



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 635.21:631.52.75

© 2017

*А.А. Бондарчук,
член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

*М.М. Фурдига,
Л.М. Чередниченко,
кандидати сільсько-
господарських наук
Інститут
картоплярства НААН*

СТВОРЕННЯ СОРТІВ КАРТОПЛІ З КОЛЬОРОВИМ М'ЯКУШЕМ БУЛЬБ

Мета. Висвітлити основні господарські характеристики зразків картоплі з кольоровим забарвленням м'якуша бульб, генетичний контроль, а також практичну сторону створення цих форм, використовуючи різні методи селекції. **Методи.** Статева гібридизація, самозапилення та відбір. **Загальноприйняті польові, лабораторні дослідження. Результати.** Створено дієтичні, спеціальні сорти картоплі з кольоровим забарвленням м'якуша бульб з підвищеним умістом антиоксидантів. Сорти придатні для використання як природний барвник продуктів харчування та для декоративного оформлення страв. **Висновки.** Установлено перспективність використання методу статевої гібридизації для отримання форм з червоним і рожевим забарвленням м'якоти бульб картоплі до 27,6% і 30,3% — з фіолетовим. Самозапилення батьківських форм із фіолетовим забарвленням м'якоти як метод є перспективнішим для вищеплення великої кількості нащадків (63%) з синім і фіолетовим забарвленням м'якоти бульб картоплі.

Ключові слова: картопля, селекція, гени контролю, гібриди, генотипи, червона і фіолетова м'якоть бульб, антиоксиданти.

Картоплю споживають понад 3 млрд населення планети і вирощують її в 150 країнах світу. Ареал її вирощування простягається від приполярної Фінляндії до високогір'я Екватору і Кенії. За прогнозом ріст світового виробництва цієї культури до 2020 р. становитиме 40%. Особливо високими темпами з 1990 до 1999 р. збільшилося її виробництво в Індії, Китаї і країнах Азії й Африки, де нині отримують близько 30% світового

врожаю [1].

В Україні картопля має велике, різностороннє значення, її використовують як харчову, технічну і кормову культуру. У бульбах міститься близько 25% сухої речовини, зокрема: крохмалю — 12–22%; білка — 1,4–3 і зольних речовин — 0,8–1%. До їх складу входять різноманітні вітаміни (С, В, РР, К) і каротиноїди [2, 3]. Це досить калорійний продукт, багатий вуглеводами і вітамінами.

Проте для здоров'я людини має значення і різноманіття сортів картоплі.

Нині завдяки генетичному різноманіттю картоплі у світі починає розвиватися новий напрям селекції цієї культури — створення дієтичних, спеціальних сортів для підтримки і поліпшення здоров'я людини, захисту від хвороб [4]. Забруднення навколишнього середовища, неповноцінне харчування і стреси — основні причини великої кількості вільних радикалів. Вони, у свою чергу, є побічними продуктами окислення і здатні пошкоджувати клітинні мембрани і ДНК клітин, що може призвести до раку, артрозу, порушення імунітету і прискорення старіння. Тому важливо, щоб у раціоні містилася достатня кількість антиоксидантів — речовин, здатних захистити організм людини від канцерогенної дії вільних радикалів [5].

До традиційних овочів (помідорів, столових буряків, капусти брокколи, зелених овочів) можна додати ще один — картоплю з червоним, синім або фіолетовим м'якушем як нове джерело антиоксидантів у дієті людини [4].

За даними дослідників, у картоплі із забарвленим м'якушем міститься таких антиоксидантів, як зеаксантин і лютеїн у 4 рази більше, ніж у бульбах з білим або жовтим м'якушем. У бульб з фіолетовим м'якушем антиоксидантна здатність у 6–7 разів більша, ніж у бульб з білим або жовтим м'якушем і навіть більша, ніж у моркви, цибулі, білого перцю [6]. Саме завдяки цій властивості картоплі із кольоровим забарвленням м'якуша можна зміцнювати здоров'я людей.

