

ОЦІНКА ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYS L.*) ЩОДО УРАЖЕННЯ ЛЕТЮЧОЮ САЖКОЮ *SPORISORIUM REILIANUM*

К. В. Денисюк, Т. М. Сатарова, В. Ю. Черчель, Б. В. Дзюбецький

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

Актуальність. Створення і добір генотипів кукурудзи, стійких до ураження летючою сажкою *Sporisorium reilianum*, є актуальним напрямом сучасних селекційних досліджень, адже дозволяє запобігти втратам урожаю, пов'язаним із ураженням патогеном, і отримати зерно високої якості. **Мета досліджень.** Оцінити ступінь ураження летючою сажкою *S. reilianum* селекційно перспективних ліній кукурудзи на природному і штучному інфекційному фонах та ідентифікувати серед них стійкі і нестійкі до ураження генотипи. **Матеріали і методи.** За матеріал дослідження обрали десять селекційно перспективних, адаптованих до зони Степу України, ліній кукурудзи. Дослідження проводили у 2021 і 2024 рр. Використовували методи: польовий, статистичного аналізу. **Результати.** Було перевірено і підтверджено життєздатність спор летючої сажки, використаних для створення штучного інфекційного фону, перед заспорюванням насіння кукурудзи шляхом культивування їх на штучному живильному середовищі *in vitro*. Проведене тестування ліній кукурудзи у польових умовах впродовж двох років показало, що на природному інфекційному фоні за роки дослідження середнє значення ураження рослин *S. reilianum* становило 0,90 %, тоді як на штучному інфекційному фоні – 10,28 %. Ураження рослин летючою сажкою залежало від генотипу і агрометеорологічних умов року дослідження. Найвищий показник ураження патогеном спостерігався у лінії ПЗ54 на штучному інфекційному фоні і складав для двох років досліджень 41,18 % і 59,26 %, відповідно. Лінії ДК3044, ДК267 та Мо17 за роки досліджень не продемонстрували жодного випадку ураження рослин летючою сажкою ні на природному, ні на штучному інфекційному фонах. **Висновки.** Оцінено стійкість до ураження летючою сажкою *S. reilianum* десятих селекційно перспективних, адаптованих до зони Степу України, ліній кукурудзи. Встановлено в цілому високий рівень стійкості до патогену у досліджених ліній. Лінії ДК315, ДК3044, ДК267, PLS61, ДК3008 і Мо17, які мали відсоток ураження *S. reilianum* рослин на штучному інфекційному фоні впродовж двох років менше 5 %, визначені як стійкі. Вони можуть виступати донорами стійкості до летючої сажки. Лінії ПЗ54, ДК3023 і ДК7575, які мали ураження на штучному інфекційному фоні 20 % і більше, ідентифіковані як нестійкі до ураження.

Ключові слова: кукурудза, стійкість до біотичних факторів, грибні хвороби зернових культур, летюча сажка, донори стійкості, штучний інфекційний фон

Вступ. Створення і добір стійких до хвороб і шкідників генотипів кукурудзи є одним з пріоритетних напрямів сучасних селекційних і біотехнологічних досліджень цієї культури. Втрати врожаю кукурудзи від дії фітопатогенів у світі становлять в серед-

ньому 9,4 %, тоді як в Україні – 19–25 %, а у роки з масовим поширенням – 50 % [1].

Летюча сажка, поряд з такими хворобами як пухирчаста сажка, фузаріоз качанів, пліснявіння насіння, стеблові та кореневі гнилі, бактеріоз, є однією з найбільш пошире-

Інформація про авторів:

Денисюк Катерина Вікторівна, канд. біол. наук, старший науковий співробітник лаб. методів селекції та первинного насінництва, e-mail: kvderkach@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1871-9585>

Сатарова Тетяна Миколаївна, доктор біол. наук, професор, дослідник лаб. біотехнології рослин, Чехія, e-mail: satarova2008@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5571-1139>

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

Дзюбецький Борис Володимирович, доктор с.-г. наук, професор, академік, зав. відд. селекції зернових культур, e-mail: selectdk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2955-232X>

них і небезпечних хвороб кукурудзи [2]. В Україні ураженість рослин кукурудзи летючою сажкою становить 0,2–3,0 %, а в окремих осередках – 4–6 %. За сильного ураження рослин хворобою недобір урожаю зерна може становити 15–20 % і більше [3].

