

ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РОЗЛУСНОЇ (*ZEA MAYS L. EVERTA STURT.*)

В. Ю. Черчель¹, А. В. Алдошин¹, Д. С. Купріченко¹, В. М. Сучкова²

¹Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

²Національна академія аграрних наук України, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

Актуальність. Підзона Північного Степу України характеризується сильними посухами, які призводять до значного зниження урожайності кукурудзи розлусної (*Zea mays everta Sturt.*). У зв'язку із цим дуже важливо робити оцінку гібридів на посухостійкість для добору найкращих зразків, здатних витримувати складні гідротермічні умови вирощування. **Мета** досліджень полягала у визначенні посухостійкості гібридів кукурудзи розлусної за умов повітряної і ґрунтової посухи. **Матеріали та методи.** Матеріалом для проведення досліджень були 58 гібридів кукурудзи розлусної, які проходили конкурсне випробування. За стандарти використовували середньоранній гібрид Шанс і середньостиглий гібрид Гостинець. Досліди проводилися впродовж 2020–2021 рр. у лабораторії селекції кукурудзи харчового напрямку використання на Синельниківській селекційно-дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН України. Для вивчення реакції гібридів на посуху був використаний індексний підхід, який базувався як на стійкості, так і на чутливості генотипів до дефіциту вологи. **Результати.** Вегетаційний період 2020 р. був жарким і посушливим на відміну від 2021 р. Середні значення врожайності зерна у несприятливий за погодними умовами рік, у порівнянні зі сприятливим, були меншими для середньоранніх гібридів у 3,1 рази, а для середньостиглих – у 3,2 рази. Такі погодні умови забезпечили оцінку гібридів кукурудзи розлусної на стійкість до посухи. Було встановлено, що 22 гібрида (36,7 %) визнані посухостійкими, оскільки мали відповідні індекси за 5–7 показниками. Стандарт середньоранньої групи, гібрид Шанс, також був посухостійким. **Висновки.** За результатами проведених досліджень встановлено, що у середньоранній групі високу врожайність зерна й посухостійкість мали експериментальні гібриди F_1 (ІКР 30 С × ІКР 2-3 ВС); F_1 [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 4] та F_1 [(ІКР 30 С × ІКР 24 ЗС) × ІКР 37], а у середньостиглій – F_1 (ІКР 11-9 × ІКР 16/75/24-5); F_1 [(ІКР 15-2 × ІКР 37/17/72-5) × ІКР 21] та F_1 (ІКР 30 × ІКР 2-1).

Ключові слова: кукурудза розлусна, селекція, стійкість, посуха, індекси посухостійкості, врожайність зерна

Вступ. Потепління клімату – одна з головних проблем сучасності. Через викиди парникових газів глобальна середня температура повітря вже підвищилася на 1,1 °С, а за даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (ІРСС) може досягти 1,5°С між 2030 і 2052 рр., що посилить частоту екстремальних посух у всьому світі [1].

В Україні середня температура повітря літнього періоду зросла на 1,3°С, середня зимова – на 0,9 °С, середня весняна – на 0,9 °С, а середня осіння – на 0,4 °С. А якщо аналізу-

вати помісячно, то найбільше підвищення середньої температури відбулося у двох місяцях: січні (на 2,3 °С) та липні (на 1,4 °С) у порівнянні із середньобагаторічними даними [2].

Північний Степ України характеризується частими й сильними посухами. За даними А. О. Бабича і А. А. Бабич-Побережної, зональні атмосферні посухи навесні та восени у Степу України виникають переважно з частотою близько 30 разів за останні 100 років. Літні атмосферні посухи у зоні Степу бувають частіше, ніж весняні і осінні, їх за

Інформація про авторів:

Черчель Владислав Юрійович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, в. о. директора, e-mail: vlad_cherch@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0429-4961>

Алдошин Анатолій Васильович, канд. с.-г. наук, с. н. с., провідний науковий співробітник лаб. насінництва кукурудзи, e-mail: nasinnia.izk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5718-1277>

Купріченко Дмитро Сергійович, доктор філософії, науковий співробітник, в. о. завідувача лаб. селекції кукурудзи середньостиглих і середньопізніх гібридів, e-mail: d.kuprichenkov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0543-0686>

Сучкова Віра Михайлівна, канд. екон. наук, с. н. с., провідний науковий співробітник відд. рослинництва, e-mail: rosluan.@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0266-5634>

століття було на півдні зони 45, а на півночі – близько 40 [3].

Водночас, якщо середня річна температура повітря впродовж 2020–2050 рр. підвищиться на 1,5 °C – кожний другий сезон може бути посушливим [2]. У зв'язку із цим дуже важливо проводити оцінювання гібридів на посухостійкість для добору найкращих зразків, здатних витримувати складні гідротермічні умови вирощування.

Однією з особливостей кукурудзи розлусної є слабка посухостійкість рослин, що часто зумовлено менш розвинутою кореневою системою у порівнянні з кукурудзою зерною [4, 5].

За даними S. H. Kamphorst та ін. дефіцит води є одним із найбільш обмежуючих абіотичних чинників для формування продуктивності цієї культури. Стрес від посухи суттєво впливав на об'єм попкорну з гектару посіву, масу 100 зерен та індекс зеленості (SPAD). Зменшення врожайності зерна гібридів кукурудзи розлусної під впливом посухи склало 55,29 %, а об'ємне розширення зерна зменшилося на 29,19 % [6, 7].

Найуразливішою до нестачі вологи стає кукурудза від початку викидання волоті до воскової стиглості зерна. Упродовж цвітіння рослина щодня використовує 8–9 мм води, а за весь період наливу зерна – 170–180 мм. Якщо кукурудза 4 доби перебуватиме зів'ялою в період від запилення до молочної стиглості зерна, то її врожайність зменшується наполовину [8].

Мета досліджень полягала у визначенні посухостійкості гібридів кукурудзи розлусної за умов повітряної і ґрунтової посухи та виявленні кращих генотипів для проведення подальших досліджень.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для проведення досліджень були 58 гібридів кукурудзи розлусної, які проходили конкурсне сортовипробування. За стандарту використовували гібриди Шанс (ФАО 260) і Гостинець (ФАО 320). Досліди проводили впродовж 2020–2021 рр. у лабораторії селекції кукурудзи харчового напрямку використання на Синельниківській селекційно-дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН України.

Агротехніка проведення досліджень – загальноприйнята для підзони Північного

Степу. Площа ділянки – 8,4 м², повторність – трикратна. Сівбу гібридів кукурудзи розлусної здійснювали селекційною сівалкою, а збір врожаю – комбайном „Wintersteiger Delta”. Отримані результати перераховували до 14 % вологості зерна [9].

Для вивчення реакції гібридів на посуху був використаний індексний підхід, який базувався як на стійкості, так і на чутливості генотипів до дефіциту вологи [10]. Були розраховані такі індекси [11]:

– індекс сприйнятливості до посухи –

$$SSI = 1 - \frac{Y_s}{Y_p} / 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \quad (1)$$

– індекс толерантності – $TOL = Y_p - Y_s$ (2)

– середня урожайність – $MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$ (3)

– індекс стабільності врожайності –

$$YSI = \frac{Y_s}{Y_p} \quad (4)$$

– індекс урожайності – $YI = \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \times 100$ (5)

– індекс толерантності до стресу –

$$STI = \frac{Y_p \times Y_s}{\bar{Y}_p^2} \quad (6)$$

– середнє геометричне урожайності –

$$GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s} \quad (7)$$

де Y_p – урожайність за оптимальних умов; Y_s – урожайність за стресових умов; \bar{Y}_p – середня врожайність усіх гібридів за оптимальних умов; \bar{Y}_s – середня врожайність усіх гібридів за стресових умов.

Для кожного індексу була вирахована медіана, яка характеризувала середню варіанту його прояву. Нижчий рівень медіани індексів SSI і TOL та вищий – індексів MP, YSI, YI, STI, GMP відповідали за посухостійкість генотипів [12].

Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері з використанням спеціальних прикладних програм Microsoft Office Excel (Statistica). Статистичну достовірність експериментальних даних розраховували за П. П. Літуном та ін. [13].

Результати та обговорення. За даними Синельниківської агрометеорологічної станції погодні умови 2020 р. виявились дуже посушливими (табл. 1).

Не зважаючи на те, що травень був холодним і вологим, за літо випало всього 69,2 мм опадів, або 36,2 % від середньобогаторічного показника, до того ж температура повітря перевищувала середньобогаторічні дані на

Таблиця 1. Гідротермічні умови в період вегетації гібридів кукурудзи розлусної, 2020–2021 рр.

| Місяць | Кількість опадів, мм | | | Сума ефективних температур вище 10 °С | | | Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) | |
|----------|----------------------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|---------------------------------|---------|
| | середньо-багаторічна | 2020 р. | 2021 р. | середньо-багаторічна | 2020 р. | 2021 р. | 2020 р. | 2021 р. |
| Травень | 50,0 | 66,5 | 33,4 | 179,0 | 121,3 | 185,9 | 5,5 | 1,8 |
| Червень | 59,0 | 28,8 | 181,9 | 284,0 | 361,8 | 296,0 | 0,8 | 6,1 |
| Липень | 61,0 | 25,1 | 126,8 | 348,0 | 392,0 | 421,5 | 0,6 | 3,0 |
| Серпень | 35,0 | 15,3 | 39,3 | 323,0 | 393,8 | 398,9 | 0,4 | 1,0 |
| Вересень | 36,0 | 9,5 | 22,3 | 148,0 | 288,0 | 163,2 | 0,3 | 1,4 |
| Всього | 241,0 | 145,5 | 403,7 | 1282,0 | 1556,9 | 1465,5 | - | - |

1,5–3,0 °С.

На противагу попередньому 2021 р. виявився дуже дощовим. З травня по вересень випало 403,7 мм опадів, (168 % від середньо-багаторічних). Найбільше опадів було у червні – 181,9 мм та липні – 126,8 мм. На початку вегетації кукурудзи середньомісячні температурні показники були близькими до середньо-багаторічних, а у липні й у серпні перевищили їх на 2,7 °С і 2,8 °С, відповідно.

Для встановлення ступеня зволоженості ґрунту визначили гідротермічний коефіцієнт за Г. Т. Селяніновим (ГТК) [14]. Аналіз даних засвідчив, що лише в травні 2020 р.

було достатньо вологи в ґрунті, тоді як у червні спостерігалася слабка посуха, у липні – середня, а в серпні і вересні – дуже сильна. У 2021 р. впродовж усього періоду вегетації забезпечення вологою було достатнім або надмірним (табл. 1).

Спека та посушливі умови 2020 р. негативно вплинули на врожайність кукурудзи розлусної. Мінімальні значення врожаю для середньоранніх гібридів дорівнювали 1,01 т/га, а для середньостиглих – 1,00 т/га, тоді як максимальні становили – 1,86 т/га і 2,26 т/га, відповідно (табл. 2).

Середні значення врожайності зерна у

Таблиця 2. Урожайність зерна гібридів кукурудзи розлусної, 2020–2021 рр.

| Група стиглості | Кількість гібридів, шт. | Показники | Урожайність, т/га | |
|-------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------|
| | | | 2020 р. | 2021 р. |
| Середньорання | 27 | $\bar{x} \pm ts_x$ | 1,37 ± 0,18 | 4,29 ± 0,18 |
| | | min | 1,01 | 3,25 |
| | | max | 1,86 | 5,38 |
| | | Шанс, st | 1,86 | 5,33 |
| Середньостигла | 31 | $\bar{x} \pm ts_x$ | 1,43 ± 0,18 | 4,62 ± 0,18 |
| | | min | 1,00 | 3,19 |
| | | max | 2,26 | 6,53 |
| | | Гостинець, st | 1,54 | 6,04 |
| НІР ₀₅ | | | 0,50 | 0,52 |

несприятливий за погодними умовами 2020 р., у порівнянні зі сприятливим 2021 р., були меншими для середньоранніх гібридів у 3,1 рази, а для середньостиглих – у 3,2 рази.

Кращими за врожайністю зерна у 2020 р. були такі середньоранні гібриди, як Шанс – 1,86 т/га; F₁ (ІКР 30 С × ІКР 2-3 ВС) – 1,84 т/га; F₁ [(ІКР 75-1 × ІКР 37-2) × ІКР 15-1] – 1,72 т/га; F₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 4] – 1,69 т/га, а у 2021 р. – F₁ [(ІКР 30 × ІКР 2-1) × ІКР 35] – 5,38 т/га; Шанс – 5,33 т/га; F₁ [(ІКР 35 × ІКР 16-1) × ІКР 37/17/72-5] – 5,25 т/га;

F₁ [(ІКР 35 × ІКР 16-1) × ІКР 2-3] -5,08 т/га. У середньому за два роки виділилися гібриди: Шанс – 3,60 т/га; F₁ (ІКР 30 С × ІКР 2-3 ВС) – 3,46 т/га та F₁ [(ІКР 30 × ІКР 2-1) × ІКР 35] – 3,43 т/га.

Серед середньостиглих гібридів у 2020 р. відзначилися такі комбінації, як F₁ (ІКР 30 × ІКР 2-1) – 2,26 т/га; F₁ (ІКР 11-9 × ІКР 16/75/24-5) – 2,18 т/га; F₁ (ІКР 30 С × ІКР 3-6 ВС) – 2,04 т/га; F₁ (ІКР 30/1 × ІКР 35) – 1,90 т/га, а у 2021 р. – F₁ (ІКР 30/1 × ІКР 35) – 6,53 т/га; F₁ (ІКР 11-9 × ІКР 37/17/72-3) – 6,34 т/га;

Гостинець – 6,04 т/га; F₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 1] – 6,02 т/га. У середньому за два роки, найвищу врожайність показали – F₁ (ІКР 30/1 × ІКР 35) – 4,22 т/га; F₁ (ІКР 11-9 × ІКР 16/75/24-5) – 4,0 т/га та F₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 1] – 3,89 т/га.

Для визначення посухостійкості гібридів кукурудзи розлусної були розраховані такі індекси: SSI – індекс сприйнятливості до

посухи (1), TOL – індекс толерантності (2), MP – середня урожайність (3), YSI – індекс стабільності врожайності (4), YI – індекс урожайності (5), STI – індекс толерантності до стресу (6) та GMP – середнє геометричне урожайності (7). У табл. 3 представлено варіювання індексів посухостійкості експериментальних гібридів та індекси стандартів.

Індекс сприятливості до посухи (SSI)

Таблиця 3. Варіювання індексів посухостійкості в гібридів кукурудзи розлусної, 2020–2021 рр.

| Параметри варіювання | | Індекси посухостійкості | | | | | | |
|-----------------------|-----|-------------------------|-----------|----------|------|-------|------|-----------|
| | | SSI* | TOL, т/га | MP, т/га | YSI | YI, % | STI | GMP, т/га |
| Ліміти | min | 0,71 | 1,88 | 2,22 | 0,19 | 69,9 | 0,19 | 1,89 |
| | max | 1,19 | 4,69 | 4,22 | 0,52 | 158,0 | 0,52 | 3,52 |
| Медіана | | 1,01 | 2,95 | 2,88 | 0,31 | 96,9 | 0,31 | 2,45 |
| Шанс, st. | | 0,96 | 3,47 | 3,60 | 0,35 | 130,1 | 0,35 | 3,15 |
| Гостинець, st. | | 1,01 | 4,50 | 3,79 | 0,25 | 107,7 | 0,25 | 3,05 |

Примітка. * SSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності врожайності, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності.

характеризує, наскільки генотип чутливий до водного стресу. Чим менше значення цього індексу – тим більша посухостійкість рослин. Серед гібридів кукурудзи розлусної найменший рівень сприятливості до посухи був у F₁ (ІКР 30 С × ІКР 3-6 ВС) – 0,71, а найбільший – у F₁ [(ІКР 35 × ІКР 16-1) × ІКР 37/17/72-5] – 1,19. Стандарт Шанс (0,96) мав кращу пристосованість до посухи, порівняно зі стандартом Гостинець (1,01), відповідно індексів сприятливості до посухи. Значення, менші за медіальний рівень цього індексу, спостерігалися ще у 29 гібридів.

Індекс толерантності до посухи (TOL) вказує на втрату гібридом урожайності зерна під впливом посухи в абсолютних одиницях, а більші його значення відповідають за сприйнятливість генотипу до водного стресу. Мінімальні значення цього індексу спостерігалися у гібрида F₁ (ІКР 30 С × ІКР 3-6 ВС) – 1,88 т/га, а максимальні – у гібрида F₁ (ІКР 11-9 × ІКР 37/17/72-3) – 4,69 т/га. Стандарти Шанс і Гостинець характеризувалися високим рівнем прояву індексу толерантності, 3,47 т/га і 4,50 т/га, відповідно. Високу посухостійкість за цим індексом мали 30 гібридів кукурудзи.

Середня врожайність зерна (MP) гібридів кукурудзи розлусної розрахована в оптимальний і посушливий рік, визначає їхню реакцію на посушливі умови. За нашими дос-

лідженнями значення цього показника змінювалося від 2,22 т/га до 4,22 т/га, а медіана середньої урожайності дорівнювала 2,88 т/га. Вище медіанного рівня середня урожайність зерна була у 27 гібридів, кращим із яких був F₁ (ІКР 30/1 × ІКР 35) – 4,22 т/га. Стандарти Шанс і Гостинець мали урожайність вищу за медіанне значення.

Індекс стабільності врожайності (YSI) визначається як відношення врожайності в посушливих умовах до врожайності в оптимальних умовах. Найвищий рівень цього показника продемонстрував гібрид F₁ (ІКР 30 С × ІКР 3-6 ВС) – 0,52, а найменший – 0,19 – гібрид F₁ [(ІКР 35 × ІКР 16-1) × ІКР 37/17/72-5]. Стандарт Шанс мав індекс вище медіанного значення – 0,35, а гібрид Гостинець – нижче – 0,25.

Індекс урожайності (YI) – це відношення урожайності певного гібрида кукурудзи розлусної в посушливих умовах до середньої врожайності всіх гібридів цього ж року у відсотках. Діапазон коливання індексу врожайності був від 69,9 % – у гібрида F₁ [(ІКР 17-2 × ІКР 37) × ІКР 35/8-3] до 158 % – у гібрида F₁ (ІКР 30 × ІКР 2-1). Значення вище медіанного рівня цього індексу було в 30 гібридів, серед яких стандарти Шанс – 130,1 % і Гостинець – 107,7 %.

Згідно з індексів толерантності до стресу (STI) було виявлено гібриди, які мали ви-

сокий рівень урожайності як у посушливий, так і оптимальний, за погодними умовами, рік, отже, цей індекс характеризує здатність генотипу утримувати стабільний рівень урожайності незалежно від чинників довкілля. За результатами проведених досліджень найвищий індекс толерантності до стресу був у гібрида F₁ (ІКР 30 С × ІКР 3-6 ВС) – 0,52, а найнижчий – 0,19 у гібрида F₁ [(ІКР 35 × ІКР 16-1) × ІКР 37/17/72-5]. Стандарт Шанс мав значення цього індексу вище медіанного, як і ще 28 гібридів кукурудзи розлусної, тоді як у стандарту Гостинець значення індексу толерантності до стресу було низьким – 0,25.

