

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ ТОМАТІВ

*I.В. Кузнєцова, д. с.-г. н., с. н. с.,
Національна академія аграрних наук України
М.А. Ярмолюк, аспірант
Інститут продовольчих ресурсів НААН*

Здійснено огляд світових даних щодо особливостей хімічного складу плодів томатів та впливу на їхню якість ґрунтово-кліматичних умов вирощування, сортових особливостей та ступеня стиглості. Відмічено, що діюча нормативно-технічна документація в Україні не передбачає визначення речовин функціональної дії. Показано, що плоди томатів є перспективною рослинницькою сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів і визначено напрями отримання лікопіновмісних продуктів з плодів томатів.

Ключові слова: *плоди томатів, лікопін, функціональні харчові продукти, якість*

PERSPECTIVE DIRECTIONS FOR PROCESSING OF FRUIT OF TOMATOES

*I. Kuznetchova, D-r of Science, Agriculture, Senior Scientist,
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
M. Yarmolyuk, postgraduate student,
Institute of Food Resources of NAAS*

World research on the peculiarities of the chemical composition of fruit tomatoes and the influence on their quality of the soil-climatic conditions of tomato cultivation, varietal characteristics and degree of maturity are reviewed. It is noted that current normative and technical documentation in Ukraine does not include the definition of substances of functional action. It is shown that tomatoes are promising vegetable raw materials for the production of functional food products and the directions of lycopene-containing products from tomato fruits are determined.

Key words: *fruit tomatoes, lycopene, functional food products, quality*

Сучасний стан екології та підвищений рівень стресових ситуацій вимагає особливої уваги до харчування населення країни. В основі концепцій здорового харчування різних країн світу є застосування натуральних органічних продуктів та виробництво харчових продуктів підвищеної біологічної цінності. Зокрема, у Великобританії було запропоновано модель раціонального харчування [1], що включає: фрукти і овочі (33%); хліб, злакові та картопля (33%); м'ясо, риба і альтернативні продукти типу бобових (12%); молоко та молочні продукти (15%); жири і цукор (8%). У цьому напрямі особливого значення набувають каротиноїди, отримані з овочів або фруктів. Відомо, що присутність каротиноїдів в овочах (плодів томатів і перця, моркві червоній тощо) і плодах фруктів (кавунах, розових грейпфрутах, абрикосах тощо) надає їм яскравого жовтого або червоного кольору [2].

Каротиноїди (β -каротин) необхідні для нормальної роботи органів зору, росту клітин, шкіри, волосся, зубів, слизових оболонок дихальних шляхів. М. Вольфом і К. Рансбергом встановлено, що вітамін А має захисну дію за злоякісних процесів. Вітамін А та його похідні можуть попереджати канцерогенез епітеліальних тканин, а β -каротин може попереджати рак шкіри, викликаний канцерогенами або ультрафіолетовим опроміненням (290-320 нм). Щодо підтвердження антиракової дії вітаміну А і певних каротиноїдів (кварцетину і лікопіну) відомими є наукові праці Giovannucci E., Rimm E.B., Liu Y., Stampfer M.J. [3]; Heber D, Qing-Yi Lu [4, 5], Campbell J.K., Canene-Adams K., Lindshield B.L. [6] Gloria N.F., Soares N., Brand C., Leite F. O., Borojevic R., Teodoro A.J. [7] тощо.

У сучасних умовах, виробництво та створення нових видів каротиновмісної продукції є актуальним та необхідним для забезпечення здоров'я нації. У цьому напрямі набуває значення отримання лікопиновмісної продукції. Лікопін ($C_{40}H_{56}$) – це речовина групи каротиноїдів, що визначає дієтичну цінність і ступінь зрілості плода, проте не синтезується у людському організмі – та за вживання томатів свіжих або томатопродуктів забезпечується потреба у цій речовині організму на 50-80% від загального споживання харчових продуктів [8]. Потрапляючи в організм людини, лікопін може посилювати його захисні функції, гальмувати дегенеративні процеси в тканинах, понижувати ризик ініціювання і розвитку онкологічних, серцево-судинних та інших патологій. Отже, важливим є розроблення або удосконалення технологій лікопиновмісної продукції із подальшим її застосуванням у виробництві харчових продуктів функціональної дії.