Збудником летючої сажки виступає біотрофний гриб *Sporisorium reilianum*. Хвороба уражує волоті й качани. Волоті перетворюються на чорну пилову масу, качани – на чорний конусоподібний клубок волокон і спор гриба. За зовнішнім виглядом летюча сажка відрізняється від пухирчатої тим, що спорові скупчення сухі і не мають оболонки. Спори *S. reilianum* за відповідних умов проростають в проміцелій, який утворює базидіоспори. Останні після копуляції під час контакту з молодим проростком кукурудзи уражають його. Інфікування відбувається через корінь після проростання насіння. Міцелій гриба проникає у проростки через мезокотиль. Розвиток сажки на качанах і волоті суттєво залежить від того, чи гриб досягне меристеми пагону. Якщо гіфи не досягнуть точки росту стебла, то уражатися будуть лише качани, а волоті залишаться здоровими. Інфіковані рослини часто відстають у розвитку, втрачають апікальне домінування, утворюють багато пасинків. Після дозрівання спор у сажкових клубках вони розпоршуються, осідають на ґрунті і на кукурудзяних післязбиральних рештках, потрапляють на качани й зернівки під час збирання і молотби [4–8].

Ступінь ураження рослин кукурудзи летючою сажкою залежить від генотипових особливостей, способу створення інфекційного фону, агрометеорологічних умов тощо [9–11].

Існує декілька підходів до імунологічної оцінки стійкості генотипів кукурудзи до летючої сажки. А. В. Баян та ін. визначають такі групи стійкості генотипів до ураження летючою сажкою: 1 – дуже низька (>50 % уражених рослин), 3 – низька (26–50 % уражених рослин), 5 – середня (11–25 % уражених рослин), 7 – висока (6–10 % уражених рослин), 9 – дуже висока (0–5 % уражених рослин) [12]. Г. В. Грисенко, Є. Л. Дудка рекомендують визначати групи стійкості генотипів кукурудзи за ураженням рослин, вирощених на штучному інфекційному фоні.

Інфекційний фон створюють безпосереднім внесенням спор патогену у ґрунт. Автори виділяють високостійкі форми – 0–10 % ураження рослин, стійкі – 10–25 %, середньостійкі – 25–50 %, сприйнятливі – вище 50 % ураження рослин [9]. Т. М. Педаш та ін. під час оцінки гібридів кукурудзи, вирощених на природному інфекційному фоні, також використовують дану шкалу оцінювання [11]. В. Ю. Черчель та ін., аналізуючи ураження рослин кукурудзи, вирощених на штучному інфекційному фоні, створеному заспорюванням насіння, визначають такі класи стійкості генотипів до ураження летючою сажкою: 1 – стійкі (мають 0 % ураження), 2 – низької чутливості (до 10 % ураження рослин), 3 – середньої чутливості (до 20 % ураження рослин), 4 – нестійкі до захворювання (ураження понад 20 % рослин) [13]. Разом з тим, для деяких досліджень, наприклад, для пошуку асоціацій між молекулярно-генетичним поліморфізмом ДНК і стійкістю до патогену, нагальною є дещо спрощена шкала селекційної, а не імунологічної оцінки стійкості до ураження летючою сажкою. В такому випадку необхідний розподіл генотипів кукурудзи на дві групи – стійкі і нестійкі (схильні до ураження) з виділенням третьої групи генотипів з середньою стійкістю до ураження патогеном.

Для боротьби з летючою сажкою можна використовувати агротехнологічні прийоми, які часто є високовартісними і не завжди екологічними. Актуальним напрямом боротьби з *S. reilianum* є відбір і створення генотипів кукурудзи, стійких до патогену. У зв'язку з цим метою нашої роботи була оцінка стійкості до ураження летючою сажкою *S. reilianum* селекційно перспективних, адаптованих до зони Степу України ліній кукурудзи на природному і штучному інфекційному фоні та ідентифікація серед них стійких і нестійких до ураження генотипів. Завданнями дослідження виступали: перевірка життєздатності спор летючої сажки перед заспорюванням насіння кукурудзи, селекційне тестування ліній кукурудзи у польових умовах на природному та штучному інфекційних фонах, визначення стійких і нестійких (сприйнятливих) до ураження генотипів.

Матеріал та методи. Як матеріал дослідження використовували селекційно перспек-

тивні лінії кукурудзи (*Zea mays* L.), адаптовані до зони Степу України: ДК267, ДК315, ДК3008, ДК3044, ДК3023, ДК7575, ДК633266МВ, PLS61, Мо17, П354. Лінія Мо17, яка відома своєю стійкістю до ураження летючою сажкою [14], вибрана як позитивний контроль. Лінія П354, відома як сприйнятлива до цього збудника [15], обрана як негативний контроль.

