

Фітосанітарна безпека. 2022. Вип. 68.

УДК: 577.21 + 575.1/.2.574.2

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.114-125>

**С.О. КИРИЧЕНКО**, молодший науковий співробітник

**О.І. СОЗІНОВА**, молодший науковий співробітник

**Т.І. БОНДАР**, кандидат біологічних наук

**І.О. СОЗІНОВ**, старший науковий співробітник

**Н.О. КОЗУБ**, доктор біологічних наук

**О.І. БОРЗИХ**, доктор сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН України,

вул. Васильківська, 33, 03022, м. Київ, Україна

e-mail: [plant\\_prot@ukr.net](mailto:plant_prot@ukr.net), [s.a.kyrychenko@gmail.com](mailto:s.a.kyrychenko@gmail.com),

[sozinoваoksana1@gmail.com](mailto:sozinoваoksana1@gmail.com), [natalkozub@gmail.com](mailto:natalkozub@gmail.com), [sia1953@ukr.net](mailto:sia1953@ukr.net),

[ttn.bondar@gmail.com](mailto:ttn.bondar@gmail.com)

## ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ СОРТОЗРАЗКІВ КАРТОПЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ДНК-МАРКЕРА ГЕНА СТІЙКОСТІ *Н1* ПРОТИ ЗОЛОТИСТОЇ ЦИСТОУТВОРЮЮЧОЇ НЕМАТОДИ

**Мета.** Молекулярна ідентифікація носіїв гена *Н1* стійкості проти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* серед сортозразків картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН (ІК) та порівняння цих даних із результатами аналізу методом біотесту на стійкість проти *G. rostochiensis*. **Методи.** Сортозразки досліджували методом ПЛР аналізу з використанням молекулярного маркера *TG-689<sup>141</sup>*, що вказує на наявність алеля стійкості гена *Н1*. Зразки також аналізували методом біотесту. **Результати.** Скринінг алелів молекулярного маркера гена *Н1* у вибірці з 70 сортозразків показав, що 67 (95,7%) зразків мають алель, пов'язаний зі стійкістю, а 3 зразки — алель чутливості. У роботі також наведено результати дослідження стійкості проти *G. rostochiensis* даних сортозразків картоплі в умовах теплиці. Методом біотесту виявлено 60 стійких сортозразків. Виділено 10 сортозразків, у яких результати аналізу за молекулярними методами і біотестом не збігалися. **Висновки.** Порівняння методу біотесту і молекулярних досліджень показало збіг результатів у 60 (85,7%) стійких сортозразків у досліді.

**золотиста картопляна цистоутворююча нематода; гени стійкості;  
молекулярні маркери; картопля**

Золотиста картопляна цистоутворююча нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) (ЗКЦН) є доволі поширеним шкідливим організмом на території України, часто популяції нематоди зберігаються на присадибних ділянках з поширеною практикою монокультури картоплі. Розвиток нематод відбувається у коренях рослини-живителя — картоплі *Solanum tuberosum* L. та інших видів роду *Solanum*. Хворі рослини утворюють слабкі і ламкі стебла, що передчасно жовтіють. Бульби утворюються рідко, вони дрібні, в їхньому складі значно менше поживних речовин ніж у здорових рослин. Головною візуальною ознакою присутності цистоутворюючих нематод є утворення яскраво-жовтих цист на кореневій системі ураженої рослини. ЗКЦН завдають особливо серйозної шкоди у приватних насадженнях, де в умовах скорочених спеціалізованих сівозмін картоплю висаджують кожного року або повертають на початкове місце на другий чи третій рік [1, 2]. Втрата врожаю в подібних несприятливих умовах може становити більше 30%. Золотисту нематоду виявляли в усіх зонах вирощування картоплі, і загалом її наявність встановлена у переважній більшості областей України [1, 2].

У підвиді картоплі *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) було ідентифіковано домінуючий ген *H1*, що надає стійкість за надчутливим типом, зумовлюючи некроз та загибель клітин навколо синцитія нематод, і забезпечує поступове відмирання нематод у четвертій личинковій стадії. Ген *H1*, розміщений на V хромосомі, контролює стійкість до патотипів *Ro1* та *Ro4* і зберігає свою ефективність тривалий період часу [3].

