

Як видно із наведених даних, застосування органічного біостимулятора рослин Бетіно по сходах та в період бутонізації – цвітіння позитивно впливало на формування додаткового врожаю бульб картоплі. Приріст урожайності від застосування даного агрозаходу становив 0,8 т/га або 6,5%.

Література

1. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні : монографія. Київ ; Біла Церква, 2010. 400 с. ISBN 978-966-8035-70-8.
2. Анічин Л. М., Гуторова О. О., Демилок Н. С. Основні напрямки підвищення ефективності галузі картоплярства в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник ХНАУ. Серія: Економічні науки*. 2013. С. 3–9.
3. Бондарчук А. А., Вишнеvsька О. В. Насінництво картоплі в Україні: стан та перспективи розвитку. *Аграрний тиждень*. Україна. URL: <http://a7d.com.ua/plants/17185-nasinnictvo-kartopli-v-ukrayin-stan-ta-perspektivi-rozvitku.html>.
4. Çalışkan M. E., Yavuz C., Yağız A. K., Demirel U., Çalışkan S. Comparison of aeroponics and conventional potato mini tuber production systems at different plant densities. *Potato Research*. 2021. Vol. 64, No. 1. P. 41–53. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11540-020-09463-z>.
5. Різник В. С. Оздоровлення картоплі: проблеми і перспективи. *Картоплярство*. 1997. Вип. 27. С. 23–34.
6. Слободян К. А., Олійник Т. М., Слободян С. О. Оздоровлення картоплі від вірусних хвороб з використанням методу хіміотерапії. *Геном рослин : збірник наукових статей*. Одеса, 2008. С. 216–219.
7. Brurberg M. B., Elameen A., Le V. H., Nærstad R., Hermansen A., Lehtinen A., Hannukkala A., Nielsen B., Hansen J., Andersson B., Yuen J. Genetic analysis of *Phytophthora infestans* populations in the Nordic European countries reveals high genetic variability. *Fungal Biology*. 2011. Vol. 115, No. 4–5. P. 335–342. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.01.003>.

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ЯКІСНИХ ОЗНАК НАСІННЯ МУТАНТНИХ ЛІНІЙ АМАРАНТУ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ІНДУКОВАНОГО МУТАГЕНЕЗУ

Гудим О. В., к. с.-г. н., доцент
Державний біотехнологічний університет,
м. Харків, Україна

Амарант (*Amaranthus* L.) є перспективною зерновою культурою, яка привертає увагу дослідників завдяки поєднанню високої поживної цінності насіння, значного вмісту білка та цінних ліпідних компонентів. Культура має тривалу історію використання на американському континенті, де зернові види

амаранту були важливою складовою традиційного землеробства та харчування корінних народів. Сучасний інтерес до амаранту значною мірою пов'язаний із результатами біохімічних досліджень, які засвідчили високу харчову цінність його насіння та наявність комплексу білків, ліпідів, харчових волокон, мінеральних речовин та інших біологічно активних сполук [1, 2].

Особливе значення для продовольчого використання мають зернові види амаранту, зокрема *Amaranthus hypochondriacus* L. Насіння представників цього виду характеризується значним умістом білка та олії, а ліпідна фракція відзначається переважанням ненасичених жирних кислот, серед яких важливе місце займають олеїнова та лінолева кислоти [2, 3]. Крім того, олія амаранту є джерелом сквалену та інших цінних міnorних компонентів, що розширює можливості використання культури у харчовій, фармацевтичній та інших галузях [1, 3].

Попри значний біологічний і господарський потенціал, селекційні ресурси амаранту потребують подальшого розширення. Сучасні селекційні програми мають бути спрямовані на створення генотипів, які поєднуюватимуть високу насінневу продуктивність із покращеними показниками якості насіння, підвищеним умістом білка й олії, цінним жирнокислотним складом та швидкостиглістю. Перспективним напрямом вирішення цього завдання є використання експериментального мутагенезу як способу створення нової спадкової мінливості [4, 5].

Експериментальний мутагенез дає можливість розширити генетичну різноманітність вихідного матеріалу та одержати форми, які не завжди можна отримати традиційними методами селекції. Серед фізичних мутагенів важливе місце займає гамма-випромінювання, здатне індукувати широкий спектр спадкових змін. Ефективність застосування гамма-променів для отримання нової генетичної мінливості в зернового амаранту підтверджується як вітчизняними, так і зарубіжними дослідженнями [4–6]. Встановлено, що характер прояву індукованої мінливості залежить від генотипу, дози опромінення та ознаки, що досліджується [5, 6].

Показано, що застосування гамма-опромінення до насіння амаранту може супроводжуватися змінами морфологічних, фізіологічних і господарсько цінних ознак, а в наступних поколіннях створює можливості для добору стабільних мутантних форм [5, 6]. Окремий інтерес становить використання радіаційного мутагенезу для зміни якісних характеристик насіння. Зокрема, у гамма-індукованих сортів амаранту встановлено відмінності за масою насіння, умістом олії, амінокислотним та жирнокислотним складом порівняно з немутантними формами [7].

Отже, використання індукованого мутагенезу для створення нового вихідного матеріалу є перспективним напрямом селекції амаранту, особливо за умови поєднання мутаційного методу з наступним індивідуальним добром та комплексною оцінкою отриманих ліній.

Метою роботи було провести порівняльну оцінку якісних показників насіння нових мутантних ліній амаранту *Amaranthus hypochondriacus* L. та

вихідних сортів за вмістом білка, олії й жирнокислотним складом, а також виділити генотипи з підвищеним рівнем окремих селекційно цінних показників для подальшого використання в селекційному процесі.

Матеріалом для досліджень слугували три білонасінні сорти амаранту виду *Amaranthus hypochondriacus* L. – Студентський, Харківський 1 та Сем, створені за участю селекційних програм Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва (нині – Державний біотехнологічний університет). Для порівняльної оцінки також використовували сім мутантних ліній: ЛМСТ15, ЛМС_т150ЧР, ЛМС_т150ЧН, ЛМХ150, ЛМХ150РВ, ЛМС150ЗВ та ЛМС150Ч, отриманих у результаті індукованого гамма-опроміненням мутагенезу [5].

Вихідний матеріал одержували шляхом обробки насіння гамма-випромінюванням із використанням джерела Co^{60} . У попередніх дослідженнях із цим матеріалом застосовували дози 15, 40, 150, 400 та 700 Гр, що дало можливість отримати широкий спектр фенотипової та генетичної мінливості [5]. Дослідження впливу гамма-променів на амарант показали, що характер змін залежить як від дози опромінення, так і від генотипу вихідної форми [5, 6].

Оцінювання якісних характеристик насіння проводили за вмістом білка, олії та жирнокислотним складом. Лабораторні аналізи виконували в лабораторії генетики, біотехнології та якості Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Отримані експериментальні дані опрацьовували статистичними методами для встановлення достовірності виявлених відмінностей між вихідними сортами та мутантними лініями.

Порівняльна оцінка вихідних сортів та отриманих мутантних ліній засвідчила, що застосування гамма-опромінення сприяло формуванню значної варіабельності за якісними характеристиками насіння. Такий результат відповідає загальній закономірності дії індукованого мутагенезу, за якої після опромінення вихідного матеріалу виникає широкий спектр генетично зумовлених відмінностей, а подальший добір дає змогу виділити форми з бажаними для селекції ознаками [4–6].

За результатами проведених досліджень встановлено мутантні лінії з підвищеним вмістом білка в насінні порівняно з відповідними вихідними формами. Збільшення цього показника становило 1,56–3,35%. Виявлена мінливість становить практичний інтерес, оскільки білкова складова є однією з основних характеристик харчової цінності зерна амаранту. Відомо, що насіння амаранту відзначається високою харчовою цінністю білка та може розглядатися як перспективне джерело рослинного протеїну [1, 2].

Важливою ознакою, за якою виявлено відмінності між досліджуваними формами, був вміст олії в насінні. У окремих мутантних ліній його рівень перевищував показники вихідних сортів на 0,43–0,76%. Виявлення таких форм є перспективним для селекції, оскільки олія амаранту характеризується високою часткою ненасичених жирних кислот і містить біологічно цінні міnorні компоненти [1, 3]. Подібні результати щодо можливості зміни олійності внаслідок гамма-опромінення наведено і в дослідженнях інших авторів, де

гамма-індуковані форми амаранту відрізнялися за вмістом олії та її якісними характеристиками [7].

Поряд із кількісними показниками олійності встановлено варіабельність жирнокислотного складу насіння. У мутантних ліній виявлено підвищення вмісту окремих жирних кислот, зокрема бегенової – на 0,10%, лінолевої – на 1,2–2,0%, а олеїнової – на 6,3% порівняно з вихідними формами. Важливість таких змін зумовлена тим, що жирнокислотний профіль визначає харчову цінність, стабільність та технологічні властивості рослинної олії. Для олії амаранту характерним є високий рівень ненасичених жирних кислот, серед яких значну частку становлять олеїнова та лінолева кислоти [2, 3].

Порівняння отриманих результатів із даними зарубіжних досліджень підтверджує перспективність використання мутагенезу для зміни якісних показників насіння амаранту. Зокрема, у гамма-індукованих сортів було встановлено підвищення вмісту олії, а в окремих генотипів – збільшення частки лінолевої кислоти порівняно з контрольними формами [7]. Водночас характер змін не є однозначним для всіх генотипів, що підтверджує необхідність індивідуальної оцінки мутантних ліній та проведення добору в наступних поколіннях.

Таким чином, отримані результати свідчать про можливість використання гамма-опромінення для створення нового селекційного матеріалу амаранту за комплексом якісних ознак. Найбільшу цінність становлять форми, у яких позитивні зміни за вмістом білка та олії поєднуються зі сприятливою зміною жирнокислотного складу насіння. Саме такі генотипи можуть бути використані у подальшій селекційній роботі як джерела цінних ознак.

За результатами комплексної оцінки якісних показників насіння серед отриманих мутантних форм виділено селекційно цінні лінії ЛМХ150 (IU072495), ЛМСТ150ЧР (IU072494), ЛМСТ150ЧН (IU072492) та ЛМСТ15 (IU072493), які характеризуються покращеним комплексом показників якості зерна.

Установлено, що індукований гамма-опроміненням мутагенез сприяв формуванню мінливості за вмістом білка, олії та окремих жирних кислот. У мутантних форм виявлено підвищення вмісту білка на 1,56–3,35%, олії – на 0,43–0,76%, а також збільшення частки бегенової, лінолевої та олеїнової кислот відповідно на 0,10; 1,2–2,0 та 6,3%.

Отримані результати підтверджують доцільність використання радіаційного мутагенезу як методу розширення генетичного різноманіття *Amaranthus hypochondriacus* L. та створення нового вихідного матеріалу для селекції. Виділені мутантні лінії можуть бути використані в подальших селекційних програмах, спрямованих на формування високопродуктивних генотипів із підвищеною харчовою цінністю та покращеними якісними характеристиками насіння.

Література

1. Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables : a review on composition, properties, and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013. Vol. 12, No. 4. P. 381–412. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.
2. Caselato-Sousa V. M., Amaya-Farfán J. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77, No. 4. P. R93–R104. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x>.
3. Nasirpour-Tabrizi P., Azadmard-Damirchi S., Hesari J., Piravi-Vanak Z. Amaranth seed oil composition. In: *Amaranth: a promising crop for food and nutrition*. IntechOpen, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.91381>.
4. Васько В. О., Гудим О. В., Рожак О. Г. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин. *Селекція і насінництво*. Харків, 2015. Вип. 107. С. 8–18. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54025>.
5. Hudym O., Lymanska S., Gopciy T., Turchinova N., Mikhaylenko V., Kryvoruchenko R., Rozhkov R., Stankevych S. Amaranth variability at different doses of gamma radiation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No. 8. P. 146–151. DOI: [10.15421/2021_282](https://doi.org/10.15421/2021_282).
6. Гудим О. В. Прояв селекційно цінних ознак у ліній амаранта, отриманих індукованим мутагенезом. *Зернові культури*. 2025. Т. 9, № 1. С. 49–55. DOI: [10.31867/2523-4544/0360](https://doi.org/10.31867/2523-4544/0360).
7. Szabóová M., Záhorský M., Gažo J., Geuens J., Vermoesen A., D'Hondt E., Hricová A. Differences in seed weight, amino acid, fatty acid, oil, and squalene content in γ -irradiation-developed and commercial amaranth varieties (*Amaranthus* spp.). *Plants*. 2020. Vol. 9, No. 11. DOI: [10.3390/plants9111412](https://doi.org/10.3390/plants9111412).
8. Joshi D. C., Bhinda M. S., Pal R. S. et al. The comparative mutagenic effectiveness and efficiency of electron beam, gamma rays, ethyl methane sulphonate and sodium azide to induce novel genetic variation in grain amaranth (*A. hypochondriacus* L.). *Heliyon*. 2025. Vol. 12, No. 1. DOI: [10.1016/j.heliyon.2025.e44496](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e44496).

ОЦІНЮВАННЯ МІЖСОРТОВОГО ПОЛІМОРФІЗМУ МАЛИНИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ SSR-PCR-АНАЛІЗУ

Димань Н. О., здобувач ступеня доктора філософії
Карпук Л. М., д. с.-г. н., професор
Білоцерківський національний аграрний університет,
м. Біла Церква, Україна

Малина (*Rubus idaeus* L.) є однією з провідних ягідних культур у світі, проте її селекція ускладнюється обмеженим генетичним різноманіттям елітних