Тестування ліній кукурудзи на стійкість до летючої сажки проводили у польових умовах впродовж двох років (2021 і 2024 рр.) на природному і штучному інфекційному фоні. Штучний інфекційний фон створювали шляхом заспорювання насіння кукурудзи спорами *Sporisorium reilianum* з використанням метилцелюлози [13]. Спори сажки для обробки насіння кукурудзи у 2021 р. були зібрані з уражених польових рослин у попередньому 2020 р. Спори сажки для обробки насіння у 2024 р. були зібрані у 2021 р. Спори в обох випадках зберігалися у неопалюваному приміщенні з достатньою вентиляцією.

Перед заспорюванням насіння перевіряли життєздатність спор летючої сажки. Для цього проводили культивування спор на живильному середовищі у чашках Петрі. Живильне середовище містило 30 г/л сахарози і 6 г/л агар-агару. Культивування проводили за температури 27–29 °С. У стерильну скляночку струшували 5 г спор з клубків та додавали 5 мл стерильної дистильованої води, перемішували. Отриману суспензію наносили методом штриха на живильне середовище. Аналіз проростання спор проводили на четверту і восьму добу культивування.

Підрахунок уражених рослин робили у фазі повної стиглості, у період збирання врожаю. Для кожного генотипу аналізували по 11–71 рослині у всіх варіантах. Ступінь ураження летючою сажкою розраховували як відсоткове відношення кількості рослин, уражених цією хворобою, до загальної кількості вирощуваних.

Для визначення стійкості до *S. reilianum* використовували спрощену шкалу селекційної оцінки генотипів кукурудзи. Стійкими до ураження летючою сажкою вважалися лінії, які мали ураження менше 5 % рослин на інфекційному фоні, а нестійкими (сприйнятливими) до ураження летючою сажкою – ті, які мали ураження більше 20 % рослин на інфек-

ційному фоні. Лінії з ураженням 5–20 % рослин вважалися лініями з середньою стійкістю до ураження.

Статистичний аналіз експериментальних даних виконували з використанням критерію Ст'юдента за рівня значущості 0,05 [16].

Результати та обговорення. Проростання спор летючої сажки, які зберігалися більше двох років (з вересня 2021 р. по квітень 2024 р.), на живильному середовищі підтвердило їхню життєздатність. Проростання спор спостерігалось вже в перші чотири доби після початку їхнього культивування на живильному середовищі, з активним формуванням гіфів на восьму добу (рис. 1). Це дозволило використати їх для подальшого заспорювання насіння кукурудзи з метою створення штучного інфекційного фону.

У польових дослідах уражені рослини кукурудзи мали характерні ознаки хвороби на летючу сажку (рис. 2). Ступінь ураження летючою сажкою селекційно перспективних, адаптованих до зони Степу України ліній кукурудзи, залежав від генотипу і року дослідження (табл. 1). На природному інфекційному фоні за роки досліджень середня частка ураження рослин *S. reilianum* становила 0,90 %, тоді як на штучному інфекційному фоні даний показник був вищим і складав 10,28 %, що взагалі засвідчує достатньо високий рівень стійкості ліній кукурудзи до *S. reilianum*, а також демонструє дію створеного штучного інфекційного навантаження.

Найбільший відсоток ураження рослин летючою сажкою спостерігали у лінії П354, обраної за негативний контроль, становив 41,18 % – у 2021 р. і 59,26 % – у 2024 р. Ця лінія за результатами дослідження була визначена як нестійка, сприйнятлива до ураження летючою сажкою кукурудзи. У стійкій лінії Мо17, обраної за позитивний контроль, не спостерігалось жодного випадку ураження рослин летючою сажкою ні на природному інфекційному фоні, ні на штучному. Лінії ДК3044 і ДК267 впродовж двох років досліджень також не уражались патогеном. Вони ідентифіковані як стійкі лінії. Ураження патогеном ліній ДК315, PLS61 та ДК3008 знаходилося на рівні 0–4,62 %, тобто не перевищувало 5 %. Дані генотипи були віднесені до групи стійких до ураження. Лінія ДК633266МВ на інфекційному фоні мала

