

СКРИНІНГ ЗРАЗКІВ СОНЯШНИКУ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО НЕСПРАВЖНЬОЇ БОРОШНИСТОЇ РОСИ

СТОРОЖЕНКО Д.С. – аспірантка
orcid.org/0009-0001-0520-6943
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Соняшник є однією із найрентабельніших культур в Україні та Світі. За умови дотримання технологій вирощування він може забезпечувати прибуток до 80 % і більше [1]. Для створення високопродуктивних гібридів необхідною умовою є вивчення поширеності, розвитку і шкідливості основних хвороб цієї культури, вивчення видового складу патогенів і оптимізація заходів захисту від хвороб [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині на соняшнику зареєстровано та описано понад 80 захворювань різної етіології [3], 40 із них трапляються на посівах цієї культури в усьому Світі. Найвищу шкідливість мають лише деякі із них, і у їх числі несправжня борошниста роса. Аналізуючи літературні дані, можна зробити висновок, що серед облігатних хвороб на соняшнику пероноспороз посідає основне місце в усьому Світі [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Plasmopara helianthi Novot. f. *helianthi* (синонім – *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni in Sacc.) Хвороба поширена в усіх зонах вирощування культури. Найшкідливішою вона є в Лісостепу та північній частині Степу. Шкідливість несправжньої борошнистої роси полягає в зрідженні посівів соняшнику, втраті асиміляційної поверхні в результаті відмирання уражених листків, що спричинює різке зменшення розміру кошика, кількості в ньому сім'янок, суттєве зниження маси 1000 насінин, зниження їх посівних і технологічних якостей. Недобір урожаю, залежно від інтенсивності ураження рослин, може становити 0,3–0,8 т/га [10].

Оцінка стійкості соняшнику до несправжньої борошнистої роси з урахуванням фізіологічних рас патогена проводиться в лабораторних умовах. Для цього в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН розроблено експрес-метод оцінки стійкості соняшнику до несправжньої борошнистої роси [11], який дозволяє щорічно оцінювати стійкість 3–10 тис. селекційних зразків. Імунні зразки залучають у селекційний процес для створення гібридів соняшнику, генетично захищених від цієї високошкідливої хвороби. Для остаточної оцінки стійкості перспективного селекційного матеріалу соняшнику до несправжньої борошнистої роси в доповнення до лабораторної оцінки використовують польовий інфекційний фон. Створюють його осінню шляхом внесення перед оранкою в ґрунт подрібнених уражених рослинних решток (1,5–2 кг на 1 м²), які вносять на ділянці з монокультурою соняшнику кожного року [12].

Мета. Провести скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси для їхнього подальшого використання у селекції та насінництві.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в 2021–2024 рр. у науковій сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, яка розташована в Харківському районі Харківської області в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України.

При обліках ураження рослин несправжньою борошнистою росою в польових умовах використовують стандартні фітопатологічні методики визначення поширеності хвороби, коли визначають відсоток уражених рослин від загальної кількості облікових [13].

Стійкість кожного зразка встановлювали за показниками розповсюдженості хвороби та інтенсивністю розвитку хвороби, використовуючи загальноприйняті формули [16].

Розповсюдженість хвороби – це кількість хворих рослин (органів), виражене у відсотках. Для її визначення використовували формулу:

$$P = \frac{n}{N} 100\%,$$

де P – розповсюдженість хвороби (%);
N – загальна кількість рослин у пробах;
n – кількість хворих рослин у пробах.

Для якісної характеристики ураження посівів розраховували середній відсоток розвитку хвороби за формулою:

$$R = \frac{\sum (ab)}{Nk} 100\%,$$

де R – розвиток хвороби (%),
a – кількість рослин з відповідним балом, (шт.),
b – відповідний бал ураження,
N – загальна кількість облікових рослин, (шт.),
k – найвищий бал шкали обліку [6].

Обліки ураженості соняшнику несправжньою борошнистою росою проводили в польових умовах у фазі 3–4 справжніх листків та у фазі цвітіння. Уражені рослини виявляли за ознаками карликовості, потовщення стебла, гофрованості і світлих плям на листі. Шкала для визначення ураженості зразків соняшнику за інтенсивністю прояву хвороби наведена в табл. 1.

Оскільки за сприятливих умов для розвитку збудника хвороби він може урадити 100,0 % рослин [14], нами було прийнято рішення, окрім польових методів обліку несправжньої борошнистої роси, провести оцінку стійкості до даного патогена в лабораторних умовах. Дослідження проводили шляхом закладання насінневого матеріалу в рулони фільтрувального паперу, пророщування та подальшого їх зараження збудником несправжньої борошнистої роси соняшнику (рис. 2).



