

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА ПОГОДНИХ УМОВ

ГОВЕНЬКО Р.В. – аспірант

orcid.org/0000-0002-9702-0301

Національний університет біоресурсів і природокористування України

АНТАЛ Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-6225-9347

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Одним із найбільш вагомих чинників інтенсифікації виробництва зерна кукурудзи є добрива. Проте застосування лише традиційних мінеральних добрив є недостатнім, адже велика потреба рослин у мікроелементах, ринок яких на даний момент стрімко розвивається, адже вміст доступних форм мікроелементів у ґрунтах зменшується. Ця потреба обумовлена і тим, що у виробництві вирощуються переважно нові гібриди інтенсивного типу, високопродуктивні, які вимагають підвищених норм добрив та комплексного забезпечення макро – та мікроелементами [13; 22; 25].

Кукурудза, на відміну від інших зернових культур, потребує підвищеного мінерального живлення, що пов'язано, насамперед, з довготривалим вегетаційним періодом та здатністю рослин засвоювати поживні речовини майже до самого завершення дозрівання зерна [8; 10; 23].

Потреба кукурудзи в основних елементах живлення за зонами вирощування в Україні є далеко неоднаковою та суттєво залежить від ґрунтових і погодних умов, прийомів агротехніки та цілого ряду інших факторів. Насамперед, кукурудза дуже добре реагує на внесення азотних добрив [1; 2; 5].

У формуванні врожаю різних сільськогосподарських культур основна роль серед елементів мінерального живлення рослин належить азоту, водночас засвоєння та реалізація азотних добрив значною мірою визначається метеорологічними умовами [27].

Так, якщо від внесення відносно невеликих доз азоту в середньому за кілька років урожайність кукурудзи може зростати лише на 10%, то в роки із сприятливими умовами вологозабезпечення приріст врожаю може становити 50% і більше [29]. За результатами досліджень, проведених в Правобережному Лісостепу, встановлена ефективність різних форм азотних добрив на посівах ріпаку ярого та отримано істотний приріст врожаю насіння по відношенню до абсолютного контролю, рівень якого різнився залежно від гібриду та року досліджень. Менш ефективним серед форм азотних добрив виявився варіант застосування карбаміду у підживленні, що обумовлено втратами азоту за високих температур, які можуть становити від 4 до 10% [17; 18; 26].

Кукурудза на старті потребує лише 25% потрібного їй азоту [33]. Потреба у цьому елементі живлення стрімко зростає після настання фази 10 листка. Як засвідчують результати досліджень останніх років, здійснені як у Північній Америці, так і в Україні впродовж останніх років, високу ефективність забезпечує пролонговане азотне живлення цієї культури [7; 34].

Досліджено, що на початкових фазах росту засвоєння азоту є незначним (3–5%). Зменшення засвоєння азоту, викликане низькими температурами навесні, спричинює пожовтіння рослин і гальмування їх росту. Інтенсивніше азот надходить в рослину, починаючи з фази 6–8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2–3% азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків на качанах засвоюється приблизно 85% загальної кількості азоту [32].

Господаренко Г. М. та ін., відмічають, що у сприятливі за погодними умовами роки фактори погоди та азоту об'єднуються, забезпечуючи високий рівень урожайності. Однак, у посушливі роки погода істотно обмежує реакцію кукурудзи на застосування азоту. Саме тому для досягнення високої врожайності кукурудзи, критично важливо підтримувати достатній рівень азоту упродовж ключових фаз росту та розвитку культури. У цьому плані внесення азоту в декілька прийомів оптимізує живлення рослин і знижує непродуктивні втрати, забезпечує зростання показників індивідуальної продуктивності та урожайності зерна [3; 19].

Кукурудза, за результатами наукових досліджень Д. Шпаара, має високу потребу в забезпеченні мікроелементами цинк і марганець та середню – мідь і бор. Встановлено, що кукурудза в процесі вегетації поглинає значну кількість мікроелементів: до 80 г/га марганцю, 350–400 г/га цинку, близько 70 г/га бору та 50–60 г/га міді. Отже, за певних умов може виникнути необхідність підживлення посівів кукурудзи сучасними добривами, що містять ці елементи [24].

На ранніх фазах росту і розвитку рослини кукурудзи через слаборозвинену кореневу систему страждають як від нестачі фосфору, так і марганцю і цинку. У фазі інтенсивного росту рослин кукурудзи потреба в цих елементах висока, оскільки вони активізують ферментативну діяльність [6; 30; 36].

Бор особливо позитивно діє на запліднення тому, що сприяє росту пилкової трубки. У стадії розвитку по коду ВВСН від 13 до 17 можна використовувати багатокомпонентні мікродобрива листової дії різного складу, які добре поєднуються з гербіцидами.

Дослідження С. М. Каленської та ін., Коваленко О. та ін., переконливо свідчать про ефективність кожного з існуючих елементів системи удобрення, однак недостатньо з'ясована їх комплексна дія. Тому виробничники вимагають від наукових установ проведення додаткових досліджень щодо здійснення оптимізації існуючої базової системи удобрення з прийняттям до уваги біо-

логічних особливостей сучасних гібридів та їх потенційних можливостей, ґрунтово-кліматичних умов регіону з подальшим вивченням їх впливу на структуру врожаю, урожайність зерна та його якість [9; 11; 12; 14-16; 25].