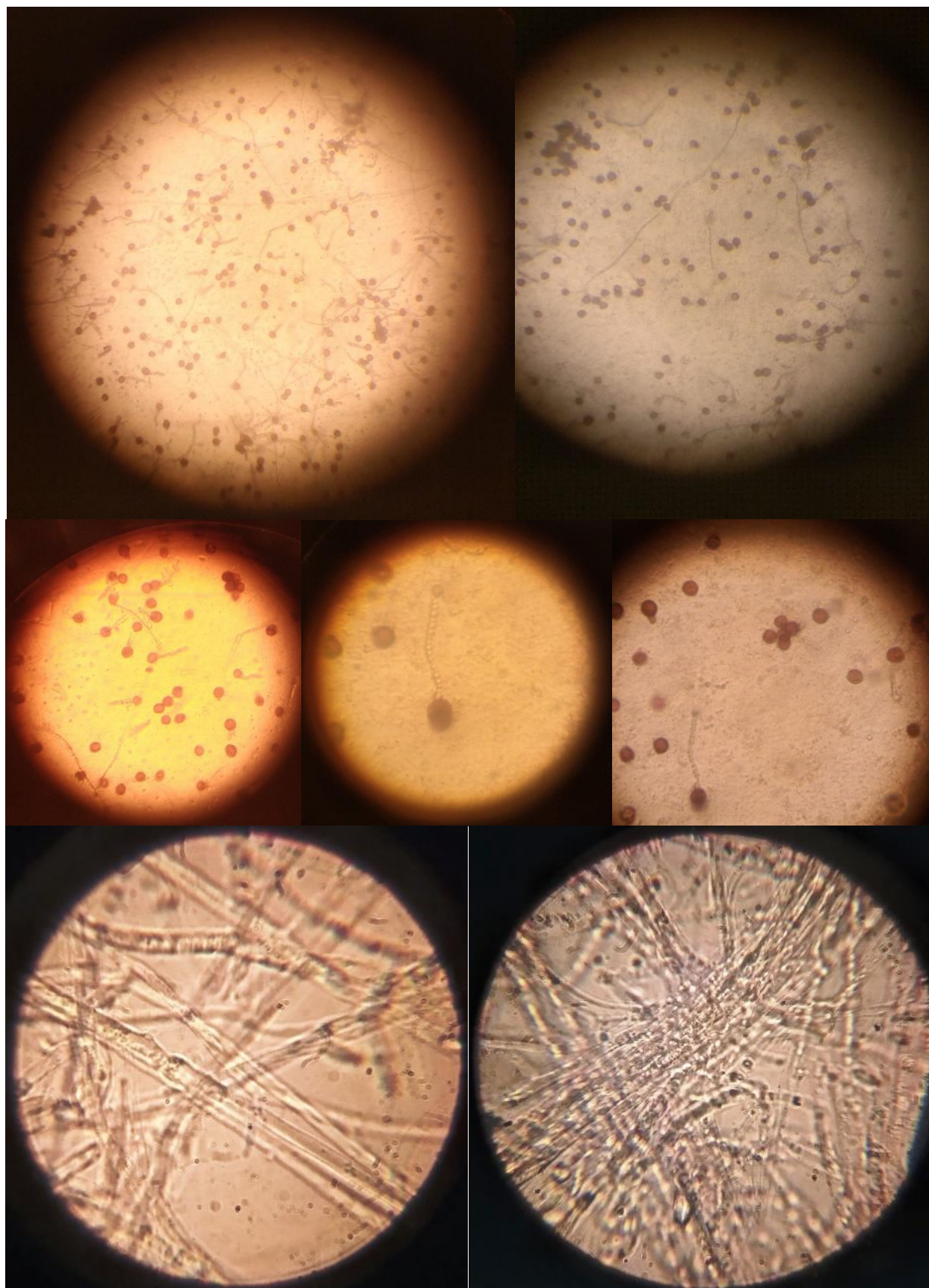


Рис. 1. Проростання спор летючої сажки на живильному середовищі на 4-у добу культивування (верхній і середній ряди) і 8-у добу (нижній ряд).



Рис. 2 Характерні ознаки хвороби рослин кукурудзи на летючу сажку в польових дослідях.

Таблиця 1. Стійкість ліній кукурудзи до ураження *Sporisorium reilianum*

Лінія	Природний інфекційний фон					Штучний інфекційний фон				
	2021 р.		2024 р.		Середній відсоток уражених рослин, %	2021 р.		2024 р.		Середній відсоток уражених рослин, %
	уражені рослини, %	n	уражені рослини, %	n		уражені рослини, %	n	уражені рослини, %	n	
П354	4,55	22	2,70	37	3,63	41,18	17	59,26	27	50,22
ДК315	0	26	0	27	0	3,45	29	3,57	28	3,51
ДК633266МВ	0	23	7,14	14	3,57	17,86	28	9,09	11	13,48
ДК3044	0	51	0	40	0	0	32	0	36	0
ДК267	0	66	0	30	0	0	71	0	31	0
PLS61	0	64	0	31	0	4,62	65	0	31	2,31
ДК3023	0	45	0	42	0	24,24	33	12,00	25	18,12
ДК7575	0	52	0	25	0	0	48	28,57	14	14,29
ДК3008	1,56	64	1,92	52	1,74	1,75	57	0	32	0,88
Мо17	0	50	0	19	0	0	50	0	14	0
Середнє	0,61±0,72	46,3	1,18±1,25	29,8	0,90±1,02	9,31±2,81	43,0	11,25±4,01	24,9	10,28±3,46

Примітка. Дані в таблиці отримані за формулою $x \pm t \cdot t_{0,05}$, де x – середнє арифметичне значення показника, t – похибка середнього арифметичного, $t_{0,05}$ – критерій Ст'юдента за рівня значущості 0,05, n – кількість досліджених рослин, шт.

ураження 17,86 % – у 2021 р. і 9,09 % – у 2024 р. Ця лінія була віднесена до групи генотипів з середньою стійкістю до ураження. Лінія ДК7575, демонструючи 100 %-у стійкість у 2021 р., характеризувалася у 2024 р. ураженням летючою сажкою на інфекційному фоні на рівні 28,57 %, тому була віднесена до групи нестійких генотипів. Відсоток уражених на інфекційному фоні рослин лінії ДК3023 у 2021 р. становив 24,24 %, тоді як у 2024 р. склав 12,00 %. Даний генотип також віднесено до групи нестійких.

У 2021 р. до групи стійких генотипів, для яких ураження на інфекційному полі не перевищувало 5 %, було віднесено сім ліній з десяти досліджених: ДК315, ДК3044, ДК267, PLS61, ДК3008, ДК7575 і Мо17. У 2024 р. до цієї групи увійшло шість ліній: ДК315, ДК3044, ДК267, PLS61, ДК3008 і Мо17. У 2021 р. сприйнятливими до ураження були дві лінії – П354 і ДК3023. Відсоток ураження рослин даних генотипів перевищив 20 %. У 2024 р. сприйнятливими до ураження летючою сажкою виявилися лінії П354 і ДК7575, причому лінія ДК7575 показала себе як стійка у 2021 р. Лінія ДК633266МВ впродовж двох років дослідження мала середню стійкість до ураження.

Враховуючи дворічні дані, найвищий показник коефіцієнта варіації на природному інфекційному фоні спостерігався у лінії ДК633266МВ (141 %), що відповідає значній

мінливості). У лінії П354 даний показник становив 36 % (значна мінливість), а у лінії ДК3008 – 15 % (середня мінливість). На штучному інфекційному фоні показники коефіцієнта варіації у ліній PLS61, ДК7575 і ДК3008 склали по 141 %, для ліній ДК3023 – 48 %, ДК633266МВ – 46 %, П354 – 25 %, що відповідає значній мінливості, тоді як у лінії ДК315 спостерігалася слабка мінливість з коефіцієнтом варіації 2,4 %. Коефіцієнти варіації, визначені за роками дослідження, показали значну мінливість щодо стійкості до ураження серед генотипів кукурудзи.

Отже, стійкі до ураження *S. reilianum* лінії (мають ураження на інфекційному фоні впродовж двох років дослідження менше 5 %): ДК315, ДК3044, ДК267, PLS61, ДК3008, Мо17. Ці лінії можуть бути донорами стійкості до летючої сажки. Нестійкі, схильні до ураження (мають ураження на інфекційному фоні 20 % і більше): П354, ДК3023, ДК7575. Лінія з середньою стійкістю до ураження: ДК633266МВ.

Отримані результати щодо розподілу ліній кукурудзи на групи стійкості до летючої сажки будуть використані у подальших дослідженнях з пошуку асоціацій між молекулярно-генетичним поліморфізмом ДНК і стійкістю до патогену.

Результати нашого дослідження подібні результатам, отриманим іншими авторами. Так, дослідження, проведені Т. М. Педаш

та ін., показали, що на природному інфекційному фоні для 52 проаналізованих гібридів кукурудзи середня ураженість летючою сажкою впродовж трьох років склала 0,9–5,9 %, причому деякі генотипи зовсім не уражувалися хворобою, а ураженість сягала 25,3 % [11]. У нашому дослідженні середня за два роки ураженість ліній на природному інфекційному полі склала 0,61–1,18 %, а ураженість деяких ліній досягала 7,14 %. Як і у нашому дослідженні, автори спостерігали коливання рівня ураження летючою сажкою залежно від агрометеорологічних умов року дослідження [11].

