
**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МІЖВИДОВОЇ
ГІБРИДИЗАЦІЇ, БІОТЕХНОЛОГІЇ І
ІНДУКОВАНОГО АПОМІКСИСУ В КОНТЕКСТІ
ПРИСКОРЕНОГО СТВОРЕННЯ
БАГАТОГЕНОМНИХ ФОРМ ПЕРЦЮ,
АДАПТОВАНИХ ДО ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИРОЩУВАННЯ**

Кондратенко С. І., Крутько Р. В., Пилипенко Л. В.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-6>

ВСТУП

Успішний процес євроінтеграції України неможливий без координації зусиль з виробництва якісної і безпечної овочевої продукції. Потенціал України у цьому аспекті є досить значним. З метою гармонізації потреб агровиробництва і завдань охорони навколишнього середовища, у світі були розроблені правила органічного сільського господарства. Враховуючи, що останніми роками інтенсивність хімічного, радіаційного й інших видів антропогенного впливу на довкілля продовжує зростати, і це негативно позначається на здоров'ї людей, питання виробництва чистої продукції набуває підвищеної актуальності. У часі зазначена тенденція збігається з актуалізацією «зеленої революції» приблизно з другої половини ХХ ст. В основу Європейської зеленої угоди в аграрній сфері покладено презентовану Єврокомісією у травні 2020 р. стратегію «Від лану до столу», спрямовану на справедливу, здорову та екологічно чисту систему харчування¹.

Як один із пріоритетів політики України у контексті Європейського зеленого курсу у сільському господарстві передбачено збільшення частки органічного виробництва та підвищення вимог до аграрних технологій. І в цьому аспекті створення нових селекційних інновацій та селекційна робота з овочевими видами рослин має одне із пріоритетних завдань галузі овочівництва для забезпечення здорового харчування

¹ Farm to Fork strategy. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення 22.03.2024)

населення України та підвищення експортного потенціалу держави відносно екологічно-чистої продукції аграрної виробництва.

Одним із резервів покращення якості овочевої продукції є залучення у процес гібридизації дикорослих або напівкультурних різновидів, які є джерелами високого вмісту біологічно цінних компонентів у плодах, що вкрай важливе для генної біофортифікації², а також носіями генів стійкості до несприятливих біотичних та абіотичних чинників вирощування³. На теперішній час головною перешкодою на шляху підвищення ефективності інтрогресивної селекції овочевих видів рослин є недостатня розробка її теоретичних основ, обмежений арсенал простих та надійних способів, методів і біологічних прийомів. Протягом останніх десятиліть в Інституті овочівництва і баштанництва НААН проводяться комплексні дослідження із застосування цитолого-генетичних та біотехнологічних методів для подолання бар'єрів несумісності при схрещуванні культурних форм помідора (*Lycopersicon esculentum* Mill.), баклажана (*Solanum melongena* L.) і перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) з їх дикорослими або напівкультурними різновидами.

Створені багатогеномні селекційно-цінні лінії та сорти пасльонових видів рослин є цінним генетичним ресурсом для використання в органічному овочівництві, оскільки відзначаються високою якістю овочевої продукції, мають підвищений генетичний потенціал стійкості до біотичних і абіотичних чинників агроценозів. У представленому розділі надано результати зі створення міжвидових гібридів перцю з залученням біотехнологічних методів дорощування гібридних насінневих зародків *in vitro*, прискореної цитогенетичної стабілізації проміжних гібридів F₂ методом індукованого апоміксису.

1. Методичні розробки з індукованого апоміксису перцю солодкого

В умовах України вирощування перцю солодкого обмежено. Основними факторами, що лімітують вирощування є знижена забезпеченість теплом у зонах Полісся і частині Лісостепу та ураження шкодо чинними мікроорганізмами в зоні Півдня України⁴. Найбільш

² Zulfıqar U., Khokhar A., Maqsood M. F., Shahbaz M., Naz N., Sara M., Maqsood S., Sahar S., Hussain S., Ahmad M. Genetic biofortification: advancing crop nutrition to tackle hidden hunger. *Funct Integr Genomics*. 2024. Vol. 24, No 2, 34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10142-024-01308-z>

³ Poczai P., D'Agostino N., Deanna R., Portis, E. Editorial: Solanaceae VII: Biology, Genetics, and Evolution. *Frontiers in genetics*. 2022. Vol. 13, 932421. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.932421>

⁴ Куракса Н. П. Параметри адаптивності перцю солодкого. *Овочівництво і баштанництво*. 2014. № 60. С. 155–166.

актуальна селекція на скоростиглість, поліпшення біохімічного складу плодів, пристосованість до транспортування і переробки, стійкість до стресових факторів навколишнього середовища⁵. Оскільки значна кількість з перерахованих цінних ознак мають полігенну природу спадкування особливого значення набуває використання методів генетичної стабілізації селекційного матеріалу та виявлення фонів, які дозволяють здійснювати відбір стійких генотипів до біотичних факторів навколишнього середовища⁶. На теперішній час найбільше поширення у сортовій і гібридній селекції перцю солодкого набув досить трудомісткий спосіб генетичної стабілізації селекційного матеріалу, який ґрунтується на використанні родинного відбору із гібридних популяцій рослин. Такий процес відбору може тривати протягом 5–7 поколінь залежно від досягнення потрібної стабільності спадкування досліджуваних господарсько-цінних ознак⁷. Для підвищення результативності селекції перцю солодкого існує нагальна потреба у розробці більш ефективних та прискорених способів генетичної стабілізації селекційно-цінного матеріалу.

З експериментальної практики відомий біотехнологічний метод прискореного створення гомозиготних форм перцю солодкого, які одержують з гаплоїдних регенерантів методом андрогенезу (культивування ізольованих пиляків на штучних поживних середовищах *in vitro*)⁸. Недоліком цього методу є індукція регенерантів методом прямого чи непрямого ембріогенезу (через проходження стадії калюсогенезу) із соматичних клітин пиляка, які мають диплоїдний набір хромосом і не забезпечують гомозиготності одержаного матеріалу⁹.

Достойною альтернативою біотехнологічному методу отримання дигаплоїдних форм перцю солодкого методом андрогенезу може бути застосування генетичного явища нерегулярного апоміксису, яке

⁵ Генофонди перців і їх використання в селекційно-генетичних дослідженнях / С. І. Корнієнко та ін.; за наук. ред. С. І. Корнієнка. Вінниця : ТОВ "Нілан ЛТД", 2016. 248 с.

