

УДК 581.1:574.82:14:143:633.15

Мамчур О.В., к.с.-г.н., інженер, (oksanamamczur@mail.ru)[©]

Львівський національний університет імені Івана Франка

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗА ВПЛИВУ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Проведено дослідження дії регуляторів росту Зеастимуліну та Емістиму С і рівнів ґрунтового удобрення стосовно фізіологічних особливостей формування продуктивності рослин кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна на сірих лісових поверхнево-оглеєних ґрунтах західного Лісостепу. Встановлено, що за дії Зеастимуліну та Емістиму С у листках рослин кукурудзи нагромаджується більше пігментів фотосинтезу та знижується вміст водорозчинних цукрів, особливо за умов достатнього рівня ґрунтового удобрення, що свідчить про значну функціональну активність фотосинтетичного апарату і позитивні зміни у донорно-акцепторних зв'язках між органами рослин, що на фоні достатнього та оптимального рівня ґрунтового удобрення призводить до підвищення врожаю зеленої маси та покращення його якості.

Ключові слова: кукурудза, продуктивність, регулятори росту рослин, пігменти фотосинтезу, водорозчинні цукри

Вступ. Одним із пріоритетних завдань сучасної фітофізіології є дослідження комплексу взаємовідносин між змінами оточуючого середовища та динамікою метаболізму рослин, що є визначальним як для їхнього виживання в природних умовах, так і для отримання високих врожаїв [2].

Новим елементом аграрних технологій для оптимізації та підвищення врожайності сільськогосподарських культур є використання регуляторів росту рослин, які також сприяють підвищенню урожайності і в той же час є екологічно безпечними для навколишнього середовища і здоров'я людини [1].

Серед низки закордонних і вітчизняних препаратів з рістстимулювальною дією вирізняються регулятори росту, зокрема, Зеастимулін та Емістим С. Їхні переваги полягають у тому, що вони не вимагають спеціально розробленої технології, знижують, або й усувають негативний вплив пестицидів, створюють передумови для одержання екологічно чистої продукції, мають низьку собівартість та високу окупність [10, 11, 14, 17].

Фактична продуктивність сільськогосподарських культур в конкретних умовах важко піддається теоретичному прогнозуванню, оскільки залежить від значного числа екзо- та ендогенних чинників. Саме тому для розробки та вдосконалення технологічних прийомів вирощування поряд із пошуком шляхів ресурсозбереження, важливим залишається з'ясування фізіолого-біохімічних

особливостей формування її продуктивності в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні.

Тому вивчення комплексу чинників, що визначають продуктивність кукурудзи та застосування регуляторів росту нового покоління як елементів технологій вирощування, з врахуванням економічної ефективності в умовах західного Лісостепу України на ясно-сірих поверхнево-оглеєних ґрунтах є актуальним.

Саме тому метою роботи було з'ясування фізіолого-біохімічних особливостей формування продуктивності кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна в умовах західного Лісостепу України залежно від рівня ґрунтового удобрення та дії регуляторів росту рослин Зеастимуліну та Емістиму С.

Матеріал і методи. Польові дослідження проводили протягом 2000 – 2002 рр. на ясно-сірому опідзоленому поверхнево-оглеєному ґрунті стаціонарного польового дослідження "Вплив довготривалого застосування органічних, мінеральних і вапнякових добрив у сівозміні на родючість ясно-сірих лісових ґрунтів, врожай та якість сільськогосподарських культур" Інституту землеробства і тваринництва західного регіону УААН. Для досліджень було відібрано п'ять варіантів з різним рівнем удобрення: без добрив (контроль), органічна (40 т гною на гектар), органо-мінеральна (40 т гною на гектар + $N_{60}P_{45}K_{45}$), мінерально-органічна (40 т гною на гектар + $N_{120}P_{90}K_{90}$) та мінеральна ($N_{120}P_{90}K_{90}$) системи ґрунтового удобрення.

У роки досліджень проходила шоста ротація сівозміни. Загальна площа ділянки – 168 м², облікової – 100 м². Попередник – озима пшениця. Посів широкорядний з міжряддями 70 см на глибину 5–6 см. Сівбу проводили наприкінці квітня – початку травня за оптимальної температури ґрунту (8 – 10 °С) і достатній його вологості. Норма висіву 80 тис. насінин на гектар з наступним формуванням густоти рослин 70 – 75 тис./га. Обробіток ґрунту та догляд за посівами проводили згідно загальноприйнятої агротехніки.

Для обробки насіння кукурудзи використовували регулятори росту рослин Зеастимулін (20 мл/т) та Емістим С (20 мл/т). Застосування регуляторів росту Зеастимуліну та Емістиму С здійснювали згідно рекомендацій виробника, використовуючи передпосівне замочування насіння. Контролем слугували рослини, вирощені із намоченого у воді необробленого насіння. Робочі розчини регуляторів росту готували у день обробки. Концентрація препаратів відповідає об'ємному розведенню.

У листках кукурудзи впродовж вегетації визначали: вміст хлорофілів та каротиноїдів спектрофотометрично, водорозчинних цукрів – за методом Дюбуа [3].

Врожай зеленої маси обліковували шляхом зважування всіх рослин з кількох несуміжних частин ділянки, збір врожаю зеленої маси проводили наприкінці серпня – початку вересня і виражали у центнерах з гектара. Визначали структуру врожаю кукурудзи, зібраної на силос, вираховуючи частку качанів, листків та стебел у зеленій масі.

Польові дослідження виконано протягом трьох років у триразовій повторності. Біохімічні дослідження проводили у триразовій біологічній та триразовій аналітичній повторностях. Визначали середнє арифметичне, стандартну похибку. Достовірність різниці між варіантами оцінювали за критерієм Стюдента, використовуючи 5% рівень значущості. Статистичну обробку даних врожаю проводили за загальноприйнятими методиками [3].

Результати дослідження.

Важлива роль у виявленні ефектів дії певних добрив чи фізіологічно активних речовин на процеси формування продуктивності рослин належить кількісним показникам росту і розвитку, зокрема, росту рослин у висоту та нагромадження ними маси [6]. Нами відмічено різке зростання темпів нагромадження маси рослинами кукурудзи за дії регуляторів росту, особливо у варіантах з удобренням, і значну різницю маси оброблених та контрольних рослин наприкінці вегетації. Найбільшу масу наприкінці вегетації мали рослини варіантів органо-мінеральної системи за обробки Емістимом С та мінеральної системи живлення за обробки Зеастимуліном.

Активний ріст рослин кукурудзи за дії регуляторів росту рослин та умов оптимального живлення може відбуватися за рахунок пришвидшення росту клітин розтягом у поздовжньому та ізодіаметричному напрямках, що специфічно активується ауксинподібними складовими Зеастимуліну та Емістиму С [11]. Також пришвидшення темпів росту рослин кукурудзи можна пояснити захисною дією цитокінінподібних речовин у їх складі, оскільки, як відомо, обробка екзогенними цитокінінами підвищує стійкість рослин [1, 2].

Базовим процесом у життєдіяльності рослини, у формуванні нею врожаю є фотосинтез. Відомо, що рівень мінерального живлення теж має значний вплив на формування, структуру та активність фотосинтетичного апарату рослин, про що свідчить зростання вмісту фотосинтетичних пігментів [7, 9]. У польових умовах ми досліджували динаміку вмісту хлорофілів у листках кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна впродовж вегетації.

Нами виявлено, що вміст хлорофілів із віком рослин зростає. Обробка рослин кукурудзи Зеастимуліном та Емістимом С викликає додаткове активування біосинтезу та нагромадження хлорофілу *a* та хлорофілу *b* у листках рослин кукурудзи, особливо за дії мінеральної та органо-мінеральної системи ґрунтового удобрення.

Вміст хлорофілу *a* за дії регуляторів росту у варіантах з удобренням є вищим вже у молодих, 15 добових рослин і підтримується на достатньо високому рівні впродовж вегетації, що свідчить про ефективне функціонування фотосинтетичної системи (рис 1.). Очевидно, що вміст хлорофілів найбільше залежить від рівня азотного живлення.

Вміст хлорофілу *b* виявився менш чутливим до умов ґрунтового живлення та впливу регуляторів росту. Варто відмітити деяке збільшення його вмісту у 36-добових рослин за дії Емістиму С у варіантах мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення (рис 2.).

Встановлений нами мінімальний вміст хлорофілу *a* та хлорофілу *b* у контрольному варіанті без добрив та регуляторів росту можна пояснити несприятливими умовами живлення рослин цього варіанту (високий вміст рухомого алюмінію, низька кислотність ґрунту). Дефіцит азоту та інших мінеральних елементів й спричиняє порушення біосинтезу пігментів та низький рівень їх нагромадження.

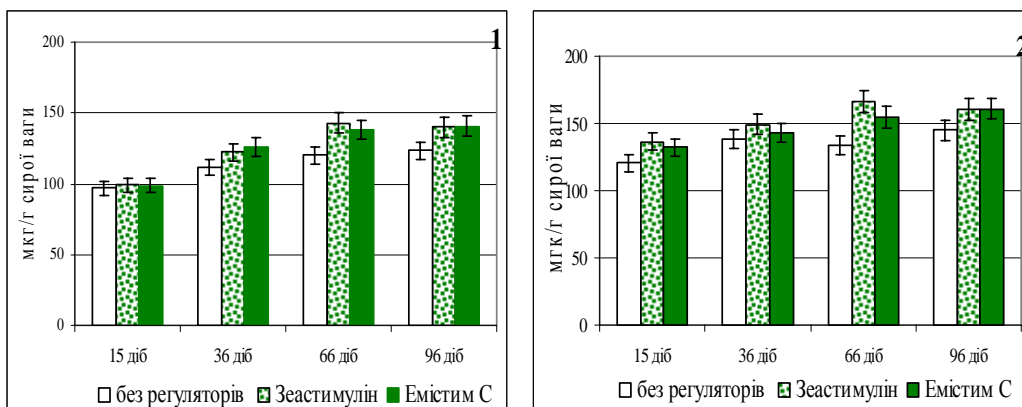


Рис. 1. Вміст хлорофілу *a* у листках рослин кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна (мкг/г маси сирої речовини) впродовж вегетації: 1 – контроль (без добрив); 2 – органо-мінеральна система удобрення.

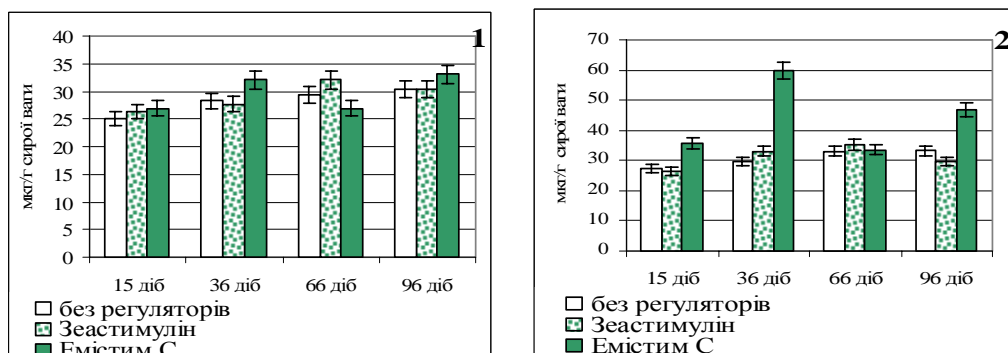


Рис. 2. Вміст хлорофілу *b* у листках рослин кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна (мкг/г маси сирої речовини) впродовж вегетації: 1 – контроль (без добрив); 2 – мінеральна система удобрення.

Загалом зростання вмісту фотосинтетичних пігментів у рослинах кукурудзи за дії Зеастимуліну та Емістиму С можна пояснити стабілізацією фотосинтетичної активності хлоропласта та активуванням біосинтезу молекул пігментів [15].

В онтогенезі рослин існують тісні корелятивні зв'язки між інтенсивністю росту, вмістом хлорофілів, крохмалю, цукрів – загалом усіх фотосинтетичних асимілятів, та їх відтоком до атрагуючих центрів [13, 18-21]. Тому, паралельно із визначенням вмісту пігментів, ми визначали динаміку вмісту розчинних цукрів у листках рослин кукурудзи.

Наші результати засвідчують, що характер зміни вмісту цукрів у листках кукурудзи залежить від рівня живлення рослин. За несприятливих умов рівень сахарози у листках є суттєво вищим, а вміст фотосинтетичних пігментів – нижчий, ніж за умов оптимального рівня ґрунтового удобрення. Дія Зеастимуліну та Емістиму С виявлялася у деякому підвищенні вмісту водорозчинних цукрів у всіх варіантах досліду (рис.3). Це може свідчити про функціональність донорно-акцепторних зв'язків у цих рослин у другій половині вегетації, спричинену як оптимальним рівнем удобрення, так і впливом Зеастимуліну та Емістиму С та посиленням транспортування асимілятів з листків до атрагуючих центрів рослини [4, 5].

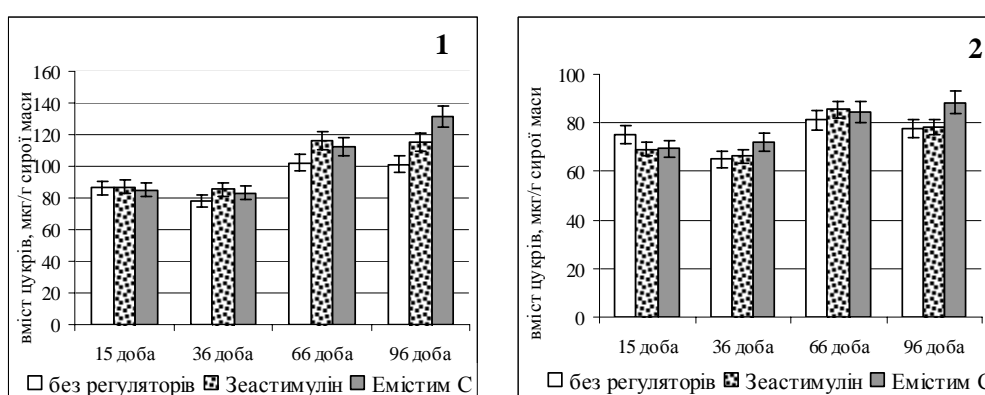


Рис. 3. Вміст водорозчинних цукрів у листках рослин кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна (мкг/г маси сирової речовини) впродовж вегетації : 1 – контроль (без добрив); 2 – мінерально-органічна система удобрення.

За впливу удобрення змінюється структура врожаю, що є наслідком збільшеної доступності поживних речовин, активування метаболізму процесів та зміни донорно-акцепторних відносин у рослинах [8, 12]. Зростання частки стебел та качанів вказує на посилення фотосинтетичної діяльності листків, функціонування кореневої системи і транспортування асимілятів до стебел та качанів. Нами виявлено зменшення частки листків у загальній зеленій масі рослини у варіантах з органічною (на 9,5 та 6,7% відповідно) та мінерально-органічною системами удобрення (на 22 та 13% відповідно) за дії Зеастимуліну та Емістиму С, що свідчить про додаткове активування метаболічних процесів. (рис 4.). За умов мінеральної системи ґрунтового удобрення частка листків у

структурі зеленої маси кукурудзи зменшувалася порівняно із контролем (без добрив) на 18,5% і незначно змінювалася за дії регуляторів росту.



Рис. 4. Структура врожаю зеленої маси кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна, масова частка, %.

БР – без добрив, ЗС – Зеастимулін, 20 мл/т, ЕС – Емістим, 20 мл/т.

1 – контроль (без добрив); 2 – органічна система удобрення; 3 – мінерально-органічна система удобрення; 4 – органо-мінеральна система удобрення; 5 – мінеральна система удобрення.

Наші дані узгоджуються з даними літератури [2, 8, 17], в яких повідомляється, що дія аналогів фітогормонів у більшості випадків посилюється при внесенні добрив.

Кількісним виявом продуктивності рослини є величина врожаю. Нами проаналізована врожайність зеленої маси кукурудзи за дії регуляторів росту Зеастимуліну та Емістиму С та різного рівня ґрунтового удобрення у польових умовах. Виявлено, що застосування лише систем удобрення спричиняє істотне підвищення врожайності зеленої маси, оскільки кукурудза – культура, що добре реагує на достатній та оптимальний рівень ґрунтового забезпечення. Проте найефективнішою в наших умовах виявилася дія Зеастимуліну на фоні мінеральної та мінерально-органічної систем удобрення. Найвищий врожай отримано у варіанті з мінерально-органічної системою удобрення 885 ц/га. Урожай кукурудзи у варіанті без добрив за обробки Зеастимуліном був найнижчим і становив 173 ц/га, що майже удвічі перевищує врожайність контрольного варіанту без добрив та без застосування регуляторів (рис 5).

Найвищий урожай зеленої маси кукурудзи за впливу Емістиму С отримано також у варіанті з мінерально-органічної системою удобрення, де він

складав 720 ц/га. Найнижчу урожайність відмічено у варіанті без добрив, де за впливу Емістиму С вона становила 156 ц/га проти 78 ц/га у контролі.

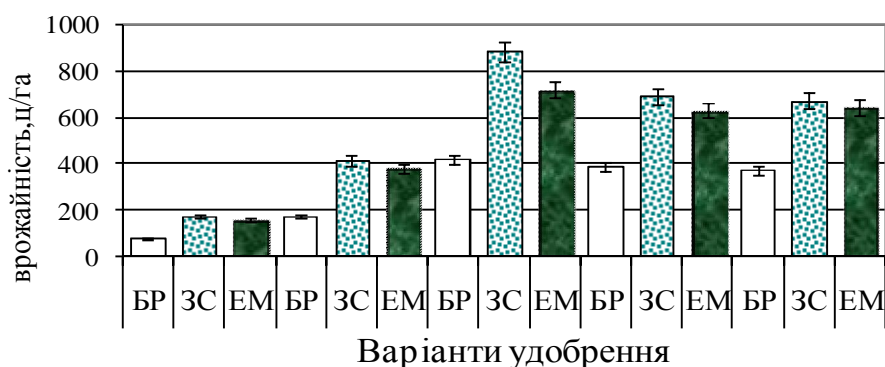


Рис. 5. Врожайність зеленої маси кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна за дії Зеастимуліну, Емістиму С і різного рівня ґрунтового удобрення (ц/га, середнє за 3 роки, позначення, як на рис.4.).

Відомо, що локалізація атрагуючих центрів у рослинному організмі, згідно теорії гормональної регуляції рослин, пов'язана з гормональним статусом рослини та його генетичною детермінацією [2, 7, 19, 20, 22]. Завдяки наявним у складі застосованих нами регуляторів росту низки фізіологічно активних речовин, зокрема, із ауксиновим та цитокініновим типом активності, Зеастимулін та Емістим С впливали на фітогормональний баланс рослин кукурудзи сорту Закарпатська жовта зубовидна, спричиняючи зміни у їх донорно-акцепторних зв'язках та інтенсифікуючи процеси формування врожаю. Водночас, Зеастимулін та Емістим С здатні опосередковано впливати на ґрунтові умови живлення завдяки взаємодії своїх активних компонентів з біотою ґрунту.

Загалом з фізіологічної точки зору високий врожай зумовлений оптимальним рівнем агроекологічних факторів, наявністю сортів з високим потенціалом продуктивності і просторово-часовою взаємодією агроекологічних чинників із рослинами.

Висновки:

Регулятори росту Зеастимулін та Емістим С призводять до активного нагромадження листками рослин кукурудзи впродовж вегетації фотосинтетичних пігментів (на 12-24%) і низького вмісту в них водорозчинних цукрів (на 9-17,5%), що свідчить про функціональну активність фотосинтетичного апарату і позитивні зміни у донорно-акцепторних зв'язках між органами рослин кукурудзи.

За дії Зеастимуліну та Емістиму С виявлено зменшення частки листків у загальній зеленій масі рослини (9-18% та 10-22% відповідно), що свідчить про

додаткове активування метаболічних процесів рослин кукурудзи, особливо за органічної та мінерально-органічної систем удобрення, де частка листків у валовій зеленій масі була найменшою.

Найвищу врожайність зеленої маси кукурудзи (885 ц/га) забезпечує обробка рослин кукурудзи Зеастимуліном на фоні повної органо-мінеральної системи удобрення.

Література

1. Біологічно активні речовини в рослинництві / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк – ЗАТ Нічлава, 2008. – 352 с.
2. Деева В.П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П.Деева. - Минск: Белорус. наука, 2008. – 133 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. Киризий Д. А. Роль акцепторов ассимилятов в регуляции фотосинтеза и распределения углерода в растении / Д. А. Киризий // Физиология и биохимия культур. растений. — 2003. — Т. 35. — № 5. — С. 382–391.
5. Киризий Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Д. А. Киризий. – К. : Логос, 2004. – 192 с.
6. Корневое минеральное питание и продуктивность растений / ред. А. Д. Хоменко. – К. : Наук. думка, 1976. – 205 с.
7. Мокроносов А. Т. Интеграция функций роста и фотосинтеза / А. Т. Мокроносов // Рост растений и его регуляция: генетические и физиологические аспекты [под ред В. И. Кефели, С. И. Тома.]. – Кишинев : ШТИИИИЦА, 1985. – С. 183–198.
8. Моргун В. В. Фізіологічні основи високих урожаїв у пшениці / В. В. Моргун, В. В. Швартау, Д. А. Кірізій // Физиол. и биохим. культ. раст. –2008.– Т 40. – № 6.– С. 463–479.
9. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А. А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М. : Наука, 1972. – С. 511.
10. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений на основе N-оксидов производных пиридина (физико-химические свойства и биологическая активность) / С. П. Пономаренко. – Київ : Техніка. – 1999. – 272 с.
11. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009 / С. П. Пономаренко // Посібник українського хлібороба : Наук.-виробн. щорічник. – К. : Академпрес, 2009 – С. 102–106.
12. Растения в экстремальных условиях минерального питания: эколого-физиологические исследования / [под ред. М. Я. Школьника.] – Л. : Наука., – 177 с.
13. Сиваш О. О. Цукри як ключова ланка в регуляції метаболізму фотосинтезуючих клітин / О. О. Сиваш, Н. Ф. Михайленко, О. К. Золотарьова // Укр.бот. журн. – 2001. – Т. 58. – № 1. – С. 121–127.

14. Терек О. І. Ріст рослин та використання регуляторів росту в сільському господарстві / О. І. Терек, Н. Д. Романюк // Сільський господар. – 1999. – № 1-2. – С. 6–7.
15. Чиков В. Н. Эволюция представлений о связи фотосинтеза и продуктивности растений / В.Н. Чиков // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – №1. – С. 140–154.
16. Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і фізіологічна продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Т. М. Шадчина, Б. І. Гуляев, Д. А. Кірізій [та ін.] – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – 384 с.
17. Швайківський Б. Я. Регулятори росту рослин – ефективний засіб підвищення продукції сільськогосподарських культур / Б. Я. Швайківський, В. І. Лопушняк, Р. Г. Киричук // Сільський господар. – 2000. – №5-6. – С. 3–4.
18. Barbier-Brygoo H., Miller P., Mathieu L. Ionic contents of sugar and fodder beets in relation to sucrose accumulation. // IRR, 50 Congr.d`hiver: P, K, Na, Brussels 11-12 fev. 1987. – P. 1–23.
19. Hole C. C., McKee J. M. T. Changes in soluble carbohydrate levels and associated enzymes in field grown carrots // J. of Horticultural Science. – 1988. – V. 63. – P.87–93.
20. Nakano H. Relationship between the suppression of photosynthesis and starch accumulation in the pod-removed bean / H. Nakano, A. Makino, T. Mae // Aust. J. Plant Physiol. – 2000. – 27. – № 2. – P. 167–173.
21. Paul M. J., Pellny T. K. Carbon metabolite feedback regulation of leaf photosynthesis and development // J. Exp. Bot. – 2003. – V. 54. – № 382. – P. 495–501.
22. Plant phytohormones: Biosynthesis, signal transduction, action! / Ed. P. J. Davies. Kluwer academic publishers, 3rd edition, 2004. – 750 p.

Summary

Mamchur O.V.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CORN PRODUCTIVITY FOR INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS.

A study of plant growth regulators Zeastymulin Emistim C and levels of soil fertilization in relation the physiological features of forming productivity for maize varieties Transcarpathian yellow tooth-shaped on gray forest surface-gley soils of the western steppes. Determined, that the action of Zeastymulin and Emistim C in leaves of maize plants piled more photosynthetic pigments and soluble sugar content decreased, especially in sufficient soil fertilization, indicating significant functional activity of photosynthetic system and positive changes in donor-acceptor relations between parts of plants on the background of sufficient and optimal soil fertilizer increases the yield of green mass and improve its quality.

Key words: corn, productivity, plant growth regulators, photosynthetic pigments, sugar content decreased

Рецензент – д.с.-г.н., професор Півторак Я.І