Відома своєю високою стійкістю до летючої сажки лінія кукурудзи Мо17 у нашому дослідженні проявила 100 %-у стійкість до ураження на штучному інфекційному фоні. За даними дослідників ураженість на інфекційному фоні лінії Мо17 склала 0–2 % [14] і не перевищувала 2,5 % [8].

Цікавим є питання максимального рівня ураження генотипів кукурудзи летючою сажкою. За результатами наших досліджень найвищий рівень ураження рослин патогеном на штучному інфекційному фоні очікувано спостерігався у лінії П354, використаної як негативний контроль (41,18 % – у 2021 р. і 59,26 % – у 2024 р.). Ця ж лінія у 2018 і 2019 рр. мала ураження на рівні 68,7 % і 53,9 %, відповідно [13]. Лінія Az 41801, використана як негативний контроль G. Márquez-Liconab et al., впродовж двох років дослідження показала подібний до встановленого нами рівень

ураження 42,3 % і 70,7 %, причому максимальна захворюваність у популяціях кукурудзи впродовж двох років становила відповідно 22,2 % і 28,8 % [17]. Ураженість летючою сажкою у інших ліній – негативних контролів (Huangzao4, Jing7 та Chang7-2) на інфекційному фоні склала 92,31 %, 89,58 % та 73,81 %, відповідно, що значно перевищувало отримані нами дані для найбільш сприйнятливої серед досліджених ліній П354 [14].

Висновки. За результатом проведених досліджень оцінено стійкість до ураження летючою сажкою *Sporisorium reilianum* селекційно перспективних, адаптованих до зони Степу України ліній кукурудзи. Досліджені лінії взагалі характеризувалися високим рівнем стійкості до патогену. Встановлено, що стійкими до *S. reilianum*, які мали ураження на інфекційному фоні впродовж двох років менше 5 %, є лінії ДК315, ДК3044, ДК267, PLS61, ДК3008, Мо17. Ці лінії можуть виступати донорами стійкості до летючої сажки. Лінії П354, ДК3023 і ДК7575, які мали ураження на інфекційному фоні 20 % і більше, є нестійкими до летючої сажки кукурудзи. Цю особливість необхідно враховувати під час залучення цих генотипів до селекційного процесу.

Отримані результати щодо розподілу ліній кукурудзи на групи стійкості до летючої сажки будуть використані у подальших дослідженнях з пошуку асоціацій між молекулярно-генетичним поліморфізмом ДНК і стійкістю до патогену.

Використана література

1. Баннікова К., Гирка Т. Захист кукурудзи від основних шкідників і хвороб. *Пропозиція*. 2019. <https://propozitsiya.com/ua/zahyst-kukurudzy-vid-osnovnyh-shkidnykiv-i-hvorob>.
2. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексеев О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
3. Марков І. Сажкові хвороби кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2020. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17407-sazhkovi-khvoroby-kukurudzy.html>.
4. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М., Окрушко С. Є. Загальна фітопатологія: навч. посіб. Вінниця, 2018. 272 с.
5. Zuo W., Chao Q., Zhang, N. et al. A maize wall-associated kinase confers quantitative resistance to head smut. *Nat. Genet.* 2015. Vol. 47. P. 151–157. doi: 10.1038/ng.3170.
6. Zhang N., Zhang B., Zuo W. et al. Cytological and molecular characterization of ZmWAK-mediated head-smut resistance in maize. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 2017. Vol. 30. P. 455–465. doi: 10.1094/MPMI-11-16-0238-R.
7. Zhao Y., Agrawal N., Ghareeb H. et al. The *Sporisorium reilianum* effector Vag2 promotes head smut disease via suppression of plant defense responses. *Journal of Fungi.* 2022. Vol. 8 (5). P. 498. doi: 10.3390/jof8050498.
8. Wang Y., Xu C., Gao Y. et al. Physiological mechanisms underlying tassel symptom formation in maize infected with *Sporisorium reilianum*. *Plants.* 2024. Vol. 13 (2). P. 238. doi: 10.3390/plants13020238.
9. Грисенко Г. В., Дудка Е. Л. Методика фітопатологічних досліджень по кукурузе. Днепропетровск, 1980. 61 с.
10. Márquez-Licon G., Leyva-Mir S. G., De León C. et al.