Рис. 1. Ураження рослин соняшнику несправжньою борошнистою росою (фото автора)

Таблиця 1

Шкала обліку ураження соняшнику несправжньою борошнистою росою в польових умовах за інтенсивністю прояву хвороби

Бал	Ступінь ураження	Характерні ознаки / Площа ураженої поверхні, %
0	відсутнє	Здорова рослина
1	слабке	Уражені поодинокі листки не більше 10 % на рослині
2	середнє	Уражено до 50 % всіх листків на рослині
3	сильне	Уражено більше 50 % всіх листків на рослині
4	дуже сильне	Уражені не тільки листки, але і репродуктивні органи на рослині
5	найбільш сильне	Рослини недорозвинуті або загинули

Особливостями визначення стійкості ліній до збудника несправжньої борошнистої роси є нерозривність фітопатологічної оцінки в польових умовах у роки з широким розповсюдженням і масовим ураженням рослин хворобою, з безперервною щорічною оцінкою селекційного матеріалу взимку в умовах лабораторії. Як свідчить досвід власних багаторічних спостережень, об'єктивну оцінку стійкості до цього патогена можливо отримати лише за умов штучного зараження в контрольованих умовах лабораторії.

Результати досліджень. За результатами чотирирічних досліджень (2021–2024 рр.) нами встановлено, що серед досліджуваного матеріалу групу високостійких до несправжньої борошнистої роси соняшнику склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Їх ураженість НБР в роки досліджень

складала 0,0 % і відповідний бал стійкості до патогена був 0. Стійкими до збудника хвороби були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Їх рівень ураження патогеном не перевищував 10,0 % а відповідний бал стійкості був 1. Середню стійкість до НБР показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Вона мала бал стійкості 2, а ураженість патогеном даного зразка була на рівні 24,0 % (табл. 2).

У результаті польових досліджень протягом 2021–2024 років в лабораторних умовах було проведено дослідження щодо стійкості зразків соняшнику до збудника несправжньої борошнистої роси а також їх диференціація за групами стійкості (табл. 3).

Так, групу стійких зразків в умовах лабораторії склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності



**Рис. 2. Ураження соняшнику збудником несправжньої борошнистої роси.
Високосприйнятливий зразок (фото автора)**

Таблиця 2

Диференціація зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси в польових умовах, 2021–2024 рр.

Група стійкості	Межі стійкості, %	Назва зразка
Високостійкі	0,0 %	Кадет
Високостійкі	0,0 %	Ярило
Високостійкі	0,0 %	X1814B
Стійкі	0,0–10,0 %	Cx66A
Стійкі	0,0–10,0 %	Cx588A
Стійкі	0,0–10,0 %	Космос
Стійкі	0,0–10,0 %	X526B
Стійкі	0,0–10,0 %	X2283B
Середньостійкі	11,0–25,0 %	ОдОл1А

Таблиця 3

Імунологічна характеристика досліджуваних зразків соняшнику за стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси, лабораторні умови

Зразок	Ураженість, %	Бал стійкості	Група стійкості
X1814B	4	1	Стійкий
Cx588A	6	1	Стійкий
Cx66A	6	1	Стійкий
Кадет	7	1	Стійкий
Ярило	11	2	Середньосприйнятливий
Космос	16	2	Середньосприйнятливий
X526B	17	2	Середньосприйнятливий
ОдОл1А	19	2	Середньосприйнятливий
X2283B	21	2	Середньосприйнятливий

пилку Сх66А та Сх588А та батьківський компонент Х1814В. Рівень їх ураженості збудником не перевищував 10,0 % і відповідний бал стійкості був 1. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Рівень їх ураження збудником не перевищував 21,0 %, бал стійкості був 2.

Висновки. За результатами польових досліджень до групи високостійких до пероноспорозу соняшника склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Стійкими до патогена були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Середню стійкість до збудника хвороби показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

Групу стійких зразків у лабораторних умовах склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А та батьківський компонент Х1814В. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кириченко В.В., Макляк К.М., Петренкова В.П., Кучеренко Є.Ю., Звягінцева А.М., Харитоненко Н.С., Михайленко В.О. Соняшник. Спеціальна селекція. Монографія. Харків. СГ НТМ «Новий курс», 2020. 498 с.
2. Jovic S., Miladinovic D., Imerovski I. [et al]. Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. *Helia*. 2012. 35, N 56. P. 61–72.
3. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. *Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May–3 June)*. Edirne, 2016. P. 71–87.
4. Shindrova P. Investigation on the race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii* Farl. Berlese et de Toni) in Bulgaria during 2007–2008. *Helia*. 2010. 33. Nr. 52. P. 19–24.
5. Shirshikar S. P. Present status of sunflower downy mildew disease in India. *Helia*. 2005. 28. Nr. 43. P. 153–158.
6. Baldini M., Danuso F., Turi M., Sandra M., Raranciuc S. Downy mildew (*Plasmopara halstedii*) infection in high oleic sunflower hybrids in Northern Italy. *Helia*. 2006. 29. Nr. 45. P. 19–32.
7. Shirshikar S. P. Response of newly developed sunflower hybrids and varieties to downy mildew disease. *Helia*. 2008. 31. Nr. 49. P. 19–26.
8. Cantamutto M. The Argentine wild *Helianthus annuus* L. genetic resource. *Helia*. 2010. 33. Nr. 52. P. 47–62.
9. Roeckel-Drevet P., Can. J. Molecular variability of sunflower downy mildew, *Plasmopara halstedii*, from different continents. *Microbiol*. 2003. 49. P. 492–502.
10. Береженко Ж. І., Шугрова Н. О., Дем'яненко Т. Т. Стійкість ліній соняшнику проти поширених рас несправжньої борошнистої роси. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2006. Вип. 11. С. 132–134.
11. Tsygankova V.A., Galkin A.P., Galkina L.O. et al. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. *New plant growth regulators: basic research and technologies of application*. Kyiv: Nichlava, 2011. P. 94–152.
12. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. *Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May – 3 June 2016)*. Edirne, 2016. P. 71–87.
13. Охорона прав на сорти рослин. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів технічних та кормових культур. *Соняшник*. Київ. Алефа, 2003. С. 18–40.
14. Горяїнова В.В., Станкевич С.В., Батова О.М., Жукова Л.В. Загальна фітопатологія: навч. посіб. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.
15. Жукова Л.В., Станкевич С.В., Туренко В.П., Горяїнова В.В., Батова О.М. Патологія насіння сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 292 с.
16. Станкевич С.В., Положенець В.М., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 304 с.

REFERENCES:

1. Kyrychenko V.V., Makliak K.M., Petrenkova V.P. [et al]. (2020). Soniashnyk. Spetsialna selektsiia. Monohrafiia. [Sunflower. Special selection. Monograph]. Kharkiv. SH NTM «Novyi kurs» [in Ukrainian].
2. Jovic S., Miladinovic D., Imerovski I. [et al]. Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. *Helia*. 2012. 35, N 56. P. 61–72.
3. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. (2016). Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. *Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May–3 June)*. Edirne, 71–87.
4. Shindrova P. (2010). Investigation on the race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii* Farl. Berlese et de Toni) in Bulgaria during 2007–2008. *Helia*, 33, 52, 19–24.
5. Shirshikar S. P. (2005). Present status of sunflower downy mildew disease in India. *Helia*, 28, 43, 153–158.
6. Baldini M., Danuso F., Turi M. [et al]. (2006). Downy mildew (*Plasmopara halstedii*) infection in high oleic sunflower hybrids in Northern Italy. *Helia*, 29, 45, 19–32.
7. Shirshikar S. P. (2008). Response of newly developed sunflower hybrids and varieties to downy mildew disease. *Helia*, 31, 49, 19–26.
8. Cantamutto M. (2010). The Argentine wild *Helianthus annuus* L. genetic resource. *Helia*, 33, 52, 47–62.
9. Roeckel-Drevet P., Can. J. (2003). Molecular variability of sunflower downy mildew, *Plasmopara halstedii*, from different continents. *Microbiol*, 49, 492–502.
10. Berezenko Zh. I., Shuhurova N. O., Demianenko T. T. (2006). Stiikist linii soniashnyku proty poshyrenykh ras nespravzhnoi boroshnystoi rosy. [Resistance of sunflower lines to common powdery mildew races]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur – Scientific and Technical Bulletin of the Oilseeds Institute*, 11, 132–134 [in Ukrainian].

11. Tsygankova V.A., Galkin A.P., Galkina L.O. [et al]. (2011). Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. New plant growth regulators: basic research and technologies of application. Kyiv: Nichlava, 94–152 [in Ukrainian].
12. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. (2016). Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May – 3 June 2016). Edirne, 71–87.
13. Okhorona prav na sorty roslyn. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv tekhnichnykh ta kormovykh kultur. Soniashnyk (2003). [Protection of plant variety rights. Methodology for conducting qualification examination of varieties of industrial and fodder crops. Sunflower]. Kyiv. Alefa, 18–40 [in Ukrainian].
14. Horiainova V.V., Stankevych S.V., Batova O.M., Zhukova L.V. Zahalna fitopatolohiia [General phytopathology]. Zhytomyr: PP «Ruta», 2023 [in Ukrainian].
15. Zhukova L.V., Stankevych S.V., Turenko V.P., Horiainova V.V., Batova O.M. Patolohiia nasinnia silskohospodarskykh kultur [Pathology of agricultural crop seeds]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta», 2023 [in Ukrainian].
16. Stankevych S.V., Polozhenets V.M., Nemerytska L.V., Zhuravska I.A. Monitorynh khvorob silskohospodarskykh kultur [Crop disease monitoring]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta», 2022 [in Ukrainian].

Стороженко Д.С. Скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси

Мета статті – провести скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси для їхнього подальшого використання у селекції та насінництві. **Методи та матеріали досліджень.** Дослідження проводили в 2021–2024 рр. у науковій сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН Харківського району Харківської області в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Методологічною основою дослідження є: емпіричні (польові відбори; лабораторні досліді; вимірювання показників об'єкту дослідження), теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень); статистичний; математичний. **Результати досліджень.** За результатами чотирирічних досліджень (2021–2024 рр.) встановлено, що серед досліджуваного матеріалу групу високостійких до несправжньої борошнистої роси соняшнику склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Їх ураженість НБР в роки досліджень складала 0,0 % і відповідний бал стійкості до патогена був 0. Стійкими до збудника хвороби були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Їх рівень ураження патогеном не перевищував 10,0 % а відповідний бал стійкості був 1. Середню стійкість до НБР показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Вона мала бал стійкості 2, а ураженість патогеном даного зразка була на рівні 24,0 %. У результаті польових досліджень протягом 2021–2024 років в лабораторних умовах було проведено дослідження щодо стійкості зразків соняшнику до збудника несправжньої борошнистої роси а також їх диференціація за групами стійкості. Так, групу стійких зразків в умовах лабораторії склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А

та Сх588А та батьківський компонент Х1814В. Рівень їх ураженості збудником не перевищував 10,0 % і відповідний бал стійкості був 1. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Рівень їх ураження збудником не перевищував 21,0 %, бал стійкості був 2. **Висновки.** За результатами польових досліджень до групи високостійких до пероноспорозу соняшника склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Стійкими до патогена були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Середню стійкість до збудника хвороби показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Групу стійких зразків у лабораторних умовах склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А та батьківський компонент Х1814В. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

Ключові слова: соняшник, хвороби, патогени, стійкість, скринінг, несправжня борошниста роса.

Storozhenko D.S. Screening of sunflower samples for resistance to downy mildew

The purpose of the article is to screen sunflower samples for resistance to downy mildew for their further use in breeding and seed production. **Research methods and materials.** The research was conducted in 2021–2024 in the scientific crop rotation of the V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production of the Kharkiv District of the Kharkiv Region in the northeastern part of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. The methodological basis of the research is: empirical (field sampling; laboratory experiments; measurement of indicators of the research object), theoretical (hypothesis formulation and formation of conclusions based on research results); statistical; mathematical. **Research results.** According to the results of four-year studies (2021–2024), it was found that among the studied material, the group of highly resistant to downy mildew of sunflower was made up of the Kadet and Yarilo hybrids, as well as the parental form of the Х1814V hybrid. Their NBR infection during the years of research was 0.0% and the corresponding pathogen resistance score was 0. Two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, two parental components of the Х526V and Х2283V hybrids, as well as the Cosmos hybrid, were resistant to the pathogen. Their level of pathogen infection did not exceed 10.0% and the corresponding resistance score was 1. The pollen sterility fixer line OdOl1A showed average resistance to NBR. It had a resistance score of 2, and the pathogen infection of this sample was at the level of 24.0%. As a result of field research during 2021–2024, a study was conducted in laboratory conditions on the resistance of sunflower samples to the pathogen of downy mildew, as well as their differentiation by resistance groups. Thus, the group of resistant samples in laboratory conditions consisted of the Kadet hybrid, two pollen sterility fixer lines Сх66А and Сх588А, and the parental component Х1814В. The level of their infection by the pathogen did not exceed 10.0% and the corresponding resistance score was 1. The hybrids Yarilo and Kosmos, two parental components of the hybrids Х526В and Х2283В, as well as the pollen sterility fixer line ОдОл1А were classified as moderately resistant. The level

of their infection by the pathogen did not exceed 21.0%, the resistance score was 2. **Conclusions.** According to the results of field studies, the group of highly resistant to sunflower downy mildew included the Kadet and Yarilo hybrids, as well as the parental form of the X1814V hybrid. Two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, two parental components of the X526V and X2283V hybrids, as well as the Cosmos hybrid, were resistant to the pathogen. The pollen sterility fixer line OdOl1A showed average

resistance to the pathogen. The group of resistant samples in laboratory conditions included the Kadet hybrid, two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, and the parental component X1814V. The Yarilo and Cosmos hybrids, two parental components of the X526V and X2283V hybrids, as well as the pollen sterility fixer line OdOl1A, were classified as moderately resistant.

Key words: sunflower, diseases, pathogens, resistance, screening, downy mildew.