Молекулярно-генетична характеристика сортів та гібридів картоплі, що використовуються селекціонерами як донори стійкості до найбільш шкідливих патогенів, підвищує ефективність підбору батьківських пар для схрещування. Поєднання у гібридному потомстві високої стабільної стійкості до патогенів і комплексу господарчо-цінних ознак забезпечується залученням до гібридизації генетично різноманітних джерел. Для ідентифікації гена *H1* з використанням полімерно-ланцюгової реакції (ПЛР) розроблено різноманітні молекулярні маркери [3—6]. Для даної роботи використовували маркер *TG-689*<sup>41</sup>.

**Метою дослідження** була молекулярна ідентифікація носіїв гена *H1* серед сорторазків Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН (ІК) та порівняння цих даних з результатами оцінки методом біотесту на стійкість до нематоди.

**Матеріали і методи.** Матеріалом дослідження слугували сорторазки картоплі Поліського дослідного відділення ІК, врожаю 2020 р. (таблиця 1).

Для молекулярного аналізу було відібрано 70 сорторазків, перевагу при відборі віддавали розмаїттю батьківських форм, у другу чергу

**1. Результати ідентифікації гена *H1* з використанням молекулярних маркерів і методу біотесту у сортозразків Поліського дослідного відділення ІК НААН, врожаю 2020 р., за стійкістю проти золотистої картопляної нематоди (1-й рік)**

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери <i>TG 689<sup>141</sup></i>
1	П.17.1-4	10.11-5/Аладін	Рожевий	Слабкостійкий	+
2	П.19.5/18	Ф.09.209-3/10.9-3	Жовтий	Слабкостійкий	+
3	П.17.8-2	14.36-10/14.4-3	Жовтий	Нестійкий	+
4	П.17.8-45	14.36-10/14.4-3	Жовтий	Нестійкий	+
5	П.17.9-5	14.13/1/12.21/2	Червоний	Нестійкий	+
6	П.19.9/7	09.26/2/Альянс	Червоний	Стійкий	+
7	П.19.9/17	09.26/2/Альянс	Рожевий	Стійкий	+
8	П.17.12-3	13.18/1/Ф.11.12-8	Рожевий	Стійкий	+
9	П.17.13/12	13.18/1/Ф.11.12-8	Жовтий	Стійкий	+
10	П.17.14-4	12.13-14/Ф.11.12-8	Рожевий	Слабкостійкий	+
11	П.17.14-10	12.13-14/Ф.11.12-8	Світло-рожевий	Стійкий	+
12	П.19.15/19	Радомисль/Світлана	Жовтий	Нестійкий	+
13	П.18.17/4	13.6-4/15.4/40	Жовтий	Стійкий	+
14	П.17.8-3	Ф.11.8-8/Бажанна	Рожевий	Стійкий	+
15	П.17.19-2	13.54-2/Взірець	Рожевий	Слабкостійкий	+
16	П.17.19/5	13.54-2/Взірець	Червоний	Стійкий	+
17	П.17.19-26	13.54-2/Взірець	Жовтий	Слабкостійкий	+
18	П.17.20-13	Палац/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
19	П.17.20-30	Палац/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
20	П.19.22/2	12.14-8/13.56-2	Жовтий	Слабкостійкий	+
21	П.19.22/36	12.14-8/13.56-2	Червоний	Стійкий	+
22	П.17.27-3	13.17-1/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
23	П.17.28-6	Лілея/Взірець	Жовтий	Стійкий	+

