

УДК 613.281:635.64

**Григорій ДЕЙНИЧЕНКО,
Ольга ЮДІЧЕВА**

АЗОТИСТІ РЕЧОВИНИ БІОФОРТИФІКОВАНИХ ТОМАТНИХ ОВОЧІВ

Доведено доцільність використання біофортифікованих томатних овочів (перцю, томатів, баклажанів), що мають підвищений вміст білка, в дієтах, які ефективно поєднують тваринний і рослинний білки для кращого їх засвоєння, а також у раціонах вегетаріанців. Біофортифікацію овочів здійснено застосуванням органічного, екологічно чистого добрива "Ріверм" під час їх вирощування.

Ключові слова: біофортифікація, білок, "Ріверм", азотисті речовини, амінокислота, томатні овочі.

Дейниченко Г., Юдичева О. Азотистые вещества биофортифицированных томатных овощей. Доказана целесообразность использования биофортифицированных томатных овощей (перца, томатов, баклажанов), отличающихся повышенным содержанием белка, в диетах, которые эффективно совмещают животный и растительный белки, для лучшего их усвоения, а также в рационах вегетарианцев. Биофортификация овощей во время их выращивания проведена с помощью органического, экологически чистого удобрения "Риверм".

Ключевые слова: биофортификация, белок, "Риверм", азотистые вещества, аминокислота, томатные овощи.

Постановка проблеми. Під біофортифікацією розуміють стратегічний напрям, сутність якого полягає у вирощуванні врожаїв підвищеної харчової цінності. *Bios* – з грецької "життя"; *fortificare* – з латинської "робити сильним". У наш час збалансоване за всіма важливими нутрієнтами харчування стало привілеєм заможної частини населення. Люди з меншими статками не мають можливості вибору продуктів харчування високої якості й достатньої біологічної цінності. Саме тому світова спільнота працює над пошуком різних шляхів для вирішення цієї проблеми, одним із яких є біофортифікація за допомогою прийомів традиційної селекції, генетичної модифікації, застосування спеціальних добрив [1; 2]. На сьогодні харчові рослини найчастіше біофортифікують такими нутрієнтами, від яких безпосередньо залежить здоров'я та працездатність людей, – залізом, цинком, каротинами, фолатами, йодом, селеном, амінокислотами, білками. Розробляються комплексні програми подолання нутрієнтного голодування, складовою частиною яких є рекомендації щодо постійного вживання в їжу біофортифікованих овочів і зернових культур.

© Григорій Дейниченко, Ольга Юдичева, 2016

Беручи до уваги те, що біофортificaція продукції рослинництва за допомогою використання спеціальних добрив отримала визнання в багатьох країнах світу, для дослідження взято новий для України вид сировини – біофортифіковані томатні овочі, вирощені з використанням органічного добрива "Ріверм". Інформації щодо закономірностей накопичення основних нутрієнтів у біофортифікованих овочах, а також про особливості їхнього хімічного складу в літературних джерелах не виявлено. Відомо, що біологічна цінність рослинного білка, який входить до складу овочів, порівняно з тваринним нижча, а його засвоюваність становить лише 25–30 % [3]. Однак споживання овочів разом із продуктами тваринного походження підвищує засвоюваність рослинних білків і значно покращує амінокислотний склад білків їжі, особливо тоді, коли ці овочі є достатньо цінними за вмістом зазначених компонентів.

Мета дослідження – визначення вмісту азотистих речовин у біофортифікованих томатних овочах.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – біофортифіковані томатні овочі: перець солодкий сортів *Золото скіфів* і *Айвенго*, томати – *Аполло* і *Клондайк*, баклажани – *Айсберг* і *Херсонський*. Усі зразки вирощені з використанням рідкого, органічного, екологічно безпечного добрива "Ріверм". Контролем слугували зразки свіжих овочів, які вирощені за стандартною технологією без використання зазначеного добрива.

Вміст загального азоту визначено за методом Кьельдаля [4], білкового азоту – за методом Барнштейна [5], амінокислотний склад білка – за інструкцією до аналізатора "Альфа Плюс". Вміст триптофану визначено спектрофотометрично в лужному гідролізаті.

