

Дейниченко Г. В.,

д.т.н., проф., завідувач кафедри устаткування підприємств харчування, Харківський державний університет харчування і торгівлі, м. Харків

Юдічева О. П.,

к.т.н., доц. кафедри експертизи та митної справи, Вищий навчальний заклад Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі", м. Полтава

## ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАКОПИЧЕННЯ ЗАЛІЗА У БІОФОРТИФІКОВАНИХ ТОМАТНИХ ОВОЧАХ

**Анотація.** Мета статті полягає у вивченні особливостей накопичення заліза у вирощених з використанням стратегії біофортificaції томатних овочах. Зазначена стратегія у комплексі з іншими підходами підвищення біологічної цінності продуктів харчування здатна вирішити проблему дефіциту заліза в харчовому раціоні. За результатами проведеного дослідження особливостей накопичення заліза у томатних овочах (перці солодкому, баклажанах, томатах), які вирощували із застосуванням агрономічної біофортificaції за допомогою органічного добрива "Ріверм", було зроблено висновок, що всі досліджувані зразки томатних овочів містили більшу кількість заліза порівняно з контрольними зразками. Доведено доцільність використання біофортificaції томатних овочів, зокрема застосування під час їх вирощування органічного добрива "Ріверм", для отримання біозбагачених залізом овочів.

**Ключові слова:** біофортificaція, "Ріверм", залізо, овочі, біозбагачення.

Deynichenko G. V.,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Equipment for Food Enterprises, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv

Yudicheva O. P.,

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Expertise and Customs Business, Higher Educational Establishment of Ukoopspilka "Poltava University of Economics and Trade", Poltava

## STUDY OF FEATURES OF ACCUMULATION OF IRON IN BIOFORTIFIED TOMATO VEGETABLES

**Abstract.** The purpose of the article is to study the features of iron accumulation in cultivated with the use of strategy of biofortification in tomato vegetables. This strategy, in combination with other approaches, increases the biological value of food, can solve the problem of shortage of iron in the diet. The results of the research of features of iron accumulation in tomato vegetables (paprika, eggplant, peppers) which are grown with the use of agronomic biofortification using organic fertilizer "Riverm" show that all investigated samples of tomato vegetables contain a large amount of iron compared with control samples. The expediency of using biofortification of tomato vegetables, including application of organic fertilizer "Riverm" during their growing to get iron bioenriched vegetables was proved.

**Keywords:** biofortification, "Riverm", iron, vegetables, bioenrichment.

**Постановка проблеми.** До мікронутрієнтів, які на сьогодні фахівці ВООЗ відносять до групи критичних, тобто таких, яких найбільше не вистачає у щоденному раціоні людей із низьким рівнем життя, належать цинк, залізо і вітамін А. Дефіцит заліза дуже часто називають найбільш серйозною для здоров'я людей проблемою, його нестачу відчувають на собі близько двох мільярдів людей у різних країнах світу. Залізодефіцитна анемія має особливо негативний вплив на дітей, підлітків і жінок. Вона

стає причиною збільшення ризику інфекційних захворювань, смертності вагітних жінок під час пологів [1]. Залізо входить до складу гемоглобіну і метгемоглобіну і виконує кровотворну функцію. Крім того, залізо прискорює регенерацію крові та підвищує в ній вміст гемоглобіну та еритроцитів, має антирадіаційну дію, зберігає аскорбінову кислоту від руйнування і виведення. Також залізо входить до складу ферментів і виконує каталітичну функцію: бере участь у живленні та диханні тканин,

підтримує ріст окремих органів і організму в цілому, підвищує опірність організму фізичним навантаженням, бере участь у детоксикації “кров’яних” отрут (бензол, анілін). Основні причини дефіциту заліза – недостатній вміст заліза у продуктах харчування, мала абсорбція заліза, збільшення втрат заліза організмом людини. Добова потреба дорослих чоловіків у залізі складає 10 мг, а жінок – 18 мг (потреба вагітних жінок збільшується до 25 мг) [2]. Результати спостережень свідчать, що понад 50 % населення України харчується неякісно. Неповноцінне за кількісним і якісним складом, а також незбалансоване за енергетичною цінністю харчування сприяє розвитку аліментарних та аліментарно-залежних захворювань. Так, лише за офіційними оцінками, близько 9 % невагітних та 27 % вагітних жінок, 22 % дітей дошкільного віку в Україні мають анемію, у виникненні якої одним із найсуттєвіших факторів є дефіцит заліза [3]. Україна разом із іншими країнами світу прийняла “Всесвітню декларацію і Програму дій в галузі харчування”, відповідно до якої вона зобов’язується сприяти подоланню нестачі в харчовому раціоні незамінних мінеральних речовин і вітамінів. Вирішувати дану проблему рекомендують комплексно, з використанням всіх відомих напрямків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Біофортифікація – це нова стратегія, спрямована на подолання дефіциту мікронутрієнтів у продуктах харчування. Її метою є покращення поживних якостей рослин шляхом розробки оптимальних шляхів їх мінерального живлення (внесення добрив у ґрунт), використання прийомів традиційної селекції та завдяки створенню нових рослин за допомогою молекулярно-генетичних підходів [3]. Біофортифікація – це напрямок, завдяки якому можна підвищити біологічну цінність врожаїв різних сільськогосподарських культур. А споживання біофортифікованої продукції рослинництва здатне збагатити щоденний раціон важливими незамінними нутрієнтами. У світовій практиці відомі наступні біофортифікаційні проекти: біофортифікація залізом рису, бобів і солодкої картоплі; біофортифікація цинком пшениці, рису, бобів і солодкої картоплі; біофортифікація каротином солодкої картоплі, маїсу і маніоки. Біозбагачені культури не мають на меті стати єдиним джерелом рекомендованої добової кількості тієї чи іншої життєво важливої сполуки для людини, але їх задача – істотно скоротити дефіцит незамінних мікронутрієнтів. Відповідно до HarvestPlus – IZA – SU Projects [4] сільське господарство у багатьох країнах світу здатне забезпечити два економічно ефективних і стійких напрямки вирішення проблеми нестачі есенціальних мікронутрієнтів, у тому числі і заліза: виведення нових генотипів рослин із високою концентрацією заліза (генетичне підвищення біологічної цінності харчових продуктів) та застосування добрив, які містять потрібні мікронутрієнти, під час вирощування деяких культур, зокрема пшениці й рису (агрономічна біофортифікація). Оскільки безпечність вживання в їжу ГМО-продуктів підлягає сумніву, все більше уваги

приділяється агрономічній біофортифікації продукції рослинництва. Агрономічні підходи збільшення життєво важливих елементів у зернових культурах і овочах ґрунтуються на використанні спеціальних добрив із корисними добавками важливих мікронутрієнтів (зокрема, заліза і цинку). Ці добрива вносять у ґрунт або обприскують ними листя рослин [5]. На сьогодні залишаються недостатньо вивченими можливості розробленого в Україні добрива нового покоління, “Ріверма”, для біофортифікації продукції рослинництва. Під час виробництва цього добрива використовують підготовлену спеціальним чином воду, яка витягує біологічно активні й поживні речовини з біогумусу. “Ріверм” не містить жодних синтетичних компонентів, що гарантує його повну безпеку для рослин, тварин, людей; до його складу входить велика кількість поживних речовин, а також живі мікроорганізми. Використання “Ріверма” забезпечує стійкість рослин до посухи, створюючи високий осмотичний тиск у клітині [6].

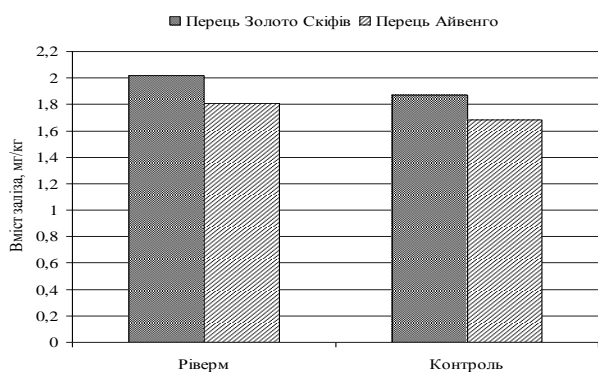
**Постановка завдання.** Мета статті – вивчити особливості накопичення заліза у біофортифікованих томатних овочах: солодкому перцю сортів Золото Скіфів і Айвенго, баклажанах сортів Айсберг і Херсонський, а також у томатах сортів Аполло і Клондайк, вирощених із застосуванням органічного добрива “Ріверм”; порівняти вміст заліза у біофортифікованих овочах і в овочах, вирощених без застосування органічного добрива “Ріверм” (контрольні зразки).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За результатами досліджень особливостей накопичення заліза у зразках перцю солодкого сортів Золото Скіфів і Айвенго, які вирощували із застосуванням органічного добрива “Ріверм”, було зроблено висновки, що біофортифіковані овочі містять більше заліза, ніж контрольні (рис. 1). Зокрема, біофортифікований перець сорту Золото Скіфів містить 2,02 мг/кг заліза (контроль – 1,87 мг/кг), а перець сорту Айвенго – 1,86 мг/кг (контроль – 1,73 мг/кг). У відсотках таке збільшення складає 7,4 % – для біофортифікованого перцю солодкого сорту Золото Скіфів і 7,0 % – для біофортифікованого перцю сорту Айвенго.

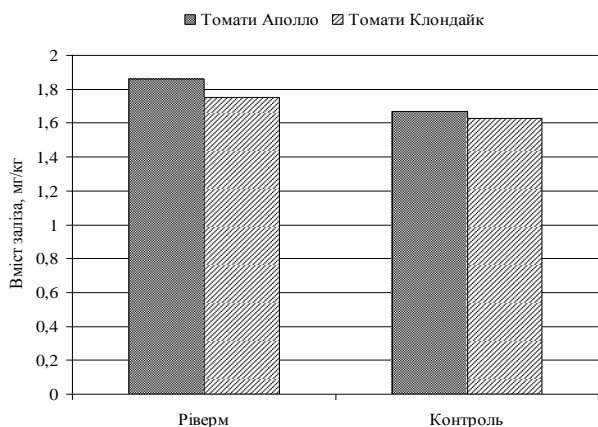
Томати сорту Аполло, які вирощували з використанням органічного, екологічно безпечного добрива “Ріверм”, мають у своєму складі 1,86 мг/кг заліза, що на 0,19 мг/кг більше, ніж у контрольних зразках. Подібна тенденція збереглася і під час дослідження вмісту заліза в томатах сорту Клондайк. Біофортифіковані зразки томатів сорту Клондайк містять 1,75 мг/кг заліза (контроль – 1,63 мг/кг) (рис. 2). У відсотках збільшення вмісту заліза в біофортифікованих томатах сорту Аполло знаходиться на рівні 10,3 %, а в томатах сорту Клондайк – 6,9 %.

Баклажани сорту Айсберг, вирощені із застосуванням добрива “Ріверм”, містять 1,86 мг/кг заліза (контроль – 1,70 мг/кг), а баклажани сорту Херсонський – 1,78 мг/кг (контроль – 1,62 мг/кг). Як і у випадку з біофортифікованими томатами і перцем

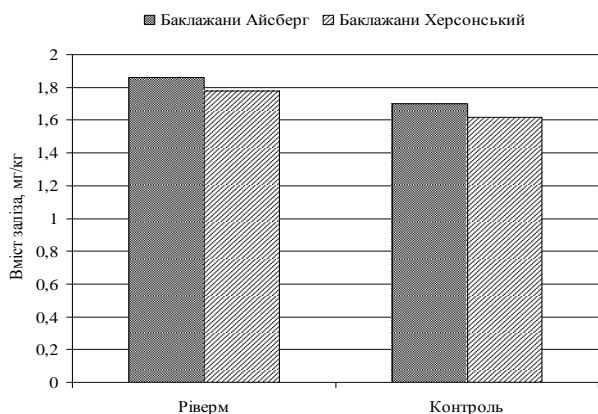
солодким, досліджувані зразки накопичили у своєму складі на 0,16 мг/кг більше заліза порівняно з контрольними зразками овочів. У відсотках збільшення знаходиться на рівні близько 8,6 і 9 % залежно від сорту (рис. 3).



**Рис. 1. Вміст заліза у досліджуваних зразках перцю солодкого**



**Рис. 2. Вміст заліза у досліджуваних зразках томатів**



**Рис. 3. Вміст заліза у досліджуваних зразках баклажанів**

Отже, спостерігалось збільшення вмісту заліза у всіх досліджуваних зразках біофортифікованих томатних овочів (перцю солодкого сортів Золото скіфів і Айвенго, томатів сортів Аполло і Клондайк, баклажанів сортів Айсберг і Херсонський), порівняно з овочами, вирощеними за стандартною техно-

логією. Біофортифіковані продукти харчування, на відміну від промислово збагачених (із великою кількістю вітамінів і мінеральних речовин), не можуть відразу забезпечити споживача всіма потрібними сполуками, але вони можуть допомогти мільйонам людей подолати ту мінімальну межу, за якою "прихований голод" не буде проявлятися так гостро. Оскільки дефіцит заліза має негативний вплив на здоров'я людей, то біофортифіковані за допомогою "Ріверма" томатні овочі здатні сприяти вирішенню цієї проблеми.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Агрономічну біофортифікацію, яка може стати передумовою природного біозбагачення, все частіше використовують у світі для збільшення вмісту життєво необхідних мікроелементів, зокрема цинку і заліза, в зернових культурах. Досліджена ефективність використання спеціальних добрив для збільшення вмісту мінеральних сполук у зерні пшениці, рису, кукурудзи. Досліджена ефективність використання спеціальних добрив для збільшення вмісту мінеральних сполук у зерні пшениці, рису, кукурудзи. На сьогодні експерименти з пшеницею проведено у чотирьох країнах (Китай, Пакистан, Туреччина, Індія), з рисом – в Китаї, Індії, Туреччині й Таїланді, а з кукурудзою – в п'яти країнах (Китай, Бразилія, Зімбабве, Туреччина, Мозамбік) [5]. За результатами досліджень було зроблено висновок про те, що досліджувані зернові культури, які вирощували з внесенням спеціальних добрив, накопичували більшу кількість мінеральних речовин в ендоспермі й алейроновому шарі зерна, ніж вирощені без їх застосування.

Нами було проведено дослідження вмісту заліза у біофортифікованих томатних овочах (перці солодкому, баклажанах, томатах). Зокрема, вміст заліза визначали у томатних овочах, під час вирощування яких було використано агрономічну біофортифікацію за допомогою екологічно безпечного органічного добрива нового покоління – "Ріверма". Під час порівняння отриманих даних було зроблено висновок, що всі досліджувані зразки біофортифікованих томатних овочів містили більшу кількість заліза порівняно з контрольними зразками (вирощеними без використання "Ріверма"). У відсотках таке збільшення складає 7,0-7,4 % – для біофортифікованого перцю б.

Оскільки результати досліджень стосувалися лише окремих ботанічних сортів томатних овочів, то перспектива подальших досліджень полягає у вивченні дії даного органічного добрива на овочі інших ботанічних сортів, вирощені на різних ґрунтах, з урахуванням особливостей кліматичних умов та специфіки вирощування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. World Declaration on Nutrition [Electronic resource] / FAO Corporate Document Repository // Accessed mode: <http://www.fao.org/docrep/u9920t/u9920t0a.htm>.
2. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування / Н. М. Зубар. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.

3. Постанова Президії Національної академії наук від 8 червня 2011 року № 189 “Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми “Біофортіфікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.licasoft.com.ua/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=647009&menu=807115>.

4. Cakmak Ismail. HarvestPlus – IZA – SU Projects. Sabanci University [Electronic resource] / Ismail Cakmak // Accessed mode: <http://myweb.sabanciuniv.edu/cakmak/harvestplus-iza-su-projects>.

5. Philip J. Whitel, Martin R. Broadley. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine / Philip J. Whitel, Martin R. Broadley // *New Phytologist*. – 2009. – April. – P. 49-84.

6. Козак В. В. Принципы экологически безопасного земледелия / В. В. Козак. – К. : МЭФ “AQUA-VITAE”, 2009. – 38 с.

#### REFERENCES

1. World Declaration on Nutrition [Electronic resource] / FAO Corporate Document Repository [Online], available at: <http://www.fao.org/docrep/u9920t/u9920t0a.htm> / – 03.04.2014. (Accessed 05 Nov 2015).

2. Zubar, N. M. (2010), *Osnovy fiziologii i gigiieny kharchuvannia* [Bases of physiology and hygiene of

feed], Izdatel'stvo “Centr uchbovii literaturi” Kiev, Ukraine.

3. Postanova Prezydii Natsionalnoi akademii nauk vid 8chervnia 2011 roku № 189 “Pro shvalennia proectu Kontseptsii Derzhavnoi naukovu-tehnichnoi program “Biofortuficatsiia ta funktsionalni product na osnovi roslynnoi syrovyny na 2012-2016 roky” [Resolution of the Presidium of the National Academy of Sciences of June 8, 2011 № 189 "On Approval of the Concept of the State Scientific and Technical Program "Biofortification and functional products based on vegetable raw materials for 2012-2016." ] [Online], available at: <http://www.licasoft.com.ua/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=647009&menu=807115>. (Accessed 02 Nov 2015).

4. Cakmak, Ismail (2012). “HarvestPlus – IZA – SU Projects. Sabanci University” [Online], available at: <http://myweb.sabanciuniv.edu/cakmak/harvestplus-iza-su-projects>.(Accessed 05 Nov 2015).

5. Philip J. Whitel, Martin R. Broadley (2009), “Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine”, *New Phytologist*, April, pp. 49-84.

6.Kozak, V.V. (2009), *Printsipy ekologicheski bezopasnogo zemledeliiia*. [Principles of ecologically safe agriculture], Izdatel'stvo ”MEF “AQUA-VITAE”, Kiev, Ukraine.