⁶ Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Черненко О. В. Оцінка стійкості ліній перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) до фузаріозного в'янення на рівні культури *in vitro* та *in vivo*. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. Вип. № 4 (68). 12 с. URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9112/8349> (дата звернення 22.03.2024).

⁷ Куракса Н. П., Мельник А. В. Рід перець (*Capsicum Tourn.*). *Сучасні методи селекції овочевих і багнаних культур* / за наук. ред. Т. К. Горова, К. І. Яковенко. Харків : ДП Харківська друкарня № 2, 2001. С. 287–300.

⁸ Palacios M. A., Seguí-Simarro J. M. Anther culture in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Methods in molecular biology (Clifton, N. J.)*. 2021. Vol. 2288. P. 279–291. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_17

⁹ Grozeva S., Pasev G., Radeva-Ivanova V., Todorova V., Ivanova V., Nankar, A. N. Double Haploid Development and Assessment of Androgenic Competence of Balkan Pepper Core Collection in Bulgaria. *Plants*. 2021. Vol. 10, 2414. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10112414>

потенційно дає можливість у досліджуваних генотипів перцю солодкого досягти практично 100 % гомозиготизації вже у наступному поколінні. Нерегулярний апоміксис – специфічний спосіб розмноження, який дозволяє одержувати абсолютно ідентичні копії материнської форми рослин. З генетичної точки зору це явище полягає у розвитку насінневого зародку з яйцеклітини або іншої клітини зародкового мішку за відсутністю факультативного (статевого) запилення¹⁰. На інших господарсько-цінних рослинах індукувати апоміксис вдалося в разі екзогенної обробки незапліднених насінневих зав'язей водною сумішшю регуляторів росту для стимуляції мітотичного поділу і подвоєння числа хромосом у яйцеклітин¹¹.

В Інституті овочівництва і баштанництва НААН України протягом 2007–2023 років проводилися теоретичні і прикладні розробки з апоміктичного розмноження селекційно-цінних генотипів перцю солодкого. В результаті, розроблено ефективний спосіб екзогенної стимуляції росту незапліднених насінневих зародків перцю солодкого *in planta*¹², застосування якого дозволило відібрати сортові і лінійні популяції перцю солодкого, рослини яких були здатні формувати апоміктичне насіння, яке за своїми фізіологічними властивостями, морфологією та посівними якостями не поступалося насінню, що утворювалося природним шляхом, внаслідок статевого (факультативного) запилення¹³. Схема одержання апоміктичного насіння перцю солодкого надана на рис. 1.

¹⁰ Fiaz S., Wang X., Younas A., Alharthi B., Riaz A., Ali H. Apomixis and strategies to induce apomixis to preserve hybrid vigor for multiple generations. *GM Crops Food*. 2021. Vol. 12. No 1. P. 57–70. DOI: <https://doi.org/10.1080%2F21645698.2020.1808423>

¹¹ Chen X., Lai H. G., Sun Q., Liu J. P., Chen S. B., Zhu W. L. Induction of apomixis by dimethyl sulfoxide (DMSO) and genetic identification of apomictic plants in cassava. *Breed Sci*. 2018. Vol. 68. No 2. P. :227–232. DOI: <https://doi.org/10.1270%2Fjbsbs.17089>

¹² Спосіб стимуляції росту незапліднених насінневих зародків перцю солодкого (*Capsicum* spec. L.) для одержання апоміктичного насіння: пат. на корисну модель 83962 Україна: МПК (2013.01) А01Н 4/00. № u201303242; заявл. 18.03.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

¹³ Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Куракса Н. П. Біометричні та біохімічні показники плодів селекційно-цінних зразків перцю солодкого за умов статевого та змішаного апоміктично-статевого розмноження. *Овочівництво і баштанництво*. 2014. Вип. 60. С. 44–51.

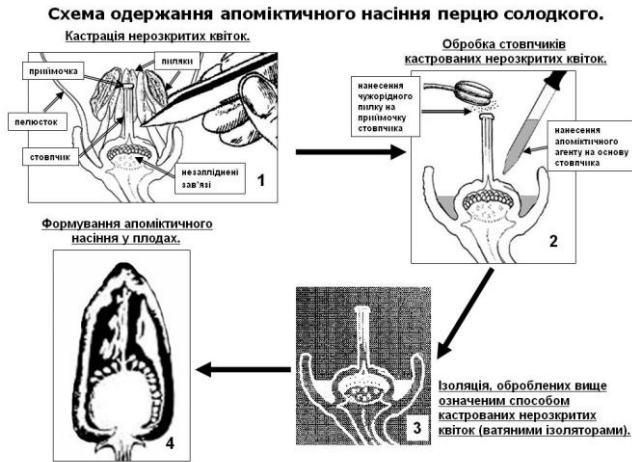


Рис. 1. Черговість проведення маніпуляцій з рослинним матеріалом для отримання апоміктичного насіння перцю солодкого

Як показали подальші дослідження здатність до апогамії виявилася генетично успадкованою ознакою, оскільки, відібрані, первинні генотипи, були здатні формувати апоміктичне насіння протягом наступних поколінь. Завдяки цьому встановленому експериментальному факту з первинного сортового і лінійного матеріалу перцю солодкого вдалося отримати родинні популяції рослин-апоміктів першого і другого покоління. Зокрема, за умов виключно апоміктичного розмноження у 6 популяціях рослин, похідних від сортів Світлячок, Велетень, Валюша і лінії [Лада / Антей] відмічено, порівняно із вихідними формами, зниження статистичного показника «середньоквадратичне відхилення (σ)» за кількісними ознаками «Довжина листка» (у 6 зразків), «Кількість плодів на одній рослині» (у 5 зразків), «Ширина листка», «Довжина плоду» і «Товщина перикарпію» (у 3 зразків), що є доказом їх кращого генетичного вирівнювання¹⁴.

Розроблена селекційна технологія апоміктичного розмноження селекційно-цінних генотипів перцю солодкого була використана при міжвидовій гібридизації між представниками роду *Capsicum*. Результати по цьому досліді наведені у підрозділі № 3.