Матеріали та методи. Сучасні нормативні й аналітичні дані щодо функціональної здатності та вимог до показників якості плодів томатів за їхнього перероблення на томатопродукти.

Постановка проблеми. Загальна площа під томатами в Україні складала в 2016 р. у всіх категоріях господарств 74,3 тис. га. В середньому частка споживання томатів у сегменті овочевих культур становить 15-25%. У регіональному розрізі в 2016 р. [9] найбільшу врожайність томатів отримали в областях, ц/га: Херсонська – 475,7, Одеська – 181,4, Миколаївська – 505,3, Житомирська – 379,7, Запорізька – 317,5, Харківська – 277,1, Закарпатська – 274,9, Київська – 266,1, Дніпропетровська – 223,1, Полтавська – 214,8, тощо. Понад 65 % посівних площ займають сорти і гібриди вітчизняної селекції. На ринку України присутні в більшості крупноплідні форми томату вагою більше ніж 250 г рожевого, червоного та рожевого кольору, що мають різну форму плода (округла, плескато-округла, серцевидна, перцевидна та сливовидна). Отже, ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для виробництва томатів у необхідних обсягах для споживання і переробки.

Плоди томатів свіжих – це цінні овочеві продукти, які містять аскорбінову кислоту, каротин, мінеральні солі і органічні кислоти. Медведєвим К.С. і Андрущенко А.І. досліджено вплив ступеня зрілості на тривалість зберігання, транспортування та здатність до промислової переробки плодів томатів. За їхньої переробки має значення вміст масової частки вологи, яка визначає можливість сушіння плодів до певного вологовмісту і подальшого застосування у виробництві харчових продуктів. За дослідженнями вчених [10-13] вміст сухих речовин залежить від біологічних особливостей плодів томатів і умов вирощування. Зокрема, сорт Сливовидний має 5,5-7,4% сухої речовини (СР), сорт Вишневидний – 6,7-9,3% СР.

Якість плодів томатів, що використовуються для переробки, також визначається вмістом у них вільних органічних кислот, активною кислотністю і цукрокислотним індексом. Зрілі томати без пошкоджень містять від 0,3 до 0,5% яблучної та лимонної кислот, а також винну, янтарну та щавлеву кислоти [10, 11]. За виробничими даними, на консервні заводи надходять томати з активною кислотністю 3,8 [14], в той же час як отримані плоди томатів у ґрунтово-кліматичних умовах Сполучених Штатів Америки мають рН = 4,1...4,5 [10-12]. Вуглеводи плодів томатів представлені у своїй більшості цукрами (глюкоза та фруктоза) в кількості до 4 % у плодах, що використовуються у консервній промисловості [2, 10].

Відомо, що плоди томатів містять поліфеноли і глікозиди, більшість з яких сполук мають гіркий смак завдяки вмісту флавонолу нарингіну та глікоалкалоїду томатину або їхніх похідних, а також оксикоричних кислот (кавової, ферулової і коричної). Важливими є дослідження щодо особливостей вмісту функціональних сполук від ступеня стиглості плодів томатів. Зокрема, було встановлено таку залежність для кавової кислоти [11, 12]: плоди зелених томатів містять $4,3 \times 10^{-3}\%$ у перерахунку на суху масу від загальної кількості кислот, у стиглих $4,9 \times 10^{-3}\%$, у шкірці плодів $9,7 \times 10^{-3}\%$, у насінні $11,9 \times 10^{-3}\%$. Також, було вивчено вплив стиглості плода на вміст вільних і зв'язаних оксикоричних

кислот, кількість яких змінюється від $12 \times 10^{-3} \%$ до $40 \times 10^{-3} \%$ у перерахунку на суху масу [12] та в зелених плодах виявлені їхні сліди. Вміст речовин, що обумовлюють функціональну здатність продукту цікавить багатьох вчених, і отримані результати показують перспективність споживання у свіжому або переробленому вигляді (табл. 1).

