

УДК 633.15: 631.8:631.547  
DOI:10.37128/2707-5826-2024-2-7  
**ДИНАМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ  
ФОРМУВАННЯ НАДЗЕМНОЇ  
БІОМАСИ РОСЛИН ГІБРИДІВ  
КУКУРУДЗИ РІЗНОЇ ГРУПИ  
СТИГЛОСТІ З ПОЗИЦІЇ СИСТЕМИ  
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЖИВЛЕННЯ**

**В.І. ЦИГАНСЬКИЙ**, кандидат с.-г.  
наук, доцент  
**О.С. МИХАЙЛЮК**, аспірант  
Вінницький національний аграрний  
університет

За двоохрічний цикл досліджень було проведено оцінку динаміки формування надземної фітомаси гібридів різних груп стиглості (ФАО 200, 300 і 400) з оцінкою показника у варіантах сирій біомаси і переведенні у вираз сухої речовини). Оцінка передбачала динамічний феностадійний облік показника у розрізі 5 фенологічних фаз [фаза 7 листків (ВВСН 17–18), фаза 12–13 листків (ВВСН 27–28), фаза цвітіння качана (ВВСН 63–65), молочна стиглість зерна (ВВСН 75–77), фізіологічна стиглість зерна (ВВСН 87–88)]. Додатково до обліку фітомаси рослин у динаміці було застосовано використання позакореневих підживлень мікродобривом Вуксал мікроплант з розподілом у одинарне й бінарне застосування. За результатами проведених досліджень було визначено особливості динаміки формування надземної фітомаси високоінтенсивних гібридів різних груп стиглості багатоцільового використання, що дозволило визначити особливості цього процесу за загального подовження періоду вегетації рослин. Встановлена також частка впливу у приростах фітомаси від застосування позакореневих підживлень із віддаленням від фази досягання і формування насіння до максимального технологічного наближення до цієї стадії у одинарному або ж комбінованому варіанті. Оцінено рівень урожайності гібридів кукурудзи з позиції перспектив їхнього впровадження у регіоні досліджень за умов нестійкого зволоження на сірих лісових ґрунтах і зроблено висновки щодо їхнього реального виробничого урожайного потенціалу відповідно до умов декларування установою-оригінатором.

На основі співставлення величини сформованої надземної фітомаси рослин гібридів різних груп стиглості на відповідні феностадії обліку з визначеною урожайністю зерна у єдиному двоохрічному масиві даних – визначено характер детермінації ознак вегетативної маси й урожайності зерна кукурудзи, й окреслено можливості технологічних рішень під час розробки технологій вироцнення кукурудзи за прогнозованого дуального її використання [зерно, силос (біомаса для виробництва біогазу)] з огляду на додаткові варіанти удобрення у формі позакореневих підживлень. Статистично доведена можливість отримання як високих урожаїв фітомаси, так і високого урожаю зерна у єдиних технологічних умовах вироцнення гібридів кукурудзи різних груп стиглості з рівнем детермінації зв'язку даної пари ознак на рівні не нижче 73 % і максимальним рівнем не нижче 94 %.

**Ключові слова:** кукурудза, надземна фітомаса, позакореневі підживлення, група стиглості, урожайність.

**Табл. 2. Рис. 2. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Сучасні технології вирощування кукурудзи направлені на максимальну адаптацію ростових процесів гібридів різних груп стиглості до гідротермічних умов території, систем удобрення, типів посівного конструювання агроценозів з позиції строків сівби, норми висіву й запланованої густоти стояння [1]. Специфічність кукурудзи як виду з цієї позиції обумовлена досить широкою лінійкою груп стиглості (від ультраранньостиглих до пізньостиглих форм), формуванням значної надземної біомаси, що істотно перевищує у сирій вазі сформовану репродуктивну й насінневу частини, досить різномірну систему критичних періодів щодо як вологозабезпечення, так і

використання окремих елементів живлення [2]. У підсумку це зумовлює значну кількість технологічних альтернатив для реалізації генотипового потенціалу одного й того ж гібрида кукурудзи, або ж лінійки гібридів у межах однієї групи стиглості [3]. Водночас відзначається [4], що характер і динаміка наростання надземної вегетативної маси кукурудзи може бути надійним індикатором оптимальності росту й розвитку рослин з огляду на застосовану систему удобрення, густоту стояння та інші агротехнологічні регламенти, які є контрольними з позиції реалізації зернової продуктивності того чи іншого гібрида [5]. Повідомляється також [6], що між характером співвідношення загальної біомаси рослин і часткою сформованої репродуктивної структури з позиції кількості качанів, ваги качана, виходу зерна з качана, залежність має складний характер і часто така залежність носить протилежну направленість [7]. Водночас важливим є пошук тієї точки, у якій позитивно збалансовується надземна сформована біомаса рослин кукурудзи з рівнем їхньої фактичної зернової продуктивності, що дозволяє оптимально й найбільш продуктивно поєднати два суміжних процеси – вегетативний ріст і ріст тих частин рослини, які, насправді, формують індивідуальну зернову продуктивність [8].

Відзначається також [9], що вказані процеси взаємодіючого співвідношення ростових змін можна регулювати завдяки додатковому мінеральному живленні, за допомогою застосування макро- і мікродобрив. З цієї позиції мінеральні добрива урівноважують рециклінг основних елементів живлення та дозволяють урівноважувати можливості рослини з позиції одночасного підтримання відповідних темпів вегетативного й репродуктивно-насінного [10].

