

## **ВПЛИВ ЦИТОКІНІНУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ ПОСУХИ**

**М.М. Мусієнко**, доктор біологічних наук, професор, академік НААН України  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**В.В. Жук**, аспірант

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Л.М. Бацманова**, кандидат біологічних наук, ст.н.с.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Досліджено дію екзогенного цитокініну на стійкість рослин озимої пшениці сорту Столична до умов природної посухи. Встановлено, що обробка рослин у фазі виходу в трубку стимулювала ростові процеси, затримувала старіння пігментного комплексу, підвищувала масу зернівки, збільшувала кількість зерен у колосі, підвищила продуктивність рослин у несприятливих умовах навколишнього середовища.

**Ключові слова:** пшениця, посуха, цитокінін, продуктивність

Україна належить до територій з частими та інтенсивними посухами, які суттєво знижують продуктивність пшениці. Стійкість пшениці проти посухи належить до важливих чинників формування врожаю [2, 10, 12]. Дефіцит води і високі температури інгібують фотосинтез, спричиняють деградацію фотосистеми II, пігментів, порушують розвиток репродуктивних органів, зменшують життєздатність пилку [8, 12]. За несприятливих умов головну регуляторну роль виконують цитокініни [5, 7, 11]. Вони контролюють формування хлоропластів, синтез фотосинтетичних пігментів, розвиток компонентів мембрани, затримують старіння листків і хлоропластів [6, 11]. Використання екзогенних цитокінінів допомагає підтримувати ендогенний вміст фітогормонів, щоб забезпечити адаптацію рослин до стресів, регуляцію

продихового опору [2, 4]. Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що обробка цитокініном БАП рослин пшениці ярої, ячменю і вівса у фазі виходу в трубку підвищувала їх продуктивність в умовах природної посухи, затримувала деградацію пігментного комплексу і старіння листків [1, 3]. Однак ярі зернові з коротким вегетаційним періодом відзначаються низькою врожайністю. Підвищення продуктивності пшениці озимої – головної зернової культури в Україні залишається актуальною проблемою біологічної науки.

**Мета досліджень** – вивчення впливу екзогенного цитокініну БАП на формування продуктивності озимої пшениці в умовах природної посухи.

**Матеріал і методика досліджень.** Польові дослідження проводили 2010-2012 років у стаціонарному досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН» у Правобережному Лісостепу України. Грунт темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. Об'єктом вивчення був сорт пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) Столична лісостепова екотипу. Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони. Температуру і вологість повітря від виходу рослин у трубку до молочної стиглості зерна протягом 2010-2012 р. визначали за даними Гідрометцентру України. Посуху з високою температурою повітря і ґрунту спостерігали у всі роки проведення дослідів. У період цвітіння-наливу зерна в полуденні години вони перевищували 40° С. Відносна вологість у шарі ґрунту 30 см під час формування зерна знижувалась до 20-30%. Обробку рослин пшениці розчином БАП у концентрації 10<sup>-4</sup> М проводили обприскуванням листків у фазі виходу в трубку. Визначення вмісту пігментів у прапорцевих листках проводили після екстракції у 96%-ному етанолі за методом Ліхтенталера [9], а кількість розраховували на масу сухої речовини. Повторність дослідів триразова. Масову частку сухої речовини та вміст води визначали після висушування матеріалу при температурі 100-105° С до постійної маси. Після дозрівання врожаю з врахуванням не менше 50 рослин аналізували його структуру. Результати оброблені статистично з використанням критерію Стюдента (p≤0,05).

Отримані результати статистично опрацьовували за допомогою програмного пакету Microsoft Excel.

**Результати досліджень.** Водний статус рослин пшениці вивчали за динамікою вмісту води в прапорцевих листках пшениці від виходу рослин у трубку до фази воскової стиглості зерна (рис.1). В контрольному варіанті вміст води в прапорцевому листку до фази молочної стиглості зерна зменшувався до 60%, що є критичним для життєздатності клітин і свідчить про старіння листкової пластинки за умов природної посухи. Після обробки рослин пшениці БАП у фазі виходу в трубку

**Рис.1. Вміст води в прапорцевих листках пшениці сорту Столична за умов природної посухи та обробки БАП; фаза 1-вихід в трубку, 2- колосіння, 3- цвітіння, 4- формування зернівки, 5 - наливу зерна, 6- молочної стиглості, 7-тістоподібної, 8-воскової стиглості.**

зниження вмісту води в листках було повільнішим, ніж у контролі і підтримувалось на рівні 70% і вище до воскової стиглості зерна, що свідчить про затримку процесів старіння і деструкції клітин. Встановлено, що після дії БАП у листках пшениці збільшувався вміст хлорофілу а і зберігався на вищому, ніж у контролі рівні до фази молочної стиглості зерна (рис.2). Вміст хлорофілу б збільшувався відразу після дії БАП у фазі виходу в трубку, однак у фазах цвітіння і початку формування зерна падав до рівня контролю за дії природної посухи. У фазі молочної стиглості зерна вміст хлорофілу б у листках рослин контрольного варіанта порівняно із значеннями у фазі наливу зерна зменшився на 40%. У цей же період в оброблених БАП рослин пшениці вміст хлорофілу б порівняно з попередньою фазою збільшувався на 30%. Сумарний вміст

хлорофілів після обробки рослин пшениці БАП був вищим порівняно з контролем протягом періоду від виходу в трубку до молочної стиглості зерна. У фазі молочної стиглості зерна кількість хлорофілу в листках рослин контрольного варіанта зменшувалась, а за обробки рослин БАП зростала, що зумовлено затримкою процесів старіння та деградації

А

Б

В

**Рис.2. Вплив природної посухи і БАП на вміст хлорофілу в прапорцевих листках пшениці озимої сорту Столична А – хлорофіл а, Б – хлорофіл b, В – хлорофілів a+b; фаза 1 – виходу в трубку, 2 – колосіння, 3 – цвітіння, 4 – наливу зерна, 5 – молочної стиглості.**

пігментного комплексу. У загальному вміст найбільш було хлорофілу, а однак чутливішим до умов посухи виявився хлорофіл b, який входить до складу фотосистеми II. Кількість протохлорофілу в листках рослин пшениці сорту Столична в контролі не змінювалась від виходу рослин в трубку до наливу зерна, що свідчить про посухостійкість сорту. Зростання вмісту протохлорофілу за дії БАП спостерігали у фазі виходу в трубку (рис.3, А). У період колосіння, цвітіння і наливу зерна вміст протохлорофілу в прапорцевих листках за дії БАП знижувався до рівня контролю і нижче, однак у фазі молочної стиглості зерна знову зростав на 30%. У контрольному варіанті у цей

період виявлено зменшення його вмісту на 25%, що свідчить про прискорення старіння листкової пластинки. Вміст каротиноїдів у листках рослин пшениці в контролі у фазі цвітіння зменшився і це тривало до фази молочної стиглості зерна (рис. 3, Б). Обробка рослин БАП сприяла збільшенню вмісту каротиноїдів у фазі колосіння і в подальшому їх кількість у прапорцевих листках продовжувала зростати. Найбільша кількість каротиноїдів після обробки рослин БАП виявлена у фазі наливу зерна.

А

Б

**Рис.3. Вплив БАП на вміст протохлорофілів (А) каротиноїдів (Б) у прапорцевих листках пшениці сорту Столична за дії природної посухи фаза 1-вихід в трубку, 2- колосіння, 3- цвітіння, 4- налив зерна, 5- молочна стиглість.**

У фазі наливу зерна вміст каротиноїдів у листках за дії БАП був вдвічі більшим, ніж на контролі. Найбільше їх зростання спостерігали за дії БАП під час наливу зерна.

Затримка старіння клітин прапорцевого листка позитивно впливала на забезпечення зернівки фотоасимілятами. Встановлено, що у рослин, оброблених БАП, наростання сирої маси зерна збільшувалось після фази молочної стиглості порівняно з відповідними значеннями контрольного варіанта (рис.4, А). Наростання сухої маси зерна за дії БАП відзначали з фази молочної до воскової стиглості (рис.4, Б). Стимуляція наростання маси зерна у рослин пшениці сорту Столична після дії БАП зумовлена кращим забезпеченням фотоасимілятами за рахунок подовження функціонування пігментного комплексу, створення запасів асимілятів, що сприяло збільшенню маси зернівок.

А

Б

**Рис. 4. Дія БАП на наростання сирії (А) та сухої (Б) маси зернівки у пшениці сорту Столична. Фаза 1-формування зернівки, 2,3- налив зерна, 4 - молочна, 5 - тістоподібна, 6,7-воскова стиглість.**

Дія БАП на процеси макроморфогенезу в період продовження росту міжвузлів та листків спричинила достовірне збільшення висоти рослин (таблиця). Виявлено також зростання довжини прапорцевого листка, кількості зернин у колосі і маси 1000 зерен на 8,4 г. Врожайність зерна після обробки рослин пшениці БАП у фазі виходу в трубку збільшувалась на 4,5 ц/га. Зростання довжини колоса було незначним, а кількість колосків у колосі у рослин контрольного та дослідного варіантів практично не відрізнялась, що свідчить про стимулюючий вплив БАП на процеси росту пагона і листків. БАП у критичній фазі виходу в трубку стимулювала ростові процеси, що збільшило площу асиміляційної поверхні листків. Збільшення висоти рослин відбувалось за рахунок росту верхніх міжвузлів, які слугують не лише для утримання колоса, але й для запасання фотоасимілятів і використання їх у період наливу зерна. Зростання кількості зерен в колосі зумовлене покращенням забезпечення колоса асимілятатами.

**Вплив БАП на макроморфогенез та продуктивність рослин озимої пшениці сорту Столична за умов природної посухи**

Варіант	Висота рослин, см	Довж. прапорця евого листка, см	Довжина колоса, см	К-сть зерен у колосі, шт	Маса 1000 зерен, г	Врожайність, ц/га
Контроль	83,8±0,5	16,5±0,5	8,2±0,2	37±1	44,7±0,1	54,7±0,2
БАП	92,2±0,9	22,0±0,6	8,9±0,2	45±2	53,1±0,2	59,2±0,3

Захисна роль екзогенних ароматичних цитокінінів за дії стресових чинників середовища продемонстрована на прикладі різних видів рослин і обумовлюється затримкою деградації фотосинтетичного апарату, стимуляцією біосинтезу хлорофілу [6,7]. Отримані нами результати свідчать, що використання екзогенних цитокінінів зменшує негативну дію природної посухи і підвищує продуктивність рослин озимої пшениці за несприятливих умов навколишнього середовища.

**Висновки.** 1. Екзогенний БАП за дії на рослини пшениці озимої у фазі виходу в трубку стимулював ростові процеси, підвищував стійкість рослин озимої пшениці проти природної посухи. 2. Фізіологічна дія БАП на рослини пшениці сорту Столична полягала у затримуванні деградації пігментного комплексу, підвищенні вмісту хлорофілу і каротиноїдів, сприянні формуванню зернівок, збільшенні їх кількості в колосі, що забезпечувало реалізацію потенційної продуктивності сорту. 3. Урожайність пшениці озимої сорту Столична після одноразової обробки рослин БАП у фазі виходу в трубку підвищувалась на 4,5 ц/га і масу 1000 зерен – на 8,4 г.

**Список літератури.**

1. Жук В.В. Використання аналога природних цитокінінів для зменшення негативної дії дефіциту води на продуктивність зернових. / В.В. Жук, М.М. Мусієнко // Агроекологічний журнал. – 2011. – Спецвипуск. – С. 60-62.
2. Регуляторы роста растений: внутриклеточная сигнализация и применение в аграрном производстве / В.С. Кравецъ, Я.С. Колесников, В.В. Кузнецов и др. // Физиология растений. – 2008. – Т.55, №4. – С. 629-640.
3. Мусієнко М.М. Вплив екзогенного цитокініну на стійкість пшениці за умов посухи. / М.М. Мусієнко, В.В. Жук // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 3 (695) – С. 34 –36.
4. Мусієнко М.М. Молекулярні механізми індукції захисних реакцій рослин в умовах посухи / М.М. Мусієнко, І.В. Жук // Український ботанічний журнал. – 2009. – Т.66, №4. – С. 580 – 595.
5. Чернядьев И.И. Фотосинтез растений в условиях водного стресса и протекторное влияние цитокининов / И.И. Чернядьев // Прикл. биохимия и микробиол. – 1997. – Т.33, №1. – С. 5–17.
6. Чернядьев И.И. Фотосинтез и цитокинины / И.И. Чернядьев // Прикладн.биох. и микробиол. – 1993. – Т.29, №5. – С.644-675.
7. Chernyad'ev I. I. The protective action of cytokinins on the photosynthetic machinery and productivity of plants under stress / I.I. Chernyad'ev // Appl. Biochem. Microbiol. – 2009. – Vol. 45, N. 4. – P. 351–362.
8. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition / C.A. Jaleel, P. Manivannan, A. Wahid [et al.] // Int. J. Agric. Biol. – 2009. – Vol. 11. – P.100–105.
9. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes / H.K. Lichtenthaler // Methods Enzymol. – 1987. – Vol.148. – P.350-382.
10. Lichtenthaler H.K. Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants / H.K. Lichtenthaler // J. Plant Physiol. – 1996. – Vol.148. – P.4-14.
11. Pospisilova J. Cytokinins and water stress / J. Pospisilova, H. Synkova, J. Rulkova // Biol. Plant. – 2000. – Vol. 43, N.3. – P. 321-328.



12. Yordanov I. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance / I. Yordanov, V. Velikova, T. Tsonev // *Photosynthetica*. – 2000. – Vol. 38, N.1. – P. 171-186.

**Влияние цитокинина на продуктивность озимой пшеницы в условиях природной засухи**

*Мусиенко Н.Н., Жук В.В., Бацманова Л.М.*

Исследовано действие экзогенного цитокинина на устойчивость растений озимой пшеницы сорта Столичная к условиям природной засухи. Установлено, что обработка растений в фазе выхода в трубку стимулировала ростовые процессы, задерживала старение пигментного комплекса, повышала массу зерновки, увеличивала количество зерен в колосе, повышала продуктивность растений в неблагоприятных условиях окружающей среды.

*Ключевые слова: пшеница, засуха, цитокинин, продуктивность.*

**The effect of cytokinin on winter wheat productivity under natural drought conditions**

*Mysienko M.M., Zhuk V.V., L.M. Batsmanova*

The effect of exogenous cytokinin on winter wheat variety Stolychna drought tolerance was studied. It was established that treatment of plants in booting phase stimulated growth processes, delayed pigment complex senescence, increased grain weight, grain quantity in ear, plant productivity under unfavorable environmental conditions.

*Key words: wheat, drought, cytokinin, productivity.*