Таблиця 1

Функціональна здатність плодів томатів свіжих і перероблених

Показник	Томагопродукти				
	свіжі	сік	варені	соус	кетчуп
Калій, мг/100 г*	237	229	181	331	382
α-токоферол, мг/100 г*	0,54	0,32	0,50	2,08	1,46
Вітамін А, IU/100 г*	833	450	193	348	933
Вітамін С, мг/100 г*	12,7	18,3	27,3	7,0	15,1
α-каротин, мг/100 г*	101	0	0	0	0
β-каротин, мг/100 г*	449	270	75	290	560
Лікопін, мг/100 г*	2573	9037	5084	15152	17007
Лютеїн + зеаксантин, мг/100 г*	123	60	1	0	0
Фітоен, мг/100 г**	1860	1900	1720	2950	3390
Фітофлюен, мг/100 г**	820	830	720	1270	1540

*USDA Nutrient Data Bank numbers: raw tomatoes, 11529; catsup, 11935; tomato juice, 11540; tomato sauce, 11549; tomato soup, 06359. [Online]. <http://www.nal.usda.gov/> [accessed June 2004]. *Google Scholar*

** Tonucci, L., Holden, J., Beecher, G., Khackik, F., Davis, C. & Mulokozi, G. (1995) Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. *J. Agric. Food Chem.* 43:579-586. *CrossRefGoogle Scholar*

Аналіз літературних даних щодо вмісту кожної із сполук, що формують функціональну здатність, показує неоднорідність в порівняльному вмісті у свіжому плоді томату відносно певного продукту, отриманого за його перероблення. Зокрема, зростає кількість сполук у продуктах переробки плодів томатів за показниками: α-токоферол, вітамін А і β-каротин (у кетчупі), вітамін С і фітофлюен (у соку, варених томатах та кетчупі), лікопін і фітоен (у соку, соусі і кетчупі). Це обумовлено тим, що за нагрівання плодів томатів хімічна формула лікопіну набуває змін переходячи з транс- у цис-форму, яку організм засвоює швидше і легше [15]. Лікопін термічно стійкий та за термічної обробки плодів томатів посилюється функціональна здатність томагопродукту.

Goodwin T.W. [16], Андрущенко В.К. [17] та інші вчені, які вивчали вплив генетичних і екологічних факторів на вміст каротиноїдів у плодах томату, довели, що більший вплив на їхній вміст мав саме генотип томатів. Згідно з Рекомендаціями щодо споживання харчових і біологічно-активних речовин [18], оптимальною дозою споживання лікопіну є 5 мг на добу та максимально допустимим рівнем споживання є 10 мг на добу. Вченими з Краснодарського науково-дослідного інституту [13] виявлено у червоних плодах томатів 20 амінокислот, у тому числі 6 незамінних (валін, лізін, лейцин, ізолейцин, треонін, фенілаланін). За дозрівання плодів уміст більшості амінокислот зростає, і лише кількість валіну залишається незмінною, а гістидину та проліну знижується.

Вивчено антиоксидантну дію томатів та встановлено [19, 20], що лікопін «блокує» негативну дію вільних радикалів на організм людини і за антиоксидантною дією в три рази активніший ніж β-каротин. Це сприяло зростанню зацікавлення до лікопіну в медичній галузі, що відображено в наукових працях вчених-лікарів: Обухової Л.К. [21,

с.179], Клебанова Г.І. [22, с. 70], Heber D. [4], Gloria N. F. [7] тощо. Зокрема, було встановлено, що середня концентрація лікопіну в плазмі крові у здорової людини складає близько 0,5 мкмоль/л. Максимальний рівень лікопіна в сироватці крові відмічено переважно в літньо-осінній період (з травня по жовтень) [23].

Враховуючи важливість функціональної здатності плодів томатів, особливу увагу приділяють їхній збереженості впродовж певного періоду для отримання організмом людини необхідного обсягу корисних сполук та забезпечення переробного виробництва. Термін зберігання томатів: червоного (жовтого, оранжевого), рожевого ступеня стиглості за температури 0-2°C – не більше ніж 1-1,5 міс; бурого ступеня стиглості за температури 4-6°C, бланжевого ступеня стиглості за температури 8-10°C, зеленого ступеня стиглості за температури 12-14°C – не більше ніж 1 місяць. Відносна вологість повітря за зберігання томатів повинна бути 85-90%. Вимоги до показників якості плодів томатів (табл. 2) регламентовано ДСТУ 3246-95 "Томати свіжі. Технічні умови" відповідно до подальшого застосування плодів.

Таблиця 2

Показники якості плодів томатів за їхнього приймання на переробних підприємствах України

Назва показника	Застосування плодів томатів		
	для споживання у свіжому вигляді	для цільноплідного консервування і виробництва консервів для дитячого харчування	для соління
Зовнішній вигляд	Плоди свіжі, цілі, чисті, здорові, щільні, не перестиглі, типової для ботанічного сорту форми і забарвлення, без механічних пошкоджень і сонячних опіків.		
	3 плодоніжкою чи без неї. Допускаються у місцях призначення на плодах легкі натиски від тари	Без плодоніжок, без зарубцьованих тріщин і обпробковілих утворень. Шкірка томату не повинна лопатись при консервуванні	3 плодоніжкою чи без неї.
Смак і запах	Властиві цьому ботанічному сорту, без стороннього запаху і смаку		
Цукристість, %	4,5-5,0	4,5-5,0	4,5-5,0
Масова частка сухих речовин, %	6,3-6,5	6,3-6,5	6,3-6,5
Ступінь стиглості	Бланжевий, бурий, рожевий, червоний (жовтоплідні сорти), помаранчевий (помаранчевоплідних сортів), рожевий, бурий	Червоний, бланжевий, бурий, рожевий	Червоний, бланжевий, бурий, рожевий
Розмір плодів за найбільшим поперечним діаметром, не менше ніж, см	3,0-5,0	Округлі – 3,0-6,0 Видовженої форми: поперечним діаметром – 2,5-4,0; довжиною – 3,5-7,0	Не обмежується
Допускається наявність суміжного ступеня стиглості плодів, % не більше ніж	5,0 (крім зеленого)	5,0 (крім зеленого)	5,0
Не допускається наявність плодів з не зарубцьованими тріщинами, зелених, м'яких, гнилих, пошкоджених шкідниками, уражених хворобами, в'ялих, перестиглих, підморожених, а також наявність прилиплої землі			

Як показує аналіз нормативної документації, зазначені показники якості в ДСТУ 3246-95 не передбачають встановлення більшості показників, що передбачені світовими вимогами, в т.ч. і вміст лікопіну. Більшість томатопродуктів виробляють з

висококонцентрованої пасти, яка не відповідає сучасним вимогам нутріціології через застосування в рецептурі стабілізаторів, барвників і ароматизаторів. Додавання до традиційної рецептури оцту та гіркого перцю не дає можливості використовувати томатні продукти у дитячому і профілактичному харчуванні. Тому створення продуктів природного походження, які за умови постійного вживання здійснюють регулюючу дію на організм є актуальним питанням.

На нашу думку перспективними напрямками переробки плодів томатів є також отримання продуктів рівноважної і граничної вологості (рис. 1), що вирішить питання не тільки переробки плодів нестандартного розміру але розширення асортименту вітчизняної продукції та імпортозаміщення томатопродуктів з Іспанії, Італії, США тощо.

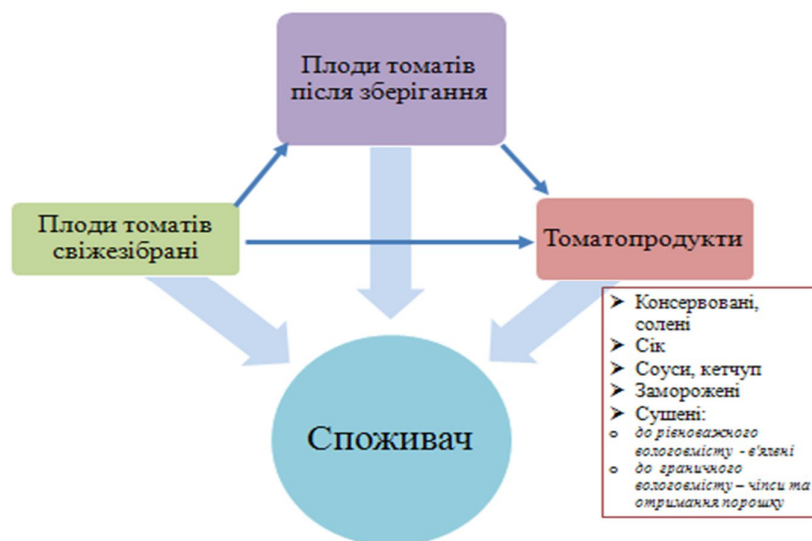


Рис. 1. Споживання та переробка плодів томатів

Плоди томатів мають надзвичайну біологічну цінність для споживання в їжу, а нові сорти дозволяють збільшити споживання певних сполук (наприклад, флавоноїдів або лікопину). Але до споживача плоди можуть надходити після їхнього нетривалого зберігання особливо в зимово-весняний період. Аналіз останніх досліджень вчених світу дозволяє стверджувати про доцільність споживання томатопродуктів, які завдяки лікопину набувають функціональної здатності. Зокрема, консервовані й солені, а також різного ступеня концентрування, які є вже традиційного для повсякденного вжитку. Проте, набувають актуальності й малопоширені томатопродукти – сушені до рівноважного і граничного вологовмісту.

Перспективними продуктами є в'ялені плоди томатів, які можуть бути використані для виробництва консервованих продуктів із різними пряно-ароматичними культурами в рослинній олії. Крім того, не менш важливими є сушені плоди томатів до граничного вологовмісту з отриманням чіпсів або порошку. Виробництво сухого порошку має ряд переваг порівняно з традиційними технологіями переробки томатів, для їхнього зберігання не вимагається скляної та жерстяної тари [24]. Нині виробляють також лікопиновмісні продукти, відомі як біологічно-активні добавки. Наприклад, біологічно-активна добавка «Томатогенін», в одній капсулі якого міститься 6-8 мг активного лікопину, що відповідає 1 кг плодів томатів [25].

У світі щорічно зростає попит на сухі харчові інгредієнти, зокрема, на натуральний порошок, отриманий з плодів томатів, вартість якого за 1 кг становить 15 доларів США. Великі підприємства Німеччини і Франції за виробництва сушених плодів томатів не в змозі задовольнити потреби ринку. В Україні даний напрям тільки набуває розвитку,

зокрема, підприємства Закарпаття виробляють в'ялені томатопродукти в рослинній олії за класичною технологією та з гострим перцем.

Висновки

Проаналізовано хімічний склад плодів томатів та чинні вимоги до плодів, які приймають переробні підприємства. Відмічено, що в Україні малорозвинутим є напрям виробництва каратиновмісних продуктів, зокрема лікопиновмісних, для виробництва продуктів функціональної дії. Встановлено, що перспективним напрямом переробки плодів томатів є отримання сушених продуктів відносного і граничного вологовмісту з подальшим їх засто суванням у виробництві харчових продуктів.