Нині у багатьох країнах картопля з кольоровим забарвленням м'якуша користується високим попитом. У США картоплепереробні заводи вже виробляють продукти із кольорової картоплі (салати, чіпси). Найбільшим попитом у населення користуються сорти Kongo, Baue Hindelblank, All Blue, Red Pearl, Purple Peruvian, Alaska Sweetheart, Cranberry Ped [4].

Бульби, багаті на пігмент антоціан, зберігають колір навіть після теплової обробки. Пігмент, як вважається, є сильним антиоксидантом і оздоровлює кровоносну систему. Саме споживання бульб картоплі

із насиченим фіолетовим і червоним забарвленням м'якуша значно знижує рівень цукру в крові.

Крім властивостей, що є у традиційної картоплі, кольорова картопля має низку інших переваг. Так, Gogu Valley (з червоно-рожевою шкіркою і білим м'якушем), Juice Valley (з малиноюю шкіркою і білим м'якушем), Purple Valley (з фіолетовою шкіркою і меланжевим м'якушем) вживають у сирому вигляді, а їх сік має антибактеріальну властивість. Його п'ють за деяких захворювань шлунка і кишківника, а також використовують для приготування мила. Картопля Golden Valley (зі світло-коричневою шкіркою і ясно-жовтим м'якушем, Dasom Valley (зі світло-коричневою шкіркою і білим м'якушем) і Bora Valley (з повністю темно-фіолетовими бульбами) рекомендується людям з поганим травленням або зайвою вагою [5].

Установлено, що деякі сорти картоплі з червоним м'якушем можуть бути успішно використані як сировина для виробництва харчових барвників.

Страви з кольорової картоплі — такі самі, як і з картоплі з білим, кремковим або жовтим м'якушем.

На початку XX ст. Р. Саламан [7] установив 3 незалежних чинники забарвлення бульб: ген R — для червоного забарвлення, P — синього і D — білого. Генотипи PD — сині, RD — червоні. Пізніше він знайшов ген E, який контролює тільки забарвлення вічок.

Повніше вивчили це питання Т.В. Асєєва і Н.В. Ніколаєва [8, 9]. Вони встановили, що забарвлення бульб і квітів визначають гени основи і проявлення. Гени основи — це P і R, які контролюють антоціанове забарвлення всіх частин рослини, і то лише за наявності генів проявлення: D — для бульб, E — вічок, F і S — квіток. Отже, забарвлення бульб визначають такі гени: RD — червоно-фіолетові бульби з незабарвленими вічками (Romano, Серпанок, Bella Rossa), RE — червоно-фіолетові бульби із забарвленими вічками (Світанок київський, Надійна, Довіра), PD — синьо-фіолетові бульби з незабарвленими вічками (Волинська синя — УМО 101170, темно-фіолетова — УМО 101155), PE — синьо-фіолетові бульби із забарвленими вічками

(Циганка — УМО 101065, Синєглазка — УМО 100503) [10].

За даними Ч. Брауна [6], створення гібридів з високим умістом антиоксидантів і каротиноїдів не складне завдання для селекціонера. Цього можна домогтися за допомогою міжвидової гібридизації, якщо вдало підібрати вихідний матеріал. Він установив, що у разі використання як батьківських форм генотипів з червоним м'якушем бульб з обох сторін, вищеплюється до 24% сіянців з червоним м'якушем. За схрещування геномів з червоним і білим м'якушем кількість сіянців не перевищує 4%.

Генетичну систему, яка контролює забарвлення бульб, виявлено ще в 50-ті роки [11] і підтверджено пізніше [12]. Ученими експериментально доведено, що всі олігогени, які контролюють забарвлення бульб картоплі, належать одному геному.

Єдиний ген R контролює червоний пігмент і розташований він у 2-й хромосомі, синтез синього пігменту контролює ген P, що розташований в 11-й хромосомі.

Олігоген P_f визначає концентрацію фіолетового пігменту шкірки і м'якоті. Ч. Браун установив, що для створення гібридів з бажаним забарвленням м'якоті бульб потрібні тетраплоїдні форми південноамериканських культурних видів з антоціановим забарвленням м'якуша і шкірки та селекційних сортів *S. tuberosum* [6].

