

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО



DMYTRO MOTORYNI TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



ПРАЦІ

Таврійського державного
агротехнологічного університету

Технічні науки

PROCEEDINGS OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Technical sciences

*Виходить 3 рази на рік
Видається з 1998 р.*

Випуск 25, том 2
Issue 25, volume 2

WEB: <https://oj.tsatu.edu.ua>

DOI: 10.32782/2078-0877-2025-25-2



Видавничий дім
«Гельветика»
2025



УДК [631.3+621.3+004+663/664]

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. Вип. 25, т. 2. 270 с.

ISSN 2078-0877

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського

Головний редактор

Кюрчев В. М., чл.-кор. НААН України,
д-р техн. наук, проф. (Україна)

Editor in chief

Kyurchev V., corresponding member of NAAS of Ukraine,
Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Заступники головного редактора

Надикто В. Т., чл.-кор. НААН України, д-р техн. наук,
проф. (Україна)
Панченко А. І., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Deputy editors in chief

Nadykto V., corresponding member of NAAS of Ukraine,
Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Panchenko A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Відповідальний секретар

Волошина А. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Executive secretary

Voloshina A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Технічний секретар

Погорельцева Д. О. (Україна)

Technical secretary

Pogoreltseva D. (Ukraine)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Белосев Христо, д-р техн. наук, проф. (Болгарія)
Даманаускас Відас, д-р техн. наук, проф. (Литва)
Івановс Семенс, д-р техн. наук (Латвія)
Ольт Юрі, PhD, д-р техн. наук, проф. (Естонія)
Паскуцці Сімоні, PhD, доц. (Італія)
Финдура Павол, PhD, проф. (Словакія)
Вершков О. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Дідур В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Журавель Д. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кувачов В. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кюрчев С. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Скляр О. Г., канд. техн. наук, проф. (Україна)
Скляр Р. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Тітова О. А., д-р пед. наук, проф. (Україна)

SECTORAL MACHINE BUILDING

Beloev Hristo, Dr. Sci. Tech., Prof. (Bulgaria)
Damanauskas Vidas, Dr. Sci. Tech. (Lithuania)
Ivanovs Semjons, Dr. Sci. Tech. (Latvia)
Olt Jüri, PhD, Dr. Sci. Tech., Prof. (Estonia)
Pascuzzi Simone, PhD, Assoc. Prof. (Italia)
Pavol Findura, PhD, Prof. (Slovakia)
Vershkov O, Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Didur V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Zhuravel D., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kuvachov V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kiurchev S., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Sclyar O., Cand. Sci. Tech, Prof. (Ukraine)
Sclyar R., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Titova O., Dr. Sci. Ped., Prof. (Ukraine)

**ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

Шафранець Анджей, д-р техн. наук, проф. (Польща)
Кавакзех Мохаммед, PhD, проф. (Йорданія)
Бур'ян С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Галько С. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Карпалюк І. Т., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Квітка С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Кузнєцов М. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Лисенко О. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мірошник О. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мороз О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Плюгін В. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)

**ELECTRICAL POWER ENGINEERING,
ELECTRICAL ENGINEERING AND
ELECTROMECHANICS**

Szafraniec Andrzej, Dr. Sci. Tech., Prof. (Poland)
Qawaqzeh Mohamed, PhD, Prof. (Jordan)
Burian S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Halko S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Karpaliuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kvitka S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kuznietsov M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lysenko O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Miroshnyk O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Moroz O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pliuhin V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

Гавриленко С. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гнатушенко В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гумен О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Дашкевич А. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Лубко Д. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Ляковська С. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Малкіна В. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мацулевич О. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Холоднік Ю. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Яблонський П. М., канд. техн. наук, доц. (Україна)

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Євлаш В. В., д-р техн. наук проф. (Україна)
Ломейко О. П., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Паламарчук І. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пилипенко Л. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пріс О. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Самойчук К. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Сердюк М. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Ялпачик В. Ф., д-р техн. наук, проф. (Україна)

ПРАЦІ

**Таврійського державного
агротехнологічного університету**

Випуск 25, том 2

Засновник

Таврійський державний агротехнологічний
університет імені Дмитра Моторного

Заснований у 1998 році

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа:
Рішення Національної ради України з питань телебачення і
радіомовлення № 1673 від 23.05.2024 року.

Ідентифікатор медіа: R30-04777.

Суб'єкт у сфері медіа – Таврійський державний
агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
(просп. Богдана Хмельницького, буд. 18, м. Мелітополь
Запорізької обл., 72312, office@tsatu.edu.ua,
тел. (099) 614-83-02).

Виходить 3 рази на рік

Рекомендовано до друку вченою радою
Таврійського державного агротехнологічного
університету імені Дмитра Моторного
Протокол № 10 від 27.05.2025 р.

