

## ОЦІНКА СТІЙКОСТІ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ДО ЗБУДНИКА ПУХИРЧАСТОЇ САЖКИ ПРИ ШТУЧНОМУ ЗАРАЖЕННІ В УМОВАХ БУКОВИНИ

Л. В. Томаш, І. С. Микуляк, М. І. Лінська, Г. В. Козак, Т. Я. Карп

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН вул. Б. Крижанівського, 21-а, м. Чернівці, 58025, Україна.

**Актуальність.** В аграрному виробництві гостро стоїть питання вирішення проблеми поєднання врожайності і стійкості кукурудзи до різних стресових факторів навколишнього середовища. В умовах Буковини найпоширенішою хворобою кукурудзи є пухирчаста сажка збудник – *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. Найбільшою шкоди вона завдає при вирощуванні сприйнятливих гібридів, уражаючи 10–25 % рослин. Для оцінки стійкості селекційного матеріалу (самозапилених ліній кукурудзи *Zea mays* L.) до дії збудника пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger). Дослідження проводили в інфекційному розсаднику при штучному зараженні качанів. **Мета досліджень.** Відібрати найбільш стійкі до збудника пухирчастої сажки самозапилених ліній кукурудзи, для включення їх у програми схрещування при створенні нових гібридів. **Методи.** Дослідження проводили на полях селекційної сівозміни Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, згідно із загально визначеними методиками проведення польового дослідження, методичними рекомендаціями щодо штучного зараження качанів кукурудзи збудником пухирчастої сажки. **Результати.** Впродовж 2022–2024 рр. зроблено оцінку стійкості 58 самозапилених ліній колекційного розсадника до збудника пухирчастої сажки. Виділено 9 (15,5 %) високостійких самозапилених ліній (ураження 0–5,0 %), 16 (27,5 %) стійких (ураження 6,0–25,0 %) – та 28 (48,2 %) – середньостійких ліній (ураження 26,0–50,0 %). **Висновки.** За результатами оцінки толерантності самозапилених ліній до ураження пухирчастою сажкою виділені високостійкі зразки: які включені в програму селекції нових гібридів адаптованих до умов вирощування на Буковині.

**Ключові слова:** селекція, кукурудза, лінія, штучне зараження, пухирчаста сажка, ураженість, група стійкості.

**Вступ.** Південно-західний Лісостеп, зокрема, Буковина є однією з традиційних зон кукурудзосіяння України.

Сучасні гібриди кукурудзи мають високий потенціал урожайності, але у виробництві він реалізується не повністю через недостатню стійкість їх до головних хвороб.

Втрати зерна кукурудзи, внаслідок шкодочинної дії фітопатогенів, становлять у середньому 9,4 %, а в Україні цей показник перебуває у межах 19–25 % і більше [5].

У кожній ґрунтово-кліматичній зоні кукурудза уражається 10–15 збудниками хвороб та пошкоджується шкідниками. Шкідливу дію на урожай мають збудники, які викликають

хвороби сходів, коренів, стебел, качанів, листя. Хворобами уражаються генеративні і вегетативні органи кукурудзи, що призводять до поникання качанів, ламкості стебел і вилягання рослин [6].

У селекційних програмах гостро стоїть питання вирішення проблеми поєднання продуктивності рослин і стійкості їх до різних стресових факторів навколишнього середовища, тобто, підвищення адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур [4].

Сприяє цьому і те, що у виробництві кукурудза все частіше висівається в умовах монокультури, а це призводить до накопичення в ґрунті збудників хвороб.

### Інформація про авторів:

**Томаш Леонід Васильович**, кандидат юр. наук, в. о. директора, e-mail: buksaes@meta.ua, <https://orcid.org/0000-0003-4649-2672>

**Микуляк Іван Степанович**, завідувач сектором селекції кукурудзи, e-mail: bukselek\_kuk@ukr.net, <https://orcid.org/00000003-4023-6977>

**Лінська Марія Іванівна**, науковий співробітник, e-mail: bukselek\_kuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1140-5711>

**Козак Галина Василівна**, молодший науковий співробітник, e-mail: bukselek\_kuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8357-2949>

**Карп Тетяна Ярославівна**, молодший науковий співробітник, e-mail: bukselek\_kuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4857-6995>



**Рис. 1. Пухирчаста сажка на селекційному полі Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН.**

В умовах Буковини найпоширенішою хворобою кукурудзи є пухирчаста сажка, збудник – *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. Найбільшої шкоди хвороба завдає при вирощуванні сприйнятливих гібридів, уражаючи 10–25 % рослин. За період вегетації рослин гриб може утворювати 3–5 генерацій. Кількість таких повторних циклів залежить від погодних умов. Найбільш сприятливими для розвитку пухирчастої сажки є висока температура і періодичні посухи. Нерівномірність опадів підвищує розвиток хвороби, а систематичне достатнє зволоження, як і тривалі посухи, обмежують його.

Найбільш висока сприйнятливість кукурудзи до хвороби спостерігається у період цвітіння качанів – наливу зерна. Поширенню пухирчастої сажки сприяють також пошкодження рослин шкідниками, механічне травмування при обробці ґрунту [1, 6].

На величину втрат урожаю впливають кількість, розмір та розташування пухирів на одній рослині. Пухири великих розмірів спричиняють втрати близько 60 % і більше, середніх – 25 %, невеликі – 10 % [7].

Найбільш ефективним заходом боротьби з цією хворобою є пошук ефективних джерел

стійкості, які задовольняли б вимоги селекції та виробників.

У процесі селекційної роботи, на станції проводиться селекційний відбір стійкого матеріалу кукурудзи, на всіх етапах селекційного процесу, починаючи з колекційного розсадника ліній і закінчуючи розсадником конкурсного сортівипробування гібридів.

**Мета досліджень.** Відбір найбільш стійких до збудника пухирчастої сажки (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger) самоzapильних ліній кукурудзи, та використання їх для створення нових гібридів, адаптованих до умов Буковини.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили на полях селекційної сівоzміни Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Ґрунт в селекційних сівоzміні – важкосуглинковий лучний чорнозем. Вміст гумусу в орному шарі – 3,5 %, доступних форм поживних речовин: рухомого фосфору, обмінного калію, азоту – середній.

Насіння зразків кукурудзи висівали на ділянці площею 4,9 м<sup>2</sup>, пунктирним способом, в оптимальні для зони строки. Густота стояння рослин 50 тис. рослин/га. Стандарти висівали через кожні 20 зразків.

Агротехніка вирощування кукурудзи – загальноприйнята для зони та спрямована на оптимізацію росту та розвитку рослин. Досліди проведено згідно з методичними рекомендаціями [8].

Штучне зараження верхніх качанів кукурудзи збудником пухирчастої сажки проводили за методом Г. В. Грисенка та Є. Л. Дудки [9].

При штучному зараженні збудником пухирчастої сажки готували суспензію спор з місцевої популяції. Штучну обробку здійснювали шляхом ін'єкції в качани 2–3 мл розчину водної суспензії спор з 0,2 % її концентрації. Інфікували по одному верхньому качану на 10 рослинах кожного зразка. Зараження проводили на сьому добу від початку появи приймочок. Облік проводили через 30 діб після інфікування.

Ступінь ураження качанів кукурудзи пухирчастою сажкою визначали у відсотках до загальної кількості облікових рослин і виділено наступні групи стійкості: високостійкі – ураженість рослин в межах 0–5,0 %; стійкі – 6–25,0 %; середньостійкі – 26,0–50,0 %; сприй-

нятливі – 51,0–75,0 %; понад 75,0 % – високо-сприйнятливі.

**Результати та обговорення.** Погодні умови у роки проведення дослідів суттєво відрізнялись від середньобагаторічних за кількістю опадів, характером їх розподілу та температурним режимом, що дало змогу диференціювати зразки кукурудзи за стійкістю до пу-

хирчастої сажки.

Так, вегетаційний період 2022 р. характеризувався підвищеними температурами повітря та дефіцитом опадів. Середньодобова температура повітря дорівнювала 17,8 °С (при середньо багаторічних показниках 15,4 °С), що на 2,4 °С вище за середньобагаторічну, а дефіцит опадів склав 17,9 % (табл. 1).

**Таблиця 1. Температура повітря в період вегетації кукурудзи (2022–2024 р.)**

Місяці	Середньодобова температура повітря, °С			Середньобагаторічна температура, °С
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
Квітень	9,4	8,2	13,3	8,3
Травень	17,3	15,8	17,6	14,5
Червень	21,6	20,1	22,0	17,4
Липень	22,0	22,3	23,8	19,2
Серпень	21,8	23,1	23,2	18,6
Вересень	14,4	19,3	18,3	14,2
За вегетацію	17,8	18,1	19,7	15,4

У 2023 р. спостерігалось відхилення температури у сторону підвищення порівняно з середньо багаторічними даними, а кількість опадів була меншою на 63,5 мм (14,3 %) від середньо багаторічної. Найбільш жарким виявився 2024 р., коли різниця між середньодобовою та середньоба-

гаторічною була 4,3 °С, а дефіцит опадів за даний рік склав 3,7 %.

Дощі за роки досліджень випадали найбільш нерівномірно за місяцями вегетації. Так, квітень 2023 р. відзначився значним перезволоженням, опадів випало у два рази більше за середньобагаторічні дані (табл. 2).

**Таблиця 2. Кількість опадів у період вегетації кукурудзи (2022–2024 р.)**

Місяці	Кількість опадів, мм			Середньобагаторічна кількість опадів, мм
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	
Квітень	27,5	113,0	72,7	57
Травень	14,6	11,4	21,9	73
Червень	118,0	76,9	104,4	89
Липень	84,2	90,4	82,6	94
Серпень	50,1	60,1	54,3	74
Вересень	70,3	28,7	91,8	57
За вегетацію	364,7	380,5	427,7	444

За роками досліджень найбільш посушливим виявився травень, кількість опадів була у 5,0, 6,4 та 3,3 рази меншою за середню багаторічну, відповідно. За роками 2022 та 2024 рр. значним перезволоженням відзначився червень. Надмірна кількість опадів була у 2022 р. (118,0 мм за середніх багаторічних показників 89,0 мм), та в 2024 р. – (104,4 мм при нормі 89,0 мм), де 1 та 4 червня випало 67,6 мм у супроводі з шквальним вітром та градом призвели до часткового затоплення посівів (рис. 2).

Недостатня кількість опадів спостерігалась у серпні 2022–2024 рр., (відповідно становила 32,3 %, 18,8 і 26,6 %) та у вересні

2023 р. (49,6 %) від середньобагаторічної. Стресові умови вегетаційного періоду 2023 р. були найбільш сприятливими до ураження ліній кукурудзи збудником пухирчастої сажки.

В інфекційному розсаднику 2022–2024 рр. при штучному зараженні качанів вивчали стійкість до пухирчастої сажки ліній колекційного розсадника, у тому числі і ліній-стандартів F<sub>2</sub>, 990 зС, Уч 52 СВ. Залежно від генотипу, самозапилени лінії проявили різну ступінь резистентності до цієї хвороби. За результатами досліджень, залежно від ступеня ураження, лінії були розподілені на 5 різних груп за стійкістю (табл. 3).



Рис. 2 Селекційне поле Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН після зливових дощів з градом.

Таблиця 3. Розподіл самозапилених ліній кукурудзи на групи стійкості до пухирчастої сажки при штучному зараженні (2022–2024 рр.)

Матеріал	Роки	Група стійкості (кількість уражених рослин, %)				
		високо- стійка (0–5%)	стійка (6–25%)	середньо- стійка (26–50%)	сприй- нятлива (51–75%)	високо- сприйнятлива (>75%)
Самозапилені лінії колекційного розсадника	2022	16,7	33,3	38,9	11,1	0
	2023	10,0	25,0	55,0	5,0	5,0
	2024	20,0	25,0	50,0	5,0	0

В 2022 р. до групи високостійких віднесено 16,7 % зразків Уч 1/20, Уч 7/20 та Уч 8/20 та лінія-стандарт Уч 52 СВ.

У групу стійких ввійшли лінії Уч 3/20, Уч 5/20, Уч 10/20, Уч 11/20, Уч 13/20, Уч 15/20. Найбільша кількість досліджуваних ліній віднесена до групи середньостійких (38,9 %) в тому числі і лінії-стандарту F<sub>2</sub> та 990 зС.

В 2023 р. найбільша кількість досліджуваних зразків ввійшла до групи середньостійких (55,0 %), а також і лінії-стандарту F<sub>2</sub> та 990 зС. До групи стійких віднесено лінії Уч 1/22, Уч 8/22, Уч 17/22 та Уч 20/22, а до групи високостійких віднесено лінії Уч 15/22, Уч 16/22.

В 2024 р. до групи високостійких ввійшли лінії Уч 1/22, Уч 5/22, Уч 15/22, Уч 17/22, до групи стійких ввійшли лінії Уч 6/22, Уч 8/22, Уч 20/22, Уч 23/22 та Уч 24/22.

#### Використана література

1. Чернобай Л. М. Методологія селекції кукурудзи на стійкість до біотичних чинників : монографія, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юрєва. Харків: ФОП Бровін О. В. 2019. С. 10, 11, 57–68. ISBN 978-617-7738-34-2
2. Україна тримається на 7 місці за обсягом вироб-

Найбільша кількість досліджуваних ліній в тому числі і лінії-стандарту віднесені до групи середньостійких (50,0 %). За результатами досліджень лінії із групи сприйнятливих (ураження 51,0–75,0 %) і високосприйнятливих (ураження >75%) до пухирчастої сажки включені із селекційного процесу. Виділені 9 високостійких до збудника пухирчастої сажки самозапилених ліній, 16 стійких та 28 середньостійких включені в подальший селекційний процес для синтезу нових гібридів адаптованих до умов Буковини.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень виділені найбільш толерантні до ураження пухирчастою сажкою лінії, які будуть використані в селекції гібридів стійких ураження даним збудником *Ustilago zae* (Beckm.) Unger.

- ництва кукурудзи у світі. 4 жовтня 2024 р., <https://superagronom.com/news/19645-ukrayina-trimayetsya-na-7-mistsiya-za-obsyagom-virobnitstva-kukurudzi-u-sviti>
3. Технологія вирощування кукурудзи. 7 березня 2024 р., <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroshchuvannya->

kukurudzi

4. Козубенко В. Е. Селекция кукурузы. Москва. Колос 1965, 206 с. Боровська І. Ю., Петренкова В. П., Чернобай Л. М., Чугаєв С. В. Визначення джерел стійкості кукурудзи до шкідливих організмів. *Генетичні ресурси рослин*. Харків. 2014. № 14. С. 83–89.
5. Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.): навч. посібник / В. В. Кириченко та ін. Харків, 2007. С. 4, 66, 67.
6. Марков І. Л. Діагностика хвороб кукурудзи та біоекологічні особливості їх збудників. *Агроном* № 3 (49). 2015. С. 128, 129.
7. Гур'єва І. А., Рябчун В. К., Літун П. П. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. 2-ге вид. допов. / Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків. 2003. 43 с.
8. Грисенко Г. В., Дудка Є. Л. Методика фітопатологічних досліджень по кукурузі. Днепропетровськ, 1980. С. 15–39.

## References

1. Chernobai, L. M. (2019). *Metodolohiia selektsii kukurudzy na stiikist do biotychnykh chynnykiv* [Methodology of corn selection for resistance to biotic factors]. Kharkiv: FOP Brovin O. V. (366 p.). [in Ukrainian]
2. Ukraine ranks 7th in terms of corn production in the world. October 4, 2024. <https://superagronom.com>. <https://superagronom.com/news/19645-ukrayina-trimayetsya-na-7-mists-za-obsyagom-virobnitstva-kukurudzi-u-sviti>. [in Ukrainian]
3. Technology of growing corn. March 7, (2024). <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroschuvannya-kukurudzi> [in Ukrainian]
4. Kozubenko, Ye. V. (1965). *Selektsyya kukuruzy* [Selection of corn]. Moskva: Kolos. 206 p. [in Russian]
5. Borovska, Yu. I., Petrenkova, V. P., Chernobai, L. M., Chuhaiev, S.V. (2014). [Determination of sources of corn resistance to harmful organisms]. *Henetychni resursy roslyn*. [Genetic resources of plants] Kharkiv. (vol 14). (pp. 83–89). [in Ukrainian]
6. Kyrychenko, V. V., Gurieva, I. A., Petrenkova, V. P., Chernobai, L. M., Cherniaeva, I. M., Markova, T. Yu. (2007). *Identyfikatsiya oznak kukurudzy (Zea mays L.): navch. posibnyk* [Identification of the characteristics of corn (*Zea mays* L.)], 137 p. [in Ukrainian]
7. Markov I. L. 2015. Diagnosis of corn diseases and bioecological features of their causative agents. *Agro-nom* [Agronomist], 3 (49), 128-129. [in Ukrainian]
8. Gurieva, I. A., Riabchun, V. K., Litun, P. P. (2003). *Metodychni rekomendacii polovoho ta laboratornoho vyvchennia genetychnykh resursiv kukurudzy* [Methodical recommendations of field and laboratory study of genetic resources of maize] (2<sup>nd</sup> ed., suppl.). Instytut roslynnytstva named after V. Ya. Yuriev. Kharkiv: N. p. 43 p. [in Ukrainian]
9. Hrysenko, H. V., Dudka, Ye. L. (1980). *Metodika fytopatolohycheskykh issledovaniy po kukuruze* [Method of phytopathological research on corn]. Dnepropetrovsk: N. p. P. 15–39. [in Russian]

UDC 633.15:631.52:632

**Tomash, L. V., Mykuliak, I. S., Linska, M. I., Kozak, G. V., Karp, T. Ya. Evaluation of resistance of self-pollinated maize lines to the pathogen of common smut during artificial infection in Bukovyna.**

*Grain Crops*. 2025. 9 (1). 79–83.

*Bukovyna State Agricultural Experimental Station of Institute of Agriculture of Carpathian region NAAS*

**Topicality.** In agricultural production, the urgent issue of combining maize yield and resistance to various environmental stress factors needs to be addressed. In Bukovyna, the most common disease affecting maize is common smut, caused by the pathogen *Ustilago zae* (Beckm.) Unger. In Bukovyna, the most common maize disease is the pathogen *Ustilago zae* (Beckm.) Unger. Smut affects susceptible maize hybrids the most, infecting 10–25 % of plants. Therefore, the study was conducted in an infectious nursery with artificial infection of maize ears to obtain a more accurate phytopathological assessment of breeding material (self-pollinated lines of *Zea mays* L.) exposed to the common smut pathogen (*Ustilago zae* (Beckm.) Unger). **Purpose.** To select the most resistant self-pollinated maize lines to the common smut pathogen for breeding programmes aimed at developing new hybrids. **Methods.** The research was conducted on the fields of the breeding crop rotation of the Bukovyna State Agricultural Experimental Station of the Institute of Agriculture in the Carpathian Region of NAAS, in accordance with generally accepted methods for field experiments and methodological recommendations on the artificial infection of maize ears with the causative agent of common smut. **Results.** The resistance of 58 self-pollinated lines of the collection nursery to the pathogen of common smut was assessed during 2022–2024. We found 9 (15.5 %) self-pollinated lines with high resistance to the common smut pathogen (infection rate of 0–5.0 %), 16 (27.5 %) resistant lines (infection rate 6.0–25.0 %) and 28 (48.2 %) moderately resistant lines (infection rate 26.0–50.0 %). **Conclusions.** As a result of the assessment, highly resistant samples of self-pollinated lines to common smut infection were selected and included in the breeding programme for the development of new hybrids adapted to the growing conditions in Bukovyna.

**Key words:** selection, maize, line, artificial infection, common smut, infection, group of resistance.