Продовження табл. 1

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери TG 689 <sup>41</sup>
24	П.17.29-3	Вектар/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
25	П.17.29-5	Вектар/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
26	П.17.29-7	Вектар/Взірець	Рожевий	Стійкий	+
27	П.19.29/6	13.42/3/ Сонцедар	Рожевий	Стійкий	+
28	П.17.33-3	Лель/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
29	П.18.33/1	15.13-20/Адрета	Жовтий	Стійкий	+
30	П.18.33/7	15.13-20/Адрета	Рожевий	Нестійкий	+
31	П.17.36-8	Батя/Взірець	Жовтий	Стійкий	+
32	П.18.36/1	Маніфест/ 15.67-3	Жовтий	Стійкий	+
33	П.17.38-1	Вектар/ Радомисьль	Рожевий	Стійкий	+
34	П.17.38-11	Вектар/ Радомисьль	Червоний	Стійкий	-
35	П.17.38-33	Вектар/ Радомисьль	Жовтий	Стійкий	+
36	П.17.40-1	Янка/Вигода	Жовтий	Слабкостійкий	+
37	П.18.45/7	12.35-1/10.10/35	Рожевий	Стійкий	+
38	П.17.51-2	00.31/26/ Сантарка	Жовтий	Стійкий	+
39	П.18.51/3	Н.08.197/105/ Ред Конік	Фіолет	Стійкий	+
40	П.18.55/15	Радомисьль/ Беллароза	Рожевий	Стійкий	+
41	П.18.56/7	Поран/Радинка	Рожевий	Слабкостійкий	+
42	П.18.61/7	Взірець/ Талачинський	Жовтий	Стійкий	+
43	П.18.65/8	Н.09236.с/1/ Маг	Рожевий	Нестійкий	+
44	П.18.69/2	Н.08.173/9/ Фальварк	Рожевий	Стійкий	+
45	П.18.74/1	15.23/1/ Слаута	Жовтий	Стійкий	+

Продовження табл. 1

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери TG 689 <sup>141</sup>
46	П.18.75/8	Чарунка/Альянс	Жовтий	Стійкий	+
47	П.18.75/23	Чарунка/Альянс	Рожевий	Нестійкий	+
48	П.18.78/1	Летана/Фальварок	Жовтий	Стійкий	+
49	П.18.87/2	F <sub>1</sub> Б.9-10-11	Червоний	Стійкий	+
50	Г.08.194/33	89.715с88/Тирас	Рожевий	Стійкий	+
51	Г.08.197/48	91.285с5/Сантарка	Рожевий	Стійкий	+
52	Г.10.3/11	87.791с4/Тирас	Жовтий	Стійкий	+
53	Г.10.6/7	89.715с88/Тирас	Червоний	Слабкостійкий	+
54	П.17.1/13	10.11-5/Аладін	Жовтий	Стійкий	+
55	П.16.2-9	10.42/7/ Н.07.162-1	Червоний	Слабкостійкий	+
56	П.17.2/5	13.45-3/Аладін	Червоний	Стійкий	+
57	П.17.3-1	Поран/Аладін	Червоний	Стійкий	+
58	П.17.4/22	13.41-6/Аладін	Червоний	Стійкий	+
59	П.17.5-1	13.51-13/ 14.36-13	Червоний	Стійкий	+
60	П.17.8/18	10.36-10/14.4-3	Жовтий	Стійкий	+
61	ВМ.12.9-8	Батя/Беллароза	Фіолетовий	Стійкий	+
62	П.17.12/16	13.18/1/ Ф.11.12-8	Рожевий	Стійкий	+
63	П.17.13/7	Ф.11.12-8/ Бажана	Рожевий	Стійкий	+
64	П.16.16-9	12.2-3/12/19-15	Жовтий	Стійкий	+
65	П.17.18/9	Ф.11.8-8/ Бажана	Рожевий	Стійкий	+
66	П.17.18/13	Ф.11.8-8/ Бажана	Жовтий	Стійкий	-
67	П.17.19/1	13.54-2/ Взірець	Жовтий	Стійкий	+

№	Селекційний номер	Походження сорту	Колір бульби	Результати оцінки на стійкість до нематоди	
				Біотест	Маркери <i>TG 689<sup>41</sup></i>
68	П.16.20-4	09.26/2/08.102/4	Червоний	Стойкий	—
69	П.16.21-8	09.26/2/09.62/1	Червоний	Стойкий	+
70	П.17.21/36	12.48-22/ Сонцедар	Фіолетовий	Стойкий	+
<b>Примітки:</b> + присутність продукту ампліфікації; — відсутність продукту ампліфікації					

дивилися на колір бульб. Листя відбирали у кількості 3—4 листків у довільних місцях куша.