Результати досліджень, проведені вченими Дудкою М. та Черчелем В. [4], свідчать про ефективність позакоренових підживлень на посівах кукурудзи. На ранніх етапах онтогенезу (до 9–10 листків) вони використовують відносно невелику кількість (3–9%) макроелементів. Найбільше їхнє надходження (42–81%) припадає на період активного нарощування вегетативної маси [31; 35]. Найінтенсивніше поглинання азоту відбувається у період від появи 10–12 листків до молочної стиглості зерна. Максимум поглинання рослинами калію відбувається у першій половині вегетації культури. У подальшому споживання азоту і калію уповільнюється і з настанням фази молочно-воскової стиглості практично завершується. Фосфор використовується більш рівномірно майже до повної стиглості зерна [27, 28].

Для формування врожаю зерна на рівні 5–7 т/га кукурудза з урахуванням нетоварної продукції виносить із ґрунту 146–204 кг азоту, 48–67 – фосфору, 125–175 кг калію, 160–238 г цинку, 110–154 – марганцю, 12–16 – міді, 19–27 г кобальту. Таку кількість доступних рослинам елементів живлення ґрунт забезпечити не може навіть за високого рівня родючості, тому мінеральні добрива залишаються найдієвішим фактором підвищення урожайності.

Метою досліджень було науково обґрунтувати залежно від виду азотних добрив, позакоренових підживлень посівів та погодних умов особливості росту, розвитку рослин та формування урожайності гібридів кукурудзи ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в Лівобережному Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Для вирішення поставлених завдань впродовж 2019-2021 рр. було закладено два польові дослідження на темно-сірих опідзолених ґрунтах ФГ «Богатирівське» (с. Андріяшівка Роменського району Сумської області). Дослід 1 – двофакторний. Вихідним матеріалом для досліджень були два гібриди: ЕС Конкорд та ЕС Астероїд – *фактор А*; Удобрення – *фактор В*: без добрив – контроль; $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) – фон; фон + N_{120} (аміачна вода); фон + N_{120} (КАС 32); фон + N_{120} (карбамід).

У досліді 2 для підживлення посівів було використано комплексне водорозчинне добриво Гумілін Стимул, сировиною для якого є концентрат курячого посліду з високою біологічною активністю. Це добриво органічного походження з високим та збалансованим вмістом елементів живлення, амінокислот та фітогормонів, яке сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових чинників та хвороб, компенсує нестачу мікроелементів та підвищує урожайність зерна кукурудзи. Норма витрати добрива – 3 кг/га. Кратність підживлень одноразова та дворазова у фенологічні фази 5-7; 7-9; 5-7 та 7-9 листка. Дослідження проводилося на трьох фонах різних видів азотних добрив з однаковою нормою азоту – 120 кг д. р.

Повторність у досліді для гібридів чотирьохразова. Розміщення ділянок – методом рендомізованих блоків. Площа посівної ділянки 80 м², облікової – 50 м².

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для Лісостепу України за винятком досліджуваних елементів [20; 21].

Кліматичні умови років досліджень характеризувалися певною відмінністю, що підтверджено розрахунками коефіцієнтів суттєвості відхилень середньомісячних температур та опадів від середніх багаторічних даних та гідротермічних коефіцієнтів за вегетаційний період кукурудзи. Особливо це стосується 2019 року, як найменш сприятливого для формування врожаю кукурудзи. Більш сприятливим за гідро термічними показниками виявився 2020 рік, що сприяло формуванню і вищій урожайності кукурудзи гібридами, що вивчалися.

Сівбу кукурудзи проводили в період з 15 по 23 квітня сівалкою Elvorty Vesta 8. Збирання врожаю проводили комбайном Claas Lexion 480 поділяючно з кожного варіантів дослідження. Водночас проводився облік рівня урожайності з перерахунком на базисну вологість зерна.

Результати досліджень. Ефективність застосування будь-якого агротехнічного заходу визначається рівнем урожайності та залежить від своєчасного і якісного забезпечення умов життєдіяльності рослин в онтогенезі.

Важлива роль у формуванні урожайності кукурудзи належить елементам мінерального живлення рослин, серед яких чільне місце відведене азоту. Проте засвоєння його рослинами в значній мірі визначається гідротермічними умовами року. Встановлено, що рівень урожайності мав суттєву різницю залежно від виду азотних добрив та погодних умов (рис. 1–2).

Найменш сприятливим за гідротермічними умовами виявився 2019 рік, який характеризувався дефіцитом вологи у серпні місяці та високими температурами, що суттєво вплинуло на рівень урожайності зерна кукурудзи.

Основні аномалії відбулися в період цвітіння, що призвело до неповноцінного запліднення качана та нерівномірного формування зернівки, прослідковувалася череззерниця.

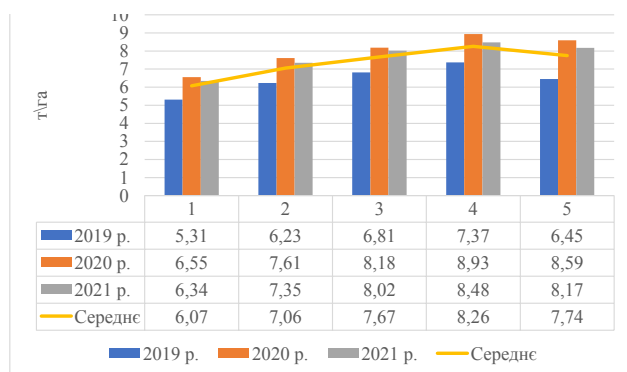
Спостереження за рослинами кукурудзи в період вегетації у зазначений рік показали, що вони не досягли типового розміру стебел, відповідно до генетично обумовлених ознак гібридів, що вивчалися, та скоротився загальний період вегетації рослин. Всі перелічені показники в комплексі призвели до формування найбільш низького рівня урожайності зерна кукурудзи у 2019 році, який варіював від 5,18 до 7,34 т/га.

