

УДК 664.314

## RESEARCH OF FATTY ACIDS TOMATO SEEDS

**O. Benderska, A. Bessarab***National University of Food Technologies***Key words:**

tomatoes,  
seeds,  
canning,  
fatty acids,  
chromatography,  
food technology

**Article history:**

Received 03.04.2018  
Received in revised form  
05.05.2018  
Accepted 04.06.2018

**Corresponding author:**

olga\_benderska@ukr.net

**ABSTRACT**

The article analyzes the state of the tomato-processing industry and found that tomatoes are a promising raw material for industrial processing due to their chemical and biological value and the possibility of cultivation in all regions of Ukraine. The value of waste of tomato production is determined and the world experience in tomato shredder processing and seeds has been analyzed. The analytical review found that tomato seed contains a wide range of biologically active substances, therefore, it is inappropriate to use classical tomato processing, which does not involve the use of the potential of secondary tomato raw materials.

The object of further researches is the seeds of tomatoes of technical and biological maturity remaining after the production of tomato products. For the analysis of the potential of tomato seed use in food technology, the content of the main nutrients of the seeds is determined and its fatty acid composition is analyzed. Studies have shown that tomato seeds are an excellent source of ingredients such as carotenoids, proteins, sugars, fibers, waxes and oils. At the same time, trans isomers are absent among fatty acids, and the ratio between unsaturated omega-3 and omega-6 acids in the seeds corresponds to the latest recommendations regarding the compliance of diets with the principles of balanced nutrition.

As a result of research in tomato seeds, 21 fatty acids were identified. In the analyzed samples contained 47,72% polyunsaturated tomato seeds of technical maturity and 50,96% — biological maturity. In the lipophilic fraction of the seed among the saturated acids, palmitic acid prevailed, its content from the amount of 21.56% for tomatoes of technical maturity, and 20.75% for tomatoes of biotic maturation. Linoleic acid predominated among polyunsaturated acids.

DOI: 10.24263/2225-2916-2018-23-7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИРОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТОМАТНОГО НАСІННЯ

**О.В. Бендерська, аспірант****О.С. Бессараб, канд. техн. наук***Національний університет харчових технологій*

*У статті проаналізовано стан томатопереробної галузі та встановлено, що томати є перспективною сировиною для промислової переробки завдяки вмісту*

біологічно активних речовин та можливості вирощування у всіх регіонах України. Встановлено, що томатне насіння містить широкий спектр біологічно активних речовин, які можуть бути придатними для використання в технологіях харчових продуктів. Крім того, насіння томатів є прекрасним джерелом таких компонентів, як каротиноїди, протеїни, цукри, волокна, воски та олії. При цьому серед жирних кислот відсутні транс-ізомери, а співвідношення між ненасиченими омега-3 та омега-6 кислотами в насінні відповідає останнім рекомендаціям щодо харчування населення згідно з принципами нутріциології.

**Ключові слова:** томатопродукти, насіння томатів, консервування, поліненасичені жирні кислоти, хроматографія, харчові технології.

**Постановка проблеми.** На сьогодні існує широкий асортимент харчових продуктів, що здатні задовольнити фізіологічні та біологічні потреби організму споживача. Останні дослідження харчових раціонів різних верств населення свідчать про те, що споживання найбільш цінних біологічно активних продуктів харчування за останні 10—15 років знизилось майже на 50%. За даними медичних обстежень тільки 20% населення можна вважати умовно здоровими; 40% — в результаті харчових дефіцитів знаходиться в стані малоадаптації; 20% — в граничному стані між хворобою та здоров'ям. Тож більше половини населення потребує значного корегування харчування через зміну умов праці та побуту (гіподинамія і екологія) [1]. До шляхів подолання ситуації, що склалася, можна віднести використання біологічно цінної сировини для отримання продуктів, збалансованих за біохімічним складом та харчовою цінністю.

Грунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування багатьох видів овочевих культур, зокрема томатів відкритого ґрунту. Цікаво відмітити, що відповідно до рішення продовольчої і сільськогосподарської комісії ООН (ФАО) Україну віднесено до числа держав, як потенційного експортера цієї продукції. Наразі Україна входить до 20 світових лідерів: Китай виробляє понад 34 млн т. томатів, США — 13 т, Туреччина і Індія — до 11 т, Єгипет — понад 9 і Україна понад 1,5 млн т [1; 2].

В Україні районовано більше 150 сортів і гібридів томатів, що відрізняються строками дозрівання, продуктивністю, типом, формою, забарвленням плодів, стійкістю проти хвороб, що дає змогу забезпечити придатними сортами і гібридами різні ґрунтово-кліматичні зони [3].

