

ЗМІНА БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

ЗАСУХА А.А. – здобувач ступеня доктора філософії

orcid.org/0009-0004-8215-4675

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сучасна стратегія розвитку агропромислового комплексу України характеризується високими науковими досягненнями, в яких велике значення має стабілізація виробництва зерна з одночасним удосконаленням агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур [1–2]. Інтенсивні технології вирощування ґрунтуються на широкому застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, але їх неконтрольоване використання є економічно невиправданим та екологічно небезпечним. Тому, пошук альтернативних засобів впливу на формування врожайності та якості продукції останніми роками привертає все більше уваги дослідників. Перспективним у цьому напрямі може бути впровадження у виробництво мікродобрив та регуляторів росту рослин, які здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах нормального діапазону реакції генотипу та підвищувати їх адаптивну здатність до стресових факторів навколишнього середовища [3–4].

Сьогодні виробництву пропонується низка мікродобрив, які стимулюють проростання насіння, регулюють ростові процеси, підвищують стійкість до хвороб, зменшують втрати врожаю, але ефективність їх дії різна і це потребує наукового обґрунтування та практичних рекомендацій [5–6]. Тому оптимізація елементів живлення кукурудзи за рахунок основного та додаткового живлення є надзвичайно актуальним питанням, яке потребує відповідного обґрунтування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування врожаю сільськогосподарських культур це сукупність процесів живлення, росту, розвитку та перетворення речовини й енергії. Процеси росту та розвитку репродуктивних органів визначаються рівнем забезпеченості рослини водою та поживними речовинами, фізико-хімічними властивостями ґрунту, гідротермічними параметрами вегетаційного періоду та іншими умовами середовища [7–8].

Використання регуляторів росту і добрив може призвести до підвищення продуктивності та поліпшення якості продукції, а також до поліпшення умов сільськогосподарського виробництва, оскільки спільне використання регуляторів росту рослин і мікродобрив потенційно може знизити споживання фунгіцидів та інсектицидів на 25–40% [9–10].

Застосування макро- і мікродобрив та регуляторів росту базується не тільки на потребі в них для окремих культур, але більшою мірою на вмісті певних елементів у ґрунті, а також на недостатній кількості форм, доступних для рослин. Позитивна дія мікроелементів на рос-

лини зумовлена ще й тим, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах вуглеводів навколишнього середовища. Під впливом мікроелементів в листках збільшується склад хлорофілу, покращується фотосинтез, підвищується асимілююча дія рослини [11–12]. Використання регуляторів росту та добрив є важливим при вирощуванні кукурудзи. Це забезпечує потребу в елементах живлення і захист рослин від несприятливих погодних чинників, активізує і підтримує фотосинтез і азотфіксацію, підвищує ефективність макродобрив, створює антистресовий ефект від застосування пестицидів, збільшує кількість і якість урожаю [3, 13–15].

На початкових етапах росту і розвитку кукурудзи дуже важливе значення має високий фон азотного живлення. Також, у цей же час, відзначено критичний період щодо наявності фосфору. В подальші фази росту й розвитку, необхідно забезпечити посіви азотом у найважливіший період інтенсивного росту, який розпочинається за 15–20 днів перед цвітінням і завершується після цієї фази. Фосфорне живлення також необхідне рослинами наприкінці вегетації – починаючи від фази формування й наливу зерна. Також протягом майже всього вегетаційного періоду проявляються високі потреби рослин кукурудзи у калії – від початку сходів і до викидання рослинами волоті, при цьому критичний період у споживанні K_2O відзначено у період утворення та розвитку ниток качанів [16–19].

Для нормального фотосинтезу рослини повинні мати високу площу асимільованої поверхні. Результати досліджень показують, що існує значна різниця між площею листової поверхні та впливом загальної біомаси листя на врожайність зерна кукурудзи [15, 20]. Високі дози азотних добрив чинять негативний вплив на врожайність зерна через значне збільшення площі листової поверхні та зниження фотосинтетичної активності [21]. Максимальне використання сонячної енергії сприяє формуванню рослинами оптимальної листової поверхні та ефективності використання асиміляційної поверхні [22]. На формування листового апарату кукурудзи впливають кліматичні особливості (сонячна енергія, вологість, температура, технологічні чинники та забезпеченість поживними речовинами) [23].

Висота рослин кукурудзи – один із біометричних показників, що характеризує їх ріст та відображає сукупність процесів, що відбуваються всередині організму і його реакцію на чинники довкілля. Висота стебла кукурудзи визначається кількістю та довжиною міжвузлів. На цей показник сильно впливають сортові особливості [8, 24–25], технологія вирощування та кліматичні умови [10, 17].

Висота рослин є хорошим показником для оцінки росту рослин та врожайності зерна [26]. Динаміка висоти рослин протягом усього вегетаційного періоду може бути використана для оцінки критичних генетичних ознак, фізіологічних процесів рослин та впливу навколишнього середовища [27]. Крім того, вертикальний розподіл площі листової поверхні важливий для аналізу фотосинтезу, поширення пилку та стресостійкості рослин. Кількісний аналіз вертикального розподілу та динамічних змін листової поверхні може використовуватися для діагностики живлення рослин та у селекційних дослідженнях [28].