Найбільш сприятливим для росту, розвитку та формування урожайності кукурудзи виявився 2020 рік та максимальна урожайність встановлена у гібриду ЕС Астероїд – 9,2 т/га за варіанту застосування добрив КАС 32 у нормі 120 кг/га д. р., що перевищило показник рівню урожайності на контролі на 2,40 т/га. За зазначеного варіанту дослідження гібрид ЕС Конкорд забезпечив урожайність 8,6 т/га. Рік 2021 в цілому був сприятливим за гідротермічними показниками, що обумовлено достатньою вологозабезпеченістю та оптимальним температурним режимом в період вегетації.

Внесення аміачної форми азоту з добривом карбамід показало дещо нижчі рівні урожайності порівняно з добривом КАС 32. Так різниця урожайності по гібриду ЕС Конкорд була 0,52 т/га та по гібриду ЕС Астероїд – 0,54 т/га.

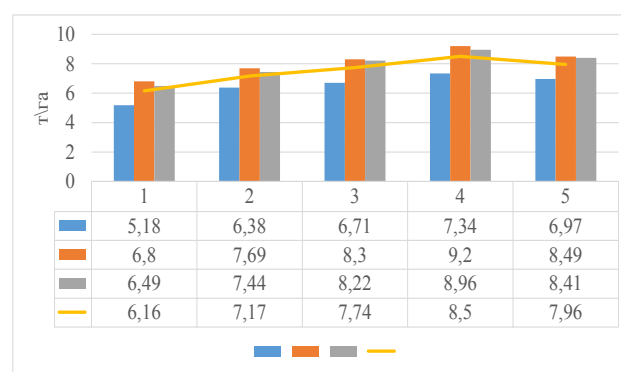
Добрива є одним з найефективніших та швидкодіючих факторів підвищення врожайності. Урожайність кукурудзи має прямо пропорційну залежність з науково-обґрунтованою системою удобрення, яка повинна бути спрямованою не лише на економію мінеральних добрив, враховуючи стрімке зростання цін на них, але й на визначення більш ефективних їх форм, в т. ч. азотних, з урахуванням типу ґрунту (рис. 3-4).

Для збалансованого співвідношення між основними елементами живлення (азот, фосфор, калій) рослин кукурудзи потребують і застосування мікроелементів. Саме тому одним із завдань проведених досліджень було встановити вплив позакорневих підживлень посівів кукурудзи водорозчинним комплексним добривом Гумілін Стимул на формування урожайності зерна кукурудзи на трьох фонах різних видів азотних добрив.



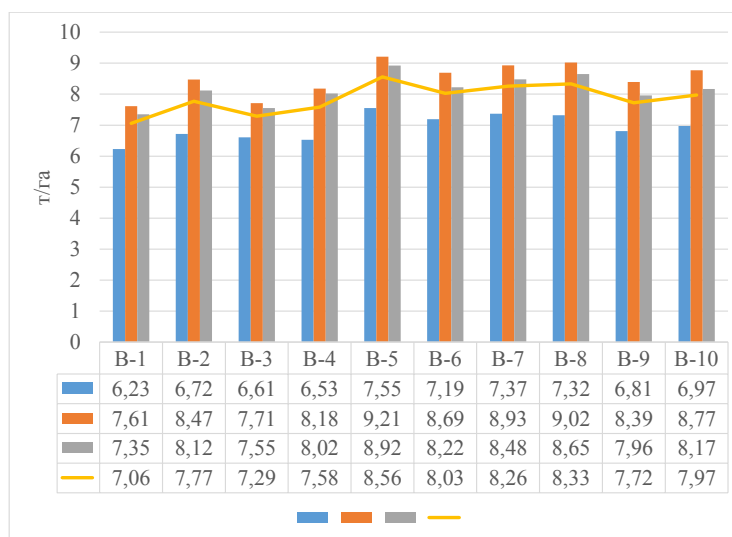
1. Без добрив (контроль)
 2. $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) Фон
 3. $\Phi + N_{120}$ (аміачна вода)
 4. $\Phi + N_{120}$ (КАС 32)
 5. $\Phi + N_{120}$ (карбамід)
- HIP_{05} фактору: «рік» – 0,33; «удобрення» – 0,42; «гібрид» – 0,16; «інші» – 1,7

Рис. 1. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ES Конкорд залежно від виду азотних добрив та метеорологічних чинників, т/га