Причиною нарощування потужностей з вирощування є багатоцільове використання томатів як для споживання у свіжому вигляді, так і у різних продуктах переробки, а також наявності цінних нутрієнтів. Плоди томатів містять вітаміни В1, В2, В3, РР, К, С, а також каротиноїди (провітамін А), мінеральні речовини в доступній формі Fe, К, Na, Ca, Mg, S, I. Завдяки високому та збалансованому вмісту біологічно активних речовин щоденне вживання томатів сприяє м'якому регулюванню обмінних процесів і діяльності шлунково-кишкового тракту, підсилюючи роботу інших залоз. До складу плодів томату входять яблучна і лимонна кислоти, які збуджують апетит, активізують процеси травлення та пригнічують шкідливу мікрофлору кишечника. У сучасних ринкових умовах для споживання у свіжому вигляді та для переробки доцільно відбирати сорти, які характеризуються високою врожайністю, стійкістю проти хвороб, придатністю до переробки і мають високі показники збалансованості хімічного складу [4].

При промисловій переробці томатної сировини для виробництва соків, томатної пасти та соусів утворюється велика кількість твердих відходів у вигляді

ді вичавок, насіння, некондиційної сировини, які містять безліч корисних компонентів. Харчова та біологічна цінність вторинних томатних ресурсів, до яких відносять і томатне насіння, вивчалась українськими та зарубіжними дослідниками Б.В. Єгоровим, Г.І. Касьяновим, Н.І. Мосоловою, М.В. Ксенз та ін. [5—7]. Дослідниками рекомендується розглядати такі відходи, як побічний продукт харчового виробництва або сировину для переробки з метою використання в тваринництві, але перспективи отримання біологічно активних речовин (БАР) з подальшим використанням їх в якості інгредієнтів їжі залишаються недостатньо дослідженими.

**Метою статті** є вивчення можливості використання вторинної сировини при розробці комплексної технології переробки томатів. Для цього на кафедрі технології консервування Національного університету харчових технологій спільно з Інститутом біохімії ім. О.В. Палладіна авторами було визначено вміст основних нутрієнтів томатного насіння, проаналізовано жирокислотний склад насіння томатів технічної та біологічної зрілості, досліджено перспективи його використання в технологіях харчових виробництв і, зокрема, при розробці технології комплексної переробки томатів.

**Матеріали і методи.** Об'єктом досліджень обрано насіння томатів технічної та біологічної зрілості. Хімічний склад томатного насіння встановлювали за допомогою загальновідомих методів: масова частка вуглеводів за допомогою поляриметричного методу, крохмаль за методом Еверса; клітковина — по Kurisner і Nanek; мінеральний склад — атомно-емісійною спектрометрією; вміст органічних кислот шляхом титрування [3—5; 8].

Досліджували ліпофільну фракцію насіння, отриману вичерпною екстракцією гексаном. Метод визначення жирнокислотного складу заснований на перетворенні тригліцеридів жирних кислот у метилові естери жирних кислот та газохроматографічному аналізі останніх [9]. Аналіз жирнокислотного складу ліпофільних фракцій здійснювали хроматографуванням метилових естерів жирних кислот на газовому хроматографі HRGC 5300 (Італія).

На хроматографі встановлювали такі параметри роботи: температура колонок термостата — 180°C, температура випарника — 230°C, температура детектора — 220°C, швидкість потоку газу носія (азот) — 30 см<sup>3</sup>/хв, об'єм проби 2 мл<sup>3</sup> розчину метилових естерів кислот у гексані. Ідентифікацію метилових естерів жирних кислот проводили за часом утримання піків порівняно зі стандартною сумішшю. Розрахунок складу метилових естерів проводили методом внутрішньої нормалізації. Як стандарта використовували зразки насичених і ненасичених метилових естерів жирних кислот фірми "Sigma". Метилові естери жирних кислот отримували за модифікованою методикою Пейскера, яка забезпечує повне метилювання жирних кислот. Для метилювання використовували суміш хлороформу з метанолом та кислотою сульфатною у співвідношенні 100:100:1. В скляні ампули відміряли 30—50 мл ліпофільного екстракту, приливали 2,5 мл метилюючої суміші та ампули запаювали. Потім їх поміщали до термостату з температурою 105°C на 3 год. Після закінчення метилювання ампули розкривали, вміст переносили в пробірку, додавали порошкоподібний сульфат цинку на кінчику скальпеля, приливали 2 мл води очищеної та 2 мл гексану для екстракції метилових естерів. Після ретельного збовтування і відстоювання, гексановий екстракт фільтрували і використовували для хроматографічного аналізу.

