинтетичну активність та вегетаційні показники рослин кукурудзи. Використання індикаторного показника ендогенних чинників ( $K_2$ ) чітко вказує на вплив досліджуваних препаратів на фотосинтетичні процеси в рослині.

Хоча 50% вологості ґрунту не є екстремально-стресовим показником, проте із продовженням часу знаходження рослин кукурудзи в

стані близькому до стресу різниця між кривою інтенсивності флуоресценції хлорофілу у вологому контролі та сухому контролі збільшується. Застосування досліджуваних препаратів забезпечило знаходження показника максимального значення індукції флуоресценції вище сухого контролю у всіх варіантах досліджу. Застосування досліджуваних препаратів в умовах вологості ґрунту 50% забезпечило покращення вегетаційних показників рослин.

**Фінансування:** дослідження проводили в рамках ПНД 11 Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства (Біоконтроль); ДР № 0121U107985.

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Климчук О.В. Кукурудза в енергетичному виробництві біологічних видів палив. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2013. С. 230-236.
2. Кирпа М.Я. Науково-теоретичний аналіз якості насіння кукурудзи та сучасних методів його обробки. Селекція і насінництво. 2008. № 96. С. 321-330.
3. Корсун С.Г., Груша В.В., Довбаш Н.Т. Індукція флуоресценції хлорофілу в листках кукурудзи за умов забруднення важкими металами. Агро-екологічний журнал. 2015. № 2. С. 36-41.
4. Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Вплив бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження зерна патогенами. Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. Т. 12, № 4. С. 28-36. doi: <https://dx.doi.org/10.31548/agr2021.04.028>
5. Писаренко П.В. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. Миронівський вісник. 2015. №1. С. 243-251.
6. Kunicki Edward. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*L.*). *Folia Horticulturae*. 2010. №22. Р. 9-13.
7. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Зміна індукції флуоресценції хлорофілу у рослин ріпаку озимого залежно від мікродобрів. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. С. 9-13.
8. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. Фізіологія рослин і генетика. 2021. №53(2). С. 160-184.
9. Малиновська І.М., Борко Ю.П. Вплив агротехнічних заходів на активність хлорофілу рослин сої. Вісник аграрної науки. 2021. № 2. С. 19-25 DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03>

10. Romanov V. Portable device «Floratest» as tool for estimating of megalopolis ecology state. Intelligent Engineering: International book series' Information Science and Computing, 2009. №11. P. 9-15.

11. Галелюк І Б. «Флоратест» — прилад для визначення стану рослин. Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. 2016. 5 с.

12. Логінова І.В., Сарахан Є.В., Сонько Р.В., Стародуб М.Ф. Оцінка фотосинтетичної діяльності рослин кукурудзи з використанням портативного приладу флоратест за різних рівнів азотного живлення. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2014. № 45. С. 61-73

13. Kalaji H.M., Goltsev V.N., Żuk-Golaszewska K., Zivcak M. Chlorophyll Fluorescence. Understanding Crop Performance: Basics and Applications. CRC Press, Boca Raton. 2017. 222 с.

**Solomiychuk M.,** ORCID: 0000-0001-7394-0333

**Safronova T.,** ORCID: 0000-0002-2648-6200

Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., v. Boyani, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine  
*e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com*

### **Characteristics of the photosynthetic activity of corn using different drugs under stress**

**Goal.** To study under controlled conditions the effect of hormonal preparations based on humus extracts and anti-stress stimulants with a high content of amino acids and biologically active substances on the development of corn under conditions of stress, as well as their effect on the photosynthetic activity of plants. **Methods.** The research was carried out in a climatic chamber (a room with adjustable control of temperature, daylight and air humidity) of the Ukrainian research plant quarantine station of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences. Photosynthetic activity was measured using a portable fluorometer «Floratest». During the growing season, two foliar feedings were carried out in the phase of development of corn VVSN 12, the first application of drugs during the growing season — VVSN 13, — the second application of drugs during the vegetation period — VVSN 14. **Results.** The analysis of the induction curves of chlorophyll fluorescence and the indicators of the maximum background fluorescence showed a difference between the plants that were under soil moisture of 70% and 50% RH. When corn plants were in a state close to stress for a long time, the difference between the curves of chlorophyll fluorescence intensity between the

two controls increased. The use of the studied drugs provided the finding of the indicator of the maximum value of fluorescence induction above the dry control in all variants of the experiment. Best results provided: preparation B (high concentrated suspension for nutrition and plant stress decreasing based upon the humus extract. They contented N — 150 g/l, K<sub>2</sub>O — 300 g/l, Mg — 30 g/l, metal cations in B, Cu, Fe, Mn and Zn with additional adhesive effects and surfactant), at rate of application 0.5 and 0.25 l/ha; Axofol (high concentrated suspension from extract of brown algae *Ascophyllum nodosum* with microelements, B — 38.1 g/l, Mn — 10.2 g/l, Zn — 6.4 g/l) at rate of application 1.0 and 0.5 l/ha. **Conclusions.** As the time of corn plants being in a state close to stress increases, the difference between the curve of chlorophyll fluorescence intensity in the wet control and the dry control increases. The use of the studied drugs provided the finding of the indicator of the maximum value of fluorescence induction above the dry control in all variants of the experiment. The use of the researched preparations in conditions of soil moisture of 50% ensured the improvement of vegetation indicators of plants.