ДНК виділяли з листя картоплі. Для цього використовували комерційний набір на основі силіки NeoPrep\_100 (Неоген™, Україна).

Для ідентифікації маркера *TG689<sup>41</sup>*, зчепленого з геном *HI*, використовували пару праймерів *TG689-allele-specific* (5'-TAAAACTCTTGGTTATAGCSTAT-3') та *TG689-indel* (5'-CAATAG AATGTGTTGTTTCACCAA-3') [7]. За наявності алеля даного маркера, асоційованого зі стійкістю до ЗКЦН, ампліфікується фрагмент завдовжки 141 п.н. Успішність виділення ДНК контролювали за допомогою ПЛР з парою праймерів до консервативної ділянки гена бета-каротин гідроксилази *BCH-F2* (5'-CGTTTGGCGCTGCCGTAAGTT-3') та *BCH-R2* (5'-CATGACATAGTTTGAATTTTGAGTC-3'), з якими ампліфікувалися фрагменти завдовжки 290 п.н. у всіх випадках [7].

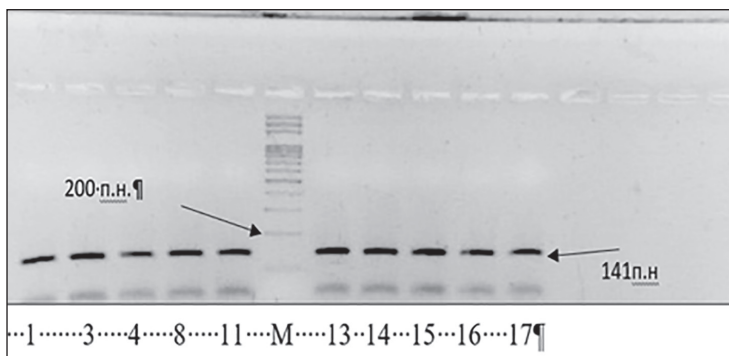
Для полімеразної ланцюгової реакції використовували суміш реагентів для ампліфікації ДНК PCR MIX 2x HOT (Неоген™, Україна). ПЛР проводили в термоциклері Applied Biosystems 2720 Thermal Cycler. Умови ПЛР-реакції для молекулярного праймера *TG-689<sup>41</sup>* та для *BCH*: початкова денатурація — 12 хв при 94°C, 35 циклів (денатурація у циклі 20 с при 94°C, гібридизація 20 с при 55°C, елонгація 30 с при 72°C), фінальна елонгація — 7 хв.

Продукти ПЛР аналізували електрофорезом у 2% агарозному гелі з 1x TBE буфером із додаванням бромистого етидію. Гелі фотографували за допомогою системи для гель-документації VISION Gel.

Стойкість картоплі проти ЗКЦН визначали в теплицях за методикою [1]. Оцінювали нематодостійкість на 60-й день після садіння за кількістю новоутворених білих або золотистих цист на коренях рослин. Залежно від кількості цист на коренях однієї рослини оцінювані зразки поділяли на такі групи стійкості: 1 (стійкі) — 0 цист; 2 (слабостійкі) — 1—5 цист; 3 (нестійкі) — більше 5 цист на кореневу систему.

Після першого року лабораторних випробувань нестійкі сортозразки вибраковували, а стійкі та слабкостійкі зразки брали до наступного етапу оцінювання (через це за обробки результатів слабкостійкі сортозразки були попередньо зараховані до групи стійких). Сортозразки, які успішно пройшли 2-річне лабораторне оцінювання, вважаються стійкими лише після підтвердження її результатами Державних (польових) випробувань на природному інвазійному фоні.

**Результати і обговорення.** Приклад електрофореграми продуктів ампліфікації ДНК сортозразків картоплі з праймерами до маркера *TG689<sup>141</sup>* наведено на рисунку 1, де маркером присутності гена *H1* є наявність амплікону завдовжки 141 п.н.



**Рис. 1.** Електрофореграма продуктів ампліфікації з праймерами до маркера *TG689<sup>141</sup>* гена *H1* та зразками ДНК сортозразків картоплі № 1, 3, 4, 8, 11, 13–17; М – маркер 100 bp DNA Ladder

У таблиці 1 наведено результати оцінки методом біотесту на стійкість проти ЗКЦН (1 рік) та результати ПЛР аналізу з маркером *TG689<sup>141</sup>*. Скринінгом алелів молекулярного маркера гена *H1* у вибірці з 70 сортозразків визначено, що 67 зразків мають алель, пов'язаний зі стійкістю, а 3 — алель чутливості. Методом біотесту ідентифіковано 60 стійких сортозразків. Також виявлено 10 сортозразків, у яких результати молекулярних дослідів і біологічної оцінки не збіглися. У 7-ми зразків стійкість, що була виявлена ПЛР аналізом, не підтвердилася методом біотесту, а у трьох зразків стійкість, підтверджена методом біотесту, не знайдена за допомогою ПЛР аналізу. В результаті порівнянь методу біотесту і молекулярних досліджень можемо говорити про точний результат у 85,7% стійких сортів у досліді.

Ген *H1*, що забезпечує стійкість проти картопляної цистоутворюючої нематоди *G. rostochiensis*, був локалізований на V хромосомі картоплі. Це джерело резистентності ефективно проти всіх основних патотипів *G. rostochiensis*. У роботі Galek et. al. також було знайдено

результати, що не корелювали з результатами польових досліджень [7]. Виявлено 50% нестійких ліній картоплі, що при застосуванні ПЛР методу мали алель стійкості [7].

У дослідженнях Карелова та ін. серед вибірки сортів було виявлено 20 сортів вітчизняної селекції та 20 сортів іноземної селекції, що мали ген стійкості проти цієї нематоди (74% сортів української селекції та 90% зарубіжної мали алель стійкості) [8]. Зокрема було виявлено розбіжності між лабораторними та польовими дослідженнями. Вісім сортів мали досліджуваний алель, але стійкості в польових дослідженнях не виявляли. Три сорти, в свою чергу, не мали алеля стійкості, але були відзначені як стійкі при проведенні польових дослідів.

Досліди Шаніної, та ін. із сортами картоплі російської селекції на виявлення у них генів стійкості маркера *TG 689<sup>141</sup>* також показали високий відсоток носіїв алеля стійкості — 92% [9]. У інших дослідженнях частка стійких зразків варіює від 32% до 95,6% (табл. 2).

**2. Порівняльна таблиця результатів ідентифікації гена стійкості *H1* проти золотистої нематоди (*G. rostochiensis*) за допомогою молекулярного маркера *TG689<sup>141</sup>* у зразків картоплі за даними літератури**

Дослідник [посилання]	% зразків з алелем стійкості	Країна походження колекції
Galek et. al. [7]	94	Польща
Карелов та ін. [8]	74 — українські 90 — зарубіжні	Україна + сорти зарубіжної селекції
Шаніна, та ін. [9]	92	рф
Milczarek et. al. [10]	95,6	Європа
Антонова та ін. [11]	87,6	рф
Сайнакова та ін.[12]	32,4	рф
Результати оригінального дослідження	85,7	Україна

## ВИСНОВКИ

За допомогою молекулярного аналізу було ідентифіковано наявність маркера гена *H1* у 67-ми зразків картоплі (95,7%). Дані було порівняно з дослідженнями в тепличних умовах зі штучним інвазійним фоном тієї ж групи сортозразків, протягом одного року. Відсоток збігу присутності маркера і результатів оцінки на стійкість проти ЗКЦН в тепличних умовах зі штучним інвазійним фоном (методом біотесту) становить 85,7%.

**Фінансування:** Дослідження проводили в рамках ПНД 24. «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин (Захист рослин)» Підпрограма 01. «Формування фітопатогенного комплексу та створення



стійких сортів рослин проти хвороб» («Фітопатологія») 24.01.02.02Ф «Розроблення еколого-біологічних основ управління популяціями паразитичних нематод в агроценозах картоплі» № ДР 0121U000093.

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сізарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська гематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
2. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Дослідження динаміки поширення золотистої картопляної нематоди в Україні та окремих чинників її регулювання. Захист рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 149–159. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-11
3. Bhardwaj V., Umamaheshwari R., Sharma R., et al. Potato cyst nematode (PCN) resistance: genes, genotypes and markets-an update. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2012. 44. P. 202–208.
4. Niewöhner J., Salamini F., Gebhardt C. Development of PCR assays diagnostic for RFLP marker alleles closely linked to alleles *Gro1* and *H1*, conferring resistance to the root cyst nematode *Globodera rostochiensis* in potato. *Mol. Breeding*. 1995. 1, 65–78. doi: 10.1007/BF01682090
5. Milczarek, D., Flis, B., Przetakiewicz, A. Suitability of Molecular Markers for Selection of Potatoes Resistant to *Globodera* spp. *Am. J. Pot Res*. 2011. 88. 245–255. doi: 10.1007/s12230-011-9189-0
6. Asano K., Kobayashi A., Tsuda S., Nishinaka M., Tamiya S. DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan. *Breed Sci*. 2012. 62(2), 142–50. doi: 10.1270/jsbbs.62.142
7. Galek R., Michał R., Walter S., De Jong J. Application of DNA markers linked to the potato H1 gene conferring resistance to pathotype *Ro1* of *Globodera rostochiensis*. *Appl. Genet*. 2011. 52, P. 407–411. doi: 10.1007/s13353-011-0056-y
8. Karelov A.V., Pylypenko L.A., Kozub N.O., Sozinov I.O. et al. (2013). Allelic state of the molecular marker for golden nematode (*Globodera rostochiensis*) resistance gene *H1* among Ukrainian and world potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) cultivars. *Cytol. Genet*. 47, 294–297. doi: 10.3103/S0095452713050058
9. Шанина Е.П., Сергеева Л.Б. Применение ДНК-маркеров для оценки исходного селекционного материала картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 12. С. 47–49.
10. Milczarek D., Przetakiewicz A., Kamiński P., Flis B. Early selection of potato clones with the *H1* resistance gene — the relation of nematode resistance to quality characteristics. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 50(4), 278–284. doi: 10.17221/114/2014-CJGPB

11. Antonova O. Yu., Shvachko N. A., Novikova L. Yu., et al. Genetic diversity of potato varieties bred in Russia and near-abroad countries based on polymorphism of SSR-loci and markers associated with resistance R-genes. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 20(5), 596–606. doi: 10.18699/VJ16.181

12. Сайнакова А.Б., Романова М.С., Красников С.Н. и др. Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. 22(1). С. 18–24.

**Kyrychenko S.**, ORCID: 0000-0002-4325-4022

**Sozinova O.**, ORCID: 0000-0002-0981-3433

**Bondar T.**, ORCID: 0000-0001-6796-0063

**Sozinov I.**, ORCID: 0000-0002-3621-5746

**Kozub N.**, ORCID: 0000-0002-3572-1786

**Borzykh O.**, ORCID: 0000-0002-9802-5622

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022

E-mail: [plant\\_prot@ukr.net](mailto:plant_prot@ukr.net), [s.a.kyrychenko@gmail.com](mailto:s.a.kyrychenko@gmail.com),

[sozinovaoksana1@gmail.com](mailto:sozinovaoksana1@gmail.com), [natalkozub@gmail.com](mailto:natalkozub@gmail.com), [sia1953@ukr.net](mailto:sia1953@ukr.net),

[ttn.bondar@gmail.com](mailto:ttn.bondar@gmail.com)

### **Analysis of Ukrainian potato breeding lines using the DNA marker for the *H1* potato cyst nematode gene**

**Goal.** *Molecular identification of carriers of the H1 gene among potato varieties of the Polish research department of the Institute of Potatoes of the National Academy of Sciences (IC) and comparison of these data with the results of the biotest analysis for resistance to *Globodera rostochiensis*.* **Methods.** *The use of molecular markers that indicate the detection of the resistance allele in the genomic of the variety. The PCR method was used. The lines were also analyzed by a biotest method.* **Results.** *Screening of allele of the molecular marker H1 gene in a selection of 70 cultivar samples showed that 67 (95.7%) samples have the allele associated with resistance, and 3 — the allele for susceptibility. The paper presents the results of the study of the resistance of potato breeding lines of the Ukrainian breeding of 1–2 years of testing, provided by the Polish Research Station. 60 resistant variety samples were established by the biotest method. 10 variety samples were noted, in which the results of analysis by the molecular methods and bioassay did not match.* **Conclusions.** *Therefore, a comparison of the bioassay method and molecular studies showed a coincidence of results in 60 (85.7%) resistant breeding lines in the study.*