Відповідно до наказу МОН від 17.03.2020 № 409 видання
включено до Переліку наукових фахових видань України
категорії Б за спеціальностями: F3 Комп'ютерні науки,
G11 Машинобудування (за спеціалізаціями), G3 Електрична
інженерія, G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією),
G13 Харчові технології

Адреса редакції

Юридична: 72312, Запорізька обл.
м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
Фактична: 69600, Запорізька обл. м. Запоріжжя,
вул. Жуковського, 66
<https://oj.tsatu.edu.ua>,
DOI: 10.32782/2078-0877-2025-25-2

COMPUTER SCIENCES

Havrylenko Ye., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Hnatushenko V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Humen O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Dashkevych A., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Lubko D., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Liaskovska S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Malkina V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Matsulevych O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kholodniak Y., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Yablonskyi P., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)

FOOD TECHNOLOGIES

Deynichenko G., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Evlash V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lomeiko O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Palamarchuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pylypenko L., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Priss, O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Samoichuk K., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Serdyuk M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Yalpachik V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**PROCEEDINGS OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

Issue 25, volume 2

Founder

Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University

Founded in 1998

Print media registration: Decision of the National Council
of Ukraine on Television and Radio Broadcasting
No. 1673 as of 23.05.2024. Media ID: R30-04777.

The media entity is Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University (72312, Zaporizhzhia region,
Melitopol, 18, B. Khmelnytskyi Ave,
office@tsatu.edu.ua, tel. (099) 614-83-02).

Published 3 times a year

Recommended for publication by the Academic
Board of Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University
Record No. 10, dated May 27, 2025

According to the Order of the MES of Ukraine as of 17.03.2020,
No. 409, the journal is included in the List of professional
scientific editions of Ukraine (category "B") in the following
specialties: F3 Computer Sciences, G11 Mechanical Engineering
(by specialization), G3 Electrical Engineering, G4 Energy
Production (by specialization), G13 Food Technology

Address of the Editorial office

Legal adress: 72312, Zaporizhzhia region
Melitopol, 18, B. Khmelnytskyi Ave.

Actual address: 69600, Zaporizhzhia region Zaporizhzhia, 66,
Zhukovskiy Str.
<https://oj.tsatu.edu.ua>,
DOI: 10.32782/2078-0877-2025-25-2

© Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, 2025

ЗМІСТ

ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВО (ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ)

<i>В. Б. Гулевський, Ю. О. Постол</i> УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	10
<i>К. В. Демченко, О. М. Піскарьов, А. О. Панов, С. В. Галько, А. І. Середа</i> ПІДТРИМАННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ СПОЖИВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	16
<i>І. Т. Карпалюк, В. М. Баженов, М. М. Одєгов, О. О. Горюн</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ МІСЦЕВИХ ЛІНІЙ	31
<i>Є. О. Кауркін</i> НИЗЬКА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ТЕПЛОПОСТАЧАЮЧОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	37
<i>В. М. Козін, О. Ю. Савойський, Г. В. Барсукова, Т. С. Вольвач, О. В. Рясна, А. Ю. Марченко</i> СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ГЕЛІОПАНЕЛЕЙ.....	45
<i>О. В. Лука</i> ВПЛИВ МЕЖЕВИХ ЗНАЧЕНЬ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	54
<i>О. О. Мірошник, В. Г. Пазій, Д. Г. Миргород, С. В. Галько, Р. О. Ганус</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ПРИСТРОЮ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ РС830-ДЗ КОМПАНІЇ «РЗА СИСТЕМЗ» З ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ ТА СУЧАСНИМИ ЦИФРОВИМИ АНАЛОГАМИ.....	62
<i>Р. В. Оксенич, С. В. Галько, А. І. Середа, С. А. Попадченко, Д. М. Зеленков</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЛІТІЙ-ЗАЛІЗО-ФОСФАТНИХ ТА НАТРІЙ-ІОННИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ.....	71
<i>Р. В. Оксенич, О. О. Мірошник, О. М. Мороз, С. В. Галько, С. А. Попадченко</i> МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КУТА НАХИЛУ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	82
<i>І. М. Трунова, А. І. Середа, О. А. Савченко, С. В. Галько, С. А. Попадченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ЖИЛИ КАБЕЛЮ.....	89
<i>І. М. Трунова, А. І. Середа, О. А. Савченко, С. А. Попадченко, С. В. Галько</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА МОДЕЛЬ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ІЗ ЗАМІНОЮ ОБМОТОК	98

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

<i>О. О. Вершков, О. Є. Мацулевич, М. В. Супрун, І. Р. Тетервак</i> МОДЕЛЮВАННЯ КУЛАЧКІВ ЗУБОЗАТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ.....	106
--	-----

<i>Є. А. Гавриленко, О. Є. Мацулевич, А. П. Чаплінський, І. Р. Тетервак, М. В. Супрун</i> ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КОРПУС РОЗПОДІЛЮВАЧА».....	111
<i>О. О. Дереза, О. Є. Мацулевич, Г. В. Антонова, О. Ю. Михайленко</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОФІЛЮВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНИХ ФРЕЗ БЕЗ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ.....	120
<i>D. Lubko, Yu. Sitsylitsyn</i> FEASIBILITY AND METHODS OF DESIGNING DIGITAL PLATFORMS FOR FARMING.....	127
<i>О. Є. Мацулевич, О. О. Вершков, А. П. Чаплінський, М. В. Супрун</i> МОДЕЛЮВАННЯ МОСТОПОДІБНИХ ПРОТЕЗІВ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ DENTCAD.....	134

МАШИНОБУДУВАННЯ (ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЯМИ)

<i>Г. І. Дашивець, О. В. В'юник</i> ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ РОБОЧОЇ СИЛИ НА ЯКІСТЬ РЕМОНТУ МАШИН.....	141
<i>G. Deynichenko, D. Dmytrevskiy, D. Honchar, V. Chervonyi, D. Horielkov</i> REVIEW AND ANALYSIS OF MEMBRANE JUICE PROCESSING IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES.....	148
<i>О. О. Ковальов, К. О. Самойчук, Б. В. Болтянський, В. Б. Гулевський, І. С. Панов</i> УПРОВАДЖЕННЯ КУЛЬТУРИ СОРТУВАННЯ СМІТТЯ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПОЗИТИВНИЙ ДОСВІД РОЗВИНЕНИХ КРАЇН.....	157
<i>О. С. Ковязін, І. О. Чижиков, О. О. Дереза</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.....	163
<i>С. В. Коробка, Б. В. Болтянський, Р. В. Скляр, І. Г. Стукалець, Р. Б. Шеремета</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ СИСТЕМИ «ФОТОМОДУЛЬ – АКУМУЛЯТОР».....	170
<i>В. П. Кувачов, В. М. Дружич, С. О. Шевченко, К. О. Зеленов</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАВІСНОГО ЗНАРЯДДЯ НА РОЗПОДІЛ НАВАНТАЖЕННЯ МІЖ КОЛЕСАМИ БАГАТОВІСНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ	185
<i>Н. О. Паляничка, О. О. Червоткіна, О. О. Ковальов</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДИСПЕРГУВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ З ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	193
<i>А. І. Панченко, А. А. Волошина, І. А. Панченко, В. Б. Мітков, А. А. Волошин</i> СТАБІЛІЗАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОПРИВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАСИВНИХ ГАСНИКІВ ПУЛЬСАЦІЙ.....	200
<i>К. О. Самойчук, Є. Р. Прісс</i> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОТОРНИХ ДИСПЕРГАТОРІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГОМОГЕННИХ БІЛКОВИХ СТРУКТУР.....	212

<i>К. О. Самойчук, В. А. Самохвал</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ВІДХОДІВ ПРОВІЮВАННЯ СОНЯШНИКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗМІННИХ ШНЕКІВ.....	220
---	-----

<i>О. О. Червоткіна, О. П. Прокопенко, Н. О. Паляничка</i> ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПАЛИВНИХ ПЕЛЛЕТ ІЗ ДЕРЕВИНИ ЛИСТЯНИХ ПОРІД.....	228
---	-----

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Н. В. Будник, О. В. Калашник, А. П. Кайнаш, В. О. Назаренко, В. М. Юхно</i> БЕЗПЕЧНІСТЬ СУМІШЕЙ МОЛОЧНИХ СУХИХ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	232
--	-----

<i>Л. П. Король-Безпала, І. Ф. Безпалій, А. П. Король, Л. В. Бондаренко, С. А. Наріжний</i> АНАЛІЗ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ АРАХІСУ, ЩО РЕАЛІЗУЄТЬСЯ В ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ.....	239
---	-----

<i>Р. Ю. Кравченко, І. Я. Стадник, В. А. Піддубний, Я. В. Євчук</i> МОДИФІКАЦІЯ БУРЯКОВОГО КВАСУ РОСЛИННОЮ СИРОВИНОЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ТІСТА ТА ХЛІБА.....	246
--	-----

<i>М. Є. Сердюк, В. М. Бандура, С. Л. Олюніна, Т. О. Колісніченко</i> ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВО-ЯГІДНОГО ПЮРЕ-ОСНОВИ ДЛЯ НАПОЇВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ.....	254
---	-----

<i>Н. М. Стукальська, Т. А. Осьмак</i> ТЕХНОЛОГІЯ ДЕСЕРТНИХ СТРАВ ЯПОНСЬКОЇ КУХНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛОКАЛЬНОЇ СИРОВИНИ.....	262
---	-----

DOI <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-2-29>

УДК 664.8:634.58:543.6

Л. П. Король-Безпала¹, канд. с.-г. наукІ. Ф. Безпалій¹, канд. с.-г. наукА. П. Король¹, канд. с.-г. наукЛ. В. Бондаренко¹, канд. вет. наукС. А. Наріжний¹, канд. техн. наук

ORCID: 0000-0002-4362-3166

ORCID: 0000-0002-1038-1244

ORCID: 0000-0001-8079-7088

ORCID: 0000-0003-3751-9140

ORCID: 0000-0001-5478-3221

¹ Білоцерківський національний аграрний університет

e-mail: lesy25@ukr.net

АНАЛІЗ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ АРАХІСУ, ЩО РЕАЛІЗУЄТЬСЯ В ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ

Анотація. Сьогодні у більшості українців спостерігається дисбаланс раціонів за білками, мінералами, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами та іншими поживними речовинами. Кожного дня людина, урахувавши її вік, рівень фізичної активності та вплив низки інших чинників, потребує деякої кількості калорій, які може отримати завдяки вживанню корисних харчових продуктів. Разом з енергією через їжу в організм надходять також важливі речовини: жири, білки, вуглеводи, вітаміни, харчові волокна, мінерали, пробіотики, біофлавоноїди. Перспективною сировиною для поповнення організму всіма необхідними поживними речовинами, які необхідні для підтримки здоров'я, є арахіс. У статті представлено результати дослідження мінерального складу арахісу виробників *Felix Peanuts*, *Козацька Слава*, *Big Bov*, що реалізуються в торговельних мережах України. Дослідження проводилися в умовах лабораторії ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок (м. Львів). Уміст NH_4 , K, Na, Mg, Ca, S, P визначали за допомогою методики, викладеною у рекомендаціях за редакцією І.Я. Коцюмбаса за допомогою капілярного електрофорезу. Виявлено, що у складі арахісу жареному солоному міститься Амонію від 557,4 до 946,7 мг/100 г, Калію – від 816,8 до 877,6 мг/100 г, Натрію – від 33,0 до 59,0 мг/100 г, Магнію – від 203,6 до 225,2 мг/100 г, Кальцію – від 68,1 до 96,6 мг/100 г, Сульфур – від 490,0 до 560,0 мг/100 г, Фосфору – від 270,0 до 290,0 мг/100 г. Перспективними дослідженнями є вивчення амінокислотного складу в арахісі жареному солоному різних виробників.

Ключові слова: арахіс смажений солоний, мінеральний склад, дослідні зразки, харчовий продукт, виробники арахісу, здоров'я.

Постановка проблеми. Раціон людини сьогодення представлений багатогранним різноманіттям продуктів харчування рослинного походження (зернових, злакових та бобових, овочі та фрукти, спеції та приправи, горіхи та насіння), тваринного походження (молоко, м'ясо, яйця та продукти їх переробки) та гідробіонтів (риба, морепродукти, водорості тощо).

Останнім часом спостерігається зростання тенденції до здорового харчування, вегетаріанства, веганства та вживання різних органічних і безглютенових продуктів [1–3].

У населення час від часу змінюються харчові вподобання, але все більше споживачів вибирають якісні та безпечні продукти, які позитивно впливають на їхнє здоров'я. А тому виникає потреба у дослідженнях харчової цінності популярних продуктів. Одним із таких продуктів є арахіс, який найчастіше вживають у смаженому та підсоленому вигляді [4; 5].

Арахіс відноситься до родини бобових, насіння якого вирощують переважно для харчування. Його плоди містять у своєму складі велику кількість білків, вуглеводів, жирів, клітковини, мінералів різного характеру та певну кількість вітамінів різних груп завдяки основним властивостям у багатьох країнах світу використовується в приготуванні різних страв.

Проте арахіс є ще й алергеном для деяких людей, через що його слід уживати з обережністю, ураховуючи індивідуальні реакції, а тому дорослим рекомендується з'їдати трохи більше 30 г плодів на день [6–8].

Натомість, незважаючи на популярність даного продукту, існує недостатня кількість наукових досліджень щодо впливу термічної обробки та додавання солі на мінеральний склад ядер арахісу. Мінеральні речовини позитивно впливають на нормальне функціонування організму людини, а їх певний уміст виокремлює біологічну цінність самого харчового продукту.

Таким чином, аналіз мінерального складу смаженого солоного арахісу є актуальним із погляду його поживності та визначає можливі зміни, що відбуваються у процесі технологічної обробки. Це дає змогу поглибити наукові уявлення про якість даного продукту та сприятиме формуванню рекомендацій для споживачів і виробників [9; 10].

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні арахіс є однією з найбільш поширених та улюблених культур, яку культивують по всьому світі: урожайність варіюється приблизно від 2 до 4 т/га (в Україні – від 0,5 до 1 т/га) [9; 11; 12].

За обсягом світового виробництва за період 2023–2024 рр. вирощування арахісу становило 51,318 млн т, де найбільші країни-виробники: США (2,9 млн т), Індія (7,1 млн т), Китай (19 млн т), Нігерія (4,3 млн т), Судан (2 млн т) та інші регіони (рис. 1) [13; 14].

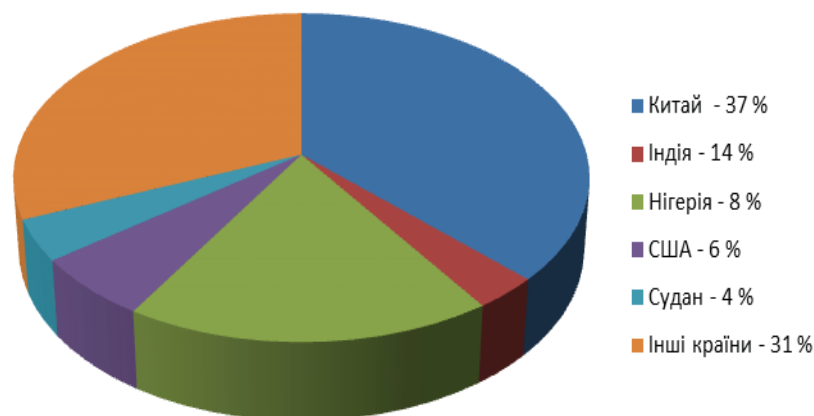


Рис. 1. Світове виробництво арахісу

У 2023–2024 рр. світовий попит на арахіс зріс порівняно з попередніми роками. Україна не забезпечує свої потреби, а тому імпортує здебільшого з країн Південної Америки.

Наукові дані, отримані впродовж останніх років, підтверджують, що арахіс, оброблений шляхом смаження та соління, зберігає значну частину мікро- і макроелементів, проте зазнає змін у своєму складі. Зокрема, вміст таких мінеральних елементів, як магній, фосфор, калій і цинк, залишається на відносно високому рівні навіть після термічної обробки [13; 15; 16].

Інформація, оприлюднена у Nutridex та FoodData Central, указує на те, що у 100 г смаженого солоного арахісу міститься у середньому така кількість мінеральних елементів: калій – 810 мг, фосфор – 410 мг, магній – 180 мг, кальцій – 37 мг, натрій – понад 400 мг, цинк – 2,9 мг, мідь – 0,54 мг, марганець – 1,9 мг, селен – 4 мкг [16; 17].

Наявність високих концентрацій мікроелементів, таких як цинк, мідь та марганець, свідчить про потенційну антиоксидантну активність арахісу та його сприятливий вплив на імунну систему й метаболічні процеси. У дослідженнях, опублікованих у журналі *Biomedical and Chemical Research Journal*, відзначено, що процес смаження може спричинити незначне зни-

ження концентрації окремих елементів, зокрема заліза та магнію, унаслідок дії високої температури та окислювальних реакцій [18].

Додавання кухонної солі значно підвищує уміст натрію, що має значення під час оцінки харчової безпеки для осіб із серцево-судинними захворюваннями, гіпертензією або хронічною нирковою недостатністю [19]. Таким чином, хоча смажений солоний арахіс зберігає високу біологічну цінність, його вживання повинно бути поміркованим, особливо для людей групи ризику.

Порівняльний аналіз з іншими горіхами (волоський горіх, мигдаль, кеш'ю) свідчить, що арахіс займає провідні позиції за вмістом магнію, фосфору та марганцю, що дає змогу класифікувати його як функціональний харчовий продукт із вираженим мінеральним потенціалом [20].

Формування мети статті. Метою дослідження є встановлення мінерального складу арахісу, що реалізується в торговельних мережах України.

Для дослідження були придбані зразки арахісу смаженого солоного, які продаються в різних торговельних мережах таких виробників: *Felix Peanuts*, *Козацька Слава*, *Big Bob* (рис. 2).



Рис. 2. Дослідні зразки арахісу

Лабораторні дослідження проводили в Державному науково-дослідному контрольному інституті ветпрепаратів та кормових добавок (м. Львів).

Уміст мінеральних елементів у 100 г арахісу визначали за описаною методикою у рекомендаціях за редакцією І.Я. Коцюмбаса за допомогою капілярного електрофорезу [21; 22].

Основна частина. Арахіс є багатим джерелом різних мінералів, які безпосередньо відіграють важливу роль у підтримці здоров'я.

Магній (Mg) відіграє багатогранну роль та є ключовим для роботи м'язів і нервів, а також підтримки імунної системи. Дефіцит магнію виражається у розширенні периферичних судин, прискореному пульсі та гіперемії.

Фосфор (P) важливий для формування кісток та зубів, а також для енергетичних перетворень в організмі. Він є частиною нуклеїнових кислот, ліпідів, протеїнів, гормонів, вітамінів, вуглеводів, ензимів. Нестача фосфору сприяє зменшенню концентрації неорганічного фосфору в сироватці крові.

Калій (K) сприяє регулюванню артеріального тиску, рівновазі рідини та діяльності м'язів, передаванню нервових імпульсів. Він головний катіон у внутрішньоклітинному просторі.



За дефіциту калію сповільнюється розвиток, фіксуються збої у роботі серця, погіршується бажання їсти, з'являється слабкість у тілі та інші негативні наслідки [23–26].

Кальцій (Ca) важливий для міцності кісток і зубів, а також для функціонування серця та м'язів. Майже третина всіх мінеральних елементів організму належить кальцію, який є одним із найпоширеніших мінералів у природі. За дефіциту кальцію виникає багато захворювань.

Амоній (NH₄) є позитивно зарядженою іонною формою аміаку і важливим постачальником азоту для рослин. В організмах амоній може утворюватися під час розпаду білків та амінокислот. Він є джерелом нітрогену, який забезпечує існування амінокислот.

Сульфур (S) є важливим елементом для всіх живих організмів, бо входить до складу амінокислот та вітамінів. Також відіграє ключову роль у метаболізмі й синтезі білків. Сульфур присутній у багатьох природних формах (сульфіди, сульфати, органічні сполуки). Дефіцит Сульфуру має великий вплив на метаболічні процеси.

Натрій (Na) – важливий електроліт, який регулює баланс рідини в організмі та бере участь у передачі нервових імпульсів. До організму натрій здебільшого потрапляє у вигляді хлориду натрію. За нестачі елемента відбувається зниження буферності крові, а також відбуваються окислювальні процеси [25; 27–29].

Усі ці мінеральні елементи мають велике значення як для рослин, так і для тварин і людей, оскільки вони беруть участь у великій кількості біохімічних процесів.

Результати досліджень умісту мінеральних речовин в арахісі смаженому солоному різних виробників наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Уміст мінеральних речовин в арахісі смаженому солоному, мг/100 г, $M \pm m$, $n = 3$

№ п/п	Показники	Виробники арахісу		
		Felix Peanuts	Козацька Слава	Big Bov
1	NH ₄ (амоній)	557,4 ± 0,23	675,1 ± 0,21	916,7 ± 0,19*
2	K (калій)	877,6 ± 0,04	816,8 ± 0,05	850,8 ± 0,04
3	Na (натрій)	37,0 ± 0,05	59,0 ± 0,05*	33,0 ± 0,03
4	Mg (магній)	228,5 ± 0,03	203,6 ± 0,04	225,2 ± 0,02
5	Ca (кальцій)	96,6 ± 0,18	68,1 ± 0,17	71,2 ± 0,16
6	S (сульфур)	510,0 ± 0,02	490,0 ± 0,01	560,0 ± 0,04
7	P (фосфор)	270,0 ± 0,04	280,0 ± 0,05	290,0 ± 0,05

Примітка: * $P \leq 0,05$

Експериментально встановлено, що арахіс смажений солоний має дуже великий мінеральний склад.

Найбільший уміст амонію виявлений у зразках арахісу *Big Bov*, який становить 916,7 мг/100 г. Також виявлено, що у зразках арахісу *Felix Peanuts* уміст цього елемента найменший порівняно з іншими дослідними зразками і становив 557,4 мг/100 г, що на 39,2% менше, ніж у арахісу *Big Bov*. Установлено, що вміст амонію арахісу *Козацька Слава* на 26,4% менший, аніж у *Big Bov*.

Необхідно відзначити, що вміст калію був найбільший у дослідних зразках горіхів фірми *Felix Peanuts* і становив 877,6 мг/100 г, що на 6,9% більше за показник в арахісі *Козацька Слава*. Також було встановлено, що вміст калію у продукті *Big Bov* був нижчим, аніж у *Felix Peanuts*, на 3,1%.

Також експериментально встановлено, що в арахісі смаженому солоному знаходиться великий уміст натрію. В арахісі *Козацька Слава* була найбільша кількість елемента, цей показник становив 59,0 мг/100. Порівнюючи з продукцією *Felix Peanuts* та *Big Bov*, показник був більшим відповідно у 1,6 та 1,8 рази.

Дослідження показали, що вміст магнію на 100 г продукту був найбільший у зразках горішків *Felix Peanuts* та становив 228,5 мг. Відповідно горішки *Козацька Слава* на 10,9% мали нижчий уміст елемента порівняно з арахісом *Felix Peanuts* – 203,6 мг. Аналогічно на 1,5% встановлено нижчий уміст магнію у продукті *Big Bov*.

Виявлено, що вміст кальцію був найбільший у зразках арахісу *Felix Peanuts* і становив 96,6 мг/100 г. Показник переважав результати, отримані у зразках виробників *Козацька Слава* і *Big Bov*, відповідно 29,5% та 26,3%.

Уміст Сульфуру на 100 г продукту був найбільший у зразках арахісу фірми *Big Bov* – 560,0 мг. Найнижчий показник результатів досліджень був у горішках *Козацька Слава* – 490,0 мг, різниця між ними становила 12,5%. Відповідно показник Сульфуру в арахісі фірми *Felix Peanuts* – 510 мг, що на 8,9% був менший, аніж в арахісі *Big Bov*.

Експериментально встановлено, що найбільша кількість фосфору була в арахісі смаженому солоному *Big Bov*, яка становила 290,0 мг мг/100. Показник переважав горішки зразків фірми *Felix Peanuts* та *Козацька Слава* на 6,9% і 3,5%.

Також було проведено графічний опис згідно з установленими результатами (рис. 3).

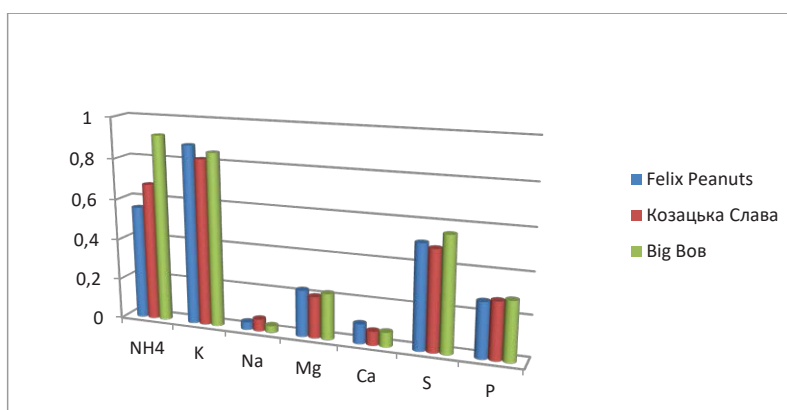


Рис. 3. Мінеральний склад арахісу смажено солоного, %

За візуальними даними з діаграми можна виділити такі елементи: арахіс смажений солоний виробництва *Big Bov* за вмістом Амонію (NH₄), Сульфуру (S), Фосфору (P) значно перевищує своїх конкурентів; за вмістом Магнію (Mg) знаходиться майже на рівні з виробником *Felix Peanuts*; арахіс виробництва *Козацька Слава* за кількістю Натрію (Na) перевищує інші торговельні марки, але має у своєму складі майже подібний уміст, а тому приваблює споживачів більш солонішим смаком.

Визначений мінеральний склад може змінюватися залежно від умов вирощування арахісу, обробки, зберігання, а також технологічного процесу виготовлення готового продукту. Тому рекомендуємо проводити регулярні дослідження для визначення точного вмісту мінералів.

Висновки.

1. Арахіс є дуже цінним компонентом, який має дуже високу харчову цінність, містить велику кількість вітамінів, мінералів, ненасичених кислот та інші не менш важливі елементи, що позитивно впливають на людський організм.

2. Також встановлено, що арахіс смажений солоний різних виробників, що реалізується в торговельних мережах України, містить у своєму складі на 100 г продукту Амонію – від 557,4 до 946,7 мг, Калію – від 816,8 до 877,6 мг, Натрію – від 33,0 до 59,0 мг, Магнію – від 203,6 до 225,2 мг, Кальцію – від 68,1 до 96,6 мг, Сульфуру – від 490,0 до 560,0 мг та Фосфору – від 270,0 до 290,0 мг.



Перспективним дослідженням є вивчення амінокислотного складу в арахісі жареному солоному різних виробників.

Список використаних джерел

1. Genome-Wide Discovery of Microsatellite Markers from Diploid Progenitor Species, *Arachis duranensis* and *A. ipaensis*, and Their Application in Cultivated Peanut (*A. hypogaea*) / C. Zhao et al. *Front. Plant Sci*, 2017. Vol. 8. P. 1209. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01209>
2. Potential Health Benefits of Plant Food-Derived Bioactive Components: An Overview / M. Samtiya et al. *Foods*, 2021. Vol. 10. 839 p. <https://doi.org/10.3390/foods10040839>
3. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
4. Identification of the Candidate Proteins Related to Oleic Acid Accumulation during Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Seed Development through Comparative Proteome Analysis / H. Liu et al. *J Mol Sci*, 2018. Vol. 19(4). P. 1235. <https://doi.org/10.3390/ijms19041235>
5. Toomer O.T. Nutritional Chemistry of the Peanut (*Arachis hypogaea*). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 2018. Vol. 58. P. 3042–3053. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1339015>
6. Аналіз сортових ресурсів зернобобових овочевих культур в Україні / Н.О. Сиплива та ін. *Аграрні інновації*. 2024. Вип. 27. С. 93–108. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.14>
7. Федорчук В.Г., Каур Т.О. Історичне поширення арахісу, виготовлення масла та його використання. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво»*, 18 листопада 2021 р. Миколаїв, 2021. С. 8–9.
8. Шаблия О.С., Рудь В.П., Косенко Н.П. Стан та перспективи розвитку галузі овочівництва в умовах війни. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 18. С. 136–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.19>
9. Analysis of Adoption of Improved Groundnut Varieties in the Tropical Legume Project (TL III) States in Nigeria / B. Ahmed et al. *Agricultural Sciences*, 2020. Vol. 11. P. 143–156. <https://doi.org/10.4236/as.2020.112009>
10. Дослідження хімічного складу та оцінка якості сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні : монографія / А.А. Дубініна та ін. Харків : ХДУХТ, 2017. 101 с.
11. Любич В.В., Войтовська В.І. Технологічне оцінювання насіння сортів арахісу. *Вісник ЛТЕУ. Серія «Технічні науки»*. 2023. Вип. 34. С. 40–45. <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2023-34-05>
12. Юрченко С.О., Шакалій С.М., Баган А.В. Вплив строків сівби на урожайність сортів арахісу (*Arachis hypogaea* L.). *Вісник ПДАА*. 2022. Вип. 2(2). С. 85–91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.09>
13. Impact of Roasting and Extraction Methods on Chemical Properties, Oxidative Stability and Maillard Reaction Products of Peanut Oils / K. Suri et al. *J. Food Sci. Technol*, 2019. Vol. 56. P. 2436–2445. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03719-4>
14. Крамаренко О.С. Кухні країн світу : методичні рекомендації. Миколаїв, 2022. 70 с.
15. Kozioł M.J. Peanuts and their nutritional profile: Focus on mineral content. *International Journal of Food Science*, 2022. Vol. 57(4), P. 451–458.
16. Nutridex. Peanuts, roasted and salted. <https://www.nutridex.org.uk/foods/2kr5412/peanuts-roasted-and-salted>
17. U.S. Department of Agriculture. *FoodData Central*. <https://fdc.nal.usda.gov>
18. Adefemi S.O., Ogunleye, O.A. Effects of roasting on mineral composition of groundnut (*Arachis hypogaea*). *Biomedical and Chemical Research Journal*, 2023. Vol. 6(1). P. 112–119.
19. EatingWell. Are Peanuts Healthy? <https://www.eatingwell.com/article/7960613/are-peanuts-healthy/>
20. Tyagi P., Kalita D. Micronutrient composition in nuts: Comparative analysis. *Nutrients*, 2022. Vol. 14(8). P. 1675. [doi:10.3390/nu14081675](https://doi.org/10.3390/nu14081675)
21. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. *Визначення вмісту калію, натрію, магнію, амонію і кальцію методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» : методичні рекомендації* / І.Я. Коцюмбас та ін. ; за ред. І.Я. Коцюмбас. Львів, 2015. 27 с.
22. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. *Визначення вмісту сульфатів і фосфатів методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» : методичні рекомендації* / І.Я. Коцюмбас та ін. ; за ред. І.Я. Коцюмбас. Львів, 2015. 26 с.



23. Characterization of peanut seed oil of selected varieties and its application in the cereal-based product / M. Bilal et al. *J Food Sci Technol*, 2020. Vol. 57(11). P. 4044–4053. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04437-y>
24. Sogut T., Ozturk F., Kizil S. Effect of sowing time on peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars: Fatty acid composition. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2016. Vol. 10. P. 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.018>
25. Біологічно активні речовини арахісу культурного / С.В. Романова та ін. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Planta + Наука, Практика та освіта»*. Київ, 2021. С. 165–169.
26. Органолептичні показники та харчова цінність арахісу смаженого мережі готельно-ресторанних комплексів Київської області / Л.П. Король-Безпала та ін. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія «Харчові технології»*. 2021. Вип. 23(96). С. 15–18. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9603>
27. Antioxidant, anti-inflammatory and anti-septic potential of phenolic acids and flavonoid fractions isolated from *Lolium multiflorum* / K.C. Choi et al. *Pharm. Biol*, 2017. Vol. 55(1). P. 611–619. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1266673>
28. Hot Air Drying of *Sipunculus nudus*: Effect of Microwave-Assisted Drying on Quality and Aroma / Y. Dai et al. *Foods*, 2023. Vol. 12. 733 p. <https://doi.org/10.3390/foods12040733>
29. Любич В.В., Войтовська В.І. Жирнокислотний склад насіння різних сортів арахісу та його харчова цінність. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 1(100). С. 34–40. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-34-40>

Стаття надійшла до редакції 18.04.2025

L. Korol-Bezpal¹, I. Bezpal¹, A. Korol¹, L. Bondarenko¹, S. Narizhnyy¹

¹Bila Tserkva National Agrarian University

ANALYSIS OF MINERAL STOCK OF PEANUTS SOLD IN UKRAINIAN RETAIL NETWORKS

Summary

Today, most Ukrainians have an imbalance in their diets for proteins, minerals, polyunsaturated fatty acids, vitamins and other nutrients. Along with energy, important substances also enter the body through food, namely: fats, proteins, carbohydrates, vitamins, dietary fiber, minerals, probiotics, bioflavonoids. Consumers also acquire certain knowledge thanks to carefully developed information about the composition, action and properties of various products. Peanuts are a promising raw material for replenishing the body with all the necessary nutrients needed to maintain health. Peanuts are a source of vitamins and minerals that have a good effect on the functioning of the heart, liver, nervous system, and other organs. Due to its fibrous structure, the nut is useful for some types of cancer. However, large amounts of peanut consumption can cause allergic reactions, gastrointestinal disorders, and obesity. The article presents the results of a study of the mineral composition of peanuts from manufacturers *Felix Peanuts*, *Kazatskaya Slava*, *Big Boy*, sold in retail chains in Ukraine. The studies were conducted in the laboratory of the SRCI of Veterinary Preparations and Feed Additives (Lviv). The content of NH₄, K, Na, Mg, Ca, S, P was determined using the method described in the recommendations edited by I.Ya. Kotsumbas using capillary electrophoresis. It was found that salted peanuts contain ammonium from 557,4 to 946,7 mg/100 g, potassium from 816.8 to 877.6 mg/100 g, sodium from 33,0 to 59,0 mg/100 g, magnesium 2,0, calcium from 68,1 to 96,6 mg/100 g, sulphur from 490,0 to 560,0 mg/100 g, and phosphorus from 270,0 to 290,0 mg/100 g. Promising research is the study of the amino acid composition in peanuts coated with salt from different manufacturers.

Keywords: roasted salted peanuts, mineral composition, experimental samples, food product, peanut manufacturers, health.