Власне мінеральні добрива мають різнорідний вплив на ростові вегетативні і якісні репродуктивні зміни. Для одних періодів є важливий азот, зокрема на ранніх етапах до фази активного росту стебла, для інших етапів важливим є наявність фосфору і калію, зокрема для феностадій формування чоловічого й жіночого суцвіть, наливу зерна [11]. У цьому плані надзвичайно важливим є правильне використання мікродобрив, оскільки вони мають специфічну точкову дію саме на активізації відповідних ростових центрів рослини, а завдяки безпосередньому позакореневому внесенню по листку, мають короткий період до активного засвоєння і безпосередньої фізіологічної дії [12, 13]. Важливо водночас правильно підібрати асортимент відповідних мікродобрив і забезпечити ефективне їхнє феностадійне використання із урахуванням вищевказаних процесів наростання вегетативної маси. Враховуючи актуальність цих питань, для успішного вирішення питання конструювання ефективних систем удобрення кукурудзи було проведено наші дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням вивчення особливостей динаміки наростання надземної вегетативної маси з позиції систем позакореневого живлення займалось досить багато дослідників. За останній період потрібно відмітити публікації А.М. Влащук, О.П. Конащук, О.С. Дробіт [2], дослідження О.В. Мамчур [7], Я. Надь [8], Ю.М. Пащенко й ін. [9], К.В. Павліченко [12, 13]. За результатами опрацювання вказаних наукових публікацій та за

результатами досліджень інших авторів відмічено загальну позитивну дію макро- і мікродобрив, особливо у варіантах позакореневого підживлення на оптимізацію ростових процесів рослин кукурудзи, гармонізацію вегетативного й репродуктивного розвитку, формування повнопрофільного забезпечення рослинного організму необхідними елементами у критичні періоду, підвищення якості й кількості отриманої кінцевої продукції. Водночас відзначається і ряд невирішених проблем, зокрема аналіз динаміки гібридів різної стиглості у закономірних математичних інтерпретаціях і роль мікродобрив у цьому процесі, визначення коефіцієнту продуктивності кореневої системи для облікового ґрунтового горизонту у 30 см, що дозволило б оцінити співвідношення ростових процесів надземної та кореневої біомас, а також загальну ефективність росту за таких умов. Важливим є також з'ясування питання, у які строки найбільш доцільно застосовувати мікродобрива у позакореневі підживлення для отримання позитивного результату як з позиції формування надземної біомаси, так і сформованого врожаю зерна.

Враховуючи окреслені вище проблеми у завданні наших досліджень було передбачено ряд напрямків, які б дозволили оцінити особливості розвитку і формування надземної біомаси як з позиції відповідної групи стиглості гібриду, так і з позиції строків застосування мікродобрив у позакореневі підживлення.

**Умови і методика досліджень.** Дослідження проводились на дослідному полі ВНАУ впродовж 2022–2023 рр. на сірих лісових ґрунтах. Ґрунтовий покрив був представлений сірими лісовими ґрунтами із середнім потенціалом умов ґрунтової родючості за таких агрохімічних показників: вміст гумусу – 2,68 %, легко гідролізованого азоту – 81,9 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 155,5 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 105,7 мг/кг ґрунту,  $pH_{\text{ккл}}$  – 5,8. Механічний склад ґрунту – середній суглинок. Погодні умови у роки проведення досліджень характеризувались помірними середньодобовими температурами від середньомісячних 15–16 °С у квітні до 18,5–20,8 °С у липні й серпні за суми опадів (відповідно до умов 2022 і 2023 років) 678,7 мм і 486,9 мм. Загалом гідротермічний режим вегетації був сприятливий для вегетативного росту і розвитку рослин кукурудзи з деяким зниженням темпів росту у співставленні до багаторічних чинників у період кінця квітня – другої декади травня.

У дослідженнях було використано гібрид ФАО 200 (гібрид Неріса), ФАО 300 (Арлен) і ФАО 400 ДКС 4717 на фоновому удобренні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (із внесенням фосфору і калію під основний обробіток, а азоту (аміачна селітра) у передпосівну культивуацію). Норму удобрення вибрано з огляду на середньорегіональний рівень удобрення для моделювання умов досліду з максимальним наближенням до виробничих умов. Досліди закладено у чотирьохразовій повторності з обліковою площею ділянки 50 м<sup>2</sup>.

Коротка характеристика гібридів. Неріса. Ранньостиглий (ФАО 200). Має високу холодостійкість і можливість отримання раннього врожаю зерна й силосу. Високий вміст крохмалю (близько 70 % у сухій речовині). Вихід спирту (100 %) із 100 кг сухого зерна становить близько 44 %. Дуже добре реагує на високий агрофон.

Тип зерна: кремнисто-зубовидний. Рекомендації щодо вирощування: не рекомендується використовувати високі норми гербіцидів групи сульфонілсечовин. Гібрид рекомендований для вирощування в зоні Полісся та Лісостепу. Рекомендована густина під час збирання: 70–80 тис. рослин/га в Лісостепу й до 90 тис. рослин/га в зоні Полісся. Оцінка у балах: врожайність 9 з 10, стійкість до посухи 8 з 10, ранній розвиток 8 з 10, стійкість до заморозків 9 з 10, віддача вологи зерном 8 з 10, стійкість до вилягання 10 з 10.

Арлен невибагливий до ґрунтів і придатний до вирощування за мінімальною та нульовою технологією обробітку ґрунту. Середньостиглий (ФАО 300). Стійкий до вилягання та хвороб. Найкращі показники з врожайності в своїй групі стиглості. Густина стояння, тис./га: для зони недостатнього зволоження – 65–70, для зони достатнього зволоження – 75–85. Маса: 1000 насінин, 316 г. Вологовіддача: 14–15, потенціал врожайності: 16,5 т/га. Напрямок використання: зерновий. Група стиглості: середньостиглий. Висота рослин: 260 см. Висота кріплення качана: 110 см. Кількість рядів зерен: 16–18, зерен у ряду: 32–38. Середня врожайність за роки випробування: 9,62 т/га. Оцінка (у балах): енергія початкового росту – 9, посухостійкість – 9, стійкість до вилягання – 9, толерантність до фузаріозу стебла – 8, толерантність до фузаріозу качана – 8, толерантність до гельмінтоспоріозу – 8, толерантність до пухирчастої сажки – 9, толерантність до летючої сажки – 9.

ДКС 4717. Високоврожайний гібрид кукурудзи для інтенсивних технологій вирощування. Демонструє швидку вологовіддачу під час дозрівання. Добре переносить високі температури. Гібрид придатний для різних технологій вирощування. Має міцне стебло і потужну кореневу систему. Можна вирощувати на силос. Прекрасно адаптується до зовнішніх ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Висока толерантність до поширених захворювань кукурудзи. Рекомендовані зони вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ України. Група стиглості – середньопізнньостиглий (ФАО 400). Призначення – на зерно, силос. Тип зерна – зубоподібне. Висота рослин – 220–250 см. Кількість рядів – 16–18. Кількість зерен у ряду – 36–42. Вміст крохмалю – понад 72 %. Маса 1000 зерен – 320–400 г. Стійкість у балах) до посухи – 9, до вилягання – 9, до гельмінтоспоріозу – 8, до сажки – 9, до фузаріозу – 8. Рекомендована густина на період збирання: достатній рівень вологозабезпечення – 70–75 тис. рослин/га, недостатній рівень вологозабезпечення – 60–65 тис. рослин/га. Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в дослідках була загальноприйнятною для зони Лісостепу правобережного. Сівбу кукурудзи проводили на початку третьої декади квітня, дотримуючись рекомендованої норми густоти стояння для відповідного гібрида. Попередник у всіх варіантах дослідів – озима пшениця. Система розміщення ділянок – блочна з повною рендомізацією у межах блоків.

Облік сформованої надземної біомаси кукурудзи проводили за допомогою методу облікових пробних майданчиків (у двох несуміжних повтореннях на відповідну облікову фазу завдяки прямому польовому зважуванню у сирій масі) [14]. Основний облік сформованої біомаси проводили у такі фенологічні фази:

фаза 7 листків (ВВСН 17–18), фаза 12–13 листків (ВВСН 27–28), фаза цвітіння качана (ВВСН 63–65), молочна стиглість зерна (ВВСН 75–77), фізіологічна стиглість зерна (ВВСН 87–88). Облік урожайності проводили на основі обліку індивідуальної зернової продуктивності рослин у переведенні на середню густоту стояння рослин у трансформації на стандартну вологість зерна [14]. Для єдино відмінного зіставлення сиру масу перетворювали у суху речовину за допомогою термостатного її висушування гравіметричним методом [14].

Для вивчення впливу позакореневих підживлень на динаміку формування надземної біомаси й урожайність гібридів використовували мікродобриво Вуксал мікроплант. Вуксал мікроплант – висококонцентрована суспензія для профілактики і усунення дефіциту широкого спектру мікроелементів з додатковими властивостями антивипаровувача й реактиватора в'язкого осаду. Препаративна форма – суспензія; густина – 1,57 г/см<sup>3</sup>; рН – 6,4. Переваги Вуксал Мікроплант: високий вміст широкого спектру мікроелементів; усуває та запобігає дефіциту мікроелементів; містить магній, сірку, калій та азот для попередження дисбалансу у живленні й посилення інтенсивності фотосинтезу; надхелатування EDTA пом'якшує робочий розчин; сумісний із більшістю пестицидів; наявність прилипача і сурфактанта оптимізує дію ЗЗР і забезпечує швидке поглинання поживних речовин. Формула Вуксал Мікроплант, г/л: N 78 (5,0 %), K<sub>2</sub>O 157 (10 %), MgO 47 (3,0 %), SO<sub>3</sub> 202,5 (13,0 %), B 4,7 (0,3 %), Cu 7,9 (0,5 %), Fe 15,7 (1,0 %), Mn 23,6 (1,5 %), Mo 0,15 (0,01 %), Zn 15,7 (1,0 %). Катіони металів Cu, Fe, Mn, Zn повністю хелатовані EDTA. Мікродобриво застосовувалось у формі позакореневого підживлення у такі варіанти: I – контроль без обробки, II – одноразово у фазі 7 листка (ВВСН 17–18), III – одноразово у фазі 15–16 листків (ВВСН 30–32), IV – двохразово у фазі поєднання варіантів I та II. Отримані результати оброблялись математико-статистичними методами з використанням дисперсійного і графічно-статистичного способу [15].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Результати обліків сформованої надземної біомаси рослин кукурудзи мали істотні відмінності як у межах гібридів різних груп стиглості, так і в межах варіантів застосування позакореневих підживлень (табл. 1). Встановлено, що параметри сформованої надземної фітомаси рослин кукурудзи мають закономірний динамічний ріст у послідовному фенологічному розвитку, проте для гібридів різних ФАО ця динаміка мала свої особливості. Зокрема для ранньостиглого гібрида Неріса, який належить до таких, що формує інтенсивно розвинену фітомасу й може мати бінарне використання як на зерно, так і на силос, усе ж відзначено істотно нижчі значення фітомаси – у різниці на 1,7–3,0 т/га у співставленні до гібрида Арлен (ФАО 300) і 3,8–5,3 т/га у співставленні до гібрида ДКС 4717 (ФАО 400). Це узгоджується із твердженнями щодо тісного позитивного зв'язку між тривалістю вегетації кукурудзи і рівнем її біопродуктивності [2].