Метою дослідження було визначення впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування біометричних показників рослин кукурудзи.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д.р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутривант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16); 3. Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18); 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18). Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). Площа облікової ділянки – 294 м². Повторність – триразова. Розміщення варіантів

послідовне. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Лісостепу, окрім прийомів, які були поставлені на вивчення. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10°C. Мінеральні добрива (нітроамофоска) вносили восени, решту азотних (аміачна селітра) – перед сівбою. Добрива Нутривант, Атланте і Ікар вносили у позакореневе підживлення у відповідні фази кукурудзи з витратою робочого розчину 250 л/га.

Висоту рослин та прикріплення качана визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла шляхом заміру 25 закріплених кілочками рослин кукурудзи у двох несуміжних повтореннях. Площу листової поверхні визначали добутком ширини на довжину і перевідний коефіцієнт (0,65) та наступним переведенням на 1 га [29].

Результати досліджень. За вирощування кукурудзи без застосування добрив і регуляторів росту у період утворення 12 листків (ВВСН 30) показник висоти становив 142,3 см (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив підвищувало показник висоти рослин кукурудзи. Так, на варіанті $N_{50}P_{30}K_{30}$ висота рослин становила 150,1 см, за внесення $N_{70}P_{50}K_{50}$ зросла до 152,3 см, а при використанні $N_{90}P_{70}K_{70}$ – 156,7 см, в середньому за два роки досліджень. При застосуванні добрив та регуляторів росту у позакореневе підживлення висота рослин у цю фазу також збільшувалася. Найбільший приріст рослин у висоту виявлено при застосуванні Ікар Біго Рутс

Таблиця 1

Динаміка зміни висоти рослин кукурудзи під впливом застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2022–2023 рр.), см

Мінеральні добрива (А)	Позакореневе підживлення (В)	12 листків (ВВСН 30)	Цвітіння волотей (ВВСН 65)	Воскова стиглість зерна (ВВСН 85)
Без добрив	Без застосування	142,3	214,6	218,6
	Нутривант Універсальний	145,5	217,2	222,1
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	147,0	218,4	223,7
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	147,6	220,5	224,5
$N_{50}P_{30}K_{30}$	Без застосування	146,6	219,5	225,6
	Нутривант Універсальний	149,7	223,5	228,7
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	151,1	224,7	229,7
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	153,0	225,3	231,0
$N_{70}P_{50}K_{50}$	Без застосування	149,2	224,5	230,2
	Нутривант Універсальний	152,7	227,8	232,8
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	153,4	228,8	233,8
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	154,0	230,1	235,0
$N_{90}P_{70}K_{70}$	Без застосування	153,5	227,1	234,5
	Нутривант Універсальний	156,5	229,8	237,8
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	157,9	231,2	238,4
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	158,7	232,4	240,1
НІР ₀₅	А	1,8	2,3	2,0
	В	1,3	1,4	1,2
	АВ	3,4	3,9	3,4

(0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 4,8–5,3 см, порівняно з контролем.

Висота рослин кукурудзи найбільш інтенсивно зростала до періоду цвітіння (ВВСН 65). У цей період, висота рослин значно збільшувалася залежно від досліджуваних добрив та регуляторів росту. Показник висоти рослин у фазу цвітіння на варіантах без їх застосування становив 214,6 см. На фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ та підживленні Нутривант Універсальний (2 кг/га) рослини кукурудзи сформували висоту 217,2 см. Застосування Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) і Атланте (0,5 л/га) збільшило висоту рослин на 3,8 см, порівняно з контролем, і становила 218,4 см. Підживлення препаратами Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) підвищило висоту рослин до 220,5 см, що на 5,9 см більше від контролю.

Проведення позакоренових підживлень вказаними препаратами на фоні внесення $N_{70}P_{50}K_{50}$ сприяло підвищенню висоти рослин кукурудзи на 4,8–6,3 см і становила 224,5, 227,8, 228,8 та 230,1 см залежно від варіанту досліджу.

Позакоренове підживлення мало найбільший вплив на висоту рослин кукурудзи у варіантах із використанням $N_{90}P_{70}K_{70}$. Найвище значення висоти рослин кукурудзи спостерігали за підживлення Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи – 232,4 см. При проведенні листового підживлення Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) висота рослин становила 229,8 см, за підживлення Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18) – 231,2 см, що більше від контролю на 2,7 та 4,1 см, відповідно.

За використання регуляторів росту та добрив, рослини кукурудзи досягали максимальної висоти у фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85). Найвищі значення отримано на варіанті з використанням $N_{90}P_{70}K_{70}$ і поза-

кореновому підживленні Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 240,1 см.