**Golden potato cyst nematode; resistance genes; molecular markers; potato**

## REFERENCES

1. Siharivova D.D., Pylypenko L.A., Borzykh O.I., Kovtun A.M. (2017). Silskohospodarska nematolohiia [Agricultural nematology]. Kyiv: Ahrarna nauka. 340 p. (in Ukrainian).
2. Pinchuk N.V., Verheles P.M., Kovalenko T.M. (2020). Doslidzhennia dynamiky poshyrennia zolotystoi kartoplanoi nematody v Ukraini ta okremykh chynnykiv yii rehuliuвання. [Study of the dynamics of the distribution of the golden potato nematode in Ukraine and individual factors of its regulation]. *Zakhyst roslyn*. № 16. *Silске hospodarstvo ta lisivnytstvo*. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-11 (in Ukrainian).
3. Bhardwaj V., Umamaheshwari R., Sharma R., et.al. (2012). Potato cyst nematode (PCN) resistance: genes, genotypes and markets-an update. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. № 44. P. 202-28.
4. Niewöhner J., Salamini F. Gebhardt C. (1995). Development of PCR assays diagnostic for RFLP marker alleles closely linked to alleles *Gro1* and *H1*, conferring resistance to the root cyst nematode *Globodera rostochiensis* in potato. *Mol Breeding* 1, 65-78. doi: 10.1007/BF01682090
5. Milczarek D., Flis B., Przetakiewicz A. (2011). Suitability of Molecular Markers for Selection of Potatoes Resistant to *Globodera spp.* *Am. J. Pot Res* 88, 245–255. doi: 10.1007/s12230-011-9189-0
6. Asano K., Kobayashi A., Tsuda S., et.al. (2012). DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan. *Breed Sci. Jun*, 62(2): 142–150. doi: 10.1270/jsbbs.62.142
7. Galek R., Michał R., Walter S. (2011). Application of DNA markers linked to the potato *H1* gene conferring resistance to pathotype *Ro1* of *Globodera rostochiensis*. *Appl. Genet.* 52, 407–411. doi: 10.1007/s13353-011-0056-y
8. Karelov A.V., Pylypenko L.A., Kozub N.O., Sozinov I.O. et al. (2013). Allelic state of the molecular marker for golden nematode (*Globodera rostochiensis*) resistance gene *H1* among Ukrainian and world potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) cultivars. *Cytol. Genet.* 47, 294–297. doi: 10.3103/S0095452713050058
9. Shanina E.P., Sergeeva L.B. (2018). Primenenie DNK-markerov dlya otsenki iskhodnogo selektsionnogo materiala kartofelya. [The use of DNA markers to evaluate the initial potato breeding material]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 32. № 12. P. 47 -49. (in Russian).
10. Milczarek D., Przetakiewicz A., Kamiński P., Flis B. (2014). Early selection of potato clones with the *H1* resistance gene — the relation of nematode resistance to quality characteristics. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 50(4), 278–284. doi: 10.17221/114/2014-CJGPB
11. Antonova O.Yu., Shvachko N.A., Novikova L. Yu., et al. (2016). Genetic diversity of potato varieties bred in Russia and near-abroad countries based on

polymorphism of SSR-loci and markers associated with resistance R-genes. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 20(5), 596–606. doi: 10.18699/VJ16.181

12. *Saynakova A.B., Romanova M.S., Krasnikov S.N., et al.* (2018). Issledovanie kolleksionnykh obraztsov kartofelya na nalichie geneticheskikh markerov ustoychivosti k fitopatogenam. [Study of potato collection samples for the presence of genetic markers of resistance to phytopathogens]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*. 22(1). P. 18-24. (in russian).

**Надійшла до редакції:** 12.10.2022. **Прийнята до друку:** 19.10.2022  
**Надруковано й онлайн опубліковано:** квітень, 2023