

УДК 633.15: 631.543.2
DOI:10.37128/2707-5826-2024-2-4
**ФОРМУВАННЯ ВІТАЛІТЕТНИХ
ТАКТИК КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОЇ
ГУСТОТИ СТОЯННЯ ГІБРИДІВ
РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ**

В.І. ЦИГАНСЬКИЙ, кандидат с.-г.
наук, доцент
Ю.В. МИКУЦЬКИЙ, аспірант
Вінницький національний аграрний
університет

За двоохрічний цикл досліджень було проведено оцінку віталітету агроценозу кукурудзи гібридів з ФАО в інтервалі 200–300 за семи густот стояння від 40 до 100 тис. рослин/га з технологічним варіантом у 10 тис. рослин/га. Оцінка містила застосування показників віталітетних тактик рослин кукурудзи з оцінкою морфологічних блоків рослин за показниками, які визначають інтенсивність ростових процесів, і динаміки формування надземної біомаси, а також ґрунтувалась на доведених позитивних кореляціях між індексами морфометричного розвитку рослин з їхньою прогнозованою продуктивністю.

Основними показниками віталітетного стану агроценозу, які було використано, стали широкопробовані показники (які, до речі, вперше застосовувались саме так на кукурудзі), зокрема коефіцієнт віталітету, показник індексу якості агроценозу, індекс процвітання агрофітоценозу.

За результатами обліку основних морфометричних показників рослин, а саме: висота рослин (см), діаметр стебла в основі (см), висота прикріплення нижнього качана (см), кількість листків на рослині (шт.), площа прикачанного листка (см²), площа асиміляційної поверхні на рослині (см²), довжина качана (см), діаметр качана (см), кількість рядів зерен (шт.), кількість зерен у ряду (шт.), маса 1000 зерен (г), було сформовано усереднений масив, що дозволило визначити похідні значення оптимальності відповідних густот стояння гібридів різних груп стиглості й пов'язати їх через значення коефіцієнту віталітету (IVC) з рівнем урожайності гібридів і загальним рівнем їхньої біопродуктивності.

У підсумку було зроблено висновки щодо агротехнологічних регламентів густот стояння для гібридів різних груп стиглості на неодобреному фоні на сірих лісових ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного України. Зроблено також пропозиції щодо перспектив застосування віталітетних підходів у пошуку оптимальних технологічних рішень щодо розробки окремих складових адаптивних технологій вирощування кукурудзи на зерно.

Ключові слова: кукурудза, віталітет, коефіцієнт віталітету, густина стояння, група стиглості, урожайність.

Табл. 3. Літ. 15.

Постановка проблеми. Оптимальна площа живлення є тим регулятивним фактором, на якому ґрунтується конструювання усіх без винятків технологій, оскільки вона визначає поєднання інтенсивності ростових процесів рослин, відповідних фізіологічних перетворень і супутніх впливів від застосування додаткового мінерального живлення, системи захисту й успішності збиральних робіт з позиції рівномірності дозрівання [6]. Для кукурудзи питання оптимальної площі живлення є на сьогодні дискусійним. Наприклад, повідомляється [7], що вчені компанії Pioneer зібрали дані про реакцію популяції рослин кукурудзи й приріст врожайності, щоб отримати найбільш повну інформацію про продуктивність гібридів кукурудзи. З 1987 до 2016 року було зібрано майже 200 000 точок даних про врожайність і популяції рослин з більш ніж 40 місць у всій

Північній Америці (23 штати США і 3 провінції Канади). На основі узагальнень вказаних досліджень встановлено, що сучасні гібриди не тільки мають вищу агрономічну оптимальну густоту стояння рослин, але й діапазон навколо оптимального рівня з часом розширився, що свідчить про більший ступінь стабільності сучасних гібридів кукурудзи порівнюючи зі старими гібридами. Водночас приріст врожайності кукурудзи був досягнутий не лише завдяки покращенню толерантності до густоти стояння рослин, але й було зібрано достатньо даних, які підтверджують зміни врожайності з однієї рослини, що відображається у більш сприятливому співвідношенні кількості зерен до їхньої ваги. Так, в інтервалі 1987–1991 рр., максимальна середня урожайність зерна кукурудзи була досягнута 67 тис. рослин/га, для діапазону 1992–2002 рр. – 70–74 тис. рослин/га, для діапазону 2012–2016 рр. – 85–105 тис. рослин/га. Потрібно відзначити, що з роками інтервал оптимальності значно розширився. Це пов'язано як із вищезгаданою появою нових генотипів кукурудзи, що є толерантними у широкому розумінні до загущення, а також розвиток агротехнологічних рішень щодо модифікації способу сівби кукурудзи із застосуванням смугової сівби, варіантів strip-till технологій тощо [3]. На сьогодні рекомендації селекційних установ різних країн дають різне трактування оптимальності густоти стояння і часто для одного і того ж гібриду кукурудзи можна знайти широкий інтервал параметра, який іноді вкладається у 15–30 інтервальних одиниць [4].