Застосування системи позакореневих підживлень позитивно вплинуло на величину сформованої фітомаси у співставленні до контролю як у варіанті одинарного, так і у варіанті бінарного внесення.

Таблиця 1

**Динаміка накопичення сирової надземної фітомаси рослин кукурудзи у гібридів різних груп стиглості на фоні різних варіантів позакоренових підживлень, т/га (середнє за 2022–2023 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Фази розвитку рослин				
		7 листків ВВСН 17–18	12–13 листоків ВВСН 27–28	цвітіння качана ВВСН 63–65	молочна стиглість зерна ВВСН 75–77	фізіоло- гічна стиглість ВВСН 87–88
Неріса (ФАО 200)	I – Без обробки, контроль	3,15	15,30	34,40	49,92	33,95
	II – у фазі 7 листка (ВВСН 17–18)	3,17	16,56	36,11	52,46	36,48
	III – у фазі 15–16 листків (ВВСН 30–32)	3,20	15,33	35,84	51,59	35,12
	IV – двохразово у фазі поєднання варіантів I та II	3,19	16,48	36,89	53,27	37,19
Арлен (ФАО 300)	I	3,63	18,25	36,38	51,85	36,59
	II	3,71	19,14	38,07	54,41	38,73
	III	3,68	18,56	37,77	53,80	38,17
	IV	3,57	19,21	39,89	54,92	40,22
ДКС 4717 (ФАО 400)	I	3,78	19,44	38,79	53,71	41,33
	II	3,82	20,64	40,57	57,29	43,71
	III	3,75	19,77	40,67	56,41	42,11
	IV	3,74	20,55	42,92	58,19	44,72
НІР <sub>05</sub> для факторів	A	0,23	0,27	0,41	0,39	0,44
	B	0,14	0,34	0,58	0,50	0,57

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Водночас застосування високоефективного мікродобрива Вуксал Мікроплант і тут мало свої специфічні особливості. По-перше, ефективність одноразового внесення у більш ранні фенофази (зокрема на фазу 7 листків ВВСН 17–18) для гібридів більш скоростиглих було більш ефективним, ніж у випадку гібридів із більшою тривалістю вегетації. Це ефективно прослідковується у співставленні гібридів із ФАО 200 і ФАО 400. Зокрема прирости від застосування мікродобрива у фазу ВВСН 17–18 для гібрида Неріса були у середньому на 10,8–12,7 % вищими у послідовних феностадіях обліку, ніж для гібрида ДКС 4717.

На нашу думку, це пояснюється різною динамікою ростових процесів ранньостиглих і пізньостиглих гібридів. Зокрема для пізньостиглих гібридів інтенсивні ростові процеси зміщено на етапи, які взаємозв'язано протікають у період формування чоловічого і жіночого суцвіть кукурудзи, а інтенсивність ростових фізіологічних перетворень у них має екстремум на фенофазу ВВСН 55–60. Саме з цих причин, що, до речі, підтверджується рядом досліджень [3, 4], реакція пізньостиглих гібридів на більш пізні стадії застосування позакоренових

підживлень є більш продуктивною, ніж реакція ранньостиглих. Потрібно відзначити позитивність коректуючого примінення мікродобрива у реакції приростів фітомаси рослин кукурудзи для всіх гібридів. У середньому приріст фітомаси за внесення мікродобрива у фазу 7 листків склав за загальним масивом варіантів – 4,82 %, за одноразового внесення у фазу 15–16 листків кукурудзи – 2,69 %, а максимум за бінарного застосування мікродобрива в обидві фази – 6,20 % з розмахом у значенні від 2,43 % до 9,25 %.

Таблиця 2

**Динаміка накопичення сухої фітомаси рослин кукурудзи у гібридів різних груп стиглості на фоні різних варіантів позакоренових підживлень, т/га (середнє за 2022–2023 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Фази розвитку рослин				
		7 листків ВВСН 17–18	12–13 листоків ВВСН 27–28	цвітіння качана ВВСН 63–65	молочна стиглість зерна ВВСН 75–77	фізіологічна стиглість ВВСН 87–88
Неріса (ФАО 200)	I – Без обробки, контроль	0,58	3,61	8,88	16,22	17,02
	II – у фазі 7 листка (ВВСН 17–18)	0,59	3,91	9,32	17,05	17,22
	III – у фазі 15–16 листків (ВВСН 30–32)	0,59	3,62	9,25	16,77	16,58
	IV – двохразово у фазі поєднання варіантів I і II	0,59	3,89	9,52	17,31	17,55
Арлен (ФАО 300)	I	0,67	4,31	9,39	16,85	17,27
	II	0,69	4,52	9,82	17,68	18,28
	III	0,68	4,38	9,74	17,49	18,02
	IV	0,66	4,53	10,29	17,85	18,98
ДКС 4717 (ФАО 400)	I	0,70	4,59	10,01	17,46	19,51
	II	0,71	4,87	10,47	18,62	20,63
	III	0,69	4,67	10,49	18,33	19,88
	IV	0,69	4,85	11,07	18,91	21,11
НІР <sub>05</sub> для факторів	A	0,045	0,059	0,129	0,091	0,141
	B	0,036	0,061	0,108	0,084	0,105

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналогічні тенденції збереглися і у системі трансформації сирої фітомаси рослин кукурудзи у суху фітомасу. Потрібно зауважити що для обох років польових досліджень встановлено підвищений вміст сухої речовини у фітомасі, зумовлений особливостями погодних умов, зокрема помірними температурами на фоні різкого коливання атмосферного зволоження, що відповідно до [8] формує рослини з нижчою оводненістю тканин і вищою акумуляцією сухої органічної речовини. Зокрема, вміст сухих речовин у гібридів кукурудзи коливався від 16,4–18,5 % на фазу 7 листка до 32–47,5 % на фазу фізіологічної стиглості. Водночас через силу розтягнутих ростових процесів характерних для більш пізньостиглих гібридів, вміст сухої речовини на фазу дозрівання та фізіологічної стиглості у них був нижчий на 5,6–8,2 %. Це забезпечило, за збереження позитивної дії

мікродобрив, загальне зростання позитивної дії мікродобрива у формі додаткових 1,23–2,79 % приростів до неудобреного контролю. Це, у підсумку на варіанті дуального застосування мікродобрив, забезпечило підсумковий середній приріст урожайності сухої фіто маси у розрізі гібридів на рівні 7,52–11,27 %. Водночас потрібно відзначити, що продуктивність сформованої фітомаси була максимальною у гібриду ДКС 4717 (ФАО 400). Істотність цієї різниці мала позитивну динаміку наростання, починаючи з фази 12–13 листків (ВВСН 27–28), і досягала максимуму на фенофазу молочної стиглості зерна (ВВСН 75–77). У результуючому підсумку величина сформованої сухої фітомаси кукурудзи у гібрида Арлен (ФАО 300) була на варіанті бінарного застосування мікродобрива Вуксал Мікроплант (як найбільш продуктивного варіанту) у середньому на 8,12 %, а у варіанті гібриду ДКС 4717 (ФАО 400) на 20,28 % вищою, ніж у гібрида Неріса (ФАО 200). З чого формується можливість коректування формування надземної фітомаси кукурудзи завдяки застосуванню мікродобрив у формі позакореневого підживлення. Важливим з огляду на вищезроблений аналіз провести оцінку впливу застосованих позакорневих підживлень на урожайність зерна кукурудзи, що й було одним із цілей нашого двохрічного циклу досліджень. Результати обліку урожайності у середньому за період досліджень представлено на рисунку 1.

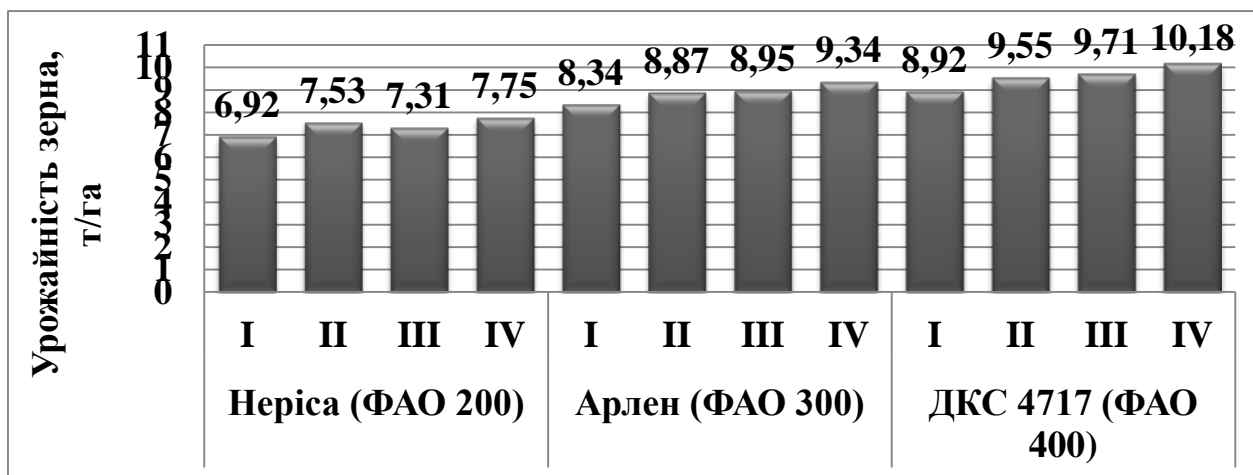


Рис. 1. Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості за різних варіантів застосування позакорневих підживлень, т/га (середнє за 2022–2023 рр.).

(I – Без обробки, контроль; II – одноразово у фазі 7 листка (ВВСН 17–18); III – одноразово у фазі 15–16 листків (ВВСН 30–32); IV – двохразово у фазі поєднання варіантів I та II) НІР<sub>05</sub> (т/га) фактор А 0,539, фактор В – 0,352.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За результатами проведеного обліку, урожайність гібридів була істотно різною, як у співставленні гібридів різної групи стиглості, так і порівнюючи урожайності за різних варіантів застосування позакорневих підживлень. Закономірно, адже узгоджується із низкою досліджень [5, 8–10], що гібриди більш пізньостиглої групи мали вищу зернову продуктивність. У середньому різниця урожайності між гібридами Неріса (ФАО 200) і Арлен (ФАО 300) становила



(усереднено за варіантами позакоренових підживлень) 1,49 т/га, а між гібридами Арлен (ФАО 300) і ДКС 4717 (ФАО 400) – 2,21 т/га.

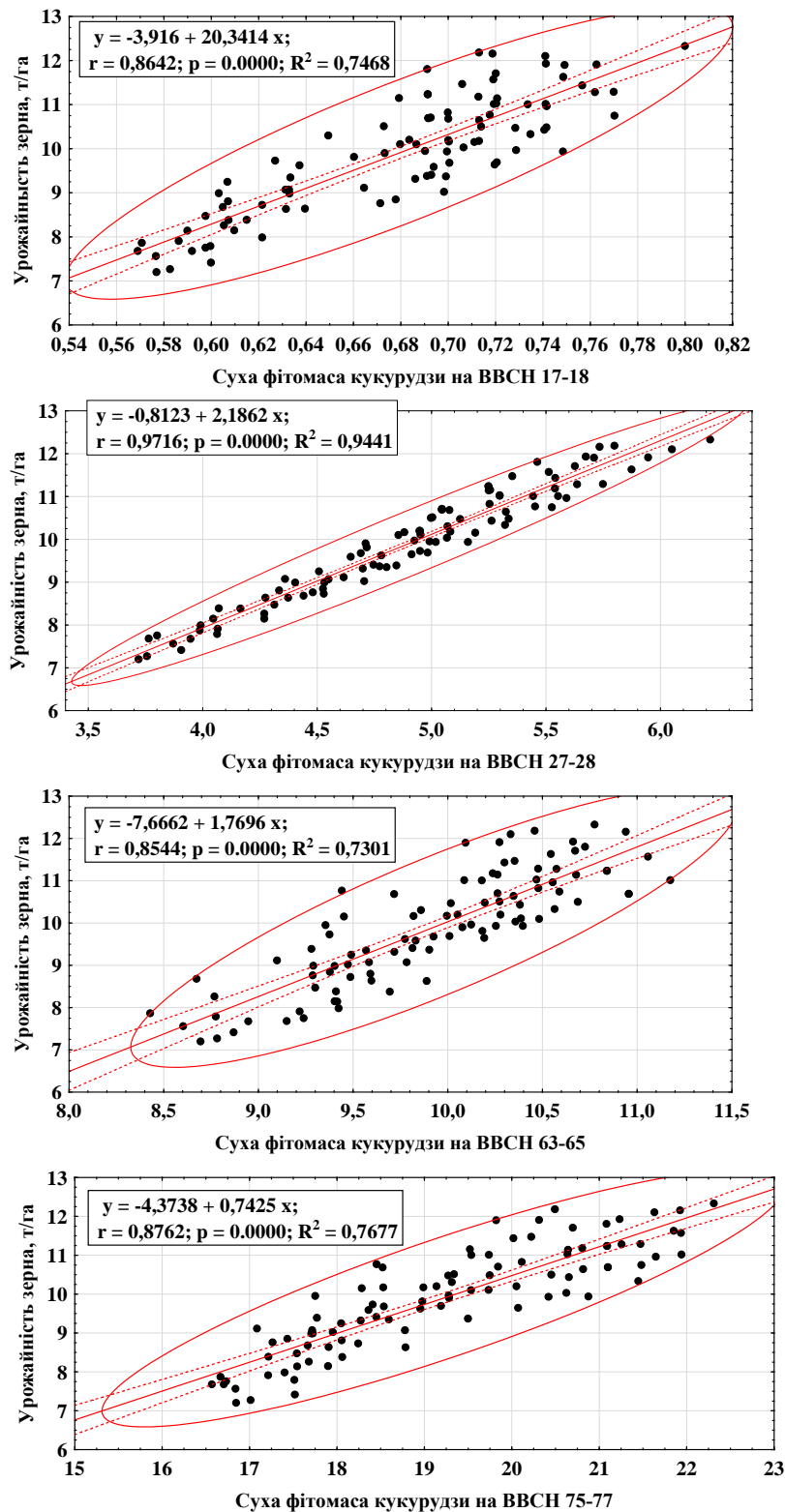


Рис. 2. Характер зв'язку між виходом сухої надземної фітомаси гібридів кукурудзи у різні фенофази й урожайність зерна (у єдиному масиві даних роки-гібриди-повторення за період 2022–2023 рр.).