- Artificial inoculation of maize seeds with *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*. *Maydica*. 2018. Vol. 1. P. 63–70.
11. Педаш Т. М., Судак В. М., Гирка Т. В., Явдошенко М. П. Стійкість сучасних гібридів кукурудзи до сажкових хвороб в умовах північного Степу України. *Зернові культури*. 2021. 5. № 1. С. 138–144. doi: 10.31867/2523-4544/0170.
 12. Баян А. В., Федорюк М. Д., Мойсеєнко В. С. та ін. Методичні рекомендації по проведенню польових і лабораторних досліджень по селекції і насінництву кукурудзи на Закарпатті. 2008. 65 с.
 13. Cherchel V. Y., Stasiv, O. F., Satarova, T. M. et al. Estimation of the resistance of maize lines to *Sphacelotheca reiliana* in the northern Steppe of Ukraine. *Agrology*. 2020. Vol. 3 (4). P. 199–204. doi: 10.32819/020023.
 14. Zhou Y., Yao M., Wang Q. et al. Analysis of QTLs and candidate genes for tassel symptoms in maize infected with *Sporisorium reilianum*. *Int J Mol Sci* 2022. Vol. 23 (22). P. 14416. doi: 10.3390/ijms232214416.
 15. Чернобай Л. М. Теоретичні основи селекції кукурудзи на стійкість до шкідливих організмів та практична її реалізація при створенні гібридів: дис. ... д-ра с.-г. наук за спец. 06.01.05. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Харків. 2016. 471 с.
 16. Brereton R. G. Applied Chemometrics for Scientists. Wiley, Chichester, UK. 2007.
 17. Márquez-Licona G., Castillo-González F., De León-García de Alba C. et al. Resistance to *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* in native maize germplasm. *Rev. Mex. Fitopatol.* 2021. Vol. 39 (1). doi: 10.18781/r.mex.fit.2005-5

References

1. Bannikova, K., Girka, T. (2019). Protection of maize from major pests and diseases. *Propozytsiia* [Proposal]. <https://propozitsiya.com/ua/zahyst-kukurudzy-vid-osnovnyh-shkidnykiv-i-hvorob>. [in Ukrainian].
2. Palamarchuk, V. D., Didur, I. M., Kolisnyk, O. M., Aliksieiev, O. O. (2020). *Aspekty suchasnoi tekhnologii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho* [Aspects of the modern technology of growing high-starch maize in the conditions of the right-bank Forest-Steppe]. Vinnytsia: TOV "Druk". 536 p. [in Ukrainian]
3. Markov, I. (2020). Smut diseases of maize. *Ahrobiznes siohodni* [Agribusiness today]. <https://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17407-sazhkovi-khvoroby-kukurudzy.html>. [in Ukrainian].
4. Pinchuk, N. V., Vergeles, P. M., Kovalenko, T. M., Okrushko, S. E. (2018). *Zahalna fitopatohiia: navch. posibnik* [General phytopathology: tutorial]. Vinnytsia: N. p. [in Ukrainian]
5. Zuo, W., Chao, Q., Zhang, N., Ye, J., Tan, G., Li, B., Xing, Y., Zhang, B., Liu, H., Fengler, K. A., Zhao, J., Zhao, X., Chen, Y., Lai, J., Yan, J., Xu, M. (2015). A maize wall-associated kinase confers quantitative resistance to head smut. *Nat Genet*, 47. 151–157. doi: 10.1038/ng.3170.
6. Zhang, N., Zhang, B., Zuo, W., Xing, Y., Konlasuk, S., Tan, G., Zhang, Q., Ye, J., Xu, M. (2017). Cytological and molecular characterization of ZmWAK-mediated head-smut resistance in maize. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 30. 455–465. doi: 10.1094/MPMI-11-16-0238-R.
7. Zhao, Y., Agrawal, N., Ghareeb, H., Habib, M. T., Dickmeis, S., Schwachtje, J., Iven, T. E., Kopka, J., Feussner, I., Schirawski, J. (2022). The *Sporisorium reilianum* effector Vag2 promotes head smut disease via suppression of plant defense responses. *Journal of Fungi*, 8 (5). 498. doi: 10.3390/jof8050498.
8. Wang, Y., Xu, C., Gao, Y., Ma, Y., Zhang, X., Zhang, L., Di, H., Ma, J., Dong, L., Zeng, X., Zhang, N., Xu, J., Li, Y., Gao, C., Wang, Z., Zhou, Y. (2024). Physiological mechanisms underlying tassel symptom formation in maize infected with *Sporisorium reilianum*. *Plants*, 13 (2). 238. doi: 10.3390/plants13020238.
9. Grisenko, G. V., Dudka, E. L. (1980). *Metodika fitopatologicheskikh issledovaniy po kukuruze* [Methods of phytopathological research on maize]. Dnepropetrovsk: N. p. 61 p. [in Russian]
10. Márquez-Licona, G., Leyva-Mir, S. G., De León, C., Hernández-Vargas, M., Téliz-Ortiz, D., Kolařík, M., Castillo-González, F. (2018). Artificial inoculation of maize seeds with *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*. *Maydica*, 1. 63-70.
11. Pedash, T. M., Sudak, V. M., Gyrka, T. V., Yavdoshchenko, M. P. (2021). Resistance of modern maize hybrids to smut diseases in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 5 (1). 138–144. doi: 10.31867/2523-4544/0170. [in Ukrainian]
12. Balian, A. V., Fedoriuk, M. D., Moiseienko, V. S., Kovach, I. P., Mysko, O. I. (2008). *Metodychni rekomendatsii po provedenniu polovykh i laboratornykh doslidzhen po selektsii i nasinnystvu kukurudzy na Zakarpatti* [Methodological recommendations for carrying out of field and laboratory research on the selection and seeding of maize in Zakarpattia]. V. Bakta: N. p. 65 p. [in Ukrainian]
13. Cherchel, V. Y., Stasiv, O. F., Satarova, T. M., Zatyshniak, O. V., Lazarev, E. V. (2020). Estimation of the resistance of maize lines to *Sphacelotheca reiliana* in the northern Steppe of Ukraine. *Agrology*, 3 (4). 199–204. doi: 10.32819/020023. [in Ukrainian]
14. Zhou, Y., Yao, M., Wang, Q., Zhang, X., Di, H., Zhang, L., Dong, L., Xu, Q., Liu, X., Zeng, X., Wang, Z. (2022). Analysis of QTLs and candidate genes for tassel symptoms in maize infected with *Sporisorium reilianum*. *Int J Mol Sci*, 23 (22). 14416. doi: 10.3390/ijms232214416.
15. Chernobai, L. (2006). Theory of corn breeding for resistance to harmful organisms and practical implementation in creation of hybrids (Doctor's Agric. Sci. Diss.). Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuriev. Kharkiv. Ukraine. 471 p. [in Ukrainian]