Водночас відзначається, що один із головних факторів, який визначає ефективність використання родючості, температурного й водного режиму ґрунту, сонячної енергії та інших складових життєдіяльності агроценозу для кукурудзи є саме підбір оптимальної густоти її стояння [5]. Повідомляється, що для ґрунтово-кліматичних зон України оптимальна густота коливається у широких межах в інтервалі від 40 до 90 тис. рослин/га й визначається гідротермічними багаторічними режимами відповідних територій, генотиповими адаптивними властивостями власне гібрида й рівня технології з огляду на строки сівби, попередника, спосіб сівби й систему захисту. Густота стояння рослин значно впливає на структуру врожаю гібридів як певний фактор визначення адаптивної здатності [5, 6]. З огляду на вищенаведені факти, дослідження густоти стояння рослин кукурудзи з позиції вибору є оптимальним і залишається важливим науковим завданням, що потребує деталізації та подальшого експериментального узагальнення, що й стало цілком наших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням вивчення густот стояння рослин кукурудзи займалось багато наукових шкіл. Узагальнення цього важливого агротехнологічного аспекту займались у різні роки В.С. Циков [7], Г.П. Жемела [8], В.Ф. Камінський [9], Р.А. Вожегова [10] й ін. У вказаних дослідженнях відзначалася важливість врахування чинника густоти стояння під час розробки адаптивних технологій вирощування кукурудзи, особливо у конструюванні оптимізованих варіантів удобрення, зрошення та строків сівби. Наголошується також, що густота стояння гібридів є динамічним показником, який визначається прогнозованою реакцією відповідного генотипу кукурудзи на умови довкілля та регулюючі

чинники технологій з огляду на темпи ростових процесів, групи стиглості тощо.

Водночас відзначається [11], що оцінку оптимальності підбраної густоти стояння потрібно поєднувати з віталітетним аналізом, який широко застосовується у зарубіжній практиці й рідко – у вітчизняній. Зокрема, важливим індикатором оптимальності густоти стояння є або ж відсутність формування у агроценозі культури рослин інших морфотипів за загальним розвитком, що з огляду на варіативність всіх морфологічних ознак може призвести як до мінітюаризації рослин за морфологічним розвитком, так і до появи морфотипів, які істотно більш розвинені ніж середній показник з агроценозу. Формується так звана ярусність агроценозу [12].

Ярусність, з позиції технологічного й екологічно-збалансованого розвитку рослин на одиниці площі (агроценоз), є явищем небажаним оскільки вказує на неоднорідність ґрунтового покриву, нерівномірність того ж таки застосування мінеральних добрив, генотипічну невіривняність насінневого матеріалу й наявність огривів у системах обробітку ґрунту, сівби й застосування агрохімікатів з вегетації. За загальної оцінки певного агроценозу його віталітет оцінюється з позиції як відношення певних індикаторних морфологічних параметрів рослин до середнього показника у досліджуваному інтервалі. Цей показник пройшов міжнародну наукову апробацію та використовується як коефіцієнт віталітету (IVC) [11]. Додатково до цього показника визначають три основних типи рослин за морфологічним розвитком: верхні (найбільш розвинені рослини), середні (найбільш типові рослини за основними морфологічними показниками) і нижні (рослини із середніми мінімальними морфологічними параметрами) [12].

Такий характер аналізу дозволяє встановити направленість загального вегетативного й репродуктивного розвитку рослин у агроценозах різної технологічної стиглості, а також виступає надійним індикатором оптимальності вибраної густоти стояння за даних ґрунтово-кліматичних умов [13]. Враховуючи окреслену актуальність дослідження оптимальної густоти стояння високопродуктивних гібридів кукурудзи для умов лісостепової зони України, яка є одним із «поясів» виробництва даної культури, було поставлено завдання дослідити питання віталітетних тактик агроценозів гібридів кукурудзи різної стиглості у широкому діапазоні густот стояння.