Результати дисперсійного аналізу довели, що досліджувані фактори мали різний вплив на формування висоти рослин кукурудзи. Встановлено, що найвищий вплив на показник висоти рослин мають мінеральні добрива – 80,1 % (рис. 1). Добрива і регулятори росту у позакоренове підживлення впливають на висоту рослин менше – на 8,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів становить 6,3% та інші фактори (погодні умови) впливають на рівні 5,4 %.

Висота кріплення качана є важливою характеристикою, що характеризує придатність гібридів кукурудзи до механізованого збирання. Низька висота качанів (менше 40 см) призводить до великих втрат під час збирання врожаю цієї культури. Щоб зменшити дані втрати, висота кріплення качана повинна бути не менше 50 см над поверхнею ґрунту. Занадто високе кріплення качана, понад 130 см, також є небажаним [30].

Застосування мінеральних добрив та позакоренового підживлення добривами та регуляторами росту рослин впливало на висоту прикріплення качана кукурудзи. На варіантах без мінеральних добрив цей показник становив 91,1 см, за внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ – 96,0 см, $N_{70}P_{50}K_{50}$ – 99,3 см і $N_{90}P_{70}K_{70}$ – 101,9 см (рис. 2).

На фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$, залежно від варіанту підживлення, висота прикріплення качана зростала на 4,8–5,1 см і становила 95,4–96,5 см. При удобренні $N_{70}P_{50}K_{50}$ рослини кукурудзи формували качани на висоті 98,5–99,8 см, що більше на 7,9–8,3 см, порівняно з контролем. За удобрення $N_{90}P_{70}K_{70}$ висота прикріплення качана становила 101,2–102,5 см, а приріст становив 10,5–10,9 см.

Максимальні значення висоти прикріплення качана отримано за внесення $N_{90}P_{70}K_{70}$ і позакоренового підживлення Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 102,5 см.

Застосування мінеральних добрив, листового підживлення добривами і регуляторами росту мало

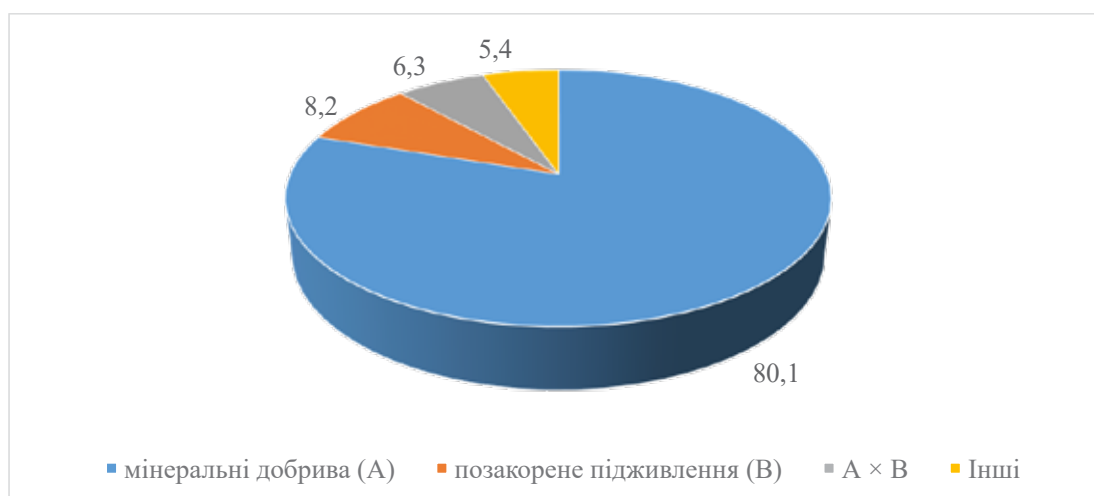


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на висоту рослин кукурудзи у фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85)

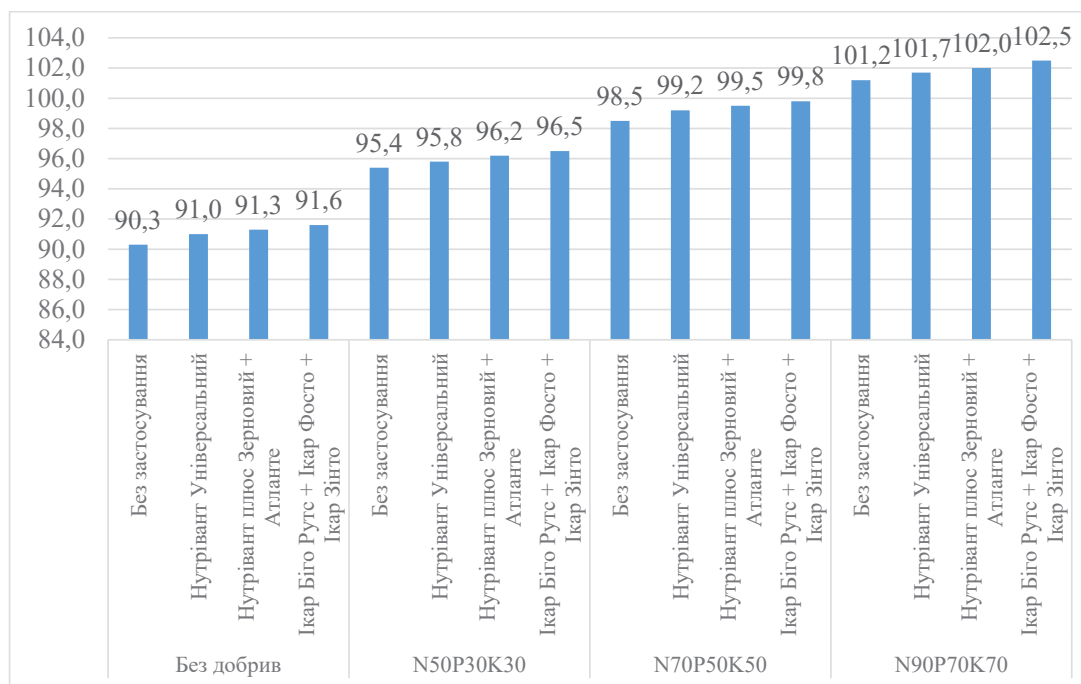


Рис. 2. Висота прикріплення качана у рослин кукурудзи, см

значний вплив на формування площі асиміляційної поверхні у всі періоди обліків. Встановлено, що у фазі 12 листків (ВВСН 30) на фоні без добрив, площа листкової поверхні кукурудзи становила 27,1 тис. м²/га (табл. 2).

Використання N₅₀P₃₀K₃₀ дозволило збільшити цей показник до 28,7 тис. м²/га. Збільшення дози добрив до N₇₀P₅₀K₅₀ сприяло зростанню площі листкової поверхні кукурудзи до 29,5, що на 2,4 тис.м²/га більше, ніж на контролі. При удобренні N₉₀P₇₀K₇₀ площа листкової поверхні становила 30,7, що на 3,6 тис. м²/га більше контрольного варіанту. В середньому, по варіантах мінерального живлення при використанні в цей період Нутривант Універсальний (2 кг/га), асиміляційна площа рослин зростала на 0,4 тис.м²/га, Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – на 0,9 тис.м²/га, Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – на 1,1 тис.м²/га.

У період цвітіння волотей (ВВСН 65) рослини кукурудзи формують максимальний листковий апарат. На варіанті удобрення N₅₀P₃₀K₃₀ площа листкової поверхні на ділянках без проведення підживлень складала 49,4 тис.м²/га. За позакореневого підживлення Нутривант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) цей показник становив 50,0 тис. м²/га, при застосуванні Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 50,3 тис. м²/га, а при обробці Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 50,5 тис.м²/га.

За удобрення N₇₀P₅₀K₅₀ площа листкової поверхні у фазі цвітіння на контрольному варіанті становила 50,8 тис. м²/га. При застосуванні Нутривант Універсальний (2 кг/га) – 51,4 тис.м²/га, Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 51,4 тис. м²/га, а при

обробці Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 51,9 тис.м²/га.

Найбільшою площею листкової поверхні рослин кукурудзи була у фазі цвітіння за мінерального живлення N₉₀P₇₀K₇₀. За підживлення Нутривант Універсальний (2 кг/га) цей показник становив 51,7 тис. м²/га, що на 0,4 тис. м²/га більше від контролю. При підживленні Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 52,1 тис. м²/га, що на 0,8 тис.м²/га більше від контролю. Найвищий показник площі листкової поверхні зафіксовано при підживленні Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м²/га, що більше від контролю на 1,2 тис.м²/га.

Динаміка зміни площі листкової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так, зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів.

Дисперсійна обробка площі листкової поверхні у фазу цвітіння волотей дозволила встановити частку впливу досліджуваних факторів на формування цього показника (рис. 3).

Виявлено, що мінеральні добрива найбільше впливали на площу листкової поверхні на рівні 75,6 %, позакореневого підживлення добривами і регуляторами росту на 9,7 %, а взаємодія цих факторів виявилась на рівні 11,4 %.

Висновки. Отримані експериментальні дані показують, що лінійне збільшення висоти рослин відбулося до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85). При цьому, максимальні значення спостерігалися на варіантах з основним удобренням N₉₀P₇₀K₇₀ та позакореневим

Таблиця 2

Формування площі листової поверхні посівами кукурудзи під впливом мінеральних добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2022–2023 рр.), тис. м²/га

Мінеральні добрива (А)	Позакоренеve підживлення (В)	12 листків (ВВСН 30)	Цвітіння волотей (ВВСН 65)	Молочна стиглість зерна (ВВСН 76)
Без добрив	Без застосування	26,3	47,1	44,2
	Нутривант Універсальний	26,8	47,7	45,8
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	27,4	48,0	46,0
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	27,7	48,3	46,3
N ₅₀ P ₃₀ K ₃₀	Без застосування	28,0	49,4	46,7
	Нутривант Універсальний	28,4	50,0	47,5
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	28,9	50,3	48,0
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	29,3	50,5	48,3
N ₇₀ P ₅₀ K ₅₀	Без застосування	28,9	50,8	47,5
	Нутривант Універсальний	29,3	51,4	48,4
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	29,7	51,9	48,6
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	30,0	52,0	48,9
N ₉₀ P ₇₀ K ₇₀	Без застосування	30,2	51,3	48,1
	Нутривант Універсальний	30,6	51,7	49,0
	Нутривант плюс Зерновий + Атланте	30,8	52,1	49,3
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	31,0	52,5	49,5
НІР ₀₅	А	0,8	0,9	0,7
	В	0,2	0,2	0,1
	АВ	1,0	1,2	0,9

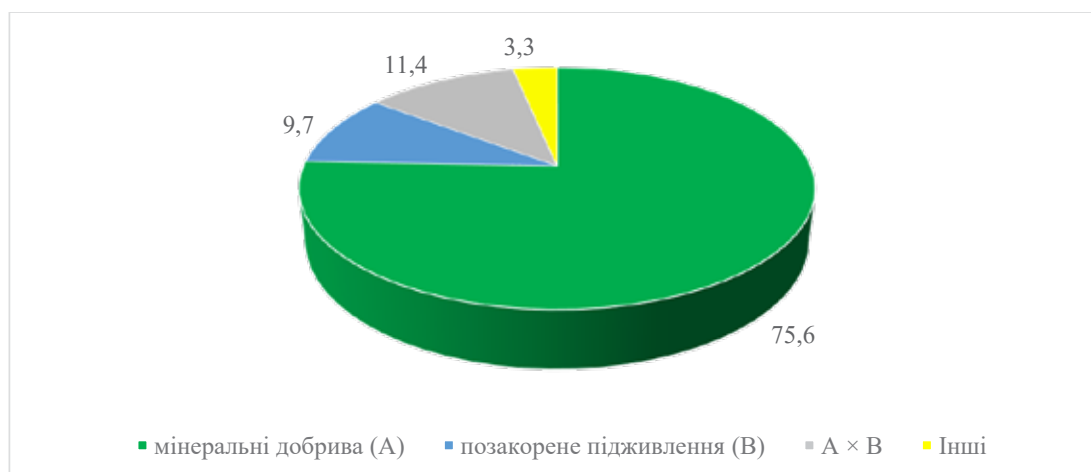


Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів на формування площі листової поверхні кукурудзи у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65)

підживленням добривами і регуляторами росту Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 240,1 см. Висота прикріплення качана становила при цьому 102,5 см.

Найбільша площа листової поверхні була отримана у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) за підживлення рослин кукурудзи у фазі 3-4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4-5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7-8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м²/га. Динаміка зміни площі листової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так,

зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів.

На основі дисперсійного аналізу встановлено, що на показник висоти і площі листової поверхні рослин кукурудзи найбільший вплив мають мінеральні добрива – 80,1 і 75,6 %. Добрива і регулятори росту у позакоренеve підживлення впливають на ці показники на рівні 8,2 і 11,4 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Ільчук М. М., Коновал І. А., Барановська О. Д., Євтушенко В. Д. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 29–38.

2. Талавиря М. П., Ващенко І. В. Формування та функціонування ринку кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 9. С. 28–33.
3. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2014. № 61. С. 118–120.
4. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом строків сівби. *Агробіологія*. 2014. № 2 (113). С. 81–86.
5. Anjorin F., Adebayo A., Omodele T., Adetayo A., Adediran J. Effects of soil nutrient amendments on growth and grain yield performances of quality protein maize grown under water deficit stress in Ibadan, Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2021. № 117/4. P. 1–14, doi: 10.14720/aas.2021.117.4.1887/
6. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т. О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*, 2018. Вип. 103. С. 27–35.
7. Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K., Roubik H. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. 30. 70022–70038 <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3>
8. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8(3). P. 42–50.
9. Павліченко К. В., Грабовський М. Б. Формування біометричних показників та накопичення сирової надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 98–111 DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>
10. Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. *Агробіологія*. 2017. № 2 (135). С. 45–54.
11. Milas A. S., Romanko M., Reil P., Abeysinghe T., Marambe A. The importance of leaf area index in mapping chlorophyll content of corn under different agricultural treatments using UAV images. *International Journal of Remote Sensing*. 2018. № 39. P. 15–16, 5415–5431, DOI: 10.1080/01431161.2018.1455244
12. Грабовський М. Б. Ефективність застосування мінеральних добрив у одновидових та сумісних посівах сорго цукрового та кукурудзи. *Техніка і технології АПК*, 2018. № 8–9 (107). С. 21–24.
13. Вожегова Р. А., Марченко Т. Ю., Забара П. П., Пілярська О. О. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 54–59. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.11>
14. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. № 61. С. 123–134.
15. Грабовський М. Б. Удобрення кукурудзи: на часі економія. *The Ukrainian Farmer*, січень 2015. С. 56–57.
16. Nie S., Wang C., Dong P., Xi X. Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data. *Remote Sensing Letters*. 2016. № 7(2). P. 111–120.
17. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Городецький О. С., Курило В. Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 37–40.
18. Amanullah M. J. H., Nawab K., Ali A. Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of maize (*Zea mays* L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal*. 2007. № 2(3). P. 235–243.
19. Грабовський М. Б., Вахній С. П., Лозінський М. В., Панченко Т. В., Басюк П. Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42
20. Baez-Gonzalez A. D., Kiniry J. R., Maas S. J., Tiscareno M. L., Macias C. J., Mendoza J. L., Manjarrez J. R. Large-area maize yield forecasting using leaf area index based yield model. *Agronomy Journal*. 2005. № 97(2). P. 418–425.
21. Лавриненко Ю. О., Міщенко С. В., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Кобизева Л. Н., Грабовський М. Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 41–47. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.7>
22. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та регуляторів росту на зрошуваних землях Півдня України: дис. ... кандидата с.г. наук: 06.01.09. Херсон, 2016. 175 с.
23. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 104–109. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.16>
24. Che Y., Wang Q., Xie Z., Zhou L., Li S., Hui F. Ma, Y. Estimation of maize plant height and leaf area index dynamics using an unmanned aerial vehicle with oblique and nadir photography. *Annals of botany*. 2020. № 126(4). P. 765–773.
25. Gyenes-Hegyí Z., Pok I., Kizmus L. Plant height and height of the main ear in maize (*Zea mays* L.) at different locations and different plant densities. *Acta agronomica hungarica*. 2002. № 50(1). P. 75–84.
26. Bendig J., Yu K., Aasen H. Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2015. № 39. P. 79–87.
27. Malambo L., Popescu S. C., Murray S. C. Multitemporal field-based plant height estimation using 3D point clouds generated from small unmanned aerial systems high-resolution imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018. 64. P. 31–42.
28. Perez R. P. A., Fournier C., Cabrera-Bosquet L. Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection. *Plant, Cell & Environment*. 2019. № 42. P. 2105–2119.

29. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
30. Лашина М. В., Туровець В. М., Глушко Т. В. Встановлення кореляційних залежностей між адаптивними і морфометричними ознаками та їх значення при розробці моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення південного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 141–145.

REFERENCES:

- Ilchuk, M. M., Konoval, I. A., Baranovska, O. D., Yevtushenko, V. D. (2019). Rozvytok rynku zerna v Ukraini ta yoho stabilizatsiia [Development of the grain market in Ukraine and its stabilization]. *Ekonomika APK*, 4, 29–38. doi: 10.32317/2221-1055.201904029 [in Ukrainian].
- Talavirya, M. P., Vashchenko, I. V. (2018). Formuvannya ta funktsionuvannya rynku kukurudzy v Ukraini [Formation and functioning of the corn market in Ukraine]. *Ekonomika APK*, 9, 28–33 [in Ukrainian].
- Gozh, O. A. (2013). Productivity of maize hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the South of Ukraine. *Irrigation Agriculture*, 61, 118–120 [in Ukrainian].
- Grabovskyi, M. B., Grabovska, T. O., Obrazhii, S. V. (2014). Formuvannya produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrupstyhlosti pid vplyvom strokiv sivyb [Formation of productivity of corn hybrids of different maturity groups under the influence of sowing dates]. *Agrobiology*, 2(113), 81–86 [in Ukrainian].
- Anjorin, F., Adebayo, A., Omodele, T., Adetayo, A., & Adediran, J. (2021). Effects of soil nutrient amendments on growth and grain yield performances of quality protein maize grown under water deficit stress in Ibadan, Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica*, 117/4, 1–14, doi: 10.14720/aas.2021.117.4.1887/
- Grabovskyi, M. B., Fedoruk, Yu. V., Pravdyva, L. A., Grabovska, T. O. (2018). Vplyv rinvnia mineralnogo zhyvlennia na rist, rozvytok ta vodospozhyvannia roslyn sorho tsukrovoho ta kukurudzy v odnovydovykh ta sumisnykh posivakh [The influence of the level of mineral nutrition on the growth, development and water consumption of sweet sorghum and corn plants in mono-species and intercrops]. *Taurian Scientific Bulletin*, 103, 27–35 [in Ukrainian].
- Grabovskyi, M., Kucheruk, P., Pavlichenko, K., Roubík, H. (2023). Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 70022–70038. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3>
- Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., & Telekalo, N. (2018). Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3), 42–50.
- Pavlichenko, K. V., Grabovskyi, M. B. (2022). Formuvannya biometrychnykh pokaznykiv ta nakopychennia syroi nadzemnoi masy hibrydamy kukurudzy pid vplyvom makro- i mikro dobryv [Formation of biometric indicators and accumulation of raw aboveground mass by corn hybrids under the influence of macro- and microfertilizers]. *Taurian Scientific Herald*, 123, 98–111 DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14> [in Ukrainian].
- Grabovskyi, M. B. (2017). Vplyv zakhodiv kontroliuvannya chyselnosti burianiv na rist ta rozvytok kukurudzy [The effect of weed control measures on the growth and development of corn]. *Agrobiology*, 2 (135), 45–54. [in Ukrainian].
- Milas A. S., Romanko M., Reil P., Abeysinghe T., Marambe A. (2018). The importance of leaf area index in mapping chlorophyll content of corn under different agricultural treatments using UAV images. *International Journal of Remote Sensing*, 39, 15–16, 5415–5431, DOI: 10.1080/01431161.2018.1455244
- Grabovskyi, M. B. (2018). Efektyvnist zastosuvannya mineralnykh dobryv u odnovydovykh ta sumisnykh posivakh sorho tsukrovoho ta kukurudzy [Effectiveness of mineral fertilizers application in single-species and combined crops of sweet sorghum and corn]. *Agricultural machinery and technologies*, 8–9(107), 21–24. [in Ukrainian].
- Vozhegova, R. A., Marchenko, T. Yu., Zabara, P. P., Pilyarska, O. O. (2021). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti linii–batskivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy zalezno vid elementiv tekhnolohii v umovakh zroshennia [Peculiarities of photosynthetic activity of parent lines of corn hybrids depending on elements of technology under irrigation conditions]. *Irrigated agriculture*, 76, 54–59. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.11> [in Ukrainian].
- Rudavska, N. M., Huk, R. M. (2017). Vplyv udobrennia na formuvannya vrozhaiu hibrydiv kukurudzy [The effect of fertilizer on the formation of the yield of corn hybrids]. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, (61), 123–134. [in Ukrainian].
- Grabovskyi, M. B. (2015). Udobrennia kukurudzy: na chasi ekonomii [Fertilizing corn: saving time]. *The Ukrainian Farmer*, 56–57. [in Ukrainian].
- Nie, S., Wang, C., Dong, P., Xi, X. (2016). Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data. *Remote Sensing Letters*, 7(2), 111–120.
- Grabovskyi, M. B., Grabovska, T. O., Horodetskyi, O. S., Kurylo, V. L. (2019). Formuvannya produktyvnosti kukurudzy na sylos zalezno vid fonu mineralnogo zhyvlennia [Formation of productivity of corn for silage depending on the background of mineral nutrition]. *Irrigated agriculture*, 71, 37–40. [in Ukrainian].
- Amanullah, M. J. H., Nawab, K., Ali, A. (2007). Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of maize (*Zea mays* L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal*, 2(3), 235–243.
- Grabovskyi, M. B., Vakhniy, S. P., Lozinskyi M. V., Panchenko T. V., Basyuk P. L. (2021). Zernova produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezno vid zastosuvannya kompleksnykh mineralnykh dobryv [Grain productivity of corn hybrids depending on the application of complex mineral fertilizers]. *Agrobiology*, 2, 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42 [in Ukrainian].
- Baez-Gonzalez, A. D., Kiniry, J. R., Maas, S. J., Tiscareno, M. L., Macias C, J., Mendoza, J. L., Manjarrez, J. R. (2005). Large-area maize yield forecasting using leaf area index based yield model. *Agronomy Journal*, 97(2), 418–425.

21. Lavrynenko, Yu. O., Mishchenko, S. V., Marchenko, T. Yu., Pilyarska, O. O., Kobizeva, L. N., Grabovskyi, M. B. (2022). Fotosyntetychni pokaznyky hibrydiv kukurudzzy zalezno vid hustoty posivu i obrobittu biopreparatamy za umov zroshennia [Photosynthetic indicators of corn hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological preparations under irrigation conditions]. *Agrarian innovations*, 12, 41–47. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.12.7> [in Ukrainian].
22. Gozh, O. A. (2016). Produktyvnyh hibrydiv kukurudzzy zalezno vid mikrodozuv ta rehulatoriv rostu na zroshuvanykh zemliakh Pivdnia Ukrainy [Productivity of corn hybrids depending on microfertilizers and growth regulators on irrigated lands of Southern Ukraine]. Thesis of the candidate of this year Sciences, Kherson, 175 p. [in Ukrainian].
23. Stepanenko, M. V., Grabovskyi, M. B. (2023). Vplyv systemy udobrennia na liniini rozmiiry roslin kukurudzzy [The influence of the fertilization system on the linear dimensions of corn plants]. *Agrarian innovations*, 21, 104–109. DOI <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.21.16> [in Ukrainian].
24. Che, Y., Wang, Q., Xie, Z., Zhou, L., Li, S., Hui, F. & Ma, Y. (2020). Estimation of maize plant height and leaf area index dynamics using an unmanned aerial vehicle with oblique and nadir photography. *Annals of botany*, 126(4), 765–773.
25. Gyenes-Hegyí, Z., Pok, I., Kizmus, L. (2002). Plant height and height of the main ear in maize (*Zea mays* L.) at different locations and different plant densities. *Acta agronomica hungarica*, 50(1), 75–84.
26. Bendig, J., Yu, K., Aasen, H. (2015). Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 39, 79–87.
27. Malambo, L., Popescu, S. C., Murray, S. C. (2018). Multitemporal field-based plant height estimation using 3D point clouds generated from small unmanned aerial systems high-resolution imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 64, 31–42.
28. Perez, R. P. A., Fournier, C., Cabrera-Bosquet, L. (2019). Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection. *Plant, Cell & Environment*, 42, 2105–2119.
29. Basic scientific research in agronomy (2014). / edited by Yeshchenko V. O. Vinnytsia: “Edelweiss and K”. [In Ukrainian]
30. Lashina, M. V., Turovets, V. M., Glushko, T. V. (2012). Vstanovlennia koreliatsiinykh zalezhnostei mih adaptivnyh i morfometrychnykh oznakamy ta yikh znachennia pry rozrobtsi modelei hibrydiv kukurudzzy riznykh hrup styhlosti v umovakh zroshennia pivdennoho Stepu [Establishing correlational dependencies between adaptive and morphometric traits and their importance in developing models of corn hybrids of different maturity groups under irrigation conditions of the southern Steppe]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 141–145. [In Ukrainian].
- Засуха А.А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту рослин**
- Мета.** Визначення впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування висоти рослин, висоти прикріплення качана та площі листової поверхні рослин кукурудзи. **Методи.** Польовий, аналітичний та статистичний. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д. р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутривант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16); 3. Нутривант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18); 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18). Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). **Результати.** Отримані експериментальні дані показують, що лінійне збільшення висоти рослин відбувалося до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85). Динаміка зміни площі листової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так, зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів. На основі дисперсійного аналізу встановлено, що на показник висоти і площі листової поверхні рослин кукурудзи найбільший вплив мають мінеральні добрива – 80,1 і 75,6 %. Добрива і регулятори росту у позакореневе підживлення впливають на ці показники на рівні 8,2 і 11,4 %. **Висновки.** Максимальні значення висоти рослин кукурудзи отримано на варіантах з основним удобренням $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим підживленням добривами і регуляторами росту Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 240,1 см. Висота прикріплення качана становила при цьому 102,5 см. Найбільша площа листової поверхні була отримана у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) за підживлення рослин кукурудзи у фазі 3-4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4-5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7-8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м²/га.
- Ключові слова:** висота рослин, висота прикріплення качана, площа листової поверхні кукурудзи, мінеральні добрива, фази розвитку
- Zasukha A.A. Changes in biometric parameters of corn plants depending on the use of fertilizers and plant growth regulators**
- Purpose.** To determine the effect of fertilizers and plant growth regulators on the formation of plant height, cob attachment height and leaf area of corn plants. **Methods.** Field, analytical and statistical. The research was conducted in 2022-2023 at the private agricultural enterprise “Svitanok” in Kyiv region according to the following scheme: Factor A. Mineral fertilizers (kg/ha d.m.) 1. No fertilizers; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Factor B. Foliar fertilisation with fertilisers and plant growth regulators 1. No application;

2. Nutrivant Universal (2 kg/ha) in the phase of 3-5 leaves of corn (BBCH 13-16); 3. Nutrivant plus Grain (2 kg/ha) in the phase of 3-5 leaves of corn (BBCH 13-16) + Atlante (0.5 l/ha) in the phase of 7-8 leaves of corn (BBCH 17-18); 4. Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha) in the phase of 3-4 corn leaves (BBCH 13-14) + Ikar Fosto (0.5 l/ha) in the phase of 4-5 corn leaves (BBCH 15-16) + Ikar Zinto (0.5 l/ha) in the phase of 7-8 corn leaves (BBCH 17-18). The corn hybrid SI Octeon (FAO 380) was sown. **Results.** The obtained experimental data show that a linear increase in plant height occurred up to the phase of waxy grain ripeness (BBCH 85). The dynamics of changes in the leaf surface area in the phase of milk ripeness of grain (BBCH 76) indicates a general tendency to decrease this indicator, which is a physiological characteristic of the plant. Thus, the decrease in this indicator in this period of accounting, compared to the phase flowering (BBCH 65) is 2.8-5.7 %, regardless of the factors studied. Based on the analysis of variance, it was found that the

height and leaf area of corn plants were most influenced by mineral fertilisers – 80.1 and 75.6 %. Fertilizers and growth regulators in foliar feeding affect these indicators at the level of 8.2 and 11.4 %. **Conclusions.** The maximum values of corn plant height were obtained in the variants with the main fertilizer $N_{90}P_{70}K_{70}$ and foliar fertilization with fertilizers and growth regulators Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha) + Ikar Fosto (0.5 l/ha) + Ikar Zinto (0.5 l/ha) – 240.1 cm. At the same time, the height of the cob attachment was 102.5 cm. The largest leaf surface area was obtained in the flowering phase (BBCH 65) when corn plants were fertilized in the phase of 3-4 leaves of corn with Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha), again in the phase of 4-5 leaves of corn with Ikar Fosto (0.5 l/ha) and in the phase of 7-8 leaves of corn with Ikar Zinto (0.5 l/ha) – 52.5 thousand m²/ha.

Key words: plant height, cob attachment height, leaf surface area of corn, mineral fertilisers, developmental stages.