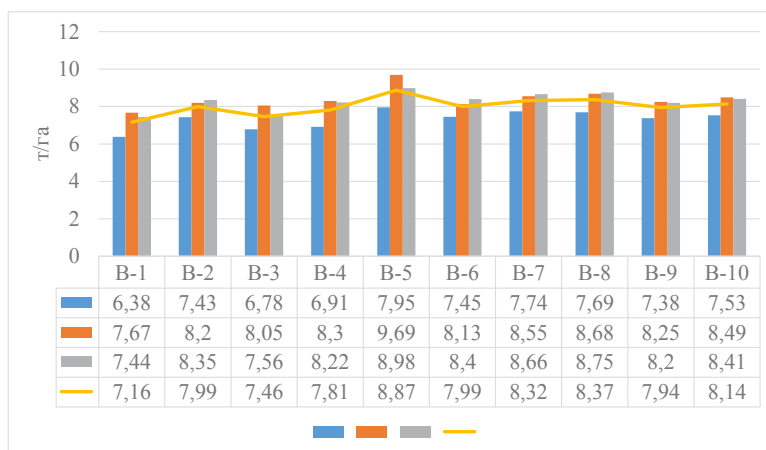
1. Без добрив (контроль)
 2. $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) Фон
 3. $\Phi + N_{120}$ (аміачна вода)
 4. $\Phi + N_{120}$ (КАС 32)
 5. $\Phi + N_{120}$ (карбамід)
- HIP_{05} фактору: «рік» – 0,24; «удобрення» – 0,31; «гібрид» – 0,13; «інші» – 1,4

Рис. 2. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ES Астероїд залежно від виду азотних добрив та метеорологічних чинників, т/га



- В – 1. Без обробки – контроль
 - В – 2. Аміачна вода+5-7 л
 - В – 3. Аміачна вода+7-9 л
 - В – 4. Аміачна вода+5-7 та 7-9 л
 - В – 5. КАС+5-7 л
 - В – 6. КАС+7-9 л
 - В – 7. КАС+5-7 та 7-9 л
 - В – 8. Карбамід+5-7 л
 - В – 9. Карбамід+7-9 л
 - В – 10. Карбамід+5-7 та 7-9 л
- HIP_{05} фактору: «рік» – 0,68; «підживлення» – 0,30; «гібрид» – 0,24; «інші» – 1,0

Рис. 3. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ES Конкорд залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, т/га



В – 1. Без обробки – контроль
 В – 2. Аміачна вода+5-7 л
 В – 3. Аміачна вода+7-9 л
 В – 4. Аміачна вода+5-7 та 7-9 л
 В – 5. КАС+5-7 л
 В – 6. КАС+7-9 л
 В – 7. КАС+5-7 та 7-9 л
 В – 8. Карбамід+5-7 л
 В – 9. Карбамід+7-9 л
 В – 10. Карбамід+5-7 та 7-9 л
 НІР₀₅ фактору: «рік» – 0,51; «підживлення» – 0,44; «гібрид» – 0,19; «інші» – 5,0

Рис. 4. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ЕС Астероїд залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, т/га

Ефект дії добрива залежить від фенологічної фази застосування та кратності обробок.

Найбільший позитивний ефект від застосування добрива Гумілін Стимул у нормі 3 л/га показав варіант: застосування підживлення у фенологічну фазу 5-7 листка та одноразового внесення.

Не значно поступився йому варіант дворазового внесення добрива у фенологічні фази 5-7 та 7-9 листків з половинною нормою по 1,5 л/га.

Простежується чітка закономірність рівнів урожайності залежно від фону азотних добрив та позакоренових підживлень.

Опрацьовані дані за окремі роки досліджень та середні показники за період 2019–2021 років засвідчили, що обробка посівів добривом Гумілін Стимул показала найвищу ефективність за застосування у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні добрива КАС 32 за одноразового внесення з нормою 3 л/га. Рівень урожайності гібриду ЕС Конкорд за даного варіанту становив 8,87 та гібриду Астероїд – 8,56 т/га з істотним приростом урожайності по варіантах досліду та по відношенню до контролю.

Проведений розрахунок частки участі факторів у формуванні урожайності зерна кукурудзи (рис. 5) залежно від підживлення посівів добривом Гумілін Стимул дає підстави зробити висновок, що найбільша частка – це чинник В – «рік» – 59%, «удобрення» – 35%, інші – 5%.

Висновки. На основі проведених наукових досліджень і аналізу експериментальних даних та статистичних показників встановлено, що середньостиглі гібриди ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в умовах Лівобережного

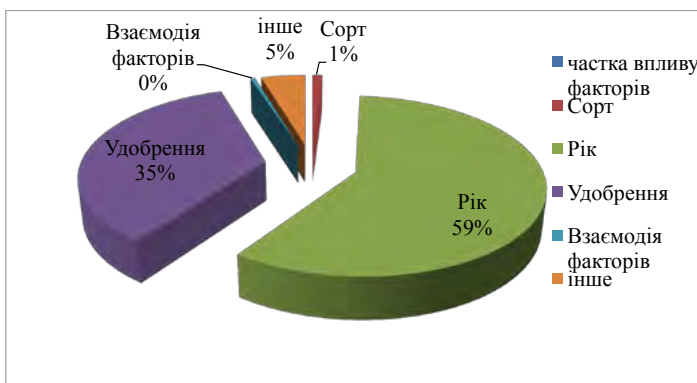


Рис. 5. Частка участі факторів у формуванні урожайності кукурудзи залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, %

Лісостепу спроможні формувати високі рівні урожайності зерна (8,93-9,2 т/га відповідно) за застосування азотного добрива КАС 32 в нормі 120 кг д. р. у передпосівну культивуацію на фоні внесеного добрива діамофоска N22 P57 K57 д.р. Водночас виявлена ефективність проведення позакоренових підживлень посівів добривом Гумілін Стимул у нормі 3 л/га у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні добрива КАС 32.