Середнє геометричне (або середнє пропорційне) врожайності (GMP) характеризує відносну врожайність, оскільки стрес, спри-

чинений посухою, може змінюватися впродовж років за ступенем своєї тяжкості. Найвище значення цього показника було в гібрида F₁ (ІКР 30/1 × ІКР 35) – 3,52 т/га, а найменше – 1,89 т/га – у гібрида F₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 37) × ІКР 4]. Вище медіанного рівня значення цей показник був у 31 гібрида, серед яких стандарти Шанс – 3,15 т/га та Гостинець – 3,05 т/га.

За результатами досліджень виявлено 22 посухостійкі гібриди (36,7 %), оскільки вони мали відповідні індекси за 5–7 показниками. У табл. 4 наведено дані найкращими гібридними комбінаціями, які поєднали посухостійкість із високою врожайністю.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що у середньоранній

Таблиця 4. Середня врожайність зерна та відхилення від медіани індексів посухостійкості в гібридів кукурудзи розлусної, 2020–2021 рр.

| Гібридна комбінація | ФАО | Середня врожайність, т/га | Відхилення від медіани індексів посухостійкості | | | | | | |
|---|-----|---------------------------|---|-----------|----------|------|-------|------|----------|
| | | | SSI | TOL, т/га | MP, т/га | YSI | YI, % | STI | GMP т/га |
| F ₁ (ІКР 11-9 × ІКР 16/75/24-5) | 320 | 3,81 | -0,13 | 0,31 | 0,93 | 0,09 | 55,5 | 0,09 | 0,99 |
| Шанс, st. | 260 | 3,60 | -0,05 | 0,52 | 0,72 | 0,04 | 33,2 | 0,04 | 0,70 |
| F ₁ [(ІКР 15-2 × ІКР 37/17/72-5) × ІКР 21] | 320 | 3,55 | -0,06 | 0,44 | 0,67 | 0,04 | 32,5 | 0,04 | 0,66 |
| F ₁ (ІКР 30 × ІКР 2-1) | 320 | 3,53 | -0,23 | -0,42 | 0,65 | 0,16 | 61,1 | 0,16 | 0,84 |
| F ₁ (ІКР 30 С × ІКР 2-3 ВС) | 280 | 3,46 | -0,07 | 0,28 | 0,58 | 0,05 | 31,8 | 0,05 | 0,60 |
| F ₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 4] | 280 | 3,34 | -0,04 | 0,35 | 0,46 | 0,03 | 21,3 | 0,03 | 0,45 |
| F ₁ [(ІКР 30 С × ІКР 24 ЗС) × ІКР 37 ВС] | 280 | 3,14 | -0,01 | 0,27 | 0,26 | 0,01 | 10,1 | 0,01 | 0,25 |
| Медіана | - | - | 1,01 | 2,95 | 2,88 | 0,31 | 96,9 | 0,31 | 2,45 |

Примітка. * SSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності врожайності, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності.

групі високу врожайність і посухостійкість мали гібриди кукурудзи розлусної: стандарт Шанс і експериментальні гібриди F₁ (ІКР 30 С × ІКР 2-3 ВС); F₁ [(ІКР 2-3 × ІКР 9-2) × ІКР 4] та F₁ [(ІКР 30 С × ІКР 24 ЗС) × ІКР 37 ВС]; а в середньостиглій: гібриди F₁ (ІКР 11-9 × ІКР 16/75/24-5); F₁ [(ІКР 15-2 × ІКР 37/17/72-5) ×

ІКР 21] та F₁ (ІКР 30 × ІКР 2-1). Надалі кращі експериментальні комбінації будуть досліджуватися за комплексом ознак для кукурудзи розлусної, з метою їхньої передачі на кваліфікаційну експертизу до УІЕСР і подальшого набуття майнового права інтелектуальної власності.

Використана література

1. Глобальное потепление на 1,5 °С. Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °С выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте укрпле-

ния глобального реагирования на угрозу изменения климата, а также устойчивого развития и усилий по искоренению бедности. В. Массон-Дельмонт и др.; Всемирная метеорологическая организация. Женева: МГЭИК. 2018. 35 с.

2. Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>. (дата звернення: 21.12.2024).
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату: монографія. Вінниця: ТОВ Видавництво друкарня ДІЛО. 536 с.
4. Hallauer A. R. Specialty corn: CRC Press LLC. 2001. P. 205–240.
5. Kamphorst S. H., do Amaral Junior A.T., de Lima V. J., Santos P. H. et.al. Comparison of selection traits for effective popcorn (*Zea mays* L. var. *everta*) breeding under water limiting conditions. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11, No. 1289. P. 1–18. DOI: 10.3389/fpls.2020.01289.
6. Kamphorst S. H., Amaral Júnior A. T. D., Lima V. J. D., Guimarães L. J. M., Schmitt K. F. M., Leite J. T., Campostrini E. et al. Can genetic progress for drought tolerance in popcorn be achieved by indirect selection? *Agronomy*. 2019. Vol. 9, №. 12. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120792>.
7. Kamphorst S. H., De Lima V. J., Leite J. T., Carvalho C. M. et al. Popcorn breeding for water-stress tolerance or for agronomic water-use efficiency? *Genetics and Molecular Research*. 2018. Vol. 17, №. 4. DOI: 10.4238/gmr18184.
8. Джура Ю., Марченко О. Посухостійкість та регіональне позионування гібридів кукурудзи. *Зерно*. 2014. № 11. С. 66–69.
9. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ: ІЗГ УААН, 2008. 27 с.
10. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 155–168.
11. Пикало С. В., Демидов О. А., Юрченко Т. В., Хоменко С. О. та ін. Індексний підхід для добору посухостійких сортів пшениці в умовах нестійкого клімату. *Екологічні науки*. 2020. Т. 2, №. 2 (29). С. 157–164. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.24>.
12. Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М. Селекційна цінність зразків нуту за посухостійкістю в умовах східного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. №. 4 (68). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.008>.
13. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур: навчальний посібник. *Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва*. Харків, 2009. 354 с.
14. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології. підручник. Одеса: Видавництво ТЕС, 2012. 102 с.

References

1. Masson-Delmott, V. et al (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Geneva: IPCC. 35 p. [in Russian].
2. Zmina klimatu v Ukraini ta sviti: prychny, naslidky ta rishennia dlia protydii [Climate change in Ukraine and the world: causes, consequences and solutions for countermeasures]. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>. (Last accessed: 21.12.2024). [in Ukrainian].
3. Babych, A. O., Babych-Poberezhna, A. A. (2014). *Zasukha, sukhovii i pylova buria v period hlobalnykh zmin klimatu: monohrafiia* [Drought, dry spells and dust storms in the period of global climate change: monograph.]. Vinnitsia: TOV Vydavnytstvo drukarnia DILO. [in Ukrainian].
4. Hallauer, A. R. (2001). Specialty corn. CRC Press LLC. 205–240.
5. Kamphorst, S. H., do Amaral Junior, A.T., de Lima, V. J., Santos, P. H., Rodrigues, W. P., Vivas, J. M., Goncalves, G. M., Schmitt, K. F., Leite, J. T., Vivas, M., Mora-Poblete, F., Vergara-Diaz, J., Ortega, J. L., Ramalho, J. C., Campostrini, E. (2020). Comparison of selection traits for effective popcorn (*Zea mays* L. var. *everta*) breeding under water limiting conditions. *Frontiers in Plant Science*, 11. DOI:10.3389/fpls.2020.01289.
6. Kamphorst, S. H., Amaral Júnior, A. T. D., Lima, V. J. D., Guimarães, L. J. M., Schmitt, K. F. M., Leite, J. T., Campostrini, E. et al. (2019). Can genetic progress for drought tolerance in popcorn be achieved by indirect selection? *Agronomy*, 9 (12). URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120792>.
7. Kamphorst, S. H., De Lima, V. J., Leite, J. T., Carvalho, C. M., Xavier, K. B., Campostrini, E. et al. (2018). Popcorn breeding for water-stress tolerance or for agronomic water-use efficiency? *Genetics and Molecular Research*, 17 (4). DOI:10.4238/gmr18184.
8. Dzhura, Yu., Marchenko, O. (2014). Drought resistance and regional positioning of corn hybrids. *Zerno [Grain]*, 11. 66–69. [in Ukrainian].
9. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., Pashchenko, Yu. M. et al. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu* [Methods of field experiments with corn] Dnipropetrovsk: IZH UAAN. [in Ukrainian].
10. Tyshchenko, A. V., Tyshchenko, O. D., Liuta, Yu. O. (2021). Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurida Scientific Herald]*, 120. 155–168. [in Ukrainian].
11. Pykalo, S. V., Demydov, O. A., Yurchenko, T. V., Khomenko, S. O., Humeniuk, O. V., Kharchenko, M. V. (2020). Index method for selection of drought tolerant wheat varieties in unstable climate conditions. *Ekolohichni nauky [Environmental Sciences]*, 2 (2) (29), 157–164. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.24>. [in Ukrainian].
12. Vus, N. O., Kobyzieva, L. N., Bezuhla, O. M. (2012). Breeding value of chickpea samples for drought resistance in the conditions of the eastern Forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific Reports of the National University of*