**Результати досліджень.** Насіння томатів є прекрасним джерелом таких компонентів, як каротиноїди, протеїни, цукри, волокна, воски та олії. У Європі, наприклад, в 2015 р. було перероблено 10 мільйонів тонн томатів. Тверді відходи у вигляді вичавок з шкірки і насіння (2% від ваги вихідної сировини) склали 200 тисяч тонн. Основні БАР, що містяться в насінні та вичавках, — це лікопін, рослинні волокна, томатна олія, ензими. З 100 кг відходів томатного виробництва можна отримати 75 кг рослинних волокон, 4 кг олії і 3 кг воску, вилучити близько 110 мг лікопіну — потужного антиоксиданту, який зменшує ризик серцево-судинних захворювань, має протипухлинну та імуностимулюючу дію, використовується, як натуральний харчовий барвник. Аналіз даних щодо хімічного складу насіння томатів наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічний склад насіння томатів, %СР

Показник	Значення
Білок	36,26...37,07
Ліпіди, в т. ч. фосфоліпіди	37,44...38,30
Мінеральні речовини,	1,42...1,45
Вуглеводи	3,28...3,35
Клітковина	30,14...30,83
Каротиноїди	17,52...17,92
Токофероли, в т. ч. $\alpha$ — томатин	0,018...0,019
	0,072...0,073
	0,028...0,030

Аналіз хімічного складу томатного насіння свідчить про його високу харчову та біологічну цінність завдяки високому вмісту протеїну та ліпідів. Крім того, в томатному насінні містяться такі біологічно активні речовини, як токоферол та  $\alpha$ -томатину, які мають антиоксидантну та протипухлинну дію.

За два останні десятиліття накопичено великий обсяг наукових даних, що вказують на важливу роль поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) у реалізації численних фізіологічних і біохімічних процесів в організмі, що вказує на необхідність вивчення фактичного споживання з їжею  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 жирних кислот, їх оптимальному рівні в раціоні, необхідному для забезпечення адекватного росту і розвитку.

Результати проведених досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Жирокислотний склад насіння томатів

Жирна кислота	Насіння томатів технічної стиглості, % С	Насіння томатів біологічної стиглості, % С
1	2	3
C14:0	0,37814	0,11219
C15:0	0,14795	0,06924
isoC16:0	0,16737	0,09063
C16:0	21,56107	20,75644
C16:1	0,86295	0,52893
C16:2	0,27314	0,21643
C17:0	0,27379	0,17228
C17:1	1,30101	0,62897
isoC18:0	1,32274	0,94684
C18:0	7,45303	5,92004

Продовження табл. 2

1	2	3
C18:1	23,53947	24,04448
C18:2	33,83710	39,38001
C18:3	5,98324	3,95564
C22:0	0,82807	0,64297
C20:1	0,16670	0,10474
C21:0	0,11123	0,05920
C20:4	0,30494	1,64190
C20:0	0,71594	0,35592
C22:1	0,11557	-
C22:4	0,13882	0,06337
C24:0	0,51775	0,26506
Всього	100	100
$\omega$ -6/ $\omega$ -3	2,55:1	4,16:1
МНЖК	24,68469	24,67815
ПНЖК	47,71713	50,96096
Ненасичені ЖК	72,40182	75,63911
Насичені ЖК	27,59818	24,36089

У результаті дослідження в томатному насінні було встановлено наявність 21 жирної кислоти.

В аналізованих зразках містилось 47,72 % поліненасичених для томатного насіння технічної зрілості та 50,96 % — біологічної зрілості. У ліпофільній фракції насіння серед насичених кислот переважала пальмітинова кислота, її вміст від суми складав 21,56% для томатів технічної зрілості, та 20,75% для томатів біологічної стиглості. Серед поліненасичених кислот переважала лінолева кислота. Досліджувані зразки співвідносні за відсотковим вмістом лінолевої кислоти з льняною (15—30%) [10] та арахісовою (12—35%) оліями, перевищують її вміст в оливковій (3—15%), проте поступаються за цим показником кукурудзяній (38—48%), соняшниковій (42—70%) та соєвій (44—60%) оліям. Вміст олеїнової кислоти в зразках томатного насіння наближається до кукурудзяної олії (24—25%) та перевищує за значеннями вміст у бавовняній олії (18—19%).

Відомо, що жирні кислоти  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 конкурують за метаболізацію ферментними системами і можуть заміщувати одна одну. Співвідношення  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 поліненасичених жирних кислот, що рекомендується Інститутом харчування РАМН, у раціоні здорової людини повинно становити 10:1, а для лікувального харчування — від 3:1 до 5:1. На підставі клінічних та експериментальних досліджень зарубіжних учених співвідношення кислот  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3, що рекомендується, становить від 4:1 до 2:1 [11—12]. Результати експериментів показали, що в досліджуваних зразках томатного насіння таке співвідношення становить 2,55:1 для томатів технічної стиглості та 4,16:1 — біологічної, що дає змогу віднести олію з томатного насіння до цінних есенціальних речовин і відзначити вищий вміст  $\omega$ -3 в насінні технічної стиглості, що відповідає останнім концепціям нутриціології.