Отримані результати мають наукове і практичне значення для впровадження у виробництво більш високопродуктивного гібриду кукурудзи ЕС Астероїд за застосування в технології вирощування азотного добрива КАС 32, пролонгованої дії, та одноразового позакоренового підживлення посівів у фенологічну фазу 5-7 листків добривом Гумілін Стимул.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Асанішвілі Н. М. (2020). Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. Том 11. № 3. С. 22- 32 <http://dx.doi.org/10.31548/agr>.
2. Влащук А. Н., Прищепо Н. М., Колпакова А. С. (2017). Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. Вып. 4. С. 105–108.
3. Господаренко Г. М. (2015). Система застосування добрив: навч. посібник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна». 332 с.
4. Дудка М., Черчель В. (2017). Позакореневе підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива <https://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennya-neobhidnist-chi-lternativa>.
5. Ефективні рішення вирощування кукурудзи та сої: веб-сайт. URL: <https://www.dekalb.ua/novini-tapodii/efektivni-risenna-virosuvannakukurudzi-ta-soi>.
6. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г., Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. (2017). Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Вип. 25. 48–57.
7. Каленська С. М., Таран В. А. (2018). Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and protection*. Vol. 14. № 4. Р. 141–149. URL: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>
8. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. (2017). Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник НУБІП України. Сер. Агрономія*. Вип. 269. С. 10–17.
9. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Антал Т.В. (2019). Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 106. С. 72-78
10. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є., Малеончук О.В., Антал Т.В. (2008). Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур. *Науковий вісник НАУ*. Вип. 123. С. 11-17.
11. Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. (2015). Позакореневі обробки – важлива складова збалансованої системи живлення. *Пропозиція*. № 4. С. 64-65.
12. Крамарьов С. М., Красненков С. В., Писаренко П. В., Андрієнко А. Л. (2009). Водоспоживання гібридів кукурудзи та їх батьківських форм у залежності від строків сівби, густоти рослин і мінеральних добрив в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 4. С. 23-32.
13. Мокрієнко В.А., Усатий Г.Ю. (2006). Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. С. 12 – 20.
14. Молдован Ж.А., Собчук С.І. (2016). Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. №11. 31-38.
15. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. (2011). Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : ФОП Данилюк В.Г., 432 с.
16. Пащенко Ю.М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: Монографія / Ю.М. Пащенко, В.М. Борисов, О.Ю. Шишкін. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
17. Писаренко П.В., Біляєва І.М., Пілярський В.Г., Пілярська О.О. (2015). Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. *Миронівський вісник*. №1. 243-251.
18. Полевой А.Н., Адаменко Т.И. (2002) . Моделирование формирования урожая кукурузы. *Метеорология, климатология и гидрология*. Вип. 46. С. 149-154.
19. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В. (2016). Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах Полісся та Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. С. 16-21.
20. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М.; Бухало В. Я., Криштоп Є. А. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга 1. Харків : Майдан. 300 с.
21. Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М., Музафаров Н. М. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга 2: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 298 с.
22. Санін Ю. (2010). Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. URL: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemi d=3288>
23. Таран В. Г., Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. (2018). Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. Т.10. №3–4. С. 147–156. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019>
24. Шпаар Д. та ін. (2009). Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К. : Альфа-стевія ЛТД., 2009. 396 с.
25. Штукін М. О., Оничко В. І. (2013). Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія*. 2013. №11. С. 213-217.
26. Якунін О.П. (2010). Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України : науково-теоретичний, науково-практичний журнал. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво, землеробство*. № 1. С. 7 – 10.
27. Fernández M.C., Rubio G. (2015). Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 178:807–815.
28. Ion V., Dicu G., Dumbravă M., Temocico G., Alecu I.N., Băşa A. G., State D. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions Romanian Biotechnological Letters, Vol. 20, No. 6, 10951-10960.
29. Khalili M., Naghavi M.R., Aboghadareh A.P., Rad H.N. (2013). Effects of Drought Stress on Yield and Yield

