

АНОТАЦІЯ

Торбанюк М. В. Створення вихідного матеріалу ранньостиглого помідора з підвищеним вмістом лікопену у плодах. – Кваліфікаційна наукова праця на умовах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України». – Чабани, 2021.

Актуальність теми обумовлена необхідністю вирішення важливого завдання розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу ранньостиглого помідора з підвищеним вмістом лікопену в плодах, дослідження успадкування цінних господарських ознак та визначення їх селекційної цінності у гібридних поколіннях за участі у схрещуваннях батьківських компонентів з підвищеним вмістом лікопену в плодах.

На сьогодні зростає споживчий інтерес до продукції помідора з підвищеним вмістом каротиноїдів (у т.ч. лікопену), що зумовлено його корисними властивостями для організму людини. Лікопен є потужним антиоксидантом, який підвищує захисні сили організму у лікуванні ракових хвороб, виявляє профілактичну дію при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, ожирінні та хворобі Альцгеймера, сприяє підвищенню рівня колагену.

Забезпечення потреб споживача можливе лише за умови ефективного впровадження у виробництво нових гетерозисних гібридів та сортів. Для створення цінного сортового різноманіття у селекційному процесі використовують високопігментні форми з генами *hp-2^{dg}*, *hp*, *B^c*, які сприяють підвищенню рівня лікопену. Водночас такі сорти характеризуються пізнім та розтягнутим періодом досягання плодів. Залучення у схрещування ранньостиглих батьківських форм дає змогу отримати вихідний матеріал зі скороченим періодом досягання та підвищеним вмістом корисних речовин. Проведена робота з вивчення характеру мінливості та успадкування ознак в подальшому дозволяє ефективно прогнозувати селекційну роботу з

мінімальними затратами часу. Створений новий сортимент помідора розширить можливості ринку для споживача та слугуватиме підґрунтям у подальшій селекційній роботі.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що уперше в зоні Правобережного Лісостепу України поглиблено вивчено успадкування ознак тривалості періоду вегетації, вмісту лікопену у плодах та складових товарної продуктивності (середньої маси плоду, кількості плодів на рослині) у системі діалельних схрещувань та виявлено особливості мінливості цих ознак. Встановлено адаптивну здатність і стабільність генотипів за кількісними ознаками вмісту лікопену у плодах та складових товарної продуктивності. Створено новий вихідний матеріал помідора, що поєднує в собі ознаки ранньостиглості та підвищеного вмісту лікопену у плодах.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розширенні генетичного різноманіття вихідного матеріалу для підвищення ефективності селекційної роботи із створення нових сортів помідора із поліпшеними поживними властивостями. Виділені генетичні джерела підвищеного вмісту лікопену у плодах (зразки МО 112, Т-3627); ранньостиглості (лінія № 477, сорт Аля) та складових високої товарної продуктивності: середньої маси плоду (сорт Аля); кількості плодів на рослині (лінія № 477, зразок Dark green). Проведено добори цінного вихідного матеріалу для застосування в подальших селекційних програмах відділу рослинництва Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН». Створено 25 гібридних комбінацій, з яких у селекційному розсаднику F_3 відібрано 50, а в F_4 – 13 зразків. Виділено дві перспективні лінії (ЛК 280, ЛК 283) зі скороченим періодом досягання плодів та підвищеним умістом лікопену в плодах. Створено і передано для проходження кваліфікаційної експертизи сорт помідора Спалах з підвищеним умістом лікопену в плодах (заявка № 21115003 від 14.01.2021) та підготовлено для передачі на випробування в Український інститут експертизи сортів рослин сорт помідора Багрянець зі вмістом лікопену 9,0 мг/100 г.

У першому розділі дисертації проаналізовано наукові роботи зарубіжних та вітчизняних вчених з питань історії культури помідора та стан селекційно-генетичних досліджень зі створення ранньостиглого вихідного матеріалу з підвищеним умістом лікопену в плодах. Розглянуто питання досягнень в селекції помідора та обґрунтовано напрямки проведення досліджень.

Експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи проводили впродовж 2016–2020 років у відділі рослинництва, на полях селекційно-насінневої сівозміни Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», що знаходиться в с. Холоднянському Смілянського району Черкаської області. За результатами оцінки ґрунтових та погодно-кліматичних умов виявлено, що погодні умови не були сприятливими для росту і розвитку рослин помідора та вплинули на процес накопичення лікопену у плодах. Проведення досліджень та оцінку достовірності отриманих результатів здійснювали з використанням польових, лабораторних, генетичного та математико-статистичних методів, що надало можливість зробити аргументовані висновки.

У розділі 3 дисертаційній роботі було вивчено та узагальнено закономірності фенотипової мінливості ознак помідора. У більшості випадків виявлено низький і середній ступінь мінливості. Щорічно низький ступінь мінливості мала гібридна комбінація Т-3627 / МО 112 ($V-2,0-5,0\%$). За ознакою «середня маса товарного плоду» виявлено низький ступінь мінливості (65 випадків) у батьківських форм і гібридів та у десяти випадках – середній ступінь мінливості. Ознака «кількість товарних плодів на рослині» мала низький і середній ступінь мінливості серед батьківських форм і гібридів. Виділені гібридні комбінації з високою мінливістю показників продуктивності рослин.

У 4 розділі методом діалельного аналізу виділена перспективна група вихідного матеріалу з п'яти зразків помідора – № 477 (*sp,u*), Аля (*sp*), Dark green (*hp-2^{dg}*), МО 112 (*hp*), Т-3627 (*B^c*). Найвищими ефектами загальної

комбінаційної здатності (ЗКЗ) за тривалістю періоду вегетації впродовж трьох років досліджень відзначилися лінія №477 (від мінус 4,70 до мінус 2,34), двох років досліджень – сорт Аля (від мінус 1,11 до мінус 0,99). За вмістом лікопену у плодах впродовж трьох років досліджень віділені зразки МО 112 (0,25–1,21) і Т-3627 (0,49–0,96). За середньою масою товарного плоду найкращі достовірні ефекти ЗКЗ впродовж трьох років досліджень мав сорт Аля (від 11,69 до 18,11), за кількістю товарних плодів на рослині впродовж двох років досліджень – лінія № 477 (1,16–2,32) і зразок Dark green (1,29–1,78), що свідчить про перспективність їхнього використання для створення гетерозисних гібридів і сортів. Встановлено, що ознаки «тривалість періоду вегетації», «вміст лікопену у плодах», «середня маса товарного плоду» та «кількість плодів на рослині» контролюються адитивно-домінантною генетичною системою. Головну роль в генетичному контролі ознак «уміст лікопену в плодах» та «середня маса товарного плоду» відіграли адитивні ефекти генів, що дає можливість проводити добори, починаючи з другого гібридного покоління. У генетичному контролі ознак «тривалість періоду вегетації» та «кількість плодів на рослині» переважали неадитивні (домінантні) ефекти генів.

Розділ 5 присвячений вивченню адаптивної здатності та екологічної стабільності вихідного селекційного матеріалу помідора. Виділено перспективні форми для селекції на високий вміст лікопену у плодах з високою селекційною цінністю за цією ознакою: зразки МО 112 (7,32 мг/100 г); Т-3627 (4,87) і Dark green (3,50 мг/100 г). Найвищу селекційну цінність за кількістю товарних плодів на рослині мали комбінації: Dark green / №477 (11,3 шт.); Dark green / МО 112 (10,9); № 477 / Dark green (10,9); МО 112 / Dark green (10,9); Аля / МО 112 (10,36) та Dark green / Аля (10,3 шт.).

У розділі 6 висвітлені результати оцінки створеного новоствореного селекційного матеріалу помідора: виділено дві перспективні лінії (ЛК 280 і ЛК 283) зі скороченим періодом досягання плодів та підвищеним умістом лікопену в плодах; створено 25 гібридних комбінацій, з яких у селекційному

розсаднику F₃ відібрано 50, а в F₄ – 13 зразків для селекції нових ліній; наведено детальну характеристику новостворених сортів помідора Спалах і Багрянець зі вмістом лікопену у плодах 7,9 і 9,0 мг/100 г, тривалістю періоду вегетації 101 і 105 діб, що забезпечують товарну урожайність до 65,3 і 46,1 т/га, відповідно.

У дисертації обґрунтовано, теоретично узагальнено та вирішено наукове завдання, що полягає у створенні нового вихідного селекційного матеріалу помідора з оптимальною тривалістю періоду вегетації, високою якістю плодів та екологічною стабільністю за ознаками продуктивності.

Ключові слова: тривалість періоду вегетації, середня маса товарного плоду, кількість плодів на рослині, фенотипова мінливість, комбінаційна здатність, успадкування, селекційна цінність, гібридна комбінація, адаптивна здатність, екологічна стабільність.

ANNOTATION

Torbanyuk M. V. Creation of the source material of early-maturing tomatoes with high lycopene content in fruits. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 – Agronomy. – National scientific center "Institute of agriculture of the National academy of agrarian sciences of Ukraine". – Chabany, 2021.

The relevance of the topic is due to the need to solve the important task of expanding the genetic diversity of the source material of early ripening tomatoes with high lycopene content in fruits, study the inheritance of economic traits and determine their breeding value in hybrid generations by crossing parental forms with high lycopene content.

Today, consumer interest in tomato products with high carotenoids content (including lycopene) is growing, due to its beneficial properties for the organism. Lycopene is a powerful antioxidant that increases the organism's defenses in the treatment of cancer. Has a preventive effect in diseases of the gastrointestinal tract,

cardiovascular system, obesity and Alzheimer's disease, promotes to increase collagen levels.

Meeting the needs of the consumer is possible only if the effective introduction into production of new heterotic hybrids and varieties. Highly pigmented forms with the genes *hp-2^{dg}*, *hp*, *B^c* are used in the breeding process to create valuable varietal diversity. They increase the level of lycopene, but at the same time are characterized by a late and extended period of fruit ripening. Involvement in crossing of early-maturing parental forms allows receive initial material with the reduced period of maturing and the raised maintenance of qualitative indicators. The work carried out to study the nature of variability and inheritance of traits in the future allows you to effectively predict breeding work with minimal time. The created new assortment of tomatoes will expand the market opportunities for the consumer and will serve as a basis for further breeding work.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time in the zone of the Right Bank of Forest-Steppe of Ukraine the study of inheritance of signs period of vegetation duration, lycopene content in fruits and components of commodity productivity the adaptive ability and stability of genotypes on quantitative signs of the content of lycopene in fruits, components of commodity productivity (average weight of a fruit, quantity of fruits on a plant) are established; created the source material of the tomato, which combines signs of early ripening and high lycopene content in the fruit.

The practical significance of the obtained results is to expand the genetic diversity of the source material to increase the efficiency of breeding work to create new varieties of tomatoes with improved nutritional properties. Genetic sources of increased lycopene content in fruits have been identified (samples MO 112, T-3627); early ripening (line № 477, variety Alya) and components of high marketable productivity: average fruit weight (variety Alya); the number of fruits on the plant (line № 477, sample Dark green). Valuable source material was selected for participation in further breeding programs of the department of crop

production of the Cherkasy State Agricultural Research Station of the NSC "Institute of agriculture of NAAS". 25 hybrid combinations were created, of which 50 samples were selected in the F₃ breeding nursery and 13 in F₄. There are two promising lines (LK 280, LK 283) with a reduced period of fruit ripening and increased lycopene content in fruits. The tomato variety Spalakh, with high lycopene content in fruits, was submitted for qualification examination (application № 21115003 dated 14.01.2021) and the variety Bagrianets, with lycopene content of 9.0 mg / 100 g, was prepared for submission.

The first section of the dissertation analyzes the scientific work of foreign and local scientists on the history of tomato culture and the state of breeding and genetic research to create early-maturing source material with high lycopene content in fruits. The issue of achievements in tomato breeding is considered and justified direction of research.

Experimental research on the topic of the dissertation was conducted during 2016–2020 in the Department of crop production, in the fields of breeding and seed crop rotation of the Cherkasy State Agricultural Research Station NSC "Institute of agriculture of the National academy of agrarian sciences of Ukraine", located in the village Kholodnyansky, Smila district of Cherkasy region. According to the results of the assessment of soil and weather-climatic conditions, it was found that the weather conditions were not favorable for the growth and development of tomato plants and affected the process of lycopene accumulation in the fruit. Research and evaluation of the reliability of the obtained results were carried out using field, laboratory, genetic and mathematical-statistical methods, which provided an opportunity to draw reasoned conclusions.

In section 3 of the dissertation the regularities of phenotypic variability of tomato traits were studied and generalized. In most cases, low and medium variability was detected. The hybrid combination T–3627 / MO 112 (2.0–5.0 %) had an annual low degree of variability. The sign "average weight of marketable fruit" revealed a low degree of variability in parental forms and hybrids (65 cases) and in ten cases - an average degree of variability. The sign "the number of

marketable fruits per plant" revealed a low and medium degree of variability among parental forms and hybrids. Hybrid combinations with high variability of plant productivity indicators are selected.

In section 4, a promising group of source material from five tomato samples - № 477 (*sp, u*), Alia (*sp*), Dark green (*hp-2^{dg}*), MO 112 (*hp*), T-3627 (*B^c*) was selected by dialysis analysis. The highest effects of the general combining ability (GCA) in the length of the growing season during the three years of research were marked by the line № 477 (from minus 4.70 to minus 2.34), two years of research – the variety Alia (from minus 1.11 to minus 0.99). According to the content of lycopene in fruits during three years of research, samples of MO 112 (0.25–1.21) and T i3627 (0.49–0.96) were noted. According to the average weight of marketable fruit, the best reliable effects of GCA during the three years of research were the variety Alia (from 11.69 to 18.11), the number of marketable fruits on the plant during the two years of research – line № 477 (1.16–2.32) and sample Dark green (1.29–1.78), which indicates the viability of their use to create heterosis hybrids and varieties. It was found that the traits "duration of the growing season", "lycopene content in fruits", "average weight of marketable fruit" and "number of fruits per plant" are controlled by the additive-dominant genetic system. The main role in the genetic control of traits "lycopene content in fruits" and "average weight of marketable fruit" was played by additive effects of genes, which makes it possible to make selections starting from the second hybrid generation. Non-additive (dominant) effects of genes prevailed in the genetic control of the traits "duration of the growing season" and "number of fruits per plant".

Section 5 is devoted to the study of adaptability and ecological stability of the original breeding material of tomatoes. Promising forms for breeding for high content of lycopene in fruits with high breeding value on this basis are selected: samples MO 112 (7.32 mg / 100 g); T-3627 (4.87 mg / 100 g) and Dark green (3.50 mg / 100 g). The highest breeding value for the number of marketable fruits on the plant had combinations: Dark green / №477 (11.3 pcs.); Dark green / MO

112 (10.9); № 477 / Dark green (10.9 pcs.); MO 112 / Dark green (10.9 pcs.); Alia / MO 112 (10.36 pcs.) and Dark green / Alia (10.3 pcs.).

Section 6 highlights the results of the evaluation of new tomato breeding material: two promising lines (LK 280 and LK 283) with a reduced fruit ripening period and increased lycopene content in the fruit; a collection of 25 hybrid combinations was created, of which 50 samples were selected in the F₃ breeding nursery and 13 in F₄ - for breeding of new lines; detailed characteristics of the newly created varieties Spalakh, submitted to the State variety test (application № 21115003 from 14.01.2021), and Bagrianets (being prepared for transfer), which contain lycopene in fruits of 7.9 and 9.0 mg / 100 g, respectively, have a period of vegetation duration 101 and 105 days, respectively, which provides a commodity yield of up to 65.3 and 46.1 t/ha, respectively.

The dissertation substantiates, theoretically generalizes and solves the scientific problem, which is to create the original breeding material of tomatoes with a reduced duration of the growing season, high fruit quality, high lycopene content in fruits and environmental stability in terms of productivity.

Key words: duration of vegetation period, average weight of marketable fruit, number of fruits per plant, phenotypic variability, combining ability, inheritance, breeding value, hybrid combination

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Рудас Л.А., **Торбанюк М.В.** Адаптивна здатність та екологічна стабільність генотипів помідора за вмістом лікопену у плодах. *Збірник наукових праць Національного Наукового Центру «Інститут землеробства НААН»* – Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. Вип. 1–2. С. 198–209 (авторство 50 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання статті).

2. **Торбанюк М.В.** Оцінка комбінаційної здатності вихідного матеріалу помідора за ознакою «уміст лікопену в плодах». *Вісник аграрної науки*, 2020. Вип. 9. С. 81–85. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009>.

Статті у зарубіжних фахових виданнях

3. Rudas L.A., **Torbanyuk M.V.** Combining ability and genetic control of the number of fruits per plant of high-lycopene tomato in the system of diallel crosses. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2021. Vol. 57, No. 1. P. 3–9. DOI: 10.24412/3453–9875–2021–57–1–3–9 (авторство 50 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання статті).

4. Rudas L.A., **Torbanyuk M.V.**, Sych Z.D. Inheritance of the average weight of the fruit in tomato hybrids with high lycopene content. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, No. 2. P. 69–75. DOI:10.11648/j.ajaf.20210902.14

(авторство 30 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання статті).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. **Торбанюк М.В.** Фенотипова мінливість ознак помідора. *Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України: матеріали науково–практичної конференції молодих учених і спеціалістів (Чабани, 22 листопада 2017 року)*. Київ, 2017. С.105–106.

6. Рудас Л.А., **Торбанюк М.В.** Оцінка комбінаційної здатності ознаки «вміст лікопену у плодах помідора» в системі діалельних схрещувань. Матеріали науково–практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (до сторіччя Національної академії аграрних наук України) (Чабани, 20–22 листопада 2018 року). Київ, 2018. С.45–46 (авторство 50 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання тез).

7. Рудас Л.А., **Торбанюк М.В.** Визначення комбінаційної здатності ознаки «тривалість вегетаційного періоду». *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матеріали II Всеукраїнської науково–практичної конференції (27 листопада 2018 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., Україна)*. Вінниця, 2018. С. 63–64

(авторство 50 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання тез).

8. Рудас Л.А., **Торбанюк М.В.** Оцінка комбінаційної здатності батьківських форм помідора за ознакою «тривалість вегетаційного періоду». *Наукові здобутки молодих учених для розвитку аграрної науки в Україні: матеріали науково–практичної інтернет–конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (11 листопада 2019р.).* Вінниця, 2019. С. 65–66 *(авторство 50 %, проведення експерименту, аналіз даних досліджень, написання тез).*

9. **Торбанюк М.В.** Фенотипова мінливість ознаки «вміст лікопену в плодах помідора». *Овочівництво і багтанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020): матеріали VI Міжнародної науково–практичної конференції 10–11 березня 2020р., с. Крути, Чернігівська обл.).* Крути, 2020. Т. 4. С. 142–144.