Мета досліджень — висвітлити основні господарські характеристики зразків картоплі з кольоровим забарвленням бульб, генетичний контроль, а також практичну сторону створення цих форм, використовуючи різні методи селекції.

Методи досліджень — статеві гібридизація, самозапилення та відбір. Загальноприйняті польові, лабораторні дослідження.

Результати досліджень. В Інституті картоплярства НААН дослідження зі створення форм з кольоровим забарвленням м'якоті бульб були розпочаті наприкінці першого десятиріччя початку ХХІ ст. Передумовою став генофонд картоплі України, який на той час нараховував 2904 зразки: дикі і культурні види, гібриди, беккроси, диґаплоїди, місцеві форми, сорти вітчизняної та зарубіжної селекції [13].

У 2008 р. у лабораторії вихідного матеріалу проведено 7 варіантів схрещування, з яких вдалими виявилися 3. Запилено було 300 бутонів і отримано 1623 гібридних насінини.

Результат гібридизації залежав від компонентів схрещування. Так, кількість насіння в одній ягоді становила 52 шт. у комбінації за участю запилювача Довіра та до 67,9–97,7 шт. у комбінаціях за участю сортів Тирас і Сантарка.

Кількість насіння на одну запилену квітку варіювала від 1,3 шт. у комбінації за участю сорту Довіра до 16 шт. — сорту Сантарка. Загалом у гібридизацію вдалося залучити два ранніх (Тирас, Сантарка) і один середньостиглий сорт (Довіра). За участю сортів Росо, Жеран, Bella Rossa отримати гібридне насіння не вдалося.

Для оцінювання першого гібридного покоління було висаджено потомство трьох гібридних комбінацій по 300 насінин за участю сортів Сантарка, Тирас; 156 — з сортом Довіра та однієї популяції від самозапилення форми УМО 101117 (350 шт. насінин). Насіння, отримане від схрещування, істотно відрізнялося порівняно з матеріалом від F₂ УМО 101117 за схожістю. Життєздатність його становила у гібридного матеріалу — 38,6–93,6%, від самозапилення — 37%. Проте для виявлення закономірностей наслідування селекційно цінних ознак, зокрема кольору м'якуша, об'єм матеріалу був достатнім.

Серед гібридних популяцій найбільшу кількість генотипів з фіолетовим забарвленням м'якуша виділено за участю УМО 101117/Тирас — 64 шт., або 30,3%. У комбінації УМО 101117/Довіра і УМО 101117/Сантарка було 22 рослини — 15 і 19% відповідно. Щодо матеріалу від F₂ УМО 101117, то частка таких генотипів становила 63% (82 шт.), що свідчить про перспективність використання цього методу для отримання форм із фіолетовим і синім забарвленням м'якоті бульб.

Щодо забарвлення м'якуша в червоний і рожевий кольори, то встановлено перевагу використання як запилювача сорту Сантарка, оскільки за його участю вищепилося 27,6%, або 32 генотипи з цим показником. Припускаємо, що це є причиною

комплементарної взаємодії генів P, R, D, які відповідають за колір, зокрема бульб. У решті комбінацій ця ознака була нижчою і становила 29% (УМО 101117/Тирас) і 8% (УМО 101117/Довіра).

Кількість рослин з червоним і рожевим забарвленням м'якоті серед матеріалу від самозапилення зразка УМО 101117 становила 16%, що є досить невисоким значенням порівняно з гібридними комбінаціями.

Надалі отримані форми вивчали за іншими господарсько цінними ознаками, зокрема за рівнем прояву продуктивності, вмісту крохмалю, придатності для переробки на картоплепродукти та стійкості проти абіотичних і біотичних чинників.