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Водночас рівень облікової урожайності підтвердив результати заявленого урожайного потенціалу оригінаторами гібридів, які було використано у дослідженнях, що дозволяє додатково їх рекомендувати для умов нестійкого зволоження на сірих лісових ґрунтах Лісостепу правобережного України (див. рис. 2). Як було наголошено раніше, важливим є також дослідження зв'язку між сформованою надземною фітомасою та урожайністю зерна з огляду на проблематику збалансування ростових процесів вегетативного й генеративного характеру у високоінтенсивних гібридів кукурудзи [9].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отже, на підставі проведених досліджень, доведено продуктивний зв'язок між динамікою формування надземної біомаси гібридів кукурудзи, поширеного у регіоні спектру стиглості та рівнем їхньої зернової продуктивності з рівнем детермінації показника в інтервалі 73–94 %. Застосування мікродобрив у форматі позакореневого підживлення під час загальної гармонізації ростових процесів рослин кукурудзи забезпечує приріст надземної фітомаси рослин кукурудзи в інтервалі від 4 до 10 % залежно від групи стиглості гібрида й за показником урожайності в інтервалі від 6,82 до 14,12 %.

Перспективою подальших досліджень потрібно вважати проведення досліджень щодо закономірностей формування надземної фітомаси рослин кукурудзи у співвідношенні до сформованої кореневої фітомаси для визначення показника коефіцієнта продуктивності кореневої системи і його зв'язку із застосуванням відповідної системи позакореневих підживлень.

### Список використаної літератури

1. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60. DOI: 10.15407/agrisp3.01.055.
2. Влащук А.М., Конащук О.П., Дробіт О.С. Динаміка накопичення сирої та сухої надземної біомаси рослинами кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 4 (74). С. 67–79. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.006>.
3. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 1. С. 75–79.
4. Князюк О.В., Липовий В.Г. Фізіолого-біологічні особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 47–53.
5. Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180–430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Міжнародний тематичний науковий збірник Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 128–131.
6. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і*

природокористування. 2018. Т. 10, № 1–2. С. 108–114. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014>.

7. Мамчур О.В. Роль фізіологічно активних речовин в онтогенезі рослин кукурудзи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія "Сільськогосподарські науки"*. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 109–119.

8. Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.

9. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.

10. Белов Я.В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 74–81. DOI.org: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-11.

11. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Формування біометричних показників та накопичення сирової надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрих. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. № 123. С. 98–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>.

12. Павліченко К.В., Грабовський М.Б. Урожайність зеленої і сухої маси гібридів кукурудзи та вихід біогазу залежно від застосування макро- і мікродобрих. *Міжнародний тематичний науковий збірник Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.17>.

13. Павліченко К.В. Формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи на силос під впливом макро- і мікродобрих. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 77–84. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.12>.

14. Лебідь М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

15. Ушкаренко В.О. Методика польового дослідів: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 372 с.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. (2016). Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. № 1. P. 55–60. DOI: 10.15407/agrisp3.01.055. [in English].

2. Vlashchuk A.M., Konashchuk O.P., Drobit O.S. (2018). Dynamika nakopychennia syroi ta sukhoi nadzemnoi biomasy roslynamy kukurudzy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [*Dynamics of accumulation of raw and dry aboveground biomass by maize plants under irrigation conditions in the Southern Steppe of Ukraine*]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. № 4 (74). DOI:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.006>. [in Ukrainian].

3. Tsykov V.S. (2017). Efektyvnist zastosuvannia makro- i mikrodobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy [*The effectiveness of macro- and microfertilisers in maize cultivation*]. *Zernovi kultury – Cereal crops*. Vol. 1, № 1. 75–79. [in Ukrainian].

4. Kniaziuk O.V., Lypovyi V.H. (2016). Fizioloho-biologichni osoblyvosti formuvannya produktyvnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya [*Physiological and biological features of maize hybrids productivity formation depending on technological methods of cultivation*]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*. № 1. 47–53. [in Ukrainian].

5. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A. (2016). Rist i rozvytok roslyn hibrydiv kukurudzy FAO 180–430 za vplyvu rehulatoriv rostu i mikrodbryv v umovakh zroshennia na Pivdni Ukrainy [*Growth and development of maize hybrids FAO 180-430 under the influence of growth regulators and microfertilisers in irrigated conditions in the South of Ukraine*]. *Mizhnarodnyj tematychnyj naukovyj zbirnyk «Zroshuvane zemlerobstvo» – International thematic scientific collection "Irrigated agriculture"*. № 65. 128–131. [in Ukrainian].

6. Mazur V.A., Shevchenko N.V. (2018). Formuvannya ploshchi lystkovoї poverkhni roslyn hibrydiv kukurudzy zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya [*Leaf area formation in maize hybrids depending on cultivation techniques*]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya – Biological resources and environmental management*. Vol. 10, № 1/2. 108–114. DOI : <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014>. [in Ukrainian].

7. Mamchur O.V. (2013). Rol fiziolohichno aktyvnykh rehovyn v ontogenezi roslyn kukurudzy [*The role of physiologically active substances in the ontogeny of maize plants*]. *Naukovyj visnyk Lvivskogo nacionalnogo universytetu veterynarnoyi medycyny ta biotekhnologij imeni S.Z. Gzhyczkogo. Seriya "Silskogospodarski nauky" – Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyi. Series "Agricultural Sciences"*. Vol. 15, № 3 (3). 109–119. [in Ukrainian].

8. Nad Ya. (2012). Kukurudza [*Maize*]. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian].

9. Pashchenko Yu.M., Borysov V.M., Shyshkina O.Yu. (2009). Adaptyvni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannya hibrydiv kukurudzy [*Adaptive and resource-saving technologies for growing maize hybrids*]. Dnipropetrovsk : Art-pres. [in Ukrainian].

10. Bielov Ya.V. (2018). Napriamy optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy za umov zmin klimatu [*Directions of optimisation of maize growing technologies under climate change*]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia – Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region*. Issue. 4. 74–81. DOI.org: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-11. [in Ukrainian].

11. Pavlichenko K.V., Hrabovskyi M.B. (2022). Formuvannya biometrychnykh pokaznykiv ta nakopychennia syroi nadzemnoi masy hibrydamy kukurudzy pid vplyvom makro- i mikrodbryv [*Formation of biometric parameters and accumulation of crude aboveground mass by maize hybrids under the influence of macro- and microfertilisers*]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. seriya: Silskogospodarski nauky. – Taurian Scientific Bulletin. Series "Agricultural Sciences"*. № 123. 98–111. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>. [in Ukrainian].

12. Pavlichenko K.V., Hrabovskyi M.B. (2022). Urozhainist zelenoi i sukhoi masy hibrydiv kukurudzy ta vykhid biohazu zalezno vid zastosuvannya makro- i mikrodbryv [Yields of green and dry mass of maize hybrids and biogas yields depending on the use of macro- and microfertilisers]. *Mizhnarodnyj tematychnyj naukovyj zbirnyk «Zroshuvane zemlerobstvo» – International thematic scientific collection "Irrigated agriculture"*. Issue. 77. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.17>. [in Ukrainian].

13. Pavlichenko K.V. (2022). Formuvannya elementiv struktury vrozhaiu hibrydamy kukurudzy na sylos pid vplyvom makro i mikrodbryv [Formation of crop structure elements by maize silage hybrids under the influence of macro and microfertilizers]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*. № 12. 77–84. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.12>. [in Ukrainian].

14. Lebid M. Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu (2008). [Methods of performing field experiments with maize]. Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].

15. Ushkarenko V.O. Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnik (2014). [Methods of field research: a tutorial]. Kherson : Hrin D.S. [in Ukrainian].

#### ANNOTATION

### **DYNAMIC PATTERNS OF FORMATION OF ABOVEGROUND BIOMASS OF MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS FROM THE POINT OF VIEW OF FOLIAR NUTRITION SYSTEM**

During the two-year research cycle, the dynamics of aboveground phytomass formation of hybrids of different maturity groups (FAO 200, 300 and 400) was assessed with the evaluation of the indicator in terms of raw biomass and conversion to dry matter). The assessment included dynamic phenostage accounting of the indicator in the context of 5 phenological phases (7-leaf stage (BBCH 17-18), 12-13 leaf stage (BBCH 27-28), cob flowering stage (BBCH 63-65), milk grain maturity (BBCH 75-77), physiological grain maturity (BBCH 87-88)). In addition to the accounting of plant phytomass in the dynamics, foliar fertilisation with Vuksal microplant microfertiliser was applied with the distribution of single and binary application. According to the results of the conducted research, the peculiarities of the dynamics of formation of aboveground phytomass of high-intensity hybrids of different maturity groups for multipurpose use were determined, which allowed to determine the peculiarities of this process with a general extension of the plant growing season. The share of influence in the growth of phytomass from the use of foliar fertilisation with a distance from the phase of seed ripening and formation to the maximum technological reach of this stage in a single or combined variant was also determined. The level of yield of maize hybrids was estimated from the perspective of their implementation in the region of research under conditions of unstable moisture on grey forest soils and a conclusion was made about their real production yield potential in accordance with the conditions of declaration by the originator.

Based on the comparison of the value of the formed aboveground phytomass of plants of hybrids of different maturity groups at the corresponding phenostages of accounting with the determined grain yield in the same two-year data set, the nature of determination of the characteristics of vegetative mass and grain yield of maize is determined and the possibilities of technological solutions in the development of technologies for growing maize under the predicted dual use (grain, silage (biomass for biogas production)), taking into account additional fertilisation options in the form of foliar fertilisation. The possibility of obtaining both high yields of phytomass and high grain yields under the same technological conditions of growing maize hybrids of different maturity groups with the level of determination of the relationship of this pair of traits at least 73%

and the maximum level not less than 94% was statistically proved.

**Key words:** maize, aboveground phytomass, foliar fertilisation, maturity group, yield.

**Table 2. Fig. 2. Lit. 15.**

### **Інформація про авторів**

**Циганський В'ячеслав Іванович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: tsiganskiyslava@gmail.com).

**Tsyhanskyi Viacheslav** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Production and horticulture of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Soniachna Str. 3, Vinnytsia, e-mail: tsiganskiyslava@gmail.com).

**Михайлюк Олександр Сергійович** – аспірант кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, 0960368054).

**Mykhayluk Oleksandr** – graduate student of the Department of Plant Production and horticulture of VNAU (21008, Vinnytsia, 3 Sonyachna St., 0960368054).