**corn; stress factor; photosynthetic activity; fluorescence induction**

## REFERENCES

1. Klymchuk O.V. (2013). Kukurudza v enerhetychnomu vyrobnytstvi biolo-hichnykh vydiv palyv. [Corn in the energy production of biological fuels]. Kormy i kormovyrobnytstvo. [Fodder and fodder production], S. 230-236. (in Ukrainian).
2. Kyrpa M.Ya. (2008). Naukovo-teoretychnyi analiz yakosti nasinnia kukurudzy ta suchasnykh metodiv yoho obrobky. [Scientific and theoretical analysis of corn seed quality and modern methods of its processing]. Seleksiia i nasynnytstvo. [Breeding and seed production], (96), 321-330. (in Ukrainian).
3. Korsun S.H., Hrusha V.V., Dovbash N.T. (2015). Induktsiia fluorestsentsii khlorofilu v lystkakh kukurudzy za umov zabrudnennia vazhkymy metalamy. [Induction of chlorophyll fluorescence in maize leaves under conditions of heavy metal pollution]. Ahroekologichnyi zhurnal. [Agroecological journal], (2), 36-41. (in Ukrainian).
4. Pikovskyi M., Solomiichuk M. (2021). Vplyv bakteriy *Pseudomonas fluorescens* i rehovyn stymulyuyuchoyi pryrody na produktyvnist' roslyny soyi ta urazhennya zerna patohenamy. [The effect of *Pseudomonas fluorescens* bacteria and substances of a stimulating nature on soybean plant productivity and grain damage by pathogens]. Roslynnnytstvo ta gruntoznavstvo. [Horticulture and soil science], 12(4), 28-36. doi: <https://dx.doi.org/10.31548/agr2021.04.028> (in Ukrainian).
5. Pysarenko P.V. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn kukurudzy za-lezhno vid umov vyroshchuvannia. [Photosynthetic potential of corn plants depending on growing conditions.]. Myronivskiy visnyk. [Myronivsky herald], (1), 243-251. (in Ukrainian).

6. Kunicki Edward. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*L.*). *Folia Horticulturae*, (22), 9-13. (in English).

7. Savchuk Yu.M., Antonenko O.F. (2016) Zmina induktsii fluorestsentsii khlorofilu u roslyn ripaku ozymoho zalezno vid mikrodobryv. [Changes in the induction of chlorophyll fluorescence in winter rapeseed plants depending on microfertilizers]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. [Scientific reports of NUBiP of Ukraine], P. 9-13. (in Ukrainian).

8. Stasyk O.O., Kirizii D.A., Priadkina H.O. (2021). Fotosyntezy i produktyvnyshchyna: osnovni naukovi dosiahnennia ta innovatsiini rozrobky. [Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments]. *Fiziologhiia roslyn i henetyka*. [Physiology of plants and genetics], 53(2). P. 160-184. (in Ukrainian).

9. Malynovska I.M., Borko Yu.P. (2021). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na aktyvnist khlorofilu roslyn soi. [The influence of agrotechnical measures on the activity of chlorophyll of soybean plants]. *Visnyk ahrarynoi nauky*. [Bulletin of Agrarian Science], (2). P. 19-25. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03> (in Ukrainian).

10. Romanov V. (2009). Portable device «Floratest» as tool for estimating of megalopolis ecology state. *Intelligent Engineering: International book series' Information Science and Computing*, (11), 9-15. (in English).

11. Haleliuk I.B. (2016). «Floratest» — pryklad dlia vyznachennia stanu roslyn. [«Floratest» — a device for determining the condition of plants]. *Instytut kibernetiky im. V.M. Hlushkova NAN Ukrainy*. 5 s. (in Ukrainian).

12. Lohinova I.V., Sarakhan Ye.V., Sonko R.V., Starodub M.F. (2014). Otsinka fotosyntetychnoi diialnosti roslyn kukurudzy z vykorystanniam portatyvnoho prykladu floratest za riznykh rivniv azotnoho zhyvlennia. [Assessment of photosynthetic activity of corn plants using the portable floratest device at different levels of nitrogen nutrition]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. [Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine], (45), 61-73. (in Ukrainian).

13. Kalaji H.M., Goltsev V.N., Žuk-Golaszewska K., Zivcak M. (2017). *Chlorophyll Fluorescence. Understanding Crop Performance: Basics and Applications*. CRC Press, Boca Raton. 222 s. (in English).

**Надійшла до редакції:** 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

**Надруковано:** грудень, 2023

**Опубліковано онлайн:** лютий, 2024