- Components in Maize Cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. Vol. 4 (4):809-812.
30. Liu Y., Mi G., Chen F., Zhang J., Zhang F. (2004). Rhizosphere effect and root growth of two maize (*Zea mays* L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. *Plant Science* 167:217–223.
 31. Neilson E.H., Edwards A.M., Blomstedt C.K., Berger B., Møller B.L., Gleadow R.M. (2015). Utilization of a high-throughput shoot imaging system to examine the dynamic phenotypic responses of a C4 cereal crop plant to nitrogen and water deficiency over time. *J Exp Bot* 66(7):1817–1832. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru526>
 32. Paponov I.A., Engels C. (2003). Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 166:756–763.
 33. Pierson, Warren (2013). The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield. *Graduate Theses and Dissertations*. 13330. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330>
 34. Shafi M., Bakht J., Ali S., Khan H., Khan M.A., Sharif M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.*, 44(2):691-696.
 35. Sholkamy E.N., El-Komy H., Al-Arfaj A.A., Abdel-Megeed A., Mostafa A.A. (2012). Potential role of *Nostoc muscorum* and *Nostoc rivulare* as biofertilizers for the enhancement of maize growth under different doses of N-fertilizer. *African Journal of Microbiology Research*. V. 6(48), 7435-7448. <http://www.academicjournals.org/AJMR>.
 36. Yu P., Li X., Yuan L., Li C. (2013). A novel morphological response of maize (*Zea mays*) adult roots to heterogeneous nitrate supply revealed by a split-root experiment. *Physiologia Plantarum* 150:133–144.
- REFERENCES:**
1. Asanishvili N. M. (2020). Optymizatsiia mineralnogo zhyvlennia hibrydiv kukurudzy na osnovi roslinnoi diahnostryky [Optimization of mineral nutrition of maize hybrids based on plant diagnostics]. T. 11(3), 22–32 (in Ukrainian).
 2. Vlashchuk A. N., Prishhepo N. M., & Kolpakova A. S. (2017). Vliianie priemov agrotehniky na urozhajnost' gibrydiv kukuruzy razlichnykh grupp spelosti [Influence of agricultural techniques on the yield of corn hybrids of different ripeness groups]. Vyp. 4. S. 105–108 (in Russian).
 3. Hospodarenko H. M. (2015). Systema zastosuvannia dobryv navch. posibnyk. Kyiv: TOV «SIK HRUP Ukraina». 332 s. [Fertilizer application system] (in Ukrainian).
 4. Dudka M., Cherchel V (2017) Pozakoreneve pidzhyvlennia kukurudzy: neobkhidnist chy alternatyva [Foliar feeding of corn: a necessity or an alternative] (in Ukrainian)
 5. Efektyvni rishennia vyroshchuvannia kukurudzy ta soi [Effective solutions for growing corn and soybeans] veb-sait.URL (in Ukrainian).
 6. Kalenska S. M., Yeremenko O. A., Taran V. H., Krestianinov Ye.V. & Ryzhenko A.S. (2017). Adaptivnist polovykh kultur za zminnykh umov vyroshchuvannia [Adaptability of field crops under changing growing conditions] Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiv. V. 25. 48–57 (in Ukrainian).
 7. Kalenska S. M., Yeremenko O. A., Taran V. H., Krestianinov Ye.V. & Ryzhenko A.S. (2017). Adaptivnist polovykh kultur za zminnykh umov vyroshchuvannia [Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertilizer rates and growing conditions]. Plant Varieties Studying and protection. Vol. 14. № 4. P. 141–149. (in Ukrainian).
 8. Kalenska S. M., Taran V. H. & Danyliv P. O. (2017). Rozvytok korenevoi systemy kukurudzy na rannikh etapakh rozvytku [Development of the root system of corn in the early stages of development]. Naukovi visnyk NUBIP Ukrainy. Ser. Ahronomiia. Vyp. 269. S. 10–17(in Ukrainian).
 9. Kalenska S.M., Yermakova L.M., Krestianinov Ye.V., & Antal T.V. (2019). Reaktsiia hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti na udobrennia ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia [Reaction of maize hybrids of different maturity groups to fertilizers and economic efficiency of cultivation] Tavriyskiy naukovy visnyk. V. 106 S. 72-78 (in Ukrainian).
 10. Kalenska S.M., Novytska N.V., Strykhar A.Ie., Maleonchuk O.V., & Antal T.V. (2008). Upravlinnia protsesamy formuvannia vysokoiakisnoho nasinnia silskohospodarskykh kultur [Management of processes of formation of high-quality seeds of agricultural crops] Naukovy visnyk NAU. V. 123. S. 11-17 (in Ukrainian).
 11. Kovalenko O., Polianchykov S., & Kovbel A. (2015). Pozakorenevi obrobky – vazhlyva skladova zbalansovanoi systemy zhyvlennia [Foliar treatments are an important component of a balanced nutrition system]. Propozytsiia. № 4. S. 64-65 (in Ukrainian).
 12. Kramarov S. M., Krasnienkov S. V., Pysarenko P. V. & Andriienko A. L. (2009). Vodospozhyvannia hibrydiv kukurudzy ta yikh batkivskykh form u zalezhnosti vid strokiv sivby, hustoty roslyn i mineralnykh dobryv v umovakh pivnichnoho [Water consumption of maize hybrids and their parental forms depending on sowing dates, plant density and mineral fertilizers in the northern steppe of Ukraine] Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. №4. S. 23-32 (in Ukrainian).
 13. Mokriienko V.A., Usatyi H.Iu. (2006). Osoblyvosti zasvoiennia pozhyvnykh rechovykh hibrydamy kukurudzy [Features of nutrient uptake by maize hybrids]. Zemlerobstvo. S. 12 – 20 (in Ukrainian).
 14. Moldovan Zh.A., Sobchuk S.I. (2016). Vplyv strokiv sivby, hustoty roslyn ta abiotychnykh faktoriv na formuvannia vrozhaivosti zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Influence of sowing dates, plant density and abiotic factors on the formation of grain yields of maize hybrids of different maturity groups in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy. №11. 31-38 (in Ukrainian).
 15. Palamarchuk V.D., Mazur V.A., & Zozulia O.L. (2011). Kukurudza; selektsiia ta vyroshchuvannia hibrydiv [Corn; selection and cultivation of hybrids]. Vinnytsia: FOP Danyliuk V.H. 432 s. (in Ukrainian).
 16. Pashchenko Yu.M., Borysov V.M., & Shyshkina O.I. (2009). Adaptivni i resursozberihaiuchi tekhnologii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [Adaptive and