Література

1. Furuta, S. Fluorimetric assay for screening antioxidative activity of vegetables / S. Furuta, Y. Nishiba, J. Suda // *J. Food Sci.* – Vol. 62. – № 3. – P. 526-528.
2. Muratore, G. Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) / G. Muratore, F. Licciardello, E.J. Maccarone // *Food Sci.* – 2005. – 17, № 1. – С. 75-81.
3. Giovannucci E, Rimm EB, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J Natl Cancer Inst.* 2002 Mar 6;94(5):391-398.
4. Heber D and Qing-Yi Lu: Overview of Mechanisms of Action of Lycopene. *Experimental Bio and Med* 227(10): 920-923, 2002.
5. Overview of Mechanisms of Action of Lycopene / David Heber, Qing-Yi Lu // First Published November 1, 2002. Volume: 227 issue: 10, page(s): 920-923.
6. Tomato phytochemicals and prostate cancer risk. JK. Campbell, K. Canene-Adams, BL.Lindshield, TWM. Boileau, SK. Clinton, ... *The Journal of nutrition* 134 (12).
7. Lycopene and Beta-carotene Induce Cell-Cycle Arrest and Apoptosis in Human Breast Cancer Cell Lines. Nathalie Fonseca Gloria, Nathalie Soares, Camila Brand, Felipe Leite Oliveira, Radovan Borojevic and Anderson Junger Teodoro. *Anticancer Research* 34: 1377-1386 (2014), 1377-1386.
8. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 422 с.
9. Рослинництво України / Статистичний збірник Державної статистики України. 2016. – К. – 166 с.
10. Оцінка якості свіжих томатів за кольором та твердістю: [пер. з англ.] / Едан Яел [та інш.] // *J. Food Sci.* – 1997. – № 4. – С. 793-796.
11. Schindler Mickaela Phenolic compounds in tomatoes. Natural variations and effect of gamma-irradiation / M. Schindler, S. Solar, G. Sontag [Institute for Analytical Chemistry, University of Vienna] // *Eur. Food Res. And Technol.* – 2005. – № 3-4. – С. 439-445.
12. Hernandez Suarez, M. Mineral and trace element concentrations in cultivates of tomatoes / M. Hernandez Suarez, E. M. Rodriguez Rodriguez, C. Diaz Romero // *Food Chem.* – 2007. – № 2. – С. 489-499.
13. Смирнов Г.М. Накопление нитратов некоторыми овощными и кормовыми культурами при равных уровнях азотного питания / Г.М. Смирнов, С.Д. Базилевич, В.А.Ракипова, Л.В. Обуховская // *Кач-во овощ. и бахчев. культур.* – С. 128-132.
14. Гавриш С.Ф. Томат: обробка та переробка продукції / С.Ф. Гавриш, С. Н. Галкина // *Продукти харчування.* – 2005. – №5. – С. 15-18.
15. Скрипко О.В. Обоснование параметров процесса получения белково-липидного продукта для пищевых концентратов / О.В. Скрипко, И.А. Кадникова, В.В. Седых // *Техника и технология пищевых производств.* 2012. – № 1.
16. Goodwin T.W., Jamikorn M., Biosynthesis of carotenes in ripening tomatoes. *Nature*, 170, №4316, 1952, P. 104-105.
17. Андрищенко В.К., Выродов Д.А., Выродова А.П., Мугниев А.Ф. Оценка и отбор высококаротиновых форм томата и моркови. Методические указания ВАСХНИЛ, М., 1991, – 56 с.
18. A dose-response study on the effects of purified lycopene supplementation on biomarkers of oxidative stress / S. Devaraj [et al.] // *J. Am. Coll. Nutr.* – 2008. – № 27 (2). – P. 267-273.

19. Драгилев, А. И. Технология кондитерских изделий Текст. / А. И. Драгилев, И.С.Лурье. М: ДеЛи принт, 2003. – С.430.
20. Карнаухов В.Н. Функция каратиноидов – объект биологических исследований. Т.45, 2, 2000, С. 364-384.
21. Руководство по геронтологии и гериатрии / под ред. акад. РАМН, проф. В.Н.Ярыгина, проф. Я.С. Мелентьева. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2010. Т.1. Основы геронтологии. Общая гериатрия. – 720 с. (с. 179).
22. Антиоксидантная активность ингибиторов свободнорадикальных реакций, используемых реакций в перевязочном материале для лечения ран / Клебанов Г.И. Любицкий О.Б., Ильина С.Е., Медушева Е.О., Рыльцев В.В., Филатов В.Н // Биомедицинская химия. 2006. №1. С. 69-81.
23. Вплив технологічної обробки на вміст лікопіну та його антиоксидантну активність в томатах / G.R. Takeoka [et al.] // J. Agr. and Food Chem. – 2001. – 49, № 8. – Р. 3713-3717.
24. Болотских А.С. Помидоры. – Харьков: Фолио, 2003. – 318 с.
25. Подобед, В.М. Современная антиоксидантная терапия / В.М. Подобед // Новости экспертизы и регистрации. – 2007. – № 10.