- Life Resources and Environmental Management], 4 (68). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.008>. [in Ukrainian].
13. Litun, P. P., Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., Kolomatska, V. P. (2009). *Systemnyi analiz v selektsii polovykh kultur: navchalnyi posibnyk* [System analysis in the selection of field crops: a study guide]. Kharkiv: N. p. [in Ukrainian].
14. Polovyi, A. M., Bozhko, L. Yu., Volvach, O. V. (2012). *Osnovy ahrometeorologii. Pidruchnyk* [Fundamentals of Agrometeorology. Textbook]. Odesa: Vydavnytstvo TES.

UDC 633.15:631.52

Cherchel V. Yu., Aldoshyn A. V., Kuprichenkov D. S., Suchkova V. M. Determination of drought resistance of popcorn hybrids (*Zea mays L. everta* Sturt.). *Grain Crops*. 2024. 8 (2). 216–222.

¹SE Institute Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine.

²National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9 Mykhaylo Omelianovych-Pavlenko St., Kyiv, 01010, Ukraine

Topicality. The subzone of the Northern Steppe of Ukraine is characterized by severe droughts, which lead to a significant decrease in the yield of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.). In this regard, evaluation of hybrids for drought resistance is essential for selection of the best samples that can withstand difficult hydro-thermal growing conditions. **Purpose.** To determine the drought resistance of popcorn hybrids under conditions of air and soil drought. **Materials and Methods.** The material for the research was 58 popcorn hybrids that were subjected to competitive variety testing. The mid-early hybrid Shans and the mid-ripening hybrid Hostynets were used as standards. The trials were conducted at the Laboratory of Food Maize Breeding at the Synelnykove Breeding and Research Station of the SE Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine in 2020-2021. An index approach based on both resistance and susceptibility of genotypes to moisture deficit was used to study the hybrids' response to drought. **Results.** The growing season of 2020 was hot and dry in contrast to 2021. In unfavourable conditions of 2020, average grain yields for mid-early hybrids were 3.1 times lower and for mid-ripening hybrids 3.2 times lower compared to 2020. Such weather conditions allowed us to evaluate the maize hybrids for drought resistance, and identified 22 hybrids (36.7 %) as drought-resistant, given their corresponding indices for 5–7 indicators. The Shans hybrid, a standard of the mid-early group, was also drought-resistant. **Conclusions.** According to the results of research, it was established that mid-early popcorn hybrids (IKR 30 × IKR 2-3), (IKR 2-3 × IKR 9-2) × IKR 4, (IKR 30 × IKR 24) × IKR 37 and mid-ripening hybrids (IKR 11-9 × IKR 16/75/24-5), (IKR 15-2 × IKR 37/17/72-5) × IKR 21, (IKR 30 × IKR 2-1) had high yield and drought resistance.

Key words: popcorn, selection, resistance, drought, drought resistance indices, grain yield