- resource-saving technologies for growing corn hybrids]. Dnipropetrovsk: ART – PRES, 2009, 224 s. (in Ukrainian).
17. Pysarenko P.V., Biliaieva I.M., Piliarskyi V.H., & Piliarska O.O. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn kukurudzy zalezno vid umov vyroshchuvannia [Photosynthetic potential of corn plants depending on growing conditions]. Myronivskiy visnyk. №1. 243-251 (in Ukrainian).
 18. Polevoj A.N., Adamenko T.I. (2002). Modelirovanie formirovaniya urozhaja kukuruzy [Modeling of corn crop formation]. Meteorologija, klimatologija i gidrologija. V. 46. S. 149-154 (in Russian).
 19. Prysiazhniuk L. M., Shovhun O. O., & Korol L. V. (2016). Otsinka pokaznykiv stabilnosti y plastychnosti novykh hibrydiv kukurudzy (Zea mays L.) v umovakh Polissia ta Stepu Ukrainy [Estimation of indicators of stability and plasticity of new hybrids of corn (Zea mays L.) in the conditions of Polissya and Steppe of Ukraine]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn. S. 16-21 (in Ukrainian).
 20. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M., Puzik L. M., Popov S. I., Muzafarov N. M., Bukhalo V. Ya., & Krysh-top Ye. A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research in agronomy]. Knyha 1. Kharkiv: Maidan, 2016 300 s. (in Ukrainian).
 21. Rozhkov A. O., Kalenska S. M., Puzik L. M., & Muzafarov N. M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research in agronomy]. Knyha 2: Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzen. Kharkiv, 298 s. (in Ukrainian).
 22. Sanin Yu. (2010). Tekhnolohiia pidzhyvlennia kukurudzy makro- ta mikroelementamy, yikhnie znachennia ta zastosuvannia v posivakh kukurudzy [Technology of maize fertilization with macro- and microelements, their significance and application in maize crops]. Rezhym dostupu: <http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=3288> (in Ukrainian).
 23. Taran V. H., Kalenska S. M., Novytska N. V., & Danyliiv P. O. (2018). Stabilnist ta plastychnist hibrydiv kukurudzy zalezno vid systemy udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Stability and plasticity of maize hybrids depending on the fertilizer system and plant density in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Bioresursy i pryrodokorystuvannia. T.10. № 3–4. S. 147–156 (in Ukrainian).
 24. Shpaar D. ta in. (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn. Growing, harvesting, canning and use] K.: Alfa-steviiia LTD., 2009. 396 s. (in Ukrainian).
 25. Shtukin M. O., Onychko V. I. (2013). Osoblyvosti pidboru hibrydiv kukurudzy dlia umov pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Features of selection of corn hybrids for the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine]. Seriiia Ahronomiia i biolohiia 2013. №11. S. 213-217 (in Ukrainian).
 26. Iakunin O.P. (2010). Ekonomichna i bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy v u movakh pivnichnoi pidzony Stepu Ukrainy [Economic and bioenergetic efficiency of growing maize hybrids in the languages of the northern subzone of the Steppe of Ukraine]: naukovy-teoretynni, naukovy-praktychni zhurnal. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu. Ekolohiia, roslynnytstvo, zemlerobstvo. №1. S. 7 – 10 (in Ukrainian).
 27. Fernández MC, Rubio G. (2015). Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 178:807–815.
 28. Ion V., Dicu G., Dumbravă M., Temocico G., Alecu I.N., Băşa A. G., State D. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions Romanian Biotechnological Letters, Vol. 20, No. 6, 10951-10960.
 29. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N. (2013). Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Maize Cultivars (Zea mays L.). International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol. 4 (4):809-812.
 30. Liu Y., Mi G., Chen F., Zhang J., Zhang F. (2004). Rhizosphere effect and root growth of two maize (Zea mays L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. Plant Science 167:217–223.
 31. Neilson E.H., Edwards A.M., Blomstedt C.K., Berger B., Møller B.L., Gleadow R.M. (2015). Utilization of a high-throughput shoot imaging system to examine the dynamic phenotypic responses of a C4 cereal crop plant to nitrogen and water deficiency over time. J. Exp. Bot. 66(7):1817–1832. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru526>
 32. Paponov I.A., Engels C. (2003). Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166:756–763.
 33. Pierson, W. (2013). The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield. Graduate Theses and Dissertations. 13330. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330>
 34. Shafi M., Bakht J., Ali S., Khan H., Khan M.A., Sharif M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (Zea mays L.). Pak. J. Bot., 44(2):691-696.
 35. Sholkamy E.N., El-Komy H., Al-Arfaj A.A., Abdel-Megeed A., Mostafa A.A. (2012). Potential role of Nostoc muscorum and Nostoc rivulare as biofertilizers for the enhancement of maize growth under different doses of N-fertilizer. African Journal of Microbiology Research. V. 6(48), 7435-7448. <http://www.academicjournals.org/AJMR>.
 37. Yu P., Li X., Yuan L., Li C. (2013). A novel morphological response of maize (Zea mays) adult roots to heterogeneous nitrate supply revealed by a split-root experiment. Physiologia Plantarum 150:133–144.
- Говенько Р.В., Антал Т.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакоренового підживлення та погодних умов**
Метою наведення результати дослідження щодо ефективності азотних добрив, строків і кратності проведення позакоренових підживлень кукурудзи добривом Гумілін Стимул за реалізації потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в Лівобережному Лісостепу України.
Методи. Впродовж 2019-2021 рр. на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах закладалися та було проведено два польові досліди в умовах ФГ «Богатирівське» Роменського району Сумської області. Дослід 1: фактор А «гібрид» – ЕС Конкорд та ЕС Астероїд; фактор В «удобрення» – без добрив