**Висновки.** Для аналізу потенціалу використання томатного насіння в технологіях харчових продуктів визначено вміст основних нутрієнтів насіння та проаналізовано його жирокислотний склад. Проведені аналітичні дослідження встановили, що насіння томатів є прекрасним джерелом таких компонентів, як

каротиноїди, протеїни, цукри, волокна, воски та олії. Серед ідентифікованих жирних кислот переважали ненасичені кислоти — ліолева, олеїнова, ліоленова. При цьому серед жирних кислот відсутні транс-ізомери, а співвідношення між ненасиченими омега-3 та омега-6 кислотами в насінні відповідає останнім рекомендаціям щодо харчування населення згідно з принципами нутриціології.

Отже, цінність хімічного складу томатного насіння визначається значним вмістом есенціальних жирних кислот, які відіграють ряд важливих біологічних функцій, виступають регуляторами обмінних процесів, зокрема беруть участь у ліпідному обміні, впливають на стан судинної стінки, протидіють вільнорадикальному окисленню. Тому томатне насіння можна віднести до перспективних видів харчової сировини.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012—2016 роки». — Режим доступу : [http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2011/regulations/OpenDocs/110608\\_189\\_concept.pdf](http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2011/regulations/OpenDocs/110608_189_concept.pdf)
2. Heron S. Post-column addition as a method of controlling triacylglycerol response coefficient of an evaporative light scattering detector in liquid chromatography — evaporative light - scattering detection / S. Heron, M. Dreux, A. Tchaplal // *Journal of Chromatography. A.* — 2004. — v7. 1035(2). — P. 221—225.
3. Raffaele De Caterina Fatty acids in cardiovascular disease. *The New England journal of medicine* 364(25). P. 2439—2450.
4. Журавель І.О. Вивчення ліпофільних сполук рослин родини Zingiberaceae / І.О. Журавель // *Український медичний альманах.* — 2010. — № 3. — С. 87—89.
5. Гаджиева А.М. Использование инновационных технологий комплексной переработки томатного сырья / А.М. Гаджиева, М.С. Мурадов, Г.И. Касьянов, Э.Ш. Исмаилов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* — 2012. 100. — С. 358—377.
6. Ксенз М.В. Рецептуры соусов на основе белково-томатной масляной пасты / Ксенз М.В., Бухтоярова З.Т., Калманович С.А., Бугаец Н.В. // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.* — (4). — С. 45—46.
7. Мосолова Н.И. Использование новых кормовых добавок в рационах лактирующих коров в зонах повышенного техногенного загрязнения / Н.И. Мосолова, А.С. Мякотных // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* — 3. — С. 136—138.
8. Бурова Т.Е. Анализ и контроль пищевых производств / Под ред. А.Л. Ишевского. — СПб. : СПбГУНиПТ, 2005. — 144 с.
9. Gaudin K. Retention behavior of unsaturated fatty acid methyl esters on porous graphitic carbon / K. Gaudin, P. Chaminade, A. Baillet. // *Journal of Separation Science.* — 2004. — V. 27. — P. 41—46.
10. Silver ion reversed — phase comprehensive twodimensional liquid chromatography combined with mass spectrometric detection in lipidic food analysis / [L. Mondello, P.Q. Tranchida, V. Stanek, P. Jandera] // *Journal of Chromatography. A.* — 2005. — v9. — 1086(1—2). — P. 91—98.
11. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. Пер. с англ. 2-го изд. — Сб. : Профессия, 2007. — 752 с.
12. What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in postoperative trauma? / V.J. Morlion [et al.] // *Clinical Nutrition.* — 1997. — Vol. 16 (Suppl. 2). — P. 49.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ТОМАТЫХ СЕМЯН

**О.В. Бендерская, А.С. Бессараб**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье проанализировано состояние томатоперерабатывающей отрасли, установлено, что томаты являются перспективным сырьем для промышленной переработки благодаря содержанию биологически активных веществ и возможности выращивания во всех регионах Украины. Установлено, что томатное семя содержит широкий спектр биологически активных веществ, которые могут быть пригодными для использования в технологиях пищевых продуктов. Кроме того, семена томатов являются прекрасным источником таких компонентов, как каротиноиды, протеины, сахара, волокна, воски и масла. При этом среди жирных кислот томатного масла отсутствуют транс-изомеры, а соотношение между ненасыщенными омега-3 и омега-6 кислотами в семенах соответствует последним рекомендациям по питанию населения.*

**Ключевые слова:** *томатопродукты, семена томатов, консервирования, полиненасыщенные жирные кислоты, хроматография, пищевые технологии.*