Як відомо, однією з найголовніших ознак гібридів, сортів картоплі є продуктивність. Результати аналізу комбінацій за участю УМО 101117 як материнської форми та запилювачів Сантарка, Тирас свідчать, що форми 208ф/20, 208ч/1, 209ф/14, 209ч/7 переважали за ознакою сорт-стандарт Луговська. У решті зразків — 208ф/1, 208ф/5, 208ф/11, 208ч/12, 208ч/17, 208ч/20, 209ч/2, 209ч/11, 209ч/14 рівень вираження ознаки був дещо нижчим і на рівні сорту-стандарту Явір.

Крім досить високого рівня вираження продуктивності, інтенсивність забарвлення м'якуша бульб виділених форм була також досить високою.

Отже, доведено можливість виділення серед опрацьованого матеріалу форм з високою врожайністю. Крім того, ймовірно, що гетероалелізм полігенів контролює ознаку зумовив вищеплення високоврожайних гібридів у поєднанні з кольоровим забарвленням м'якуша бульб, що за значенням вище, ніж у сортів-стандартів.

Існує загальна думка, що урожайність картоплі, головним чином, залежить від кількості бульб під кущем та їх середньої маси. Установлено, що обидві ознаки передаються нащадкам, проте ефективність генетичного контролю їх залежить від особливостей вихідних форм у схрещуванні.

За середнім значенням 2010–2011 рр. виділено 3 гібриди, що мали 14 і більше бульб у кущі, що не набагато більше, ніж у кращого із сортів-стандартів Світанок ківський (13 шт./кущ). Аналіз розподілу за цією

ознакою свідчить, що найменший прояв ознаки (6 шт.) виявлено у зразків 208ч/10 (УМО 101117/Сантарка), 209ф/8, 209ф/16 (УМО 101117/Тирас), хоча це було вище, ніж у сорту-стандарту Серпанок.

Установлено можливість поєднання багатобульбовості з іншими господарсько цінними ознаками. Зокрема, це стосується форми 178ф/5 у поєднанні з багатобульбовістю — 11 шт., високою товарністю — 97,2% і кількістю товарних бульб — 10 шт.

Установлено значний вплив на середню масу товарних бульб зовнішніх чинників. Так, у 2010 р. показники були нижчими порівняно з 2011 р. Установлено, що кращими за ознакою виділено генотип 209ф/14 — 91,7 г. Дещо нижчі, але також високі показники мали зразки 178ф/5 — 87,3 г; 208ф/5 — 81,3; 209ф/16 — 86,3; 209ч/2 — 85,5 г, що перевищує окремі сорти-стандарту.

Аналіз наведеного матеріалу свідчить про значну різницю за товарністю. Варто зазначити, що лише дві форми (178ч/5 і 209ф/15) мали прояв ознаки нижче 90%, що на рівні сорту-стандарту Світанок ківський. Слід виділити форму 208ф/5 за участю УМО 101117/Сантарка, прояв ознаки в якій становив 98,2%, що найвище серед опрацьованого матеріалу. Значного впливу запилювачів не встановлено.

Для 50% опрацьованого матеріалу характерний високий і підвищений вміст крохмалю. Невелика частка гібридів була з дуже низьким вмістом крохмалю (12% і менше). Лише в одній популяції (209ч/7) середнє значення становило 22,4%, що перевищувало кращий у цьому відношенні сорт-стандарт Світанок ківський (19,8%). У решті матеріалу він був на рівні сортів-стандартів.

За даними багаторічних результатів польових випробувань, на інфекційних фонах гібриди під сортовими назвами Солоха та Хортиця було передано до Державного випробування для реєстрації у Реєстрі сортів рослин, поширених на території України.

Сорт Солоха — середньостиглий, столового призначення, дієтичний. Вміст крохмалю — 19,2%, врожайність — 38 т/га наприкінці вегетації. Бульби темно-фіолетові,

округлоовальні, м'якуш темно-фіолетового кольору, квітки білі. Кількість бульб під кущем — 12–15 шт. Стійкий проти раку, картопляної нематоди, парші звичайної. Має інтенсивне забарвлення м'якуша в синій колір, дуже смачний смажений. Рекомендований для вирощування у зонах Полісся та Лісостепу.

Сорт Хортиця — середньопізній, столового призначення, дієтичний. Урожайність — 35–37 т/га наприкінці вегетації. Уміст крохмалю — 19%, смакові якості добрі (8,4 бала). Стійкий проти картопляної нематоди, фітофторозу, парші звичайної. Бульби червоні, видовженої форми,

м'якуш червоного кольору, квітки білі. Рекомендований для вирощування у зоні Полісся та Лісостепу.

Особливості сортів — мають підвищений уміст антиоксидантів — β -каротин, лікопен, зеаксантин. Завдяки цьому можуть використовуватись як дієтичний продукт і профілактичний засіб для поліпшення роботи і лікування травної і кровоносної систем та зміцнення імунітету. Придатні для використання як природний барвник продуктів харчування, можуть використовуватись для декоративного оформлення страв (салатів, картоплі-фрі, пюре).

Висновки

За результатами вивчення зразків, які характеризувалися інтенсивним кольоровим забарвленням м'якоті бульб, установлено високі показники таких господарсько цінних ознак, як продуктивності та

її складників. Виділені гібриди, які перевищували за показниками кращі сорти-стандарту, надалі були передані для глибокого вивчення у селекційні розсадники лабораторії селекції.

Бібліографія

1. Zandastra H. Retrospect and future prospects of potato research and development in the world/H. Zandastra// Clod. Conf. on Potato. — New Delhi, 1999. — 8 p.
2. Кучко А.А. Фізіологія та біохімія картоплі/А.А. Кучко, М.Ю. Власенко, В.М. Мицько. — К.: Довіра, 1998. — 336 с.
3. Будин К.З. Каталог мировой коллекции ВИР. Виды картофеля Мексики и их значение для селекции/К.З. Будин, Л.Е. Горбатенко, Л.М. Турулева. — Л., 1989. — Вып. 439. — 88 с.
4. Киру С.Д. Генетические ресурсы картофеля для новых направлений селекции/С.Д. Киру// Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства: матер. науч.-практ. конф. и коорд. сов. — М., 2008. — С. 49–56.
5. The inheritance of anthocyanin pigmentation in potato (*Solanum tuberosum* L.) and mapping of tuber skin colour using RELP Hereditu/Van Eck H. Jacobs. P.M.M. Van den Berg, W.J. Stiekema, E. Jacobsen. — 1994. — V. 73. — P. 410–421.
6. Breeding Studies in Potatoes Containing High Concentrations of Anthocyanins/C.R. Brown, R. Wroslstad, R. Durst et al.//Amer. J. of Potato Res. — 2003. — V. 80. — P. 241–250.
7. Salaman R.N. Male — sterility in potatoes/R.N. Salaman//J. Linn. Soc. — London, 1910. — P. 177.
8. Асеева Т.В. Генетическая природа окраски клубней, ростков и цветков у картофеля/Т.В. Асеева, Н.В. Николаева//Тр. НИИ картофеля. — 1935. — Вып. 9. — С. 107.
9. Асеева Т.В. Генетика картофеля/Т.В. Асеева//Картофель. — М., 1937. — С. 139–165.
10. Костина Л.И. Картофель/Л.И. Костина, Л.В. Королева//Идентифицированный генофонд растений и селекция: тр. посв. 110-летию Всерос. ин-та растениеводства им. Н.В. Вавилова. — СПб., 2005. — С. 881–885.
11. Dodds K.S. The inheritance of colour in diploid potato: types of anthocyanidins and their genetic loci/K.S. Dodds, D.H. Long//Genetics, 1955. — V. 53. — P. 136–149.
12. De Long H. Inheritance of anthocyanin pigmentation in the cultivated potato: a critical review//Amer. Potato J. — 1991. — V. 64. — P. 585–593.
13. Фурдига М.М. Нові напрямки селекції картоплі/М.М. Фурдига//Картоплярство України. — 2010. — № 1–2 (18–19). — С. 4–8.

Надійшла 21.03.2017.