(контроль); N22P57K57 (діамофоска) – фон; фон + N120 (аміачна вода); фон + N120 (КАС); фон + N120 карбамід (карбамід). У досліді 2 для підживлення посівів було використано комплексне водорозчинне добриво Гумілін Стимул з нормою внесення 3 л/га і одно та дворазовою кратністю застосування у фенологічні фази 5–7; 7–9; 5–7 і 7–9 листка. Дослідження проводилося на трьох фонах різних видів азотних добрив з однаковою нормою азоту – 120 кг д. р.

Результати. Кукурудзу висівали залежно від року досліджень в період з 15 по 23 квітня, сівалкою Elvorty Vesta 8. Облік врожаю проводили з кожної ділянки варіанту досліді з використанням комбайну Claas Lexion 480.

Роки досліджень досить суттєво різнилися за гідротермічними показниками, що дало змогу об'єктивно оцінити за урожайністю досліджувані гібриди та виявити їх реакцію на різні види азотних добрив за погодних умов років досліджень.

Аналізуючи роки досліджень за погодними умовами виявлено, що найбільш сприятливим був 2020 рік, як за температурними показниками, так і за забезпеченням вологою в період вегетації кукурудзи.

Найменш сприятливим за гідротермічними умовами виявився 2019 рік, який характеризувався дефіцитом вологи у серпні місяці та високими температурами, що суттєво вплинуло на формування елементів структури врожаю та рівень урожайності.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити доцільність застосування більш ефективного виду азотних добрив КАС 32 за норми азоту 120 кг д. р. Урожайність зерна кукурудзи у гібриду Астероїд за даного варіанту досягла рівню 9,20 т/га, тоді як гібрид Конкорд за зазначеного варіанту забезпечив урожайність 8,93 т/га. Встановлено збільшення урожайності зерна кукурудзи в обох гібридів за застосування добрива Гумілін Стимул в нормі 3 л/га у фенологічну фазу 5-7 листка, яка становила у гібриду ЕС Астероїд 9,63 т/га та 9,21 у гібриду Конкорд. Висока та стабільна за роками урожайність обумовлена адаптивністю гібридів до умов вирощування та свідчить про доцільність впровадження у виробництво.

Ключові слова: гібрид, кукурудза, урожайність, азотні добрива, Гумілін Стимул, підживлення посівів.

Govenko R.V., Antal T.V. Corn productivity depending on kind of nitrogen fertilizers, foliar dressing and weather conditions

Purpose. The results of the study on nitrogen fertilizers effectiveness, timing and frequency of foliar dressing of corn by Humilin Stimulus fertilizer for the productivity potential realization of corn hybrids EC Concord and EC Asteroid in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Methods. During 2019-2021, two field experiments were established and conducted on dark gray podzolic soils in the conditions of FG "Bogatyriivske" Romny district of Sumy region. Experiment 1: factor A "hybrid" – EC Concord and EC Asteroid; factor B "fertilizer" – without fertilizers (control); N22P57K57 (diamophos) – background; background + N120 (ammonia water); background + N120 (UAN); background + N120 urea (urea). In experiment 2, a complex water-soluble fertilizer Humilin Stimul with the rate of 3 l/ha and a one-time and twice the frequency of application in the phenological phases 7-9; 5-7 and 7-9 leaves was used to fertilize crops. The study was conducted on three backgrounds of different types of nitrogen fertilizers with the same nitrogen rate – 120 kg a.s.

Results. Corn was sown, depending on the year of research, from April 15 to April 23, using an Elvorty Vesta 8 seeder. Yield was recorded from each plot of the experimental variant using a Claas Lexion 480 combine. Before harvesting, control plant samples were taken to determine the yield structure and quality indicators.

Global climate change today is a major challenge for agriculture in the new environment. That is why the issue of studying the impact of climate change on agro-climatic conditions for growing crops, their yields and gross output in a particular region and in the Left Bank Forest-Steppe in particular.

The years of research differed significantly in terms of hydrothermal parameters, which allowed us to objectively assess the yield of the studied hybrids and identify their response to different types of nitrogen fertilizers in the weather conditions of the research years.

Analyzing the years of research on weather conditions, it was found that the most favourable year was 2020, both in terms of temperature and moisture supply during the growing season of corn.

The least favourable year by the hydrothermal conditions was 2019, which was characterized by a shortage of moisture in August and high temperatures, which significantly affected formation of yield structure elements and yield levels.

Conclusions. The conducted researches allowed establishing expediency of more effective type of nitrogen fertilizer UAN 32 application at nitrogen dose of 120 kg a.s. The increase in corn grain yield with the application of UAN 32 was 9.2 t/ha, and with foliar dressing of crops by Humilin Stimulus fertilizer at the dose of 3 l/ha in the phenological phase of 5-7 leaves – 9.6 t/ha in the hybrid EC Asteroid. High and stable yield over the years is due to the adaptability of the hybrid to growing conditions and indicates the feasibility of its introduction into production.

Key words: hybrid, corn, yield, nitrogen fertilizers, Humilin Stimulus, fertilizing crops.