Результати дослідження. Результати експериментальних досліджень щодо вмісту азотистих речовин у перці сортів *Золото скіфів* і *Айвенго* порівняно з контрольними зразками наведено на *рис. 1*.



Рис. 1. Вміст азотистих речовин у зразках перцю:
1 – загальний азот; 2 – білковий азот; 3 – небілковий азот; 4 – білок

Вміст загального азоту в зразках біофортифікованого перцю сорту *Золото скіфів* сягає 0.263 % (білкового – 0.195 %, небілкового – 0.068 %). Контрольні зразки перцю цього сорту містять на 0.028 % менше загального азоту й відповідно менше білкового та небілкового. Плоди біофортифікованого перцю сорту *Айвенго* мають у своєму складі дещо менший вміст азотистих речовин, ніж у сорті *Золото скіфів*, а різниця з контрольним зразком у ньому ще менша. Встановлено, що досліджені сорти перцю солодкого *Золото скіфів* і *Айвенго*, вирощені з використанням добрива "Ріверм", мають у своєму складі більше білка, ніж контрольні зразки.

Як видно з *рис. 2*, томати сорту *Аполло* виявилися багатшими на білок (1.13 проти 0.88 % у сорті *Клондайк* (контроль – відповідно 0.99 і 0.75 %). Отже, зразки томатів, вирощених із використанням агрономічної біофортифікації, містять більшу кількість білка.

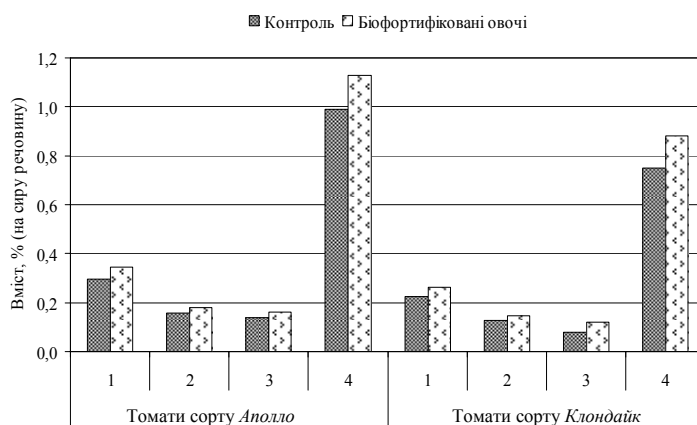


Рис. 2. Вміст азотистих речовин у зразках томатів:
1 – загальний азот; 2 – білковий азот; 3 – небілковий азот; 4 – білок

На *рис. 3* наведено дані щодо вмісту азотистих речовин у контрольних і біофортифікованих баклажанах.



Рис. 3. Вміст азотистих речовин у зразках баклажанів:
1 – загальний азот; 2 – білковий азот; 3 – небілковий азот; 4 – білок

У баклажанах сорту *Айсберг* виявлено 1.41 % білка (контроль – 1.32 %); в сорті *Херсонський* – 1.22 % (контроль – 1.15 %). Переважає також вміст загального й білкового азоту в біофортифікованих баклажанах порівняно з контролем. Як і в попередніх випадках, виявлена закономірність – баклажани, вирощені з використанням добрива "Ріверм", мають у своєму складі підвищений вміст білка.

У літературних джерелах є інформація, що питома вага незамінних амінокислот у рослинному білку становить 32–45 % загальної кількості (для порівняння – в тваринному білку вони складають 43–52 %) [1]. Досліджено амінокислотний склад білка біофортифікованих томатних овочів (рис. 4). Найбільшу кількість незамінних амінокислот містять біофортифіковані баклажани сорту *Айсберг* – 30.6 г/100 г білка (31 % загальної кількості). Дещо менше незамінних амінокислот містить перець солодкий сорту *Золото скіфів* – 24.4 г/100 г білка (24.8 % загальної кількості), а найменше – томати сорту *Аполло* – 21.9 г/100 г білка.