Умови і методика досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі ВНАУ впродовж 2022–2023 рр. на сірих лісових ґрунтах з такими агрохімічними характеристиками: вміст гумусу – 2,68 %, легкогідролізованого 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.

Висівались гібриди трьох груп стиглості з ФАО 200 (гібрид Неріса), 250 (СІ Фрегат) і 300 (Арлен). Облікова площа ділянки 50 м², повторність чотирьохразова. Попередник у досліді – озима пшениця. Строк сівби – третя декада квітня. Для уникнення впливу нерівномірності додаткового мінерального живлення на морфометрію рослин оцінки та обліки проводились на неудобреному фоні

відповідно до методології оцінки віталітетних тактик агроценозів вищих рослин [12].

Загальна характеристика гібридів кукурудзи використаних у дослідженнях така: НК Неріса (ФАО 200). Кременисто-зубовидний. Гарні вирівняні качани. Завдяки своєму невеликому ФАО має високу холодостійкість і забезпечує можливість отримання раннього урожаю зерна й силосу для худоби. Характеризується високим вмістом крохмалю (близько 70 % у сухій речовині). Вихід спирту (100 %) зі 100 кг сухого зерна становить близько 44 %. Високотолерантний до пухирчастої сажки. Стійкість до летючої сажки є вищою за середню. Дуже добре реагує на високий агрофон. Гібрид максимально розкриває свій потенціал за сприятливих погодних умов. Рекомендована густина стояння: Полісся – до 90 тис. рослин/га, Лісостеп – 60–65 тис. рослин/га.

СІ Фрегат (ФАО 250). Зубоподібний. Високоадаптивний («Артезіан»). Високий потенціал урожаю. Придатний для вирощування в зонах нестійкого зволоження. Швидка вологовіддача зерна під час дозрівання. Добра адаптованість до посушливих умов. Витягнутий багаторядний качан із тонким стрижнем. Висока стійкість до фузаріозу качана, висока якість зерна (експорт зерна). Вміст білка в зерні становить 8,8–9,7 %, крохмалю – 72–73 %. Рекомендована густина стояння: достатнє зволоження – 60–70 тис./га, нестійке зволоження – 50–60 тис./га, недостатнє зволоження – 40–50 тис./га.

Арлен (ФАО 300). Гібрид невибагливий до ґрунтів і придатний до вирощування за мінімальною та нульовою технологією обробітку ґрунту. Стійкий до вилягання і хвороб. Найкращі показники за врожайністю у своїй групі стиглості. Тип гібрида – простий. Група стиглості – середньостиглий. Напрямок використання – силосно-зерновий. Колір стрижня качана – червоний. Вологовіддача – 14–15 %. Тип зерна – кременисто-зубовидний. Висота рослини – 260 см. Висота кріплення качана – 110 см. Потенціал урожайності – 165,0 ц/га. Середня врожайність за роки випробування – 96,2 ц/га. Стійкість до хвороб і стресових факторів із 10. Енергія початкового росту – 9. Вилягання – 9. Гельмінтоспоріоз – 8. Толерантність до фузаріозу стебла – 8. Толерантність до фузаріозу качана – 8. Пухирчаста сажка – 9. Посухостійкість – 9. Кількість рядів зерен у качані – 16–18 шт. Кількість зерен у ряду 32–38 шт. Рекомендована густина стояння: Полісся – 75–80 тис. рослин/га; Лісостеп – 65–70 тис. рослин/га; Степ – 55–60 тис. рослин/га. Рослина кукурудзи гібрида Арлен має дуже високі показники врожайності, дозріває наприкінці вересня, на початку жовтня, водночас дуже швидко віддає вологу до 14–15 %, можна збирати після перших заморозків.

Комплексний показник індексний віталітетний коефіцієнт (IVC) для варіантів досліду розраховували відповідно до рівняння 1:

$$IVC = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i} \quad (1),$$

де IVC – індексний віталітетний коефіцієнт; N – загальна кількість ознак, які визначаються в агрофітоценозі; x_i – значення 1-ї ознаки в агрофітоценозі з певними параметрами густоти стояння; X_i – середнє значення

1-ї ознаки для всіх варіантів густот стояння у досліді за весь період досліджень.

Для оцінки віталітетних тактик агроценозу гібридів кукурудзи за різних густот стояння відповідно до [11] застосовували такі додаткові параметри:

Показник індексу якості (Q) визначали за формулою 2:

$$Q = \frac{(A + B)}{2}$$

(2), де А та В – кількість особин першого і другого ідеотипів, тобто верхнього і середнього домінуючого ярусу. Усереднений показник між першим і другим ідіотипом рослин співставляли з третім ідеотипом рослин (нижній ярус) (С) із використанням таких співвідношень: $Q > C$, ценоз має сприятливу до росту й розвитку структуру особин, $Q < C$ – регресуюча, $Q = C$ – рівноважно-динамічна.

Індекс процвітання агроценозу (I_Q) визначали за формулою 3:

$$I_Q = \frac{(A + B)}{2C} \quad (3).$$

Для оцінки зв'язку між індексним віталітетним коефіцієнтом і урожайністю гібридів у варіанті застосовано показник добутку віталітетного коефіцієнту на показник облікованої урожайності на стандартну вологість із формуванням показника віталітетної урожайності (IVC_{yield}) [5]. У досліді із використанням стандартних методичних підходів проведення досліджень із кукурудзою за допомогою польових вимірів реєструвались на ступні показники: висота рослин (см), діаметр стебла в основі (см), висота прикріплення нижнього качана (см), кількість листків на рослині (шт.), площа прикачанного листка (см²), площа асиміляційної поверхні на рослині (см²), довжина качана (см), діаметр качана (см), кількість рядів зерен (шт.), кількість зерен у ряду (шт.), маса 1000 зерен (г). Урожайність обліковувалась на пробних ділянках у кожному повторенні з огляду на індивідуальну зернову продуктивність рослин і коректуванням на стандартну вологість у т/га. Вивчались густоти від 40 до 100 тис. рослин/га з інтервалом у 10 тис. рослин/га. Облік показників проводили на фенологічну фазу цвітіння качана (ВВСН 63–65) із застосуванням стандартних методик щодо проведення досліджень із кукурудзою [14] і загальних польових оцінок [15].

Агроценоз кожного варіанту досліді аналізувався у розрізі трьох загальних ідеотипів рослин з аналізом 25 рослин у чотирьохразовій повторності відповідно до аналізу ідеотипової структури агроценозу згідно [11] з базовою орієнтацією на середній згрупований показник з комплексу морфоознак рослин, які перебували у польовому обліку в межах відповідних варіантів.

До рослин верхнього ярусу, відповідно до [13], належать рослини, які відрізняються від середнього за масивом показників більше, ніж на 15 % у сторону зростання, а до нижнього ярусу – із тим же значенням відмінності, але у сторону зменшення від середнього. Усі отримані дослідні дані оброблялись із використанням загальних статистичних методів оцінки з визначенням середнього варіанту і показників дисперсійного аналізу з калькуляцією показника найменшої істотної різниці [15].

Погодні умови у період досліджень були на рівні середньо-багаторічних показників з дещо прохолодним періодом квітня та травня, а у підсумку, за період квітня–жовтня, середньодобова температура становила 15,2 і 16,2 °С (відповідно для умов 2022 і 2023 років), сума опадів – 678,7 мм і 486,9 мм. Загалом погодні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи у період її інтенсивного росту (період: червень – липень), проте через прохолодний період (березень – квітень) було відмічено повільні темпи ростових процесів до першої декади травня, що відобразилось на певній зниженій морфометрії рослин кукурудзи, особливо для умов 2022 року.

Виклад основного матеріалу досліджень. Оцінка ярусності агроценозу гібридів різних груп стиглості на фоні досліджуваних густот стояння за критеріями відмінностей, вказаних у розділі методики, засвідчила істотність диференціації за цим показником як у межах густот стояння, так і у межах гібридів (табл. 1).

Таблиця 1

Частка ідіотипних рослин відповідного ярусу у агроценозі гібридів кукурудзи різних груп стиглості за різної густоти стояння, середнє за 2022–2023 рр., % (на неудобреному фоні)

Рослини відповідного ярусу	Густота стояння, тис./га						
	40	50	60	70	80	90	100
Неріса (ФАО 200)							
А (верхній ярус)	18,52	16,93	15,47	13,29	13,11	10,85	8,71
В (середній ярус)	61,82	63,25	65,19	69,14	71,25	65,17	59,28
С (нижній ярус)	19,66	19,82	19,34	17,57	15,64	23,98	32,01
СІ Фрегат (ФАО 250)							
А	20,13	19,21	16,21	14,28	12,29	11,27	10,29
В	62,52	63,19	68,24	72,35	71,69	63,18	60,21
С	17,35	17,6	15,55	13,37	16,02	25,55	29,5
Арлен (ФАО 300)							
А	21,56	20,12	18,15	17,19	14,11	12,69	11,29
В	63,55	64,59	73,56	73,21	69,22	65,17	62,78
С	14,89	15,29	8,29	9,60	16,67	22,14	25,93
<i>НІР₀₅ для А</i>	<i>1,25</i>	<i>1,78</i>	<i>1,24</i>	<i>0,87</i>	<i>0,72</i>	<i>0,91</i>	<i>1,07</i>
<i>НІР₀₅ для В</i>	<i>1,02</i>	<i>0,69</i>	<i>0,75</i>	<i>0,59</i>	<i>0,44</i>	<i>0,32</i>	<i>0,51</i>
<i>НІР₀₅ для С</i>	<i>1,24</i>	<i>0,96</i>	<i>1,03</i>	<i>1,71</i>	<i>0,63</i>	<i>0,59</i>	<i>1,17</i>

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Встановлено, що за мінімальної густоти стояння для всіх груп стиглості гібридів відмічено максимальне значення як частки рослин верхнього ярусу, так і частки рослин середнього ярусу за мінімального значення рослин нижнього ярусу. Водночас для гібриду з ФАО 300, за густоти 40 тис. рослин/га, частка рослин верхнього ярусу має індекс росту до гібриду з ФАО 200 1,16, середнього – 1,03. Така тенденція за мінімального загушення агроценозу свідчить про високу чутливість рослин кукурудзи на зміну густоти стояння ценозу, що підтверджується низкою досліджень [11, 13]. Крім того, істотно вищий рівень частки рослин верхнього ярусу для гібридів з ФАО 300 вказує на значно вищий ростовий потенціал, характерний для гібридів кукурудзи з ФАО 300 і вище, на що вказується у низці оцінок генотипів цього виду [2, 7].

Встановлений також різний характер динаміки зміни у співвідношенні рослин різних ярусів за зміни густоти стояння агроценозів, на підставі чого можна підібрати оптимальну густоту стояння для наших ґрунтово-кліматичних умов для гібридів різних груп стиглості. Так, для гібриду Неріса (ФАО 200) зростання частки рослин середнього ярусу, як найбільш продуктивного (відповідно до [13]), у середньому за період досліджень відмічено до густоти стояння 80 тис. рослин/га, для гібриду СІ Фрегат (ФАО 250) – до густоти стояння – 70 тис. рослин/га, а для гібриду Арлен (ФАО 300) – до 60–70 тис. рослин/га (з прогнозованим максимумом на рівні 65 тис. рослин/га).

Тобто характер морфологічного розвитку за зміни густоти стояння під час зростання ФАО гібрида зміщує характер оптимізованої ідіотипічної структури агроценозу кукурудзи на менш загущений фон, ніж у випадку гібридів кукурудзи з меншим ФАО. Такі особливості вказують на необхідність коректування густоти стояння для гібридів різної групи стиглості. У нашому випадку для гібридів з більшим ФАО є доцільність у зниженні густоти стояння, хоча є висновки у необхідності збільшення густот стояння для гібридів ФАО 350–450 до 70–90 тис. рослин/га [2]. З іншого боку, відмічається, що підбір густоти стояння має враховувати ґрунтові умови родючості, строки сівби і гідротермічні умови періоду вегетації [5].

Підтверджують ряд зроблених нами узагальнень і результатів обліку урожайності гібридів за різних варіантів густот стояння (табл. 2). Зважаючи на відсутність додаткового удобрення під час проведення оцінок для всіх густот вирощування гібридів кукурудзи, отриманий врожай є досить високим, що підтверджує заявлений потенціал даних гібридів установою оригінатором і їхньою пластичністю і адаптивними властивостями, а також підтверджує наші висновки щодо сприятливості погодних умов для ростових процесів кукурудзи у зоні досліджень. За цих умов найвища урожайність у середньому за період досліджень й у розрізі густот була відмічена для гібриду Арлен (ФАО 300) – 5,71 т/га, що відповідно на 0,5 т/га і на 1,21 т/га вище, ніж у гібридів СІ Фрегат (ФАО 250) і Неріса (ФАО 200). Це узгоджується з раніше зробленими висновками про генотипові особливості формування віталітету гібридів кукурудзи різних груп стиглості й істотним збільшенням середньої морфометрії рослин за зростання ФАО гібридів, підтверджену в низці досліджень [1, 3, 7].

Водночас встановлено істотно відмінні рівні урожайності гібридів з різних груп стиглості. Так, для гібриду Неріса (ФАО 200) максимальна урожайність була досягнута за густоти стояння 80 тис. рослин/га, для гібриду СІ Фрегат (ФАО 250) – за густоти стояння в інтервалі 70–80 тис. рослин/га, а для гібриду Арлен (ФАО 300) – в інтервалі 60–70 тис. рослин/га.

Враховуючи вказані особливості на неудолюбеному фоні, гібриди більш пізньостиглих груп досягають максимального рівня продуктивності за менших густот стояння, що підтверджується, зокрема, висновками В.В. Багатченко [4].

Таблиця 2

Урожайність агроценозу гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин, середнє за 2022–2023 рр., т/га (на неудобреному фоні)

Показники	Густота стояння, тис./га						
	40	50	60	70	80	90	100
Неріса (ФАО 200)							
<i>НІР₀₅, т/га для густот 0,18</i>	3,5	4,1	5,3	5,5	5,9	3,7	3,5
СІ Фрегат (ФАО 250)							
<i>НІР₀₅, т/га для густот 0,21</i>	3,9	4,4	5,9	6,2	6,1	5,1	4,9
Арлен (ФАО 300)							
<i>НІР₀₅, т/га для густот 0,28</i>	4,3	4,9	6,8	7,0	6,3	5,4	5,3
<i>НІР₀₅, т/га для гібридів</i>	0,17	0,28	0,39	0,47	0,51	0,92	0,55

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Такі результати позитивно корелюють із нашими узагальненнями щодо особливостей формування рослин різних ярусних ідіотипів для гібридів різних груп стиглості за різних густот (див. табл. 1). Це ж підтверджується результатами співставлення досліджуваних густот (табл. 3) із значенням показника коефіцієнту

Таблиця 3

Індексний віталітетний коефіцієнт (ІВС) і деякі показники віталітетного стану агроценозу гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин, середнє за 2022–2023 рр.

Показники	Густота, тис./га						
	40	50	60	70	80	90	100
Неріса (ФАО 200)							
ІВС	1,456	1,354	1,259	1,196	1,111	0,941	0,874
Індекс якості агроценозу (Q)	40,17	40,09	40,33	41,22	42,18	38,01	34,00
Індекс процвітання агрофітоценозу (I _Q)	2,04	2,02	2,09	2,35	2,70	1,59	1,06
СІ Фрегат (ФАО 250)							
ІВС	1,505	1,355	1,326	1,315	1,292	0,874	0,759
Індекс якості агроценозу (Q)	41,33	41,20	42,23	43,32	41,34	37,23	35,25
Індекс процвітання агрофітоценозу (I _Q)	2,38	2,34	2,72	3,24	2,39	1,46	1,19
Арлен (ФАО 300)							
ІВС	1,598	1,419	1,405	1,245	1,096	0,819	0,705
Індекс якості агроценозу (Q)	42,56	42,36	45,86	43,39	41,67	38,93	37,04
Індекс процвітання агроценозу (I _Q)	2,86	2,77	5,53	3,28	2,50	1,76	1,43

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

віталітету (IVC). За результатами представлених досліджень прослідковується різнорідна реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зміну густоти стояння. Для гібриду ФАО 200 зниження коефіцієнту віталітету щодо середнього масиву в інтервалі густот 40–100 тис. рослин/га з рівнем вище 1 відзначено аж до густоти 80 тис. рослин/га. Водночас для цієї групи стиглості, для густот 90 і 100 тис./га, показник IVC є істотно вищим у співставленні до значень у гібридів з ФАО 250 і 300. Це вказує на можливість більш широкого технологічного інтервалу густот за збереження відповідних рівнів продуктивності під час вирощування гібридів цієї групи стиглості.

Для гібридів ФАО 250 і 300 оптимальність співвідношення морфологічного розвитку і зернової продуктивності відмічена для густот 70 і 80 тис./га, а для ФАО 300 – 60–70 тис./га.

Вказані висновки підтверджуються також показником індексу якості агроценозу (Q), максимум якого припадав на різні значення густоти стояння для гібриду ФАО 200 – на варіант 80 тис. рослин/га, для гібриду із ФАО 250 – на варіант 70 тис. рослин/га, а для гібриду з ФАО 300 – на варіант 60 тис. рослин/га. Водночас індекс процвітання агрофітоценозу (I_Q) співпадав з максимальною оцінкою його якості.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Максимальна урожайність кукурудзи за два роки оцінок за відсутності удобрення відмічена для гібридів ФАО 300, що у середньому з варіантів густот було на 12,1 % вищим, ніж для ФАО 250, і на 37,5 % вищим, ніж для ФАО 200. Оптимальний варіант густоти стояння на неудобреному фоні, що гарантує оптимальність як вегетативного розвитку, формування асиміляційної поверхні для гібридів з ФАО 200 знаходиться в інтервалі 70–80 тис. рослин/га, для гібридів з ФАО 250 – 60–70 тис. рослин/га, а для гібридів з ФАО 300 60–65 тис. рослин/га.

Перспективою подальших досліджень потрібно вважати проведення досліджень з повної оцінки віталітетної структури агроценозу кукурудзи за різних густот стояння із застосуванням різних варіантів системи удобрення.

Список використаної літератури

1. Solomon K.F., Chauhan Y., Zeppa A. Risks of yield loss due to variation in optimum density for different maize genotypes under variable environmental conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2017. Vol. 203. № 6. P. 519–527. DOI:10.1111/jac.12213.
2. Assefa Y., Carter P., Hinds M., Bhalla G., Schon R., Jeschke M., Paszkiewicz S., Smith S., Ciampitti I.A. Analysis of long term study indicates both agronomic optimal plant density and increase maize yield per plant contributed to yield gain. *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. P. 37-49. DOI: 10.1038/s41598-018-23362-x.
3. Tokatlidis I.S. Crop adaptation to density to optimise grain yield: breeding implications. *Euphytica*. 2017. Vol. 213. № 4. P. 15–29. DOI:10.1007/s10681-017-1874-8.

4. Багатченко В.В., Таганцова М.М., Стефківська Ю.Л. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насінневу продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. Вип. 26. С. 56–66.
5. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
6. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ Укр. технології, 2008. 624 с.
7. Циков В.С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: Видавництво Зоря, 2003. 296 с.
8. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Ляшенко В.В., Ляшенко Є.В., Ляшенко Є.С., Подоляк В.А.С., Подоляк В.А. Формування зернової продуктивності гібридів кукурудзи залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 97–105. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.11.
9. Камінський В.Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.
10. Вожегова Р.А. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон, 2015. 104 с.
11. Злобін Ю.А. Популяційна екологія рослин: сучасний стан, пункти росту. Суми: Університет. Книга. 2009. 263 с.
12. Злобін Ю.А. Алгоритм оцінки віталітету особин рослин і віталітетної структури фітопопуляцій. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2018. Том 14, № 3. С. 213–226. DOI: 10.14255/2308-9628/18.143/2.
13. Цицюра Я.Г. Оцінка ефективності конструювання агрофітоценозів та удобрення редьки олійної на основі модульно-віталітетного методу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3 (14). С. 57–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5.
14. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / М. Лебідь. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
15. Методика польового дослідів: навчальний посібник / В.О. Ушкаренко. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 372 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Solomon K.F., Chauhan Y., Zeppa A. (2017). Risks of yield loss due to variation in optimum density for different maize genotypes under variable environmental conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*. Vol. 203. № 6. P. 519–527. DOI:10.1111/jac.12213. [in English].
2. Assefa Y., Carter P., Hinds M., Bhalla G., Schon R., Jeschke M., Paszkiewicz S., Smith S., Ciampitti I.A. (2018). Analysis of long term study indicates both agronomic optimal plant density and increase maize yield per plant contributed

to yield gain. *Scientific Reports*. Vol. 8. P. 37-49. DOI: 10.1038/s41598-018-23362-x. [in English].

3. Tokatlidis I.S. (2017). Crop adaptation to density to optimise grain yield: breeding implications. *Euphytica*. Vol. 213. № 4. P. 15–29. DOI:10.1007/s10681-017-1874-8. [in English].

4. Bahatchenko V.V., Tahantsova M.M., Stefkivska Yu.L. (2018). Vplyv hustoty stoiannia roslyn kukurudzy na nasinnievu produktyvnist batkivskykh komponentiv hibrydiv *Zea mays* L. [*Effect of maize plant density on seed productivity of parental components of Zea mays L. hybrids.*] *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. Issue. 26. 56–66. [in Ukrainian].

5. Pashchenko Yu.M., Borysov V.M., Shyshkina O.Iu. (2009). Adaptivni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [*Adaptive and resource-saving technologies for growing maize hybrids*]. Dnipropetrovsk: ART-PRES. [in Ukrainian].

6. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F., Ivashchuk P.V. (2008). Zernovyrobnytstvo [*Cereals production*]. Lviv: NVF Ukr. Tekhnolohii. [in Ukrainian].

7. Tsykov V.S. (2003). Kukurudza: tekhnolohiia, hibrydy, nasinnia [*Corn: technology, hybrids, seeds*]. Dnipropetrovsk: Vyd-vo Zoria. [in Ukrainian].

8. Zhemela H.P., Barabolia O.V., Liashenko V.V., Liashenko Ye.V., Liashenko Ye.S., Podoliak V.A.S., Podoliak V.A. (2021). Formuvannia zernovoi produktyvnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid normy vysivu [*Formation of grain productivity of maize hybrids depending on seeding rate*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 1. 97–105. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.11. [in Ukrainian].

9. Kaminskyi V.F. (2013). Naukovometodychni osnovy doslidzhen z rozroblennia tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [*Scientific and methodological foundations of research on the development of crop cultivation technologies*]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN» – Collection of scientific papers of the National Scientific Centre ‘Institute of Agriculture of NAAS*. Issue. 1/2. 3–9. [in Ukrainian].

10. Vozhehova R.A. (2015). Naukovo-praktychni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [*Scientific and practical recommendations on maize cultivation technology under irrigation conditions in the Southern Steppe of Ukraine*]. Kherson. [in Ukrainian].

11. Zlobin Yu.A. (2009). Populiatsiina ekolohiia roslyn: suchasnyi stan, punkty rostu. Sumy [*Population ecology of plants: current state, growth points*]: Universytet. Knyha. [in Ukrainian].

12. Zlobin Yu.A. (2018). Alhorytm otsinky vitalitetu osobyn roslyn i vitalitetnoi struktury fitopopuliatsii [*Algorithm for estimating the vitality of plant individuals and the vitality structure of phytopopulations*]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*

– *Black Sea Botanical Journal*. Vol. 14. № 3. 213–226. DOI: 10.14255/2308-9628/18.143/2. [in Ukrainian].

13. Tsytsiura Ya.H. (2019). Otsinka efektyvnosti konstruiuvannya ahrofitotsenoziv ta udobrennia redky oliinoi na osnovi modulno-vitalitetnoho metodu [Evaluation of the effectiveness of agrophytocenosis design and fertilization of oil radish based on the modular-vital rate method]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 3 (14). 57–78. DOI: 10.37128/2476626-2019-3-5. [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

FORMATION OF VITALITY TACTICS OF MAIZE AT DIFFERENT PLANTING DENSITIES OF HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

During a two-year research cycle, the vitality of maize agrocenosis of FAO hybrids in the range of 200-300 at seven planting densities from 40 to 100 thousand plants/ha with a technological variant of 10 thousand plants/ha was assessed. The evaluation included the use of indicators of maize plant vital tactics with the assessment of morphological blocks of plants by indicators that determine the intensity of growth processes and the dynamics of aboveground biomass formation and was based on the proven positive correlations between the indices of morphometric development of plants and their predicted productivity.

The main indicators of the vitality state of the agrocenosis used were widely tested indicators (which, incidentally, were first used in this way on maize), in particular, the vitality coefficient, the agrocenosis quality index, and the agrophytocenosis prosperity index.

Based on the results of recording the main morphometric parameters of plants, namely: plant height (cm), stem diameter at the base (cm), height of the lower cob attachment (cm), number of leaves per plant (pcs.), area of the inflated leaf (cm²), area of the assimilation surface per plant (cm²), cob length (cm), cob diameter (cm), number of rows of grains (pcs.), number of grains in a row (pcs.), weight of 1000 grains (g). an average array was formed, which allowed to determine the derived values of the optimality of the corresponding planting densities of hybrids of different maturity groups and to link them through the value of the vitality coefficient (IVC) with the level of yield of hybrids and the overall level of their bioproductivity.

As a result, conclusions were drawn on the agrotechnological regulations of planting densities for hybrids of different maturity groups on an unfertilised background on grey forest soils in the Forest-Steppe of right-bank Ukraine. Proposals are also made on the prospects for the use of vitality approaches in the search for optimal technological solutions for the development of individual components of adaptive technologies for growing corn for grain.

Keywords: corn, vigour, vigour coefficient, planting density, ripeness group, yield.

Table 3. 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: tsiganskiyaslava@gmail.com).

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

Микуцький Юрій Васильович – аспірант кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, 0960368054).

Mykutskyi Yury – graduate student of the department of plant and horticulture of VNAU (21008, Vinnytsia, 3 Sonyachna St., 0960368054).