16. Brereton, R. G. (2007). Applied Chemometrics for Scientists. Wiley, Chichester, UK.
17. Márquez-Licona, G., Castillo-González, F., Vargas-Hernández, M., De León-García de Alba, C., Solano-

Báez, A. R., Leyva-Mir, S. G., Téliz-Ortíz, D. (2021). Resistance to *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* in native maize germplasm. *Rev. Mex. Fitopatol.*, 39 (1). doi: 10.18781/r.mex.fit.2005-5.

UDC 633.15:632.4

Denysiuk, K. V., Satarova, T. M., Cherchel, V. Yu., Dzybetskyi, B. V. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) inbreds by infection with *Sporisorium reilianum*. *Grain Crops*. 2024. 8 (2). 207–215.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. The development and selection of maize genotypes resistant to head smut (*Sporisorium reilianum*) is a topical issue in modern breeding research, which helps prevent yield losses caused by the pathogen and ensure high-quality grain. **Purpose.** To evaluate the infection rate with *S. reilianum* of promising maize inbreds on natural and artificial infection backgrounds and identify resistant and susceptible genotypes among them. **Materials and methods.** Ten promising maize inbreds adapted to conditions of the Steppe of Ukraine were selected as the research material. The research was conducted in 2021 and 2024. The research methods were as follows: field method, statistical analysis. **Results.** The viability of the flying smut spores used in the artificial infectious background was tested and confirmed by cultivating the spores on an artificial nutrient medium in vitro before inoculation of maize seeds. A two-year field testing of maize inbreds showed that the average infection rate with *S. reilianum* was 0.90 % on the natural infection background during the study years, while it was 10.28 % on the artificial infection background. Plant infection with head smut depended on the maize genotype and agrometeorological conditions of the year. The highest rate of pathogen infection was observed in the P354 inbred on an artificial infectious background and was 41.18 % and 59.26 % for two years of the study, respectively. No cases of plant infection in the inbreds DK3044, DK267 and Mo17 with head smut were observed either on natural or artificial infectious backgrounds during the years of research. **Conclusions.** Ten promising maize inbreds adapted to conditions of the Steppe of Ukraine were evaluated in terms of resistance to *S. reilianum*. A high level of resistance to the pathogen was established at the studied inbreds. Inbreds DK315, DK3044, DK267, PLS61, DK3008 and Mo17, which had less than 5% of plants infected with *S. reilianum* on an artificial infectious background for two years, were identified as resistant. They have the potential as donors of resistance to head smut. Inbreds P354, DK3023 and DK7575, which had 20 % or more of plants infected on an artificial infection background, were identified as susceptible to the disease.

Key words: maize (*Zea mays* L.), resistance to biotic factors, fungal diseases of grain crops, head smut, donors of resistance, artificial infectious background