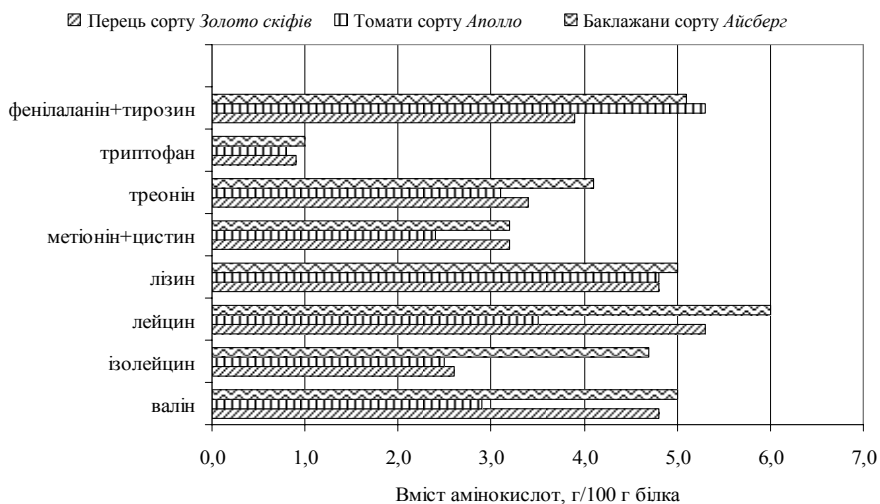


Рис. 4. Вміст незамінних амінокислот у біофортифікованих томатних овочах

Переважає кількість незамінних амінокислот біофортифікованого перцю солодкого сорту *Золото скіфів* і баклажанів сорту *Айсберг* припадає на, г/100 г білка: лейцин (5.3–6.0), валін (4.5–5.0), лізин (4.8–5.0); менша – на триптофан (0.9–1.0), метіонін+цистин (2.4–3.2), фенілаланін+тирозин (3.9–5.3). У томатах сорту *Аполло* переважає, г/100 г білка: лізин (4.8), лейцин (3.5), треонін (3.1), а найменше міститься триптофану (0.8) та метіонін+цистину (2.4).

Для характеристики біологічної цінності білка визначають показник амінокислотного скору, сутність якого полягає в порівнянні вмісту незамінних амінокислот у дослідному білку до їх вмісту в умовно ідеальному білку. Еталонними, або ідеальними білками прийнято вважати білки жіночого, коров'ячого молока, курячих і гусячих яєць та умовну амінокислотну шкалу ФАО/ВООЗ. За результатами оцінки якості білка досліджуваних біофортифікованих

зразків овочів за амінокислотним скором виявлено, що баклажани сорту *Айсберг* мають найкращий білок. Амінокислотний скор ізолейцину – 117.5 %, треоніну – 102.5, валіну, триптофану та лізину – 100 % (рис. 5). Амінокислота, скор якої становить менше 100 %, є лімітованою, а це означає, що її кількість повинна поповнюватися або за рахунок білка іншого харчового продукту, або за рахунок збільшення споживання продукту з цією лімітованою амінокислотою. У випадку з біофортифікованими баклажанами лімітованою є метіонін+цистин (амінокислотний скор – 37.1 %).

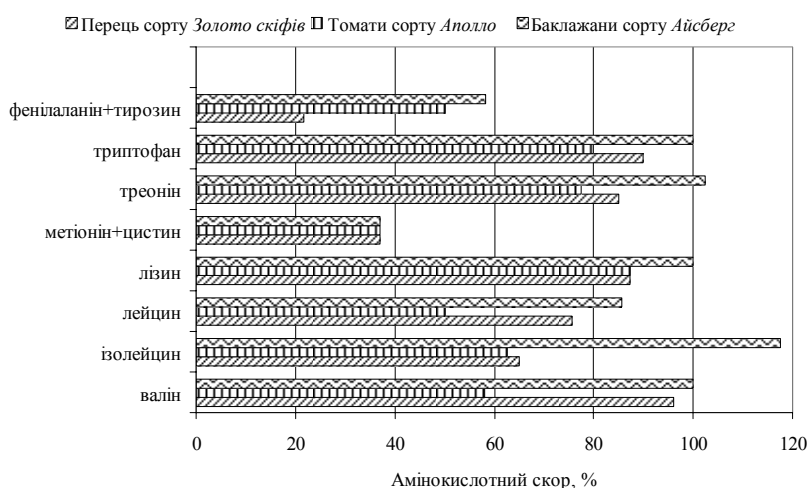


Рис. 5. Амінокислотний скор біофортифікованих томатних овочів, %

Найбільший скор білка за *валіном* серед дослідних зразків біофортифікованих овочів мають баклажани сорту *Айсберг* – 100 %, перець солодкий сорту *Золото скіфів* – 96 %. Найменший скор за цією амінокислотою – у томатів сорту *Аполло* (58 %).

Ізолейцин здатен стабілізувати рівень цукру в крові, бере участь у синтезі гемоглобіну, розщеплює холестерин. При порівнянні амінокислотного скору досліджуваних овочів за ізолейцином виявлено, що баклажани мають найвищий показник – 117.5 %, а перець і томати майже не відрізняються між собою (65.0 і 62.5 % відповідно).

Лейцин особливо важливий для росту молодих організмів. При нестачі лейцину в їжі зменшується маса тіла. Амінокислотний скор лейцину найбільший у біофортифікованих баклажанів і перцю – 85.7 і 75.7 % відповідно; значно менший у томатів – 50.0 %.

Лізін нормалізує процес кровотворення, підтримує необхідний рівень крові. Його нестача призводить до виснаження м'язів і порушення кальцифікації кісток, зниження кількості еритроцитів. За амінокислотним скором лізину серед досліджуваних зразків вирізняються біофортифіковані баклажани – 100 %.

Метіонін у харчуванні дітей і підлітків забезпечує їх нормальний ріст і розвиток, а в харчуванні літніх людей є засобом для по-

передження ожиріння печінки та профілактики атеросклерозу. Амінокислотний скор метіоніну перцю солодкого, томатів і баклажанів становить 37.1 %.

Треонін відіграє важливу роль у розвитку організму людини. Амінокислотний скор досліджуваних біофортифікованих овочів за треоніном найбільший у баклажанів – 102.5 %, у перцю та томатах – 85.0 і 77.5 % відповідно.

Триптофан – фактор росту, тому особливо важливий у дитячому харчуванні. Для дорослих він теж необхідний, оскільки бере участь у процесі відновлення тканин організму. Амінокислотний скор триптофану в томатних овочах, вирощених із використанням добрива "Ріверм", перебуває на високому рівні: від 100 % – у баклажанів до 80 % – у томатах.

Фенілаланін виконує важливу функцію в роботі щитовидної залози. Він утворює ядро для синтезу тироксину, входить до складу більшості білків рослинних і тваринних тканин. Переважний скор за фенілаланіном мають біофортифіковані баклажани *Айсберг* (58.3 %). Менш цінним за фенілаланіном є білок томатів *Аполло* (амінокислотний скор 50.0 %) і перцю солодкого *Золото скіфів* (амінокислотний скор 21.6 %).

Висновки. Дослідні зразки біофортифікованих томатних овочів (перцю, томатів, баклажанів), під час вирощування яких використано органічне добриво "Ріверм", накопичують у своєму складі більшу кількість азотистих речовин (загального, білкового азоту, білка), ніж контрольні зразки.

Найбільшим вмістом незамінних амінокислот відрізняються біофортифіковані баклажани сорту *Айсберг* – 30.6 г/100 г білка, що становить 31 % загальної кількості амінокислот.

Вирощені овочі можна використовувати в дієтах, які розробляються з метою ефективного поєднання тваринного й рослинного білків для кращого засвоєння організмом здорової й хворої людини. Їх можна рекомендувати вегетаріанцям як більш цінне джерело рослинного білка, а також у безглютенових дієтах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Upadhyay J.* Crop bio fortification // SlideShare. — Way of access : WWW.URL: <http://www.slideshare.net/jaydevupadhyay7/crop-bio-fortification>. — Last access : 2016. — Title from the screen.
2. *Biotechnology and Biofortification* // International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applicatson / — Way of access : WWW.URL: <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/27>. — Last access : 2016. — Title from the screen.
3. *Дунаевский Г. А.* Овощи и фрукты в питании здорового и больного человека / Г. А. Дунаевский, С. Я. Попик. — К. : Здоровье, 1990. — 160 с.
4. ГОСТ 26889–86 (СТ СЭВ 5214–85). Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля. — Введ. 1987–01–01. — М. : Изд-во стандартов, 1986. — 8 с.

5. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова ; ред. А. И. Ермаков. — Л. : ВО "Агропромиздат" Ленинградское отд-ние, 1987. — 429 с.

Стаття надійшла до редакції 26.04.2016.

Deinychenko G., Yudicheva O. Nitrogen compounds in biofortified tomato vegetables.

Background. Biofortification is a strategic direction, the essence of which is in growing plant products of high nutritional value. Food plants are often biofortified with nutrients which deficiency in the diet is felt by the majority of the population – iron, zinc, carotene, folate, iodine, selenium, amino acids, and proteins. The use of vegetables together with animal products increases the digestibility of plant protein and improves their amino acid composition.

The aim of this work is to determine the content of nitrogen compounds in biofortified tomato vegetables grown with the use of liquid, organic, environmentally friendly fertilizer "Riverm".

Material and methods. Objects of research are biofortified tomato vegetables: peppers of *Scythian Gold* and *Ivanhoe* varieties, tomatoes of *Klondike* and *Apollo* varieties, eggplants of *Iceberg* and *Kherson* varieties. Reference samples are fresh vegetables that were grown according to the standard technology, without the use of the fertilizer.

Total nitrogen content was determined by the method of Kieldal [4], of protein nitrogen – by Barnshtein method [5], amino acid composition of proteins – according to the instructions to the analyzer of "Alpha Plus", the content of tryptophan – spectrophotometrically in alkaline hydrolyzate.

Results. It was proved that biofortified tomato vegetables can accumulate more protein and total nitrogen in their composition and are characterized with high protein content.

The greatest number of essential amino acids was found in biofortified eggplants of *Iceberg* variety – 30.6 g/100 g of protein, which is 31 % of the total amount. Amino acid score of isoleucine in eggplant variety *Iceberg* is 117.5 %, threonine – 102.5, valine, tryptophan and lysine – 100 % (Fig. 5).

Conclusion. Biofortified tomato vegetables can be used in diets that are designed to maximize effective combination of animal and vegetable protein for better absorption by the body of healthy and sick people. Also the grown vegetables can be recommended for vegetarians as a valuable source of vegetable protein.

Keywords: biofortification, protein, "Riverm", nitrogenous substances, amino acids, tomato vegetables.

REFERENCES

1. Upadhyay J. Crop bio fortification // SlideShare. — Way of access : WWW.URL: <http://www.slideshare.net/jaydevupadhyay7/crop-bio-fortification>. — Last access : 2016. — Title from the screen.
2. *Biotechnology and Biofortification* // International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applicatson / — Way of access : WWW.URL: <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/27>. — Last access : 2016. — Title from the screen.
3. Dunaevskij G. A. Ovoshhi i frukty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka / G. A. Dunaevskij, S. Ja. Popik. — K. : Zdorov'e, 1990. — 160 s.
4. GOST 26889–86 (ST SJeV 5214–85). Produkty pishhevye i vkusovye. Obshhie ukazaniya po opredeleniju soderzhanija azota metodom K'el'dalja. — Vved. 1987–01–01. — M. : Izd-vo standartov, 1986. — 8 s.
5. Ermakov A. I. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenij / A. I. Ermakov, V. V. Arasimovich, M. I. Smirnova-Ikonnikova ; red. A. I. Ermakov. — L. : VO "Агропромиздат" Ленинградское otd-nie, 1987. — 429 s.