¹⁴ Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Крутько Р. В. Мінливість біометричних показників рослин селекційно-цінних зразків перцю солодкого за умов статевого та комбінованого апоміктично-статевого розмноження. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 19–25.

2. Подолання постгамної несумісності міжвидових гібридів перцю біотехнологічним методом дорощування незрілих зиготичних гібридних зародків *in vitro*

Один з ефективних прийомів підвищення життєздатності гібридного насіння є метод культивування *in vitro* ізольованих зародків або насіннезачатків. Після міжвидової гібридизації, під час формування насінневих (зиготичних) зародків, існує кілька критичних періодів, впродовж яких можуть з'являтися бар'єри природної несумісності. У багатьох випадках загибель гібридних зародків відбувається на середніх і пізніх стадіях ембріогенезу. Часто це результат відсутності ендосперму або його аномальний розвиток, який спонукає голодування зародку та наступне абортівання плоду, що розвивається. У цьому випадку культивування ізольованих зародків *in vitro* є найбільше перспективним заходом, оскільки середовище для культивування забезпечує необхідні поживні речовини, які поставляються тканинами ендосперму *in planta*. Поступове удосконалення поживних середовищ для культивування дозволяє дорощувати до зрілого стану усе більш молоді зародки¹⁵.

Для ініціації дозрівання гібридних зародків з подальшим формуванням з насіння гібридних пробіркових рослин перцю було застосовано агаризоване поживне середовище Мурасіге і Скуга (МС, 1962)¹⁶ з обов'язковою присутністю гіберелової кислоти (ГК₃) у її складі. Додатково, для покращення атракції тканинами зародків поживних речовин до складу даного середовища було введено регулятор ауксинової дії – α -нафтилоцтову кислоту (НОК).

У 2019 році, в рамках запланованої програми дослідів з подолання несумісності між інконгруентними видами роду *Capsicum*, проведені наступні міжвидові схрещування:

- 1) *C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479));
- 2) *C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Світлячок (к-30480));
- 3) *C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Снегірь (к-30488));
- 4) *C. baccatum* / *C. annuum* (сорт Світлячок (к-30480)).

Враховуючи кількість утворених плодів після проведених схрещувань, в культуру *in vitro* було введено зародки чотирьох міжвидових гібридів перцю (табл. 1). Перед введенням в культуру *in vitro* до гібридних зародків частково застосовувався технологічний прийом, який передбачав нанесення надрізу на їх насінневі оболонці для кращого контакту тканин із трофічними і гормональними компонентами середовища. У такий спосіб було висаджені насінневі зародки, одержані від схрещування *C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479)) та *C. baccatum* / *C. annuum* (сорт Світлячок (к-30480)).

¹⁵ Walter R., Carvalho V. S., Generoso A. L., Campbell G., Cunha M., Rodrigues R. Overcoming post-zygotic hybridization barriers in *Capsicum annuum* var. *annuum*. *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 246. P. 227–236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.001>

¹⁶ Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. plant.* 1962. № 15. P. 473–497.

Зародки від інших комбінацій схрещувань висаджували на середовище без механічних порушень насінневої оболонки. Для ініціації росту зародків використовували поживне середовище МС з додаванням 0,1 мг/л ГК₃ і 0,1 мг/л НОК.

Протягом зимового періоду 2019–2020 років в культурі *in vitro* було одержано проростки гібридів перцю, похідних від комбінацій схрещувань *C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479)) та *C. baccatum* / *C. annuum* (сорт Світлячок (к-30480)) з частотою утворення 60,0 % та 14,3 % тільки у варіанті досліду, де проводилось нанесення надрізу скальпелем на насінневі оболонці (табл. 1). У інших варіантах досліду усі гібридні зародки за період культивування *in vitro* до весни 2020 року проростків не дали. Отримані гібридні форми рослин розмножували шляхом живцювання в культурі *in vitro* протягом осінньо-зимового періоду 2019–2020 років. Для цієї мети використовувалося агаризоване поживне середовище МС з додаванням 4 мг/л БАП і 2 мг/л ІОК.

Таблиця 1

Кількість вирощених в культурі *in vitro* недорозвинутих *in planta* насінневих зародків міжвидових гібридів перцю солодкого за період 2019–2020 років.

№ з/п	Комбінація схрещування:	Кількість плодів на материнських формах рослин *, шт.	Кількість введених в культуру <i>in vitro</i> зародків, шт.	Спосіб вирощування зародків <i>in vitro</i>			
				за умов автономного проростання	всього проростків, шт.	частко-ве відкриття насінневої оболонки	всього проростків, шт.
1.	<i>C. pendulum</i> / <i>C. annuum</i> (сорт Сонечко (К-30479))	13	34	34	0	0	0
		27	66	66	0	0	0
		17	42	32	0	10	6
2.	<i>C. pendulum</i> / <i>C. annuum</i> (сорт Світлячок (К-30480))	6	12	12	0	0	0
		6	16	16	0	0	0
		9	8	8	0	0	0
3.	<i>C. pendulum</i> / <i>C. annuum</i> (сорт Снегірь (к-30488))	5	14	14	0	0	0
4.	<i>C. baccatum</i> / <i>C. annuum</i> (сорт Світлячок (к-30480))	4	12	12	0	0	0
		10	12	2	0	10	0
		6	16	2	0	14	2
Всього:		103	232	198	0	34	3
Примітка. * – Збирання плодів з материнських форм рослин проводилося на 20 добу після запліднення.							

До умов *in vivo* вдалося адаптувати 6 пробіркових рослин гібриду F₁ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))). Біометричні обміри рослин проводили у період біологічної стиглості плодів (табл. 2). Зовнішній вигляд рослин міжвидового гібриду представлено на рисунку 2. За 150 діб росту і розвитку гібридних рослин F₁ вдалося одержати стиглі плоди з кондиційним насінням, яке було використано у подальших дослідженнях у 2021 році при аналізі покоління F₂.



1



2



3



4

Рис. 2. Зовнішній вигляд міжвидового гібриду F₁ (*C. pendulum* / *C. annuum* (с. Сонечко (к-30479))):

- 1 – пробіркові рослинки, пророщені з гібридного насіння *in vitro*;**
- 2 – адаптовані до умов *in vivo* пробіркові рослини;**
- 3 – вегетативна фаза розвитку рослин;**
- 4 – плоди у фазі біологічної стиглості**

Досліджено 9 кількісних ознак гібридних рослин у порівнянні із батьківськими формами (табл. 2). У досліджених батьківських та гібридних рослин варіація ознаки «Висота рослин» була в межах 61,19–79,15 см, «Ширина листка» – 3,35–6,61 см, «Довжина листка» – 5,85–14,75 см, «Середня маса плоду» – 5,95–61,0 г, «Ширина плоду» –

2,69–4,02 см; «Довжина плоду» – 2,98–12,1 см; «Товщина перикарпію» – 1,5–4,5 см, «Середня кількість плодів на одній рослині» – 12,33–35,33 шт., «Урожайність» – 5,39–15,36 т/га.

Гібридні рослини мали наступні середні значення показників: «Висота рослин» – 79,15 см; «Ширина листка» – 4,88 см; «Довжина листка» – 9,82 см; «Ширина плоду» – 2,73 см; «Довжина плоду» – 3,66 см; «Товщина перикарпію» – 2,43 мм; «Середня маса плоду» – 6,88 г; «Середня кількість плодів на рослині» – 35,3 шт.; «Урожайність» – 6,29 т/га. Статистично достовірне перевищення над материнською формою *C. pendulum* у гібридних рослин мало місце за такими ознаками, як «Висота рослин» на 20,3 %, «Довжина листка» на 67,9%, «Ширина листка» на 45,7%, «Довжина плоду» на 22,8%, «Товщина перикарпію» на 62 %. Враховуючи значний вплив на фенотип гібридних рослин геному дикої форми *C. pendulum* вони значно поступалися батьківській формі – сорту перцю солодкого Сонечко (к-30479) за семи кількісними ознаками, окрім висоти рослин (статистично достовірне перевищення гібриду на 29,3%) та кількістю плодів на рослині (статистично достовірне перевищення у 2,9 рази).

Таблиця 2

**Кількісні показники рослин міжвидового гібриду F₁
у фазі біологічної стиглості плодів, дані 2020 р.**

№ з/п	Назва зразка	Висота рослини, см	Листок		Ширина плоду, см	Довжина плоду, см	Товщина перикарпію, мм	Середня маса плоду, г	Середня кількість плодів на одній рослині	Урожайність, т/га
			довжина, см	ширина, см						
1.	Гібрид F ₁ (<i>C. pendulum</i> / <i>C. annuum</i>)	79,15	9,82	4,88	2,73	3,66	2,43	6,88	35,33	6,29
2.	<i>C. pendulum</i>	65,76	5,85	3,35	2,69	2,98	1,50	5,95	32,56	5,39
3.	с. Сонечко (к-30479)	61,19	14,75	6,61	4,02	12,10	4,50	61,0	12,33	15,36
НІР _{0,05}		2,47	1,38	0,69	0,55	1,24	0,17	0,25	3,44	1,78

Додатково було проведено аналіз варіювання 5 кількісних ознак гібридних рослин («Ширина розетки рослин»; «Висота рослин», «Довжина листка», «Ширина листка», «Середня кількість плодів на одній рослині») за такими статистичними характеристиками, як ліміт

варіювання ознаки « $Lim = X_{min} \div X_{max}$ », амплітуда варіювання ознаки « $A_m = X_{max} - X_{min}$ », середньоквадратичне відхилення (σ), коефіцієнт варіації (V , %). Дані цього статистичного аналізу зведені в таблиці 3. Серед проаналізованих статистичних показників найменше значення коефіцієнту варіації відмічено ($V = 22,1\%$) у ознаки «Ширина розетки», максимальне значення ($V = 57,9\%$) у ознаки «Середня кількість плодів на рослині». Мінімальне значення середньоквадратичного відхилення ($\sigma = 1,48$) одержано за ознакою «Ширина листка», максимальне ($\sigma = 20,5$) та за ознакою «Середня кількість плодів на одній рослині». Одержані дані засвідчують, що одержані 6 гібридних рослин міжвидового походження істотно варіюють між собою за кількісними ознаками, про що свідчить високе значення показника – середньоквадратичне відхилення (σ), яке варіювало в межах 1,48–20,46.

Таблиця 3

Морфометричні показники рослин міжвидового гібриду F₁
(*C. pendulum* / *C. anuum* (сорт Сонечко (к-30479)), дані 2020 р.

Статистичний показник	Ширина розетка, см	Висота рослини, см	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Середня кількість плодів на одній рослині, шт.
$X_{med} + m_x$	77,43 ± 6,99	79,15 ± 7,49	9,82 ± 1,16	4,88 ± 0,61	35,33 ± 8,35
σ	17,12	18,34	2,83	1,48	20,46
V , %	22,11	23,18	28,82	30,36	57,91
$Lim = X_{min} \div X_{max}$	58,70 ÷ 107,70	43,70 ÷ 92,70	5,30 ÷ 12,60	2,8 ÷ 7,3	12,0 ÷ 73,0
$A_m = X_{max} - X_{min}$	49,0	49,0	7,30	4,50	61,0

3. Аналіз кількісних ознак гібридів F₂ перцю міжвидового походження, одержаних методом апоміктичного розмноження із популяцій рослин гібридів F₁

Одним із пріоритетних напрямів проведених досліджень з індукованого апоміксису перцю був пов'язаний з удосконаленням методики прискореної генетичної стабілізації міжвидових гібридів між інконгруентними видами роду *Capsicum*, які отримували шляхом дорощування зиготичних гібридних зародків до стану пробіркових рослин з подальшою їх адаптацію до умов *in vivo*. Для експериментальної перевірки ступеню генетичної стабілізації гібридного матеріалу за планом дослідження передбачалося проведення апоміктичної обробки незапліднених насінневих зародків гібридних рослин покоління F₁ з метою вивчення особливостей прояву кількісних ознак у гібридних рослин покоління F₂.

Отже, у гібридних рослин покоління F₁ було проведено апоміктичну обробку нерозкритих пуп'янків, згідно розробленої методики (див. підрозділ 1). Дані цього дослідження зведені у таблицю 4.

Таблиця 4

Кількість сформованого насіння та біометричні показники плодів 6 рослин міжвидового гібриду F₁ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (К-30479))), одержаних в результаті апоміктичної обробки незапліднених насіннєвих зав'язей *, дані 2020 р.

Зразок гібридної рослини	Варіант дослід	Кількість плодів, шт.	Ширина плоду, см	Довжина плоду, см	Товщина перикарпію, мм	Середня маса плоду, г	Середня кількість насіння у плодах, шт.
Рослина № 1	контроль	5	2,66	3,90	2,40	4,40	38,20
	дослід	5	2,38	3,16	2,50	6,80	10,0
Рослина № 2	контроль	5	2,70	3,58	2,60	3,10	31,60
	дослід	4	2,47	3,18	2,63	6,0	10,50
Рослина № 3	контроль	5	2,68	4,08	2,30	3,50	43,40
	дослід	5	2,92	3,22	3,0	8,40	14,0
Рослина № 4	контроль	5	2,28	3,62	2,60	2,30	32,0
	дослід	6	2,40	3,40	2,83	6,17	9,17
Рослина № 5	контроль	5	2,90	2,96	2,30	2,40	27,60
	дослід	7	2,34	3,41	2,71	8,86	9,43
Рослина № 6	контроль	5	3,14	3,64	2,80	3,16	30,0
	дослід	4	1,95	4,90	2,50	7,33	10,50
НП _{0,05}			0,23	0,15	0,11	0,27	1,28

Примітка. * – контрольний варіант – біометричні показники плодів та вихід насіння, утвореного в результаті вільного статевого перезаплення

Показники формування насіння після апоміктичної обробки порівнювали із кількістю насіння, сформованого в результаті факультативного запилення квіток (контрольний варіант). Для цієї мети на кожній гібридній рослині були рандомізовано відібрані 5 плодів, що утворилися внаслідок вільного запилення. В результаті апоміктичної обробки 6 гібридних рослин одержано 31 плід, у якому було виявлено повністю сформоване апоміктичне насіння загальною кількістю 297 шт. У цьому досліді проводилися біометричні обміри плодів, що утворилися внаслідок апоміктичної обробки. Контроль – плоди, утворені після факультативного запилення. Встановлено вплив апоміктичного агенту, який частково складався з водної суміші регуляторів росту (гіберелової кислоти (ГК₃) і цитокініну (БАП)) на формування товщини перикарпію плодів, яка збільшилася в межах похибки контрольного варіанту дослід на 0,03–0,7 мм у порівнянні із перикарпієм контрольних плодів. Результатом збільшення товщини перикарпію стало зростання маси дослідних плодів, яка статистично достовірно перевищувала контрольні плоди за цим показником в межах 6,0–8,9 г. Варіація маси дослідних зразків відповідно становила 2,30–4,40 г. За іншими кількісними показниками суттєвих відмінностей

між дослідними і контрольними плодами не виявлено. Чисельність сформованого насіння після статевого запилення у плодах статистично достовірно переважала вихід насіння з дослідних зразків плодів для кожної з 6 гібридних рослин у 2,9–3,8 рази (табл. 4).

У 2021 році за комплексом кількісних ознак була проведена порівняльна оцінка гібридного покоління F_2 , одержаного в результаті факультативного запилення та апоміктичної обробки незапліднених зав'язей. У таблиці 5 зведено дані щодо особливостей прояву кількісних ознак «Висота рослин», «Ширина розетки рослин», «Довжина листка», «Ширина листка» та «Середня кількість плодів на одній рослині» популяцій рослин гібридів F_2 . Дослід проводився в умовах відкритого ґрунту. В якості контролю у 2021 році були висаджені в умови відкритого ґрунту гібридні рослини F_1 перцю, які до весняного періоду 2021 року продовжувалися розмножуватися в культурі *in vitro*. Привертає увагу той факт, що за умов апоміктичного розмноження у гібридів F_2 перцю спостерігалася більша стабілізація за варіацією рівнів прояву кількісних ознак порівняно із варіантом факультативного запилення рослин гібридів F_1 у 2020 році. Для усієї дослідженої вибірки генотипів розмах варіювання ознаки “Висота рослин” був в межах 54,79–74,4 см. При цьому найменшим коефіцієнтом варіації (V) відзначився прояв даної ознаки у рослин F_2 за умов апоміктичного розмноження ($V = 17,3\%$).

Аналіз прояву ознаки “Ширина розетки рослин” засвідчив практично однакове варіювання рівня даної ознаки у рослин гібридів F_2 ($V = 35,9\%$) за різних варіантів розмноження і більше варіювання у рослин гібридів F_1 ($V = 40,2\%$). Для усієї дослідженої вибірки генотипів розмах варіювання даної ознаки становив 60,16–65,33 см. За довжиною листка найменше варіювання прояву даної ознаки спостерігалася у рослин гібридів F_2 у варіанті попередньої апоміктичної обробки рослин F_1 у попередньому році ($V = 15,1\%$) (табл. 5). Для усієї дослідженої вибірки генотипів розмах варіювання даної ознаки становив 8,76–13,66 см.

За шириною листка найменше варіювання прояву даної ознаки спостерігалася у варіанті апоміктичного розмноження рослин покоління F_2 ($V = 25,9\%$). Незначно за варіюванням даної ознаки ($V = 26,2\%$) поступалися рослини покоління F_2 за умов факультативного запилення попереднього покоління. Для усієї дослідженої вибірки генотипів розмах варіювання даної ознаки становив 4,35–5,19 см.

Таблиця 5

Біометричні показники рослин міжвидового гібриду перцю F₂ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))), одержаних від попереднього потомства за різних способів – факультативне запилення і апоміктичне розмноження, дані 2021 р.

№ з/п	Назва зразка	Варіант одержання потомства F ₂	Висота рослини, см (V*, %)	Ширина розетки рослини, см (V, %)	Листок		Середня кількість плодів на одній рослині, шт. (V, %)
					довжина, см (V, %)	ширина, см (V, %)	
1.	Гібрид F ₂	факультативне запилення	68,11 (31,5)	65,33 (35,6)	8,76 (48,6)	5,41 (26,2)	30,24 (36,2)
2.	Гібрид F ₂	апоміктичне розмноження	54,79 (17,3)	60,16 (35,9)	8,91 (15,1)	4,35 (25,9)	21,47 (17,8)
3.	Гібрид F ₁	факультативне запилення	74,4 (22,6)	65,25 (40,2)	13,66 (39,2)	5,19 (42,3)	34,85 (45,7)
НР _{0,05}			16,9	19,0	2,45	0,53	5,27
Примітка. * – V – коефіцієнт варіації.							

Для усієї дослідженої вибірки генотипів міжвидових гібридів F₁ і F₂ прояв ознаки «Середня кількість плодів на одній рослині» відзначився суттєвими відмінностями за значеннями коефіцієнту варіації (V). Найменший рівень варіації даної ознаки (V = 17,8%) мав місце у рослин F₂, одержаних в результаті апоміктичного розмноження попереднього покоління. Для усієї дослідженої вибірки генотипів розмах варіювання ознаки становив 21,47–34,85 шт. В цілому, аналіз прояву усіх досліджених кількісних ознак, наведених у таблиці 5 засвідчив менший рівень їх прояву у апоміктичних рослин покоління F₂, порівняно з рослинами іншого генетичного походження. Виняток – рівень кількісної ознаки «Довжина листка».

Аналіз біометрії плодів міжвидових гібридів перцю покоління F₂ наведено у таблиці 6. Всього досліджено прояв 4 кількісних ознак – «Ширина плоду», «Довжина плоду», «Товщина перикарпію» і «Середня маса плоду». За даними ознаками спостерігалася аналогічна тенденція до незначного зменшення рівня їх прояву у рослин покоління F₂, одержаних в результаті апоміктичного розмноження. За нестабільністю прояву даних ознак рослини покоління F₁ істотно поступалися рослинам покоління F₂. При цьому гібридні рослини покоління F₂ апоміктичного походження мали нижню межу значень коефіцієнту варіації (V = 30,8...35,8%) в межах усієї вибірки досліджених генотипів різного генетичного походження. Виняток – прояв ознаки «Товщина перикарпію» (V = 36,6%). Розмах прояву ознаки «Ширина плоду» для усієї дослідженої вибірки гібридного потомства становив 2,27–3,45 см,

при розмаху значень коефіцієнту варіації (V) в межах 30,8...42,0%. Аналогічний показник для ознаки «Довжина плоду» – 2,54–3,26 см ($V = 35,8...39,4\%$), для ознаки «Товщина перикарпію» – 2,5–2,84 мм ($V = 36,2...43,9\%$), для ознаки «Середня маса плоду» – 5,7–6,3 г ($V = 32,7...40,3\%$).

Таблиця 6

Біометричні показники плодів у біологічній фазі стиглості міжвидових гібридів перцю F_2 (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))), одержаних від попереднього потомства за різних способів розмноження, дані 2021 р.

№ з/п	Назва зразка	Варіант одержання потомства F_2	Ширина плоду, см (V^* , %)	Довжина плоду, см (V , %)	Товщина перикарпію, мм (V , %)	Середня маса плоду, г (V , %)
1.	Гібрид F_2	факультативне запилення	2,28 (31,5)	2,74 (37,8)	2,53 (36,2)	6,3 (35,4)
2.	Гібрид F_2	апоміктичне розмноження	2,27 (30,8)	2,54 (35,8)	2,5 (36,6)	5,7 (32,7)
3.	Гібрид F_1	факультативне запилення	3,45 (42,0)	3,26 (39,4)	2,84 (43,9)	5,8 (40,3)
НІР _{0,05}			0,35	0,45	0,18	0,24
Примітка. * – V – коефіцієнт варіації.						

Як відомо, мейоз при міжвидовій гібридизації є основним джерелом потенційної та доступної для відбору мінливості, пов'язаної з рекомбіногенезом¹⁷. Дослідження особливостей перебігу мейозу у міжвидових гібридів є важливим етапом інтрогресивної селекції, оскільки вона дозволяє передбачити ряд генетичних ефектів, пов'язаних із дією мутагенних або рекомбіногенних чинників та спрогнозувати прояв мінливості у наступному поколінні¹⁸. Враховуючи вищеведене, у наших дослідженнях, також, було проведено порівняльний цитологічний аналіз перебігу профазі I мейозу у рослин міжвидових гібридів (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))) покоління F_1 і F_2 . При цьому у поколінні F_2 досліджувався характер порушень мейозу за різних варіантів отримання даного потомства. Дані з цитологічного аналізу зведені у таблиці 7. Встановлено, що підвищена кількість порушень відзначена у рослин покоління F_1 . Варіювання кількості три- і тетравалентів достовірно від покоління не залежало. Порівняно із рослинами покоління F_1 , найбільше кількість унівалентів знижувалася у рослин гібридів F_2 за умов їх апоміктичного походження. Слід, також, відзначити, що у вищевказаних

¹⁷ Mercier R., Mézard C., Jenczewski E., Macaisne N., Grelon M. The molecular biology of meiosis in plants. *Annual review of plant biology*. 2015. Vol. 66. P. 297–327. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-035923>

¹⁸ Кондратенко С. І. Мейотична рекомбінація як основне джерело нової генотипової мінливості. *Овочеві пасльонові та багрянні види рослин: цитогенетичні основи селекції: монографія* / за наук. ред. О. П. Самовола. Київ : Аграрна наука, 2022. С. 150–231.

гібридних рослин порівняно із рослинами покоління F₁ істотно знижувалася кількість унівалентів від 1,89 до 0,89. За умов факультативного запилення, також, спостерігалось зниження кількості унівалентів у рослин покоління F₂, але воно було менш контрастним порівняно із рослинами покоління F₁ – від 1,89 до 1,22.

В цілому у міжвидових поколіннях гібридів перцю F₂ ознаки цитогенетичної стабілізації простежувалися саме у варіанті застосування апоміктичної обробки рослин в F₁. Одним із критерієм такого стану рослин-апоміктів є збільшення частоти хіазм і зниження кількості унівалентів, що добре узгоджується з результатами інших авторів, які вивчали порушення мейозу окремо для стадій першого поділу у міжвидових популяціях, що розщеплюються F₂–F₅ (*C. frutescens* / *C. annuum*)¹⁹. Авторами даної роботи відзначалося про зниження частоти подібних аномалій мейозу та поступова його нормалізація у поколіннях F₄ і F₅ відносно F₂. Типові порушення, виявлені в результаті цитологічного аналізу рослин міжвидового гібриду перцю F₂ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))) за різних способів розмноження представлені на рис. 3.

Таблиця 7

Особливості перебігу профазы I мейозу у рослин гібридів F₁–F₂ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))), дані 2021 р.

Покоління*	Показник	Частота або кількість на мейоцит					
		хіазм		унівалентів	тривалентів	тетравалентів	негіпових бі-валентів
		сумарна	інтерстиціальних				
F ₁	Lim _{min}	12,06	2,19	0,48	0	0	0
	Lim _{max}	13,45	2,37	3,96	0,17	0,19	0,04
	X _{med}	12,26	2,04	1,89	0,03	0,05	0,01
F ₂ (Ф)	Lim _{min}	13,81	2,11	0,25	0	0	0
	Lim _{max}	14,32	2,17	3,53	0,12	0,02	0,12
	X _{med}	13,11*	2,13	1,22	0,02	0,02	0,06
F ₂ (А)	Lim _{min}	13,17	1,70	0,21	0	0	0
	Lim _{max}	14,89	3,15	2,89	0,03	0	0,13
	X _{med}	13,75*	2,57	0,89*	0,05	0	0,03
НІР _{0,05} (для X _{med})		0,29	0,42	1,07	-	-	-
Примітки: * – Ф – статево запилення, А – апоміктичне розмноження; ** – відмінності від F ₁ достовірні при p < 0,05.							

¹⁹ Монтвід П. Ю. Поведінка хромосом у доборів з міжвидових популяцій F₃ і F₄ *Capsicum frutescens* L. × *Capsicum annuum* L. Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біологія. 2010. Вип. 3. С. 78–83.

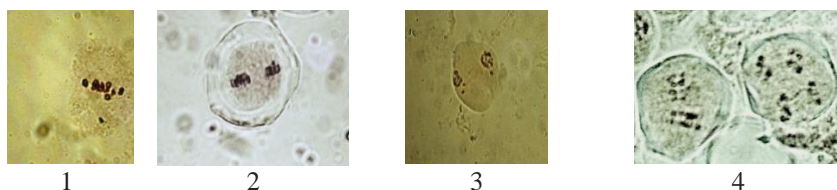


Рис. 3. Типові порушення мейозу материнських клітин пилку у міжвидового гібриду F₂ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))) за умов статевого запилення попереднього потомства:

- 1 – викид в метафазі I;**
- 2 – викид в метафазі II;**
- 3 – мікроядра в телофазі I;**
- 4 – міст в анафазі II.**

ВИСНОВКИ

Створення селекційних інновацій, придатних до органічних технологій вирощування вимагає значної модернізації методологічної бази селекції овочевих видів рослин для створення сортів і гібридів F₁ з поєднанням генетично успадкованих ознак високої продуктивності, якості овочевої продукції та стійкості до біотичних і абіотичних факторів агроценозів. Досягти такого результату можливо за рахунок впровадження у процес гібридизації напівкультурних різновидів культурних форм овочевих рослин, сучасних методів біотехнології для подолання постгамної несумісності та прискореної генетичної стабілізації проміжних міжвидових гібридів, починаючи з другого покоління методом індукованого апоміксису. Дану програму генетико-селекційних досліджень вдалося реалізувати у випадку створення життєздатного гібридного потомства від гібридизації *Capsicum pendulum* з культурною формою перцю солодкого (*Capsicum annuum*).

Підтверджено високу ефективність застосування способу нанесення надрізу на насінній оболонці недозрілих зиготичних зародків міжвидових гібридів F₁ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))) для кращого контакту їх тканин із трофічними і гормональними компонентами поживного середовища в культурі *in vitro*. Для ініціації росту зародків і подальшого формування пробіркових проростків задовільні результати одержано в разі використання поживного середовища МС з додаванням 0,1 мг/л ГК₃ і 0,1 мг/л НОК. До умов *in vivo* адаптовано 6 пробіркових рослин гібриду F₁ (*C. pendulum* / *C. annuum* (сорт Сонечко (к-30479))). Методом індукованого апоміксису одержано гібриди F₂, похідні від міжвидового схрещування. А саме, в результаті апоміктичної обробки 6 рослин гібридів F₁ одержано 31 плід, у якому було виявлено повністю сформоване апоміктичне насіння загальною кількістю 297 шт. За комплексом кількісних ознак підтверджено прояви кращої генетичної

стабілізації у рослин гібридів F_2 апоміктичного походження на від відміну від рослин гібридів F_2 , одержаних від статевого (факультативного) запилення гібридів F_1 . За статистичним показником «коефіцієнт варіації (V)» зменшення розмаху варіювання відмічено у таких кількісних ознак як «Висота рослини», «Довжина листка» і «Середня кількість плодів на одній рослині» ($V = 15,1...17,8\%$). Аналогічні величини коефіцієнту варіації для рослин гібридів F_2 , одержаних від факультативного запилення гібридів F_1 були в межах від 35,1 до 48,6%. Підтверджено кращу цитогенетичну стабілізацію гібридних рослин міжвидового гібриду перцю F_2 (*C. pendulum* / сорт Сонечко), одержаних в результаті апоміктичного розмноження у порівнянні із потомством, яке розмножували статевим шляхом (факультативне запилення). Це генетичне явище підтверджується зменшенням кількості унівалентів під час перебігу профазі I мейозу у рослин покоління F_2 порівняно із рослинами покоління F_1 – від 1,89 до 0,89 за умов апоміктичного розмноження та від 1,89 до 1,22 за умов статевого розмноження.

АНОТАЦІЯ

Успішний процес євроінтеграції України неможливий без координації зусиль з виробництва якісної і безпечної овочевої продукції. Як один із пріоритетів політики України у контексті Європейського зеленого курсу у сільському господарстві передбачено збільшення частки органічного виробництва та підвищення вимог до аграрних технологій. І в цьому аспекті створення нових сортів і гібридів F_1 овочевих видів рослин, адаптованих до органічних технологій виробництва має одне із пріоритетних завдань галузі овочівництва. Одним із шляхів вирішення цього завдання є використання у селекційному процесі сучасних методів міжвидової гібридизації, біотехнології росту і розвитку гібридних рослин *in vitro* для подолання постгамної несумісності та прискореної генетичної стабілізації проміжних міжвидових гібридів, починаючи з покоління F_2 методом індукованого апоміксису. Дану програму генетико-селекційних досліджень успішно реалізовано при створенні життєздатного гібридного потомства, одержаного від міжвидового схрещування двох видів перцю *Capsicum pendulum* і *Capsicum annuum* (сорт Сонечко). За рахунок комплексного застосування усіх трьох вищевказаних методів рослини міжвидового гібриду перцю F_2 (*C. pendulum* / сорт Сонечко) мали кращу цитогенетичну стабілізацію, що підтверджується зменшенням кількості унівалентів під час перебігу профазі I мейозу у рослин покоління F_2 порівняно із рослинами покоління F_1 – від 1,89 до 0,89 за умов апоміктичного розмноження та від 1,89 до 1,22 за умов статевого (факультативного) розмноження.

Література

1. Farm to Fork strategy. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення 22.03.2024)
2. Zulfiqar U., Khokhar A., Maqsood M. F., Shahbaz M., Naz N., Sara M., Maqsood S., Sahar S., Hussain S., Ahmad M. Genetic biofortification: advancing crop nutrition to tackle hidden hunger. *Funct Integr Genomics*. 2024. Vol. 24, No 2, 34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10142-024-01308-z>
3. Poczai P., D'Agostino N., Deanna R., Portis, E. Editorial: Solanaceae VII: Biology, Genetics, and Evolution. *Frontiers in genetics*. 2022. Vol. 13, 932421. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.932421>
4. Куракса Н. П. Параметри адаптивності перцю солодкого. *Овочівництво і багтанництво*. 2014. № 60. С. 155–166.
5. Генотипи перців і їх використання в селекційно-генетичних дослідженнях / С. І. Корнієнко та ін.; за наук. ред. С. І. Корнієнка. Вінниця : ТОВ “Нілан ЛТД”, 2016. 248 с.
6. Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Черненко О. В. Оцінка стійкості ліній перцю солодкого (*Capsicum annuum* L.) до фузаріозного в'янення на рівні культури *in vitro* та *in vivo*. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. Вип. № 4 (68). 12 с. URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9112/8349> (дата звернення 22.03.2024).
7. Куракса Н. П., Мельник А. В. Рід перець (*Capsicum* Tourn.). *Сучасні методи селекції овочевих і багтанних культур* / за наук. ред. Т. К. Горова, К. І. Яковенко. Харків : ДП Харківська друкарня № 2, 2001. С. 287–300.
8. Palacios M. A., Seguí-Simarro J. M. Anther culture in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Methods in molecular biology (Clifton, N. J.)*. 2021. Vol. 2288. P. 279–291. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1335-1_17
9. Grozeva S., Pasev G., Radeva-Ivanova V., Todorova V., Ivanova V., Nankar, A. N. Double Haploid Development and Assessment of Androgenic Competence of Balkan Pepper Core Collection in Bulgaria. *Plants*. 2021. Vol. 10, 2414. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10112414>
10. Fiaz S., Wang X., Younas A., Alharthi B., Riaz A., Ali H. Apomixis and strategies to induce apomixis to preserve hybrid vigor for multiple generations. *GM Crops Food*. 2021. Vol. 12. No 1. P. 57–70. DOI: <https://doi.org/10.1080/2F21645698.2020.1808423>
11. Chen X., Lai H. G., Sun Q., Liu J. P., Chen S. B., Zhu W. L. Induction of apomixis by dimethyl sulfoxide (DMSO) and genetic identification of apomictic plants in cassava. *Breed Sci*. 2018. Vol. 68. No 2. P. :227–232. DOI: <https://doi.org/10.1270/2Fjsbbs.17089>
12. Спосіб стимуляції росту незапліднених насінневих зародків перцю солодкого (*Capsicum* спес. L.) для одержання апоміктичного насіння: пат. на корисну модель 83962 Україна: МПК (2013.01) A01H 4/00. № u201303242; заявл. 18.03.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.
13. Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Куракса Н. П. Біометричні та біохімічні показники плодів селекційно-цінних зразків перцю

солодкого за умов статевого та змішаного апоміктично-статевого розмноження. *Овочівництво і багтанництво*. 2014. Вип. 60. С. 44–51.

14. Кондратенко С. І., Гарт О. Ю., Крутько Р. В. Мінливість біометричних показників рослин селекційно-цінних зразків перцю солодкого за умов статевого та комбінованого апоміктично-статевого розмноження. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 19–25.

15. Walter R., Carvalho V. S., Generoso A. L., Campbell G., Cunha M., Rodrigues R. Overcoming post-zygotic hybridization barriers in *Capsicum annuum* var. *annuum*. *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 246. P. 227–236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.001>

16. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. plant*. 1962. № 15. P. 473–497.

17. Mercier R., Mézard C., Jenczewski E., Macaisne N., Grelon M. The molecular biology of meiosis in plants. *Annual review of plant biology*. 2015. Vol. 66. P. 297–327. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-035923>

18. Кондратенко С. І. Мейотична рекомбінація як основне джерело нової генотипової мінливості. *Овочеві пасльонові та багтанні види рослин: цитогенетичні основи селекції: монографія / за наук. ред. О. П. Самовола*. Київ : Аграрна наука, 2022. С. 150–231.

19. Монтвід П. Ю. Поведінка хромосом у доборів з міжвидових популяцій F₃ і F₄ *Capsicum frutescens* L. × *Capsicum annuum* L. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біологія*. 2010. Вип. 3. С. 78–83.

Information about the authors:

Kondratenko Serhii Ivanovych,

Doctor of Agricultural Sciences,

Head of the Department of breeding and seed production
of vegetables and melons

Institute of Vegetable Growing and Melon Growing of the National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
1, Institutskaya str., Seleksiynе, Kharkov region, 62478, Ukraine

Krutko Roman Vasylovych,

Candidate of Agricultural Sciences,

Head of the Laboratory of *Solanaceae* and *Cucurbitaceae* crops
Institute of Vegetable Growing and Melon Growing of the National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
1, Institutskaya str., Seleksiynе, Kharkov region, 62478, Ukraine

Pylypenko Liubov Vasylivna,

Doctor of Philosophy in specialty 201 “Agronomy”,

Senior Researcher at the Laboratory of *Solanaceae*
and *Cucurbitaceae* crops

Institute of Vegetable Growing and Melon Growing of the National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine