

УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYSL.*) ПІД ВПЛИВОМ НОРМИ ВИСІВУ, ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ТА УМОВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ванжула Д. В.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-2>

ВСТУП

Україна поступово перетворюється на потужного світового учасника зернового ринку¹. На сьогодні, вона – головна зернова культура. Вирощуванню культури в Україні приділяється велика увага. Широкому поширенню цієї культури сприяє її висока урожайність та цінні господарські властивості. Її виробництво стабільне та ефективне. Використання сучасних гібридів дозволяє щорічно отримувати високі врожаї^{2,3,4}. Продуктивний потенціал гібридів кукурудзи в умовах посухи визначає їх актуальність та промислове поширення. Їх економічна цінність полягає в адаптивності та пластичності до конкретних умов вирощування. Проте температура повітря, кількість опадів за вегетаційний період, посухи та пориви вітру можуть впливати на врожайність гібридів. Особливо цей прояв відмічається у гібридів різних ФАО та різних груп стиглості. У цьому випадку вивчення гібридів кукурудзи в конкретних ґрунтово-кліматичних зонах з визначенням та обґрунтуванням основних технологічних елементів технології вирощування є економічно важливим.

Кукурудзу вирощують переважно на зерно і корм тваринам. Вона має високий вміст цукру. Добре силосується. Її зерно, зелена маса і

¹ Скаун В. М., Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні Програма вирощування кукурудзи в Україні в умовах зміни клімату* / Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Кондратенко П. В. та ін.; за ред. М. І. Дудки. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2021. 44 с.

² Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. 980 с.

³ Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. № 15(3). С. 279–287. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093>.

⁴ Особливості вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату в 2021 році (науково-практичні рекомендації для зони Степу) / Відпов. за випуск А. Д. Гирка. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН, 2021. 92 с.

силос характеризуються високими кормовими якостями^{5,6}. Кукурудза – добрий попередник для багатьох культур. Коли культура зібрана у восковій стиглості, – вона добре силосується. Після неї залишаються площі, які можуть бути використані для будь-якої культури. Частіше, ґрунт – вільний від бур'янів. Є підвищений запас вологи в ґрунті та підвищений вміст гумусу. Це позитивно впливає на врожайність наступних культур^{7,8,9}. Однак військове вторгнення Росії в Україну внесло певні корективи та зміни у сільськогосподарське виробництво. Особливо, в сезоні 2022-2023 рр. площі під кукурудзою скоротилися на 30% (близько 4,3 млн га). Вартість сушіння зерна кукурудзи зростає. Блокуються морські порти. Накопичуються великі обсяги продукції. Знижується внутрішня ціна на зерно.

Тому, використання сучасних гібридів дозволяє щорічно отримувати врожаї (9-12 т/га) й частково вирішувати питання безпеки та підтримання економіки країни. Така врожайність зерна кукурудзи свідчить про високий потенціал її сучасних гібридів, пристосованість їх до умов вирощування та ефективне використання комплексу елементів технології вирощування з урахуванням сортових особливостей¹⁰

Оптимальна густота стояння рослин – один з головних чинників одержання стабільних та високих урожаїв. Реакція гібридів на загущення – різноманітна. Тому нові гібриди обов'язково необхідно досліджувати для встановлення оптимальної густоти стояння їх рослин. При підборі норми висіву кукурудзи слід враховувати біологічні особливості гібриду, родючість та зволоження ґрунту. Залежно від густоти рослин змінюються освітленість посіву, кореневе і повітряне живлення, вологозабезпеченість, тепловий режим ґрунту і приземного шару повітря. Це впливає на темпи росту рослин, час настання та тривалість фаз розвитку у період вегетації, що відображається на інтенсивності асиміляційних процесів та рівні урожайності. Гібриди кукурудзи по-різному проявляють свій генетичний потенціал залежно від зони живлення рослин.

Нові та перспективні гібриди можна вивчати у виробничих випробуваннях, наближених до умов сортовипробування. Виробники

⁵ Лихочвор В.В. Рослинництво, Київ 2004. С. 59–76.

⁶ Демченко А.Д. Практикум з курсу «Агробіологічні основи вирощування сільськогосподарських культур». Дніпропетровськ, 2002

⁷ Пашенко Ю. Догляд за посівами кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2006. №6. С. 24-25

⁸ Довідник кукурудзівода. За ред. В.С. Цикова. К. : Урожай, 1986. 232 с.

⁹ Практичні рекомендації щодо інтенсифікації технологій вирощування кукурудзи на зерно / Черенков А.В., Циков В.С., Дзюбецький Б.В. та ін. Дніпропетровськ: ДУ ІСГСЗ НААН, 2012. 31 с

¹⁰ Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 42–49

кукурудзи часто шукають докази того, що перспективний гібрид дійсно хороший і прибутковий. При вивченні нових гібридів слід встановити норми висіву, строки сівби, ФАО, групу стиглості, елементи технології тощо. Сьогодні нові та перспективні гібриди висіваються та випробовуються на дослідних полігонах. Найчастіше випробовуються іноземні гібриди різних компаній. Ці перспективні гібриди конкурують з українськими гібридами.

Наприклад, різні норми висіву можуть спричинити різницю в густоті рослин, особливо перед збиранням врожаю врожаю¹¹. Оптимальна густота рослин – один з головних чинників одержання стабільно високих урожаїв^{12,13,14}

Реакція гібридів на загушення – різноманітна¹⁵. Тому нові гібриди обов'язково необхідно досліджувати для встановлення оптимальної густоти стояння їх рослин^{16,17}

При підборі норми висіву кукурудзи слід враховувати біологічні особливості гібриду, родючість та зволоження ґрунту¹⁸. Залежно від густоти рослин змінюються освітленість посіву, кореневе і повітряне живлення, вологозабезпеченість, тепловий режим ґрунту і приземного шару повітря. Рекомендованої густоти для кожного гібриду в певній зоні потрібно дотримуватись. Порушення (більша або менша норма від

¹¹ Андрієнко А., Романенко М. Густота як фактор продуктивності кукурудзи. *Пропозиція*. 2018. № 3. С. 60–63.

¹² Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Костюк С. Густота посіву як вирішальний чинник формування врожаю зерна кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Агрономія. 2014. С. 170–173. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2014_18_33

¹³ Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в північному Степу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 76–84. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0261>

¹⁴ Грабовський М. Б., Грабовська Т. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 77–82.

¹⁵ Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 97(1). С. 32–44.

¹⁶ Вожегова Р. А., Влащук А. Н., Дробит А. С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрощення. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>

¹⁷ Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. №150(138). С.15–17.

¹⁸ Андрієнко О. О., Васильковська К. В., Андрієнко А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 96(1). С. 635–651. DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651

рекомендованої, призводить до зменшення врожаю¹⁹ При загущенні рослин показник індивідуальної продуктивності знижується²⁰ Оптимізований комплекс елементів сортової агротехніки сприяє підвищенню урожайності та активізації процесів життєдіяльності рослин^{21,22,23}. Шляхом підбору норми висіву можна керувати формуванням господарсько-цінних ознак рослин кукурудзи та рівнем біологічного та господарського врожаю зерна^{24,25,26}

1. Виникнення передумов проблеми та формулювання проблеми

Як зазначалося вище, істотні втрати врожаю кукурудзи в умовах недостатнього зволоження Лісостепу України, викликають, в першу чергу, високі температури повітря під час цвітіння та формування качанів, посуха під час вегетації рослин, іноді зливи та пориви вітру. Другу частину втрат врожаю кукурудзи складають недотримання складових елементів технології, що постійно створюють невідповідний стан посівів кукурудзи. До них можна віднести строки та норми сівби (густота стояння рослин), внесення добрив, регуляторів росту та засобів захисту рослин проти шкідливих організмів, своєчасне збирання врожаю й доробка насіння.

Норма сівби (густота стояння рослин) – особливий чинник. Він може значною мірою впливати на урожайність культури. На показник

¹⁹ Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю. Біометричні показники інноваційних гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних строків сівби в умовах північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 15–23. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.2>

²⁰ Пашенко Ю. М., Пашенко Н. О., Лобко Т. К. Строки сівби і густота стояння рослин гібридів кукурудзи в посушливому степу. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. №2(40). С. 14–18.

²¹ Mostipan M. I., Vasylovskaya K. V., Andriyenko O. O. and Reznichenko V. P. Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2017. № 53 (3). P. 35–40.

²² Когут І. М. Вплив норми висіву на продуктивність кукурудзи в умовах Південного Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. пр. / ОДАУ. Одеса*, 2017. Вип. 84-2: Сільськогосподарські науки. С. 63–69. <http://hdl.handle.net/123456789/1754>

²³ Кулик М. І., Білявська Л. Г., Сиплива Н. О., Улізко П. М., Гайдай А. О. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 111–119. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.17>

²⁴ Zarei B., Kahrizi D., Aboughadareh A. P., Sadeghi F. Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci.* 2012. Vol. 4, Iss. 20. P. 1519–1522. <https://doi.org/IJACS/2012/4-20/1519-1522>

²⁵ Barabolia O., Kosenko I. The impact of sowing time on corn yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. 27(1), 41–46. doi:10.31210/spi2024.27.01.07

²⁶ Фурманець О. А., Фурман В. М., Мороз О. С., Солодка Т. М., Зінкевич А. Р. Features of the productivity formation of new maize hybrids of different maturity groups on sod-podzolic soils. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*. 2023. №1(101). С. 206–222. <https://doi.org/10.31713/vs1202314>

впливають різні чинники: освітленість рослин, їх живлення, забезпеченість вологою. Зростає конкуренція між рослинами. А це – головні фактори життя. Змінюються темпи росту рослин, особливо настання та тривалість фаз розвитку у період вегетації. Ограничена площа живлення рослин – також погіршує стан рослин. Різна норма висіву спричиняє різницю у густоті стояння рослин. На час збирання, кількість здорових рослин й загальний стан посіву вирішує подальший врожай й його якість²⁷. Продуктивність гібридів (за різною стиглістю та вологістю зерна) значною мірою залежить від строків сівби та умов навколишнього середовища у період вегетації. За сприятливих погодних умов всі гібриди мають приблизно однаковий рівень вологовіддачі²⁸. Вони всі хороші і врожайні. Навпаки, за несприятливих погодних умов гібриди поведуться по-різному: спостерігається велика варіація врожайності. І особливо – за вологовіддачею з поля. На вологовіддачу впливає структура тканини, що оточує зародок; кількість листків обгортки. Однак сучасні гібриди мають менше листків обгортки, ніж гібриди, виведені десятиліття тому (гібриди з тоншою обгорткою мають вищу вологовіддачу, і листки обгортки качана швидше висихають). Чим швидше качани втрачають орієнтацію вгору, тим швидше вони віддають вологу.

Зміна клімату та низька кількість опадів, безсумнівно, погіршують стан врожаю. Неможливо передбачити кількість опадів, особливо під час вегетації. Так, вчені виявили, що деякі з наступних факторів змінюються в залежності від норми висіву показники: кількість качанів, кількість зерен у качані, маса 1000 зернин. Наприклад, за густоти висіву 7 шт/м² – кількість качанів може бути до 9 шт. Кількість зерен у качані – 545 шт. Маса 1000 зернин досягати 315 г. Рослини, що вирощені у зріджених посівах – більше провітрюються. Це покращує їх фізіологічний стан. У загущених посівах – збільшується відсоток слабих та хворих рослин. Частіше – фузаріозом, кореневі гнилі, пухирчаста сажка. Поширюється комплекс шкідників.

Тому, метою досліджень було вивчити вплив норми висіву, вологості зерна перед збиранням гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) та погодних умов вирощування на врожайність культури в умовах лівобережного Лісостепу України.

²⁷ Kamara, M. M., Rehan, M., Ibrahim, K. M., Alsohim, A. S., El-sharkawy, M. M., Kheir, A. M. S., Hafez, E. M., & El-Esawi, M. A. (2020). Genetic diversity and combining ability of white maize inbred lines under different plant densities. *Plants*, 9 (9), 1140

²⁸ Романенко М. Вологовіддача як фактор економічної ефективності вирощування кукурудзи Пропозиція. Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3487>

2. Фактори впливу на врожайність сучасних гібридів кукурудзи

Обробіток ґрунту слід розпочинати одразу (протягом 1-2 тижнів) після збирання врожаю. Таким чином, ґрунтові процеси відновлюються раніше. Головне, щоб ґрунт був у доброму стані – пухкий, вологий і теплий²⁹. Від цього залежить якість та ефективність посіву. Така підготовка забезпечує швидке і дружнє проростання насіння. У ґрунті активізується життєдіяльність мікроорганізмів, знищуються бур'яни, створюється «тверде ложе». Якісний посів – вважається доцільним. Це важливий чинник отримання якісного врожаю кукурудзи. Сівалка повинна бути точного висіву з відповідними пристроями та регулюванням³⁰. Для кукурудзи повинні бути створені оптимальні умови для розвитку рослин. Й це, в першу чергу, захист їх від бур'янів, шкідників і хвороб^{31,32,33}. Забезпечення рослин поживними речовинами – є досить важливим^{34,35}. У минулому, використовували механічний контроль бур'янів. За сучасних технологій вирощування кукурудзи, сьогодні застосовують – без обробки або з мінімальною обробкою ґрунту. Якісна підготовка ґрунту допомагає знижити значну кількість бур'янів. Хімічні гербіциди знищують переважно бур'яни. Висока їх

²⁹ Князюк О.В. Агроекологічне обґрунтування підвищення продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин, міжрядь, строків та глибини сівби. Вісник Білоцерківського ДАУ: зб. наук. праць. Біла Церква, 2015. Вип. 32. С. 66-74.

³⁰ Вожегова Р. А., Влашук А. Н., Дробит А. С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. Вісник аграрної науки. 2018. № 7 (784). С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>

³¹ Рибка В.С., Шевченко М.С., Ляшенко Н.О. Економічні аспекти застосування гербіцидів нового покоління в технології вирощування кукурудзи в умовах ринку. Хранение и переработка зерна. 2000. №8. С.10-13

³² Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2019. № 2. С. 57–62.

³³ Дідур І. М., Богомаз С. О. Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 29. С. 153–161.

³⁴ Гапієнко А.А. Агрохімічне обслуговування і застосування добрив в АРК. Наукові праці КГАТУ, Сімферополь. 2005. Вип. 86. С. 31-35

³⁵ Шкатула Ю. М., Сторожук Ю. В. Вплив позакореневих підживлень на біоенергетичну продуктивність кукурудзи на зерно. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 26. С. 87–101

кількість знижує потенційну врожайність культури^{36,37,38,39}. Строки їх внесення (грунтові або досходові гербіциди) дозволяють проводити обробку та знищувати однорічні злакові (просо куряче, маш, гумай та ін.) та дводольні бур'янами. Сьогодні сучасні іноземні гібриди бувають досить стійкі до шкідників і хвороб. Проте існують зразки, для яких формуються оптимальні умови для розвитку як хвороб, так і шкідників^{40,41,42}.

Так, Полтавська область, залежно від ФАО гібридів кукурудзи, розділена на дві умовні кліматичні підзони (рис. 1). У них входять гібриди, що відносяться до різних груп стиглості. Вченими розраховано, що слід висівати гібриди з ФАО 250-330 та ФАО 300-400. Є зона, де культуру можна вирощувати від 300 до 330. Крім групи стиглості, ми повинні рахувати, щоб була необхідна сума активних та ефективних температур. Щоб вегетаційний період гібриду був в межах умов господарства. Всі гібриди різняться між собою, особливо – за вологовіддачею. Це залежить, зокрема, від типу рослини консистенції, відкривання качана під час дозрівання, тощо⁴³.

³⁶ Крамарьов С. М., Писаренко П., Шевченко М. С., та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2008. № 3. С. 5–12

³⁷ Окрушко С. Є. Вплив гербіцидів та регулятора росту на забур'яненість і врожайність кукурудзи на зерно. Вісник ХНАУ. 2019. № 2. С.110–118

³⁸ Сторчоус І. Досходовий період кукурудзи: контроль бур'янів. Агробізнес сьогодні, 2017. № 7. С. 38–44

³⁹ Циліорик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 152–159

⁴⁰ Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. Біоресурси і природокористування. 2015. Вип. 7. С. 183-189

⁴¹ Василенко Р.М., Заєць С.О. Продуктивність кукурудзи залежно від строків сівби та захисту від хвороб та шкідників. Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць. 2017. Вип. 67. С. 69-72

⁴² Вох М.В., Антоненко О.Ф., Галиш Ф.С. Поширення і розвиток гельмінтоспориозу в зонах вирощування кукурудзи. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія. 2012. Вип. 176 С. 296-300

⁴³ Програма вирощування кукурудзи в Україні в умовах зміни клімату / Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Кондратенко П. В. та ін.; за ред. М. І. Дудки. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2021. 44 с.

Зональне розміщення посівів кукурудзи
залежно від FAO



Рис. 1. Розміщення гібридів кукурудзи різних FAO на території Полтавської області

Тривалий сильний стрес (повітряна або ґрунтова посуха, гельмінтоспоріоз тощо), що виникає на пізніх стадіях дозрівання зерна, спричиняє передчасну загибель рослин або значно пригнічує їх (частіше). Коли рослини в полі перебувають під короткотривалим стресом, ріст і розвиток затримуються. Процеси фізіології, в цьому випадку, відновлюються через 5-7 днів. Відповідно, рослинам потрібен час для подолання несприятливих умов: рослини відстають у рості, зменшується висота рослин і висота генеративних органів. Тому, будь яка затримка, впливає на строки дозрівання. Існують докази вчених, що рослини в стані стресу починають раніше втрачати вологу.

Національні сортові ресурси України – головне джерело для створення високоврожайних гібридів кукурудзи. Вони важливий селекційний матеріал для реалізації генетичного потенціалу та задоволення споживача й переробника продукції. До Державного реєстру сортів рослин занесені вже більше 700 високопродуктивних гібридів кукурудзи⁴⁴. Це наполеглива праця науковців закладів Міністерства освіти та науки. Це найбільша частка сортів та гібридів кукурудзи з України. В цілому, частка зарубіжних гібридів значна: Франція – 344, США – 110, Швейцарія – 76, Сербія – 46. Також, постійно подають на реєстрацію свої продукти – іноземні компанії (Сингента, ЛимаГрейн, Монсанта, Майсатур, Дюпон, KWS, Заат Бау Линц (Австрія), Евраліз (Франція), РЖТ та інші⁴⁵. В Україні, частка

⁴⁴ Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>

⁴⁵ Осташко Т.О., Волощенко Л.Ю., Ленісова Г.В. Внутрішній агропродовольчий ринок України в умовах СОТ. К.: Ін-т екон. та прогнозув. НАН України, 2010. 208 с.

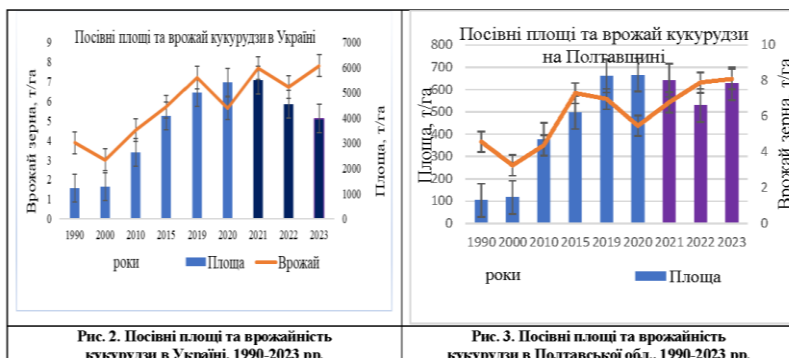
насіння вітчизняних гібридів кукурудзи поступово знижується. Їх становить близько 30%. Але, поступово зростає кількість українських приватних селекційних фірм. Їх діяльність пов'язана з екологічним та виробничим випробуванням сучасних гібридів. Частіше – це гібриди іноземної селекції. Проте, з точки зору адаптації, українські гібриди, пока що кращі за іноземні. Проте, останнім часом, зарубіжні гібриди стають все краще: високий потенціал врожаю, стійкість до посухи, стійкість проти хвороб та шкідників. Але, вони страждають від високих температур повітря, менше пристосовані до українських чорноземів та ґрунтово-кліматичних зон України. Вітчизняні гібриди кукурудзи більш посухостійкі та пристосовані до різних підзон вирощування. Іноземні гібриди кукурудзи спочатку вивчаються на демонстраційних полігонах та у екологічному сортовипробуванні. Іноді, це відбувається 3-5 років. Лише потім, їх подають на державну реєстрацію в Україні. В Україні реєструються майже тільки гібриди.

3. Стан виробництва кукурудзи в Україні та пристосованість гібридів до погодних умов Полтавської області

У процесі селекції, у нових гібридів кукурудзи змінилися деякі цінні господарські показники, особливо їх відношення до стресових чинників регіону (стійкість до посухи, стійкість проти стеблових метелика та бавовникової совки, головневих захворювань, стійкість до вилягання).

Щорічно, на території України, різні іноземні компанії випробовують перспективний селекційний матеріал, який в подальшому й поширюють на родючих ґрунтах країни. Вже створені сучасні високоврожайні гібриди з потенціалом 15–20 т/га зерна. Кожний створений гібрид кукурудзи супроводжується науково обґрунтованою технологією виробництва та сортовими особливостями по відношенню до окремих елементів. Так, на рис. 2 та 3 представлені посівні площі та врожайність гібридів кукурудзи в Україні та Полтавської області⁴⁶.

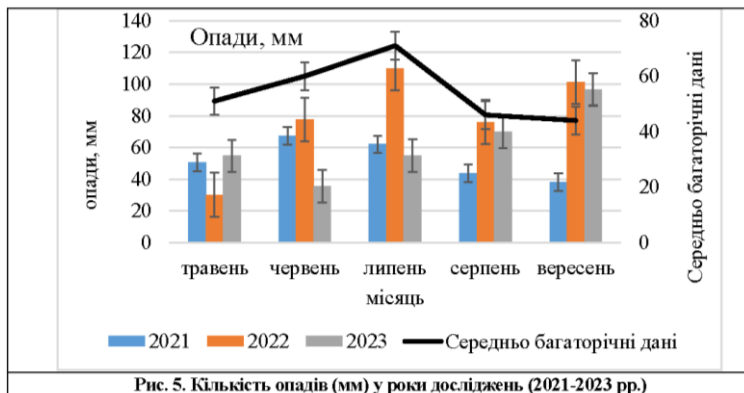
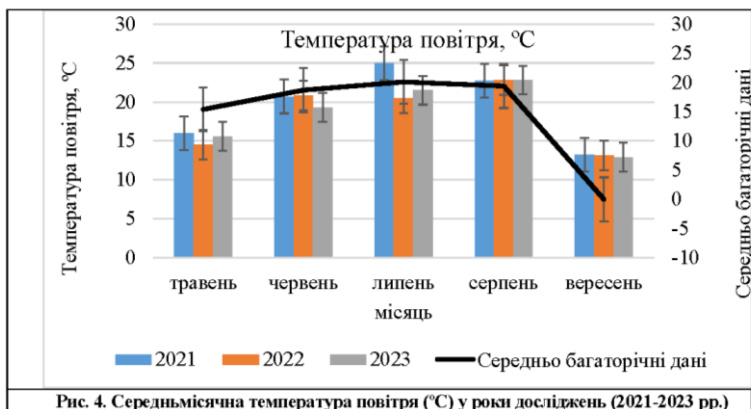
⁴⁶ Державна служба статистики України. Кабінет міністрів України. 2021. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf



Максимальні посівні площі під кукурудзою, в країні, спостерігали у 2020–2021 рр. Відмічали також й досить високі показники врожайності: у 2021 році – 7,68 т/га. У 2023 році, площа під культурою знизилася до рівня 3975 тис. га. Однак, середня врожайність, за весь період його вирощування в Україні становила 7,8 т/га. Окремі іноземні гібриди (у 2023 році) досягали врожайності 11-16 т/га. За останні 5 років посівні площі в Полтавській області залишаються на рівні 650 тис. га. Врожайність гібридів кукурудзи поступово зростає. Разом з тим, дещо змінилися цінні господарські показники гібридів та їх відношення до стресових факторів у регіоні. Так, погодні умови в період вегетації кукурудзи в Полтавській області (2021–2023 рр.) були сприятливими. Однак в умовах недостатнього зволоження гібриди по-різному реагували на коливання погодних умов. Найчастіше їх розподіл виглядає наступним чином: 3 роки – більш-менш сприятливі погодні умови, 1 рік – посушливі умови (рис. 4 і 5).

Погодні дані отримані в Полтавському центрі гідрометеорології. 2021 рік був дуже посушливим, особливо під час вегетації кукурудзи. Травень був спекотним (на 0,6°C вище середнього багаторічного показника). Червень був досить прохолодним. Липень характеризувався значним підвищенням температури повітря – на 5°C вище середнього багаторічного показника. З травня по серпень температура повітря коливалася в межах 20,7–25,0°C. Однак у кожному місяці кількість опадів була близькою до середньобагаторічної (оптимальної) і коливалася в межах 38–67,4 мм. За 5–9 місяців випало лише 261,6 мм. У 2022 році погодні умови відрізнялися від попередніх років. Травень, червень та липень були значно прохолоднішими. Водночас спостерігалось і перевищення середньобагаторічної норми. Склалися складні умови для появи сходів та їх розвитку. В подальшому кількість

опадів (червень-липень-серпень) була достатньою для оптимального росту і розвитку рослин та формування повноцінного зерна.



У 2023 році спостерігалися найбільш сприятливі умови для вирощування культури. Травень був середньостатистичним місяцем. В інші місяці середньомісячна температура повітря була вищою за середню багаторічну: у червні – на 0,6°C, у липні – на 1,4°C, у серпні – на 3,4°C. Так, у травні опадів випало 54,7 мм. У червні та липні, їх було менше середньобагаторічної норми (60-71 мм) – 35,5 мм та 54,9 мм відповідно. У серпні, було зафіксовано 69,9 мм, що більш ніж на 20 мм

перевищує середню багаторічну норму. Максимальна кількість опадів випала у вересні – 96,6 мм.

У 2024 році спостерігалися досить посушливі умови. Травень був спекотним (на 0,1°C вище середнього багаторічного показника). Червень став найспекотнішим за останні роки досліджень (середня температура – 22,1°C), що на 3,7°C вище середнього багаторічного показника. Липень побив усі рекорди. Він характеризувався дуже значним підвищенням температури повітря (25,9°C), що на 5,8°C вище середнього багаторічного показника. Вересень також відзначився високими температурами, в середньому 19,5°C. В посушливих умовах Полтавської області, де опадів випадає мало або взагалі немає, можна отримати дуже достовірні характеристики кожного гібрида. У той же час, більшість з них показали слабку стійкість до посухи. В середньому, вони показали – 5,0-6,0 т/га зерна. Кількість опадів була мінімальною. У травні – 13,6 мм проти середньобагаторічної норми (51 мм), у липні – 2,0 мм проти середньобагаторічної норми (71 мм), у серпні – 1,0 мм проти середньобагаторічної норми (46 мм), у вересні – 1,8 мм проти середньобагаторічної норми (44 мм). Таким чином, 2024 рік мав негативний вплив на посіви кукурудзи, що суттєво знизило врожайність культури. Таким чином, можна зробити наступне заключення: більша частина Полтавської області належить до недостатньо вологої агрокліматичної зони Лісостепу України. Середня багаторічна сума середньодобових температур вище 10 градусів становить 2780 градусів за Цельсієм. До несприятливих або стресових погодно-кліматичних умов слід віднести: нерівномірний розподіл опадів протягом вегетації культури, наявність зливових дощів та поривів вітру у період дозрівання зерна, суховійні явища^{47,48}.

На сьогодні, середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнює – 1,1. У оптимальному 2022 році, ГТК був на рівні 1,0. У сприятливому 2023 році – він становив 1,2. У посушливому 2024 році – лише 0,8 (рис. 6).

Для різних кліматичних зон України необхідно підбирати гібриди кукурудзи з відповідним ФАО та групою стиглості. Наприклад, на півдні України вирощують гібриди (компанії Bayer) кукурудзи з ФАО 250-500 одиниць. Деякі гібриди мають гарну посухостійкість, толерантні до більшості хвороб і адаптовані до конкретних умов вирощування. Для зони Лісостепу, частіше використовують

⁴⁷ Оптимізація технологічних процесів збирання, обробки та зберігання зерна кукурудзи (науково-практичні рекомендації) / Ін-т сільського господарства степової зони. Дніпропетровськ, 2011. 36 с.

⁴⁸ Адаменко Т. Врахування кліматичних і погодніх умов при визначення термінів і доцільності вирощування кукурудзи на зерно різних груп стиглості. Агроном. № 4. С. 31–32.

ранньостиглі гібриди. Вони повинні мати наступні відмінні риси: високу адаптивність, хорошу врожайність, стійкість до хвороб і посухи, хорошу вологовіддачу. Основним фактором при виборі гібридів з найвищим потенціалом врожайності є можливість максимізації валового доходу (розмір качана, кількість зерен в ряду тощо). При проходженні головних фаз розвитку рослини – завжди важливі оптимальні погодні умови. Найбільше рослини страждають від підвищених температур повітря, посух (подовженість – більше 5-7 діб).

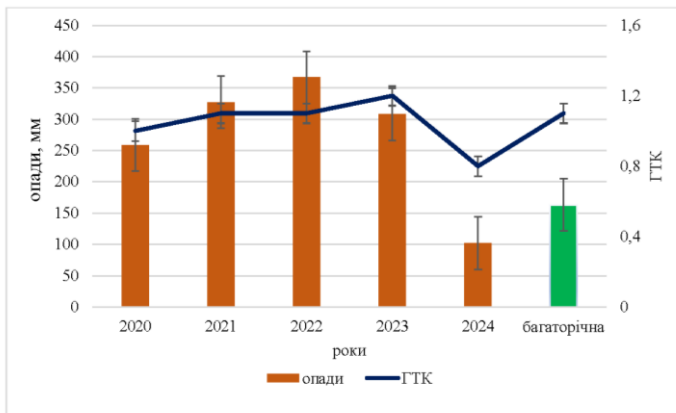


Рис. 6. Середньорічні показники гідротермічного коефіцієнту та тлі кількості опадів за період вегетації, 2020-2024 рр.

Рослини подвержені стресу – коли ця посуха припадає на період «формування-дозрівання насіння»^{49,50}. Всі гібриди тестуються на толерантність до посухи (традиційні та інноваційні методи селекції). Створені нові гібриди зменшують ризики виникнення проблем, пов'язаних з негативними посушливими стресами. Такі гібриди стійкі під час та після цвітіння. Цьому сприяє також контроль транспірації. Так, створені гібриди здатні ефективно реалізовувати потенціал та забезпечувати стабільність прибутку.

⁴⁹ Паламарчук В.Д. Кукурудза, селекція та вирощування гібридів: [моногр.] : В.Д. Паламарчук, В.А. Мазур, та ін. Вінниця, 2009. 199 с.

⁵⁰ Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф.. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навч. Посібник. Вінниця, 2010. 636 с.

4. Матеріали, методи та результати досліджень

Дослід закладено у лівобережному Лісостепу України (Полтавська область, с. Яроши Глобинського району) на зрошенні. Впродовж 2021–2023 рр. вивчали норми сівби різних гібридів кукурудзи: 80, 85, 90, 95 тис. рослин/га. Об'єктом досліджень слугували процеси формування врожайності рослин. Предмет дослідження – гібриди іноземної селекції (ТОВ «Байер»): ('DKS4897' – середньопізній, ФАО 380; 'DKS5206' – пізній, ФАО 420; 'DKS4391' – середньостиглий, ФАО 350; 'DKS4115' – середньопізній, ФАО 370; 'DKS4098' – середньостиглий, ФАО 310; 'DKS4712' – середньопізній, ФАО 370; 'DKS4598' – середньостиглий, ФАО 360; 'DKS4351' – середньоранній, ФАО 350). Попередником була кукурудза. Посів проводили в різні строки – з 10 квітня (2022 р.) до 1 травня (2023 р.). Сівалка Kinza, 8-рядна (з використанням сучасних цифрових технологій (Climate FieldView). Ширина міжрядь – 70 см. Глибина загортання зерна – 5 см. Під оранку внесено 200 кг NPK (16:16:16). Навесні: закриття вологи + 100 кг аміачної селітри. Потім – передпосівна культивування. Потім – посів, фертигація + 100 кг КАС 32. Гербіцид (Лаудіс 0,5 кг + Мєро 2 л/га) вносили у фазі 5 листків кукурудзи. Облік та формування густоти стояння проводили у фазі 3-5 листків кукурудзи, окремо по кожному гібриду⁵¹. Облік густоти стояння рослин здійснювали підрахунком рослин на 14,3 погонних метрах (10 м²) з перерахунком їх у тисячі на гектар. Ділянки розміщували послідовно у триразовій повторності. Вологість зерна кукурудзи та урожайність визначали в пробах качанів (10 шт.), які відбирали на кожній обліковій ділянці. Урожай насіння перераховували на вологість 14%. Облік урожайності проводили згідно загальноприйнятих методик: «Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур»⁵², Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні⁵³, «Методика проведення польових дослідів з кукурудзою»⁵⁴. Використовували загальноприйняту технологію вирощування кукурудзи. Перед збиранням врожаю проводили підрахунок густоти стояння рослин. Повторювали підрахунок – після сходів та перед збиранням врожаю. Збирання

⁵¹ Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліді (зрошуване землеробство). Херсон: Грін Д. С., 2014. 448 с.

⁵² Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В. В. Волкодава. К., 2001. Вип. II. 81 с.

⁵³ Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. 82 с.

⁵⁴ Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с

врожаю проводили у фазу повної стиглості зерна, відповідно, 15 вересня 2023 р., 29 вересня 2022 р., 1 жовтня 2021 р. Комбайн – New Holland. За період вегетації (2021-2023 рр.) у досліді, – зрошення проводили в об'ємі 200 мм, у 3 фази розвитку рослин (4-5 листків; квіткування; дозрівання зерна). За час вегетації рослин кукурудзи – випало у середньому, 300 мм опадів. Експериментальні дані оброблялися з використанням програм Microsoft Office Excel 2010 та Statsoft Statistica 6.

Для того, щоб правильно обрати ефективний гібрид кукурудзи, кожен керівник господарства повинен орієнтуватися на конкретні ґрунтово-кліматичні умови та поточні технологічні можливості господарства. Сьогодні, попитом у фермерів користуються ранньостиглі гібриди. Вони ефективно використовують накопичену вологу. Їх слід висівати в оптимальні строки. Слід використовувати рекомендовану норму висіву та глибину загортання насіння. Насіннєвий матеріал повинен відповідати сортовим і посівним якостям. Часто гібриди обирають відповідно до наявності ефективних температур для досягнення фізіологічної зрілості. Для господарства підбирають кілька гібридів з різними ФАО. Завжди присутні гібриди ранньостиглої групи. Наприклад, у разі запізнення з посівом втрати врожаю пізніх гібридів є значними. Тому в разі несприятливих погодних умов сівбу слід починати з більш пізніх гібридів. Вони розвиваються повільніше. Мають вищий потенціал врожайності (прохолодний і вологий місяць – травень). Ранній посів забезпечує більш швидке цвітіння і дозрівання. Знижується ризик посухи. Гібриди з високою озерненістю і хорошою масою 1000 зерен мають позитивний потенціал. При посіві, стабільна маса 1000 зерен і добре відкаліброване насіння значно полегшують роботу сівалки. Гарний посівний матеріал, забезпечує оптимальний посів і хороші сходи. При збиранні врожаю маса 1000 зерен є одним з ключових факторів. Випробування гібридів кукурудзи у виробничих умовах є досить важливим і дає наочний приклад реальних економічних характеристик гібридів. Це дає можливість індивідуально оцінити і вибрати той гібрид, який власник вважає найбільш бажаним і перспективним.

Норма висіву (густота стояння рослин) – може суттєво вплинути на врожайність культури. Якщо індивідуальна густота рослин не підібрана, на посіви впливають різні негативні фактори (зміна світлового режиму, кореневого живлення, вологозабезпечення). Погіршується тепловий режим ґрунту. Посилюється конкуренція між рослинами. А це головні фактори життя. Змінюються темпи росту рослин, особливо настання і тривалість фаз розвитку протягом вегетації. При цьому рівень врожайності може значно погіршитися. Погіршує

стан рослин і площа живлення рослин. В одній і тій же групі стиглості, окремий гібрид показує потенціал за різних норм висіву. На час збирання, загальна кількість рослин та кількість здорових рослин – вирішує рівень врожаю й його якість⁵⁵. Гарно підібрана оптимальна норма сівби – є головний момент у одержанні відповідного й стабільного врожаю^{56,57,58}. Реакція гібридів на загущений посів – різноманітна⁵⁹. Тому, нові гібриди обов'язково необхідно досліджувати на предмет вирішальної густоти^{60,61,62}. Від окремих характеристик гібриду залежить отримання запланованої врожайності. Слід враховувати біологічні особливості гібриду, родючість, зволоження ґрунту, наявність бур'янів, хвороб та шкідників. Рекомендованої густоти для кожного гібриду потрібно дотримуватись. Її недотримання може вплинути на зменшення врожаю⁶³. Загущений посів – призводить до зниження індивідуальної продуктивності рослин⁶⁴. Оптимізований комплекс елементів сортової агротехніки – підвищує рівень

⁵⁵ Заверталюк В.Ф. Продуктивність сортів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби. *Зерно*. 2008. С. 4–8.

⁵⁶ Gangur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 2021, 117, 37–43.

⁵⁷ Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в північному Степу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 76–84.

⁵⁸ Shahini, E., Shehu, D., Kovalenko, O., & Nikonchuk N. Comparative analysis of the main economic and biological parameters of maize hybrids that determine their productivity. *Scientific Horizons*, 2024, 26(4), 86–96.

⁵⁹ Іванишин О. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах Лісостепу Західного. *Молодий вчений*. 2021. №3. С.15–19. doi:10.32839/2304-5809/2021-3-91-4

⁶⁰ Мокрієнко, В. А., & Приндюк, Я. О. Формування та продуктивність асиміляційного апарату рослин кукурудзи залежно від норми висіву та удобрення. *Новітні агротехнології*, 2024, 12(1). <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297343>.

⁶¹ Kalenska, S. M., & Taran, V. H. Indeks urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslyn, norm dobryv ta pohodnykh umov vyroshchuvannia. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2018, 14 (4), 415–421.

⁶² Boiko, P., Kovalenko, N., Yurkevych, Ye., Albul, S. & Valentiuk, N. The efficiency of maize production under the conditions of climate change in Ukraine: the use of highly productive hybrids and scientific technologies with elements of biologization. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2024, 30(4), 739–746.

⁶³ Носов С.С. Біометричні показники та зернова продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби і густоти стояння рослин в умовах північної підзони Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. № 2 (34). С. 86–90. 9.

⁶⁴ Marchenko, T., Skakun, V., Lavrynenko, Yu., Zavalnyuk, O., & Skakun, Ye. Biometric parameters and yield of maize hybrids in dependence on agricultural technology elements. *Scientific Horizons*, 2023, 26(11), 90–99.

урожайності та активізує життєдіяльність рослин^{65,66,67}. Шляхом підбору норма висіву є можливість корегувати формування господарсько-цінних ознак рослин кукурудзи та рівень біологічного та господарського урожаю^{68,69,70,71}. Низький рівень вологі у зерні говорить о готовності рослин до збирання. Вченими підраховано й встановлено, що при 7 шт. рослин /м² та за вологістю 24%, показник густоти висіву насіння – оптимальний. При цьому, врожайність може бути 10,5 т/га. За 6 шт/м² рослин (вологість 24,5%) – врожайність вже буде менше, й складати – 9,8 т/га. А це, ми вже втрачаємо 0,7 т/га зерна.

В умовах посухи, рослини страждають більше. Незначне випадання опадів – також погіршує стан посіву. Вченими розроблено та встановлено, що від норми сівби змінюються деякі важливі показники. Наприклад, може змінюватися кількість качанів, у качані – кількість зерен, маса 1000 зернин. За густоти висіву 7 шт/м² – кількість качанів може бути до 9 шт. Кількість зерен у качані – 545 шт. Маса 1000 зернин досягати 315 г. Так, рослини, що вирощені у зріджених посівах – більше провітрюються з кращим фізіологічним станом. У випадку підвищення густоти висіву – збільшується відсоток хворих рослин кукурудзи. Частіше – фузаріозом, кореневі гнилі, пухирчаста сажка. Кожний гібрид кукурудзи має свої особливості та відмінності. Скоростиглі і середньоранні гібриди кукурудзи (належать до кременистої групи), відрізняються стійкістю до холоду. Тому, сівбу слід проводити в порівняно ранні строки. Показано, що вони формуються менш зрідженими. Сортовий посів – це посів, який засіяний насінням

⁶⁵ Glupak, Z. I., & Butenko, A. O. The yield of corn hybrids per grain depending on the maturity group and stand density in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 2023, 2, 5-10.

⁶⁶ Mastrodomenico, A. T., Haegele, J. W., Seebauer, J. R., & Below, F. E. Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment. *Crop Science*, 2018, 58(1), 230-241.

⁶⁷ Mandić, V.; Đorđević, S.; Brankov, M.; Živković, V.; Lazarević, M.; Keškić, T.; Krmajac, V. Response of Yield Formation of Maize Hybrids to Different Planting Densities. *Agriculture*, 2024, 14, 351.

⁶⁸ Польовий А.М., Костюкевич Т.К., Толмачова А.В., Жигайло О.Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С.29–36. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4

⁶⁹ Djalovic I., Prasad P.V.V., Dunderski D., Katanski S., Latković D., Kolarić L. Optimal Plant Density Is Key for Maximizing Maize Yield in Calcareous Soil of the South Pannonian Basin. *Plants (Basel)*. 2024 Jun 29;13(13):1799.

⁷⁰ Косарський В.Ю., Грицун О.Л., Пантюшенко С.О. Вплив густоти рослин на врожайність зерна кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Агроном*. 2010. № 3. С. 70-72.

⁷¹ Лавриненко Ю.О., Міщенко С.В., Марченко Т.Ю. та ін. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. No12. С.41–47.8.

самозапильної лінією або гібридом. Використовують – на насіннєві цілі⁷². Проте, проводячи оцінювання гібридів в виробничих умовах, слід звернути увагу на – врожайність та вологість зерна під час збирання. Досить часто, причиною вилягання та обвисання качанів у рослин кукурудзи є заселення та пошкодження їх стебловим (кукурудзяним) метеликом. Суттєво збільшується чисельність бавовникової совки. У зв'язку з підвищенням температур, бавовникова совка тдосить швидко заселяє та шкодить посівам кукурудзи⁷³. При розрахунку врожайності – строки та норми сівби, впливають на показники вологості зерна перед збиранням. Визначення вологі в полі, іноді показує значні коливання показника – від 14 до 25%. При застосуванні більш пізніх строків сівби вологість зерна підвищується. Це – за довший період їх вегетації. Частіше, зарубіжні гібриди, більш стійкі до комплексу чинників та мають великий потенціал (від 15 до 20 т/га). Біологічний потенціал розрахован під конкретні ґрунтово-кліматичні умови регіону. Наприклад, для зони Полісся – використовують густоту рослин – до 85 тис. шт./га. Для зони Лісостепу – від 60 до 80 тис. шт./га. Для зони Степу – 50-55 тис. шт./га. Крупне зерно кукурудзи краще реагує на своєчасний посів (оптимальні терміни посіву) у прогрітий ґрунт. При ранньому строки посіву – збиральна вологість може бути 14–16%. Пізніше (травень місяць) – збиральна вологість збільшується. – досягає 17-18%. При пізньому посіві – вологість зростає до 25%.

Насіння кукурудзи за тиждень до сівби протруювали препаратами фунгіцидної та інсектицидної дії. Густота рослин кукурудзи у фазі «сходів» різнилася. За результатами практичних обліків, представлені рисунки 7-10, де вказані показники врожайності гібридів кукурудзи залежно від норми сівби (80, 85, 90, 95 тис. шт./га) зерна по роках досліджень. Так, за норми сівби 80 тис. шт/га, максимальну врожайність показали гібриди 'ДКС4897' – 15,7 т/га та 'ДКС5206' – 15,3 т/га. За норми сівби 85 тис. шт/га, також, максимальна врожайність була у гібридів 'ДКС4897' – 15,1 т/га та 'ДКС5206' – 15,5 т/га. За норми сівби 90 тис. шт/га, – гібриди 'ДКС4897' (16,3 т/га) та 'ДКС5206' (16,4 т/га) також відрізнялися досить високими показники врожаю, що вказує на високий генетичний потенціал та пристосованість до цих умов вирощування. За норми сівби 95 тис. шт/га, врожайність гібридів 'ДКС4897' та 'ДКС5206' залишилася максимальною, але в порівнянні

⁷² Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату: монографія. Вінниця: ТОВ Видавництво-друкарня ДЛЮ, 2014. 536 с.

⁷³ Білявський Ю.В., Махова Ф.О., Теплицький Є.О. Пошкодженість кукурудзи кукурудзяним метеликом залежно від умов вирощування. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України. Під ред. Є.М. Лебеда, І.А. Пабата / Сб. наук. стат. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 118-123.

з нормою сівби 90 тис. шт/га, середня врожайність зменшилася на 0,7-0,4 т/га. В той же час, у гібридів ‘ДКС4115’, ‘ДКС4098’, ‘ДКС4712’ середня врожайність, в порівнянні з нормою сівби 90 тис. шт/га, підвищилася на 0,3-0,7 т/га.

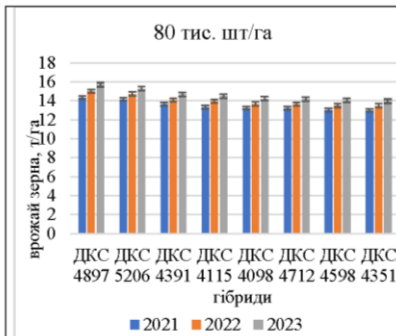


Рис. 7. Врожайність гібридів кукурудзи різних ФАО залежно від норми сівби – 80 тис. шт./га (2021-2023 рр.)

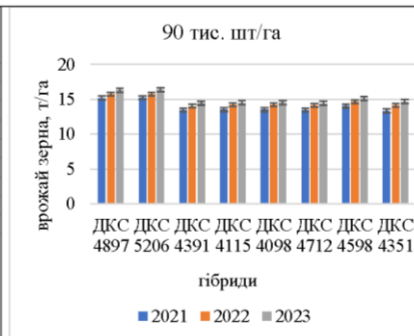


Рис. 8. Врожайність гібридів кукурудзи різних ФАО залежно від норми сівби – 90 тис. шт./га (2021-2023 рр.)

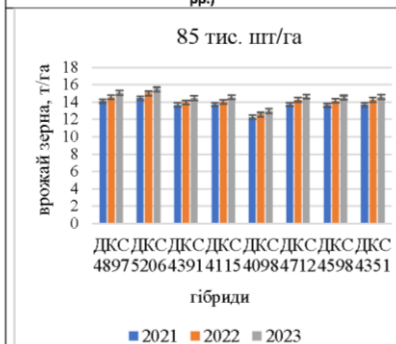


Рис. 9. Врожайність гібридів кукурудзи різних ФАО залежно від норми сівби – 85 тис. шт./га (2021-2023 рр.)

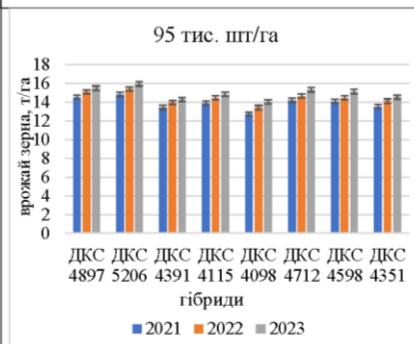
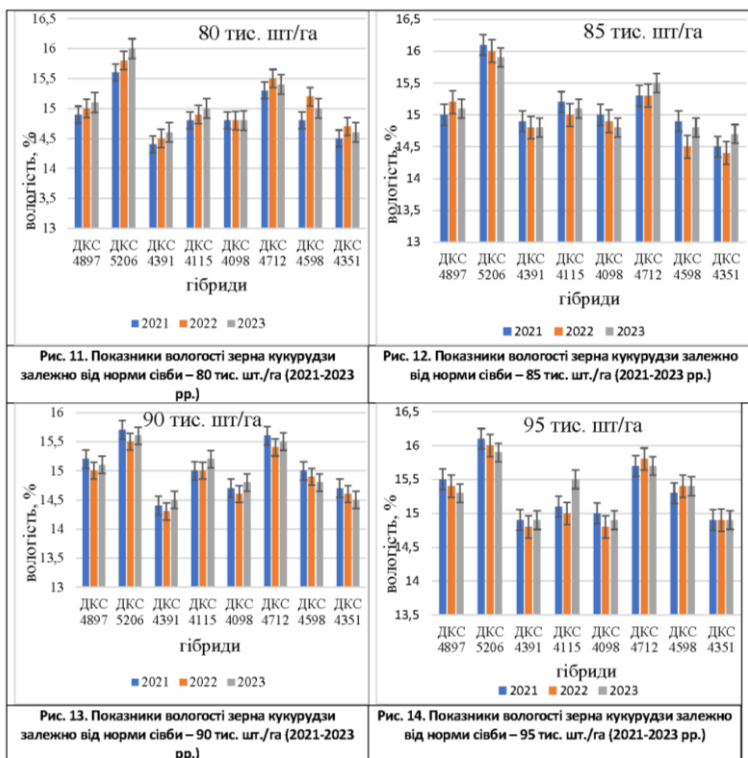


Рис. 10. Врожайність гібридів кукурудзи різних ФАО залежно від норми сівби – 95 тис. шт./га (2021-2023 рр.)

Таким чином, підсумовуючи отриману врожайність за відповідними нормами сівби, встановлено, що найбільш врожайними були гібриди ‘ДКС4897’ (середньопізній, ФАО 380) та ‘ДКС5206’ (пізній, ФАО 420). Максимальні показники врожайності були за норми сівби 90 тис. шт/га – 16,3-16,4 т/га. За нормою сівби 80 та 85 тис. шт/га, вони здатні формувати врожайність – до 16 т/га. Також, перед збиранням врожаю, проведено додатковий облік вологості зерна (рис. 11-14).



За нормою сівби 80 тис. шт/га, високу вологість зерна (вище 15,0%) перед збиранням відмічали у гібридів ‘ДКС4897’, ‘ДКС5206’, ‘ДКС4712’ та ‘ДКС4598’. За нормою сівби 85 тис. шт/га, вологість зерна збільшувалася. У гібридів ‘ДКС4598’ та ‘ДКС4351’ вона зменшилася. За нормою сівби 90 тис. шт/га, спостерігали коливання цього показника. Мінімальні показники (14,4-14,9%) вологості зерна – у гібридів ‘ДКС4391’, ‘ДКС4098’, ‘ДКС4598’, ‘ДКС4351’. Слід відмітити, що з підвищенням норми сівби до 95 тис. шт/га, у всіх гібридів відповідно підвищувалася вологість зерна перед збиранням врожаю. На час збирання врожаю, висока вологість зерна за густоти 85 тис. шт/га також спостерігали у гібридів ‘ДКС4897’, ‘ДКС5206’, ‘ДКС4712’ – відповідно, 15,1-15,9%. З підвищенням норми сівби (90-95 тис. шт/га), вологість зерна у даних гібридів також була високою. Але, за нормою сівби 90 тис. шт/га, спостерігали більш оптимальні показники вологості зерна. Коефіцієнт детермінації / апроксимації – це статистичний показник, що використовується в статистичних моделях, як міра

залежності варіації залежної змінної від варіації незалежних змінних й вказує, наскільки отримані результати підтверджують модель. Коефіцієнт детермінації має використовуватися як одна із метрик для посудження вірності моделі. Більше число предикторів у моделі не обов'язково зазначає перевагу моделі. За результаті проведених досліджень, отримані дані дозволили розрахувати рівняння регресії та рівень апроксимації (R^2) (табл. 3.1).

Так, модель гарної якості встановлена лише за норми сівби 80 тис. шт/га (залежність врожайності від густоти сівби), де коефіцієнт детермінації був в межах 0,885-0,8896. За норми сівби 90 тис. шт/га, цей коефіцієнт наближався до моделі прийнятної якості (0,4874-0,3959). В інших випадках, за норми сівби 85 і 95 тис. шт/га, побудована модель (залежність варіації залежної змінної від варіації незалежних змінних) була менш надійною (0,0828-0,251). Для робочій моделі, достатньо щоб коефіцієнт детермінації був не менше 50 % (коефіцієнт 0,500). В цьому випадку, коефіцієнт множеної кореляції підвищується по модулю до 70%). Моделі, де коефіцієнт детермінації вище 80% вважають достатньо гарними. Але, використання тільки одного коефіцієнта детермінації R^2 для вибору найкращого рівняння регресії може бути недостатнім. До цього, зустрічаються випадки, коли не надійна модель регресії може надати порівняно високий коефіцієнт. Значення коефіцієнта детермінації говорить про те, наскільки добре вона пояснює варіацію в залежній змінній. Модель з високим коефіцієнтом детермінації може бути не придатною для використання через порушення припущень. Показник (R^2) детермінації між врожайністю та вологістю зерна перед збиранням був в межах 0,0222-0,285, що підтверджує не надійність моделі. До наближеної моделі прийнятної якості, можна віднести лише коефіцієнт детермінації (між урожайністю та вологістю зерна перед збиранням) за норми сівби 85 тис. шт/га у 2022 році ($R^2 = 0,4555$).

ВИСНОВКИ

В умовах Полтавської області (за роки досліджень 2021-2023 рр.) важливе значення має показник ГТК (середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт у 2021 р. дорівнював – 1,1. У оптимальному 2022 році, ГТК був на рівні 1,0. У дуже сприятливому 2023 році – він становив 1,2. У посушливому 2024 році – лише 0,8.

Таблиця 1

**Рівняння регресії та рівень детермінації/апроксимації (R^2)
залежно від густоти сівби кукурудзи та вологості зерна перед
збиранням, 2021-2023 рр.**

Роки досліджень	Рівняння регресії та рівень апроксимації (R^2)			
	80	85	90	95
залежність врожайності від густоти сівби*				
2021	$y = -0,1935x + 14,367$ $R^2 = 0,885$	$y = -0,098x + 14,1$ $R^2 = 0,1442$	$y = -0,225x + 14,98$ $R^2 = 0,4874$	$y = -0,1142x + 14,42$ $R^2 = 0,1769$
2022	$y = -0,2165x + 14,988$ $R^2 = 0,8666$	$y = -0,0825x + 14,47$ $R^2 = 0,0828$	$y = -0,1979x + 15,495$ $R^2 = 0,4417$	$y = -0,1285x + 15,039$ $R^2 = 0,251$
2023	$y = -0,2364x + 15,639$ $R^2 = 0,8896$	$y = -0,11x + 15,028$ $R^2 = 0,1405$	$y = -0,2123x + 16,006$ $R^2 = 0,3959$	$y = -0,1013x + 15,412$ $R^2 = 0,1475$
залежність вологості зерна перед збиранням врожаю від густоти сівби**				
2021	$y = -0,0488x + 15,107$ $R^2 = 0,0919$	$y = -0,1012x + 15,568$ $R^2 = 0,285$	$y = -0,044x + 15,236$ $R^2 = 0,0574$	$y = -0,0702x + 15,629$ $R^2 = 0,1608$
2022	$y = -0,0262x + 15,168$ $R^2 = 0,0222$	$y = -0,1393x + 15,639$ $R^2 = 0,4555$	$y = -0,0345x + 15,068$ $R^2 = 0,0428$	$y = -0,044x + 15,461$ $R^2 = 0,0544$
2023	$y = -0,075x + 15,4$ $R^2 = 0,1576$	$y = -0,0774x + 15,436$ $R^2 = 0,2047$	$y = -0,0667x + 15,3$ $R^2 = 0,1505$	$y = -0,0417x + 15,5$ $R^2 = 0,0695$

Примітка: зв'язок суттєвий при 5% рівні значущості. * – рівняння регресії та рівень апроксимації (R^2) залежності показника урожайності й густотою посіву; ** – рівняння регресії та рівень апроксимації (R^2) залежності показника вологості зерна перед збиранням врожаю від густоти

На ефективне культивування гібридів кукурудзи різних груп стиглості значний вплив має їх генотипова реакція на показник встановленої густоти рослин. Варіювання щільності рослин на одиниці площі істотно впливає на показник урожайності зерна. В умовах Полтавської області, оптимальний добір густоти сівби сприяє поліпшенню комплексу складових, які в цілому, підвищують врожайність досліджуваних гібридів. Встановлена однакова реакція гібридів за врожайністю у різні роки. Найкращі показники врожайності сформуливали гібриди кукурудзи 'ДКС4897' (середньопізній, ФАО 380) – за норми сівби 90 та 80 тис. шт/га; 'ДКС5206' (пізній, ФАО 420) – за норми сівби 90 та 95 тис. шт/га. Низьку збиральну вологість зерна показали гібриди 'ДКС4391' (середньостиглий, ФАО 350) – за норми сівби 80 та 90 тис. шт/га; 'ДКС4351' (середньостиглий, ФАО 350) – за

норми сівби 80, 85 та 90 тис. шт/га; ‘ДКС4598’ (середньопізній, ФАО 360) – за норми сівби 85 тис. шт/га; ‘ДКС4098’ (середньостиглий, ФАО 310) – за норми сівби 95 тис. шт/га. На даній локації найврожайною є норма висіву 90 тисяч шт/га, де гібрид ‘ДКС5206’ сформував 16,38 т/га та ‘ДКС4897’ – 16,3 т/га. За норми висіву 80 та 85 тисяч шт/га, ці гібриди здатні формувати урожайність в діапазоні 15-16 т/га.

Відібрані гібриди різних груп стиглості та ФАО можуть бути в подальшому, вивчені на предмет густоти посіву та потреб у поживних речовинах для отримання максимального врожаю. Завдяки впровадженню нових гібридів кукурудзи з вищим генетичним потенціалом врожайності та кращим агрономічним методам управління, сучасній механізації та агротехніці, вдалося збільшити густоту посіву. За лінійної множинної регресії отримано коефіцієнти детермінації (або величина достовірності апроксимації), де показники знаходяться в межах 0,022-0,8896 (0,8 – 1 – модель гарної якості; 0,5 – 0,8 – модель прийнятної якості; 0 – 0,5 – модель поганої якості). Вважається, що чим ближче коефіцієнт до 1, тим кращою є отримана модель. Встановлена модель гарної якості – між врожайністю та за нормою сівби – 80 тис. шт/га – в межах 0,885-0,8896. У більшості гібридів кукурудзи за густоти сівби 85 і 95 тис. шт/га, зв'язок між врожайністю та густотою сівби був побудований поганої якості. За коефіцієнтами 0,4874-0,3959, які встановлені у гібридів за норми сівби 90 тис. шт/га та за норми сівби 85 тис. шт/га (у 2022 році – $R^2 = 0,4555$) – також вважається наближеною до моделі «поганої якості». Визначення цих коефіцієнтів дає змогу глибше вивчити зв'язок між чинниками і зокрема виявити вплив факторної ознаки на зміну результативної ознаки, що в подальшому дозволить надати більш оптимальну модель (за нормою висіву) для кожного окремого гібриду.

АНОТАЦІЯ

В умовах Полтавської області (лівобережна Лісостеп України, роки досліджень 2021-2023 рр.) важливе значення має показник ГТК (середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт у 2021 р. дорівнював – 1,1. У оптимальному 2022 році, ГТК був на рівні 1,0. У дуже сприятливому 2023 році – він становив 1,2. У посушливому 2024 році – лише 0,8. У сучасних посушливих умовах, продуктивний потенціал гібридів кукурудзи різних ФАО та груп стиглості визначає їх актуальність та промислове поширення. Їх господарська цінність – пристасованість до конкретних ґрунтово-кліматичних зонах із визначенням та обґрунтуванням важливих технологічних елементів технології вирощування. Дослідили вплив норми висіву та вологості зерна у період вегетації та перед збиранням гібридів кукурудзи (*Zea*

mays L.) на врожайність. Дослід закладено у лівобережному Лісостепу України (Полтавська область, с. Яроши Глобинського району), 2021-2023 рр. Вивчали гібриди кукурудзи зарубіжної селекції ('ДКС4897', 'ДКС5206', 'ДКС4391', 'ДКС4115', 'ДКС4098', 'ДКС4712', 'ДКС4598', 'ДКС4351'). Вивчали густоту стояння рослин: 80, 85, 90; 95 тис. шт./га. Попередник – кукурудза. Гібриди 'ДКС4897' та 'ДКС5206' відрізнялися максимальною врожайністю за норми висіву зерна 90 тис. шт/га, відповідно, 16,3 та 16,38 т/га. За норми висіву 95 тис. шт/га, середній показник врожайності гібридів 'ДКС4897' та 'ДКС 5206' зменшився на 0,69-0,38 т/га в порівнянні з нормою висіву 90 тис. шт/га. В той же час, у гібридів 'ДКС4115', 'ДКС4098', 'ДКС4712' середній показник врожайності, в порівнянні з нормою висіву 90 тис. шт/га, підвищився на 0,3-0,73 т/га. За норми сівби 90 тис. шт/га, відмічено коливання показника вологості зерна. Мінімальні показники (14,4-14,9%) вологості зерна були у гібридів 'ДКС4391', 'ДКС4098', 'ДКС4598', 'ДКС4351'. З підвищенням норми сівби до 95 тис. шт/га, у всіх гібридів відповідно підвищувалася й вологість зерна. Аналіз врожайності, дозволив визначити гібриди кукурудзи, які найбільш придатні для вирощування в лівобережному Лісостепу України, особливо за норми сівби 90 тис. шт/га (гібриди 'ДКС4897' та 'ДКС5206').

Література

1. Скаун В. М., Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С. 135–142. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21>
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. 980 с.
3. Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. № 15(3). С. 279–287. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093>.
4. Особливості вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату в 2021 році (науково-практичні рекомендації для зони Степу) / Відпов. за випуск А. Д. Гирка. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН, 2021. 92 с.
5. Лихочвор В. В. Рослинництво, Київ 2004. С. 59–76.
6. Демченко А. Д. Практикум з курсу «Агробіологічні основи вирощування сільськогосподарських культур». Дніпропетровськ, 2002.

7. Пашенко Ю. Догляд за посівами кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2006. №6. С. 24–25.

8. Довідник кукурудзозвода. За ред. В. С. Цикова. К. : Урожай, 1986. 232 с.

9. Практичні рекомендації щодо інтенсифікації технологій вирощування кукурудзи на зерно / Черенков А. В., Циков В. С., Дзюбецький Б. В. та ін. Дніпропетровськ: ДУ ІСГСЗ НААН, 2012. 31 с.

10. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 42–49.

11. Андрієнко А., Романенко М. Густота як фактор продуктивності кукурудзи. *Пропозиція*. 2018. № 3. С. 60–63.

12. Бомба М., Дудар І., Литвин О., Тучапський О., Костюк С. Густота посіву як вирішальний чинник формування врожаю зерна кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Агрономія. 2014. № 18. С. 170–173. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2014_18_33

13. Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в північному Степу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 76–84. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0261>

14. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 77–82.

15. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 97(1). С. 32–44.

16. Вожегова Р. А., Влашук А. Н., Дробит А. С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>

17. Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. №150(138). С.15–17.

18. Андрієнко О. О., Васильковська К. В., Андрієнко А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 96(1). С. 635–651. DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-635-651

19. Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю. Біометричні показники інноваційних гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних строків

сівби в умовах північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 15–23. DOI <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2024.24.2>

20. Пащенко Ю. М., Пащенко Н. О., Лобко Т. К. Строки сівби і густота стояння рослин гібридів кукурудзи в посушливому степу. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. №2(40). С. 14–18.

21. Mostipan M. I., Vasylovskaya K. V., Andriyenko O. O. and Reznichenko V. P. Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2017. № 53 (3). P. 35–40.

22. Когут І. М. Вплив норми висіву на продуктивність кукурудзи в умовах Південного Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. пр.* / ОДАУ. Одеса, 2017. Вип. 84-2. С. 63–69. <http://hdl.handle.net/123456789/1754>

23. Кулик М. І., Білявська Л. Г., Сиплива Н. О., Улізко П. М., Гайдай А. О. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 111–119. DOI: <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.15.17>

24. Zarei B., Kahrizi D., Aboughadareh A. P., Sadeghi F. Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci.* 2012. Vol. 4. Iss. 20. P. 1519–1522. <https://doi.org/IJACS/2012/4-20/1519-1522>

25. Barabolia O., Kosenko I. The impact of sowing time on corn yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. 27(1), 41–46. doi:10.31210/spi2024.27.01.07

26. Фурманець О. А., Фурман В. М., Мороз О. С., Солодка Т. М., Зінкевич А. Р. Features of the productivity formation of new maize hybrids of different maturity groups on sod-podzolic soils. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*. 2023. №1(101). С. 206–222. <https://doi.org/10.31713/vs1202314>

27. Kamara, M. M., Rehan, M., Ibrahim, K. M., Alsohim, A. S., El-sharkawy, M. M., Kheir, A. M. S., Hafez, E. M., & El-El-Sawi, M. A. Genetic diversity and combining ability of white maize inbred lines under different plant densities. *Plants*, 2020, 9(9), 1140 <https://doi.org/10.3390/plants9091140>

28. Романенко М. Вологовіддача як фактор економічної ефективності вирощування кукурудзи. *Пропозиція*. Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3487>

29. Князюк О. В. Агроекологічне обґрунтування підвищення продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин, міжрядь, строків та глибини сівби. *Вісник Білоцерківського ДАУ: Біла Церква*, 2015. Вип. 32. С. 66–74.

30. Вожегова Р. А., Влашук А. Н., Дробит А. С. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 7 (784). С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>

31. Рибка В. С., Шевченко М. С., Ляшенко Н. О. Економічні аспекти застосування гербіцидів нового покоління в технології вирощування кукурудзи в умовах ринку. *Хранение и переработка зерна*. 2000. №8. С.10–13.

32. Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 57–62.

33. Дідур І. М., Богомаз С. О. Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 29. С. 153–161.

34. Гапієнко А. А. Агрохімічне обслуговування і застосування добрив в АРК. *Наукові праці КГАТУ, Сімферополь*. 2005. Вип. 86. С. 31–35.

35. Шкатула Ю. М., Сторожук Ю. В. Вплив позакореневих підживлень на біоенергетичну продуктивність кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26. С. 87–101.

36. Крамарьов С. М., Писаренко П. В., Шевченко М. С., та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 5–12.

37. Окрушко С. Є. Вплив гербіцидів та регулятора росту на забур'яненість і врожайність кукурудзи на зерно. *Вісник ХНАУ*. 2019. № 2. С.110–118.

38. Сторчоус І. Досходовий період кукурудзи: контроль бур'янів. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 7. С. 38–44.

39. Цилюрик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 152–159.

40. Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Вип. 7. С. 183–189.

41. Василенко Р. М., Заєць С. О. Продуктивність кукурудзи залежно від строків сівби та захисту від хвороб та шкідників. *Зрошуване землеробство*. Збірник наукових праць. 2017. Вип. 67. С. 69–72.

42. Вох М. В., Антоненко О. Ф., Галиш Ф. С. Поширення і розвиток гельмінтоспориозу в зонах вирощування кукурудзи. *Науковий вісник*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія. 2012. Вип. 176. С. 296–300.

43. Програма вирощування кукурудзи в Україні в умовах зміни клімату / Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Кондратенко П. В. та ін.; за ред. М. І. Дудки. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2021. 44 с.

44. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystro-sortiv-roslin>

45. Осташко Т. О., Волощенко Л. Ю., Ленісова Г. В. Внутрішній агропродовольчий ринок України в умовах СОТ. К.: Ін-т екон. та прогноз. НАН України, 2010. 208 с.

46. Державна служба статистики України. Кабінет міністрів України. 2021. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf

47. Оптимізація технологічних процесів збирання, обробки та зберігання зерна кукурудзи (науково-практичні рекомендації). Ін-т сільського господарства степової зони. Дніпропетровськ, 2011. 36 с.

48. Адаменко Т. Врахування кліматичних і погодних умов при визначенні термінів і доцільності вирощування кукурудзи на зерно різних груп стиглості. *Агроном.* № 4. С. 31–32.

49. Паламарчук В. Д. Кукурудза, селекція та вирощування гібридів: [моногр.] : В. Д. Паламарчук, В. А. Мазур, та ін. Вінниця, 2009. 199 с.

50. Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С., Колісник О. М., Борівський А. Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навч. посібник. Вінниця, 2010. 636 с.

51. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу (зрошуване землеробство). Херсон: Грін Д. С., 2014. 448 с.

52. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В. В. Волкодава. К., 2001. Вип. II. 81 с.

53. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. 82 с.

54. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Лебідь С. М., Циков В. С., Пашенко Ю. М. та ін. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

55. Заверталюк В.Ф. Продуктивність сортів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби. *Зерно.* 2008. С. 4–8.

56. Gangur, V. V., Yermko, L. S., & Rudenko, V. V. The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 2021. 117. 37–43.

57. Дудка М. І., Якунін О. П. Формування врожайності зерна кукурудзи залежно від способу сівби та густоти стояння рослин в північному Степу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 76–84.

58. Shahini, E., Shehu, D., Kovalenko, O., & Nikonchuk N. Comparative analysis of the main economic and biological parameters of maize hybrids that determine their productivity. *Scientific Horizons*, 2023. 26(4), 86–96.

59. Іванишин О. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах Лісостепу Західного. *Молодий вчений*. 2021. №3. С.15–19. doi:10.32839/2304-5809/2021-3-91-4

60. Мокрієнко, В. А., & Приндюк, Я. О. Формування та продуктивність асиміляційного апарату рослин кукурудзи залежно від норми висіву та удобрення. *Новітні агротехнології*. 2024. 12(1). <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297343>

61. Kalenska, S. M., & Taran, V. H. Indeks urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslyn, norm dobryv ta pohodnykh umov vyroshchuvannia. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. 14 (4), 415–421.

62. Boiko, P., Kovalenko, N., Yurkevych, Ye., Albul, S. & Valentiuk, N. The efficiency of maize production under the conditions of climate change in Ukraine: the use of highly productive hybrids and scientific technologies with elements of biologization. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024. 30(4), 739–746.

63. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–38.

64. Носов С. С. Біометричні показники та зернова продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби і густоти стояння рослин в умовах північної підзони Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. № 2 (34). С. 86–90.

65. Marchenko, T., Skakun, V., Lavrynenko, Yu., Zavalnyuk, O., & Skakun, Ye. Biometric parameters and yield of maize hybrids in dependence on agricultural technology elements. *Scientific Horizons*. 2023. 26(11), 90–99.

66. Glupak, Z. I., & Butenko, A. O. The yield of corn hybrids per grain depending on the maturity group and stand density in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. 2022. 2, 5–10.

67. Mastrodomenico, A. T., Haegele, J. W., Seebauer, J. R., & Below, F. E. Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes

in plant density, nitrogen fertility, and environment. *Crop Science*, 2018, 58(1), 230–241.

68. Mandić, V.; Đorđević, S.; Brankov, M.; Živković, V.; Lazarević, M.; Keškić, T.; Krnjaja, V. Response of Yield Formation of Maize Hybrids to Different Planting Densities. *Agriculture*, 2024, 14, 351.

69. Польовий А. М., Костюкєвич Т. К., Толмачова А. В., Жигаїло О. Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 29– 36. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4

70. Djalovic I., Prasad P.V.V., Dunderski D., Katanski S., Latković D., Kolarić L. Optimal Plant Density Is Key for Maximizing Maize Yield in Calcareous Soil of the South Pannonian Basin. *Plants (Basel)*. 2024 Jun 29;13(13):1799.

71. Косарський В. Ю., Грицун О. Л., Пантюшенко С. О. Вплив густоти рослин на врожайність зерна кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Агроном*. 2010. № 3. С. 70–72.

72. Лавриненко Ю. О., Міщенко С. В., Марченко Т. Ю. та ін. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрощення. *Аграрні інновації*. 2022. №12. С. 41–47.

73. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату: монографія. Вінниця: ТОВ Видавництво-друкарня ДІЛО, 2014. 536 с.

74. Білявський Ю. В., Махова Ф. О., Теплицький Є. О. Пошкодженість кукурудзи кукурудзяним метеликом залежно від умов вирощування. *Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України*. Під ред. Є.М. Лебеда, І.А. Пабата / Сб. наук. стат. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 118–123.

Information about the author:

Vanzhula Dmytro Valentynovych,

ORCID ID: 0009-0005-1255-6123

PhD candidate at the Department of Breeding,

Seed Production and Genetics,

Poltava State Agrarian University,

1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine