



2024

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 30 № 4

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2024

Автоматизація та інформаційні технології

Михалюк А. П., Міркевич Р. М. Сучасний стан та аналіз кібербезпеки автоматизованих систем керування технологічними процесами та автоматизованих систем управління виробництвом

Скригун В. О., Седих О. Л., Грибков С. В. Інформаційна технологія для моделювання та управління екосистемою ІТ-проекта

Безпека харчових продуктів і виробництв

Євтушенко О. В., Сірик А. О. Дослідження травматизму в галузі освіти

Біотехнології

Белемець Т. О., Красінко В. О., Удимович В. М., Чегринєць А. І. Потенційні ад'юванти та їх системи для створення новітніх вакцин

Механічна та електрична інженерія

Гавва О. О., Кривошляк-Володіна Л. О., Долімакін Ю. Ю., Марцінкевич Л. В., Кохан А. А. Обґрунтування параметрів живильника клапанного типу адаптронного модуля дозування рідкої продукції

Запорожець О. В., Володін С. О. Параметричний синтез мехатронної системи пневмотранспортування сипких продуктів

Козак О. С., Теличкун Ю. С., Теличкун В. І. Визначення реологічних характеристик м'якушки батона для розрахунку параметрів процесу вакуумного охолодження

Харчові технології

Курпиченкова О. М., Сильчук Т. А., Силка І. М. Використання рослинної сировини в технології борошняних кондитерських виробів у закладах ресторанного господарства

Годунко Є. В., Заброда А. В., Бондаренко Ю. В., Білик О. А. Застосування лляної закваски спонтанного бродіння у виробництві рустикального хліба

Михонік Л. А., Черкас О. І., Ситниченко Т. О., Лебедець Т. Є., Хомич Г. П. Дослідження технологічних властивостей різних видів пшеничного цільнозернового борошна

Automation and information technologies

7 *Mykhaliuk A., Mirkevych R.* The current state and analysis of cyber security of process control system and automated manufacturing management system

31 *Skryhun V., Sedykh O., Hrybkov S.* Information technology for modeling and managing the IT project ecosystem

Food Products and Manufacturing Safety

40 *Yevtushenko O., Siryk A.* Research of injuries in the education sector

Biotechnologies

52 *Belemets T., Krasinko V., Udumovich V., Chegrynets A.* Potential adjuvants and their systems for the creation of new vaccines

Mechanical and Electrical Engineering

76 *Gavva O., Kryvopliak-Volodina L., Dolomakin Y., Martsynkevych L., Kokhan A.* Substantiation of the parameters of the valve-type feeder of the adaptronic module for dosing liquid product

88 *Zaporozhets O., Volodin S.* Parametric synthesis of a mechatronic system for pneumatic conveying of bulk products

99 *Kozak O., Telychkun Y., Telychkun V.* Determination of rheological characteristics of bread crumb for calculating the parameters of vacuum cooling process

Food Technologies

109 *Kurpichenkova O., Sylchuk T., Sylka I.* Use of vegetable raw materials in the technology of flour confectionery products in restaurant industry

120 *Godunko Ye., Zbroda A., Bondarenko Yu., Bilyk O.* Application of flax sourdough spontaneous fermentation in rustic bread production

141 *Mykhonik L., Cherkas I., Sytnychenko T., Lebedenko T., Khomych G.* Technological research properties of different types of whole grain flour

-
- Радзієвська І. Г., Мельник О. П.* Особливості осадження білків сої при виробництві тофу 155 *Radzievska I., Melnyk O.* Features of soybean protein precipitation in tofu production
- Успенко О. В., Білько М. В., Кучеренко В. М.* 163 *Uspalenko O., Bilko M., Kucherenko V.* Methods of reducing and removing alcohol from grape wines
- Сімахіна Г. О.* Наукові підходи до вибору способу консервування ягід з мінімальними втратами вітамінного комплексу 185 *Simakhina G.* The scientific approaches to select a method for berries preservation with the minimal losses of vitamin complex
- Воронцов М. А., Галенко О. О.* Альтернативні джерела харчових волокон та їх використання у технології емульгованих м'ясопродуктів 198 *Vorontsov M., Galenko O.* Alternative sources of dietary fiber and their use in the technology of emulsified meat products

Хімічні науки

Chemical sciences

- Стаднічук Н. О., Левицька Н. П., Деміч А. А., Кроніковський О. І.* Актуальність визначення акриламід у харчових продуктах і питній воді 216 *Stadnichuk N., Levytska N., Demich A., Kronikovskiy O.* Relevance of determining acrylamide in food products and drinking water

Ювілеї

- Ковбаса В. М., Грищенко А. М., Кохан О. О.* 225 75-річний ювілей кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів та її здобутки
- Ковбаса В. М., Михонік Л. А.* Вчитель, науковець, керівник 233

RELEVANCE OF DETERMINING ACRYLAMIDE IN FOOD PRODUCTS AND DRINKING WATER

N. Stadnichuk, N. Levytska, A. Demich

L. I. Medved's research center of preventive toxicology, food and chemical safety, ministry of health

O. Kronikovskiy

National University of Food Technologies

Key words:

*Acrylamide
Drinking water
Foodstuffs
Research method*

Article history:

Received 03.07.2024
Received in revised form
17.07.2024
Accepted 02.08.2024

Corresponding author:

O. Kronikovskii

E-mail:

oleg.kronikovskiy@gmail.com

Citation: Стаднічук Н. О., Левицька Н. П., Деміч А. А., Кроніковський О. І. (2024). Актуальність визначення акриламіду в харчових продуктах і питній воді. *Наукові праці НУХТ*, 30(4), 207—215.

DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-4-17

ABSTRACT

The development of new research methods enables the monitoring of substances impact on the overall burden on the human body. The issue of acrylamide exposure is linked to regulatory requirements for its presence in water and food products. Modern instrumentation allows to control acrylamide content in food products and drinking water using various analytical methods, notably high-performance liquid chromatography (HPLC).

The monitoring of acrylamide levels in food products is conducted based on the European Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017, which establishes mitigation measures and benchmark levels to reduce the presence of acrylamide in food products. The European Food Safety Authority (EFSA) in 2015 issued an opinion emphasizing the need to control acrylamide levels in food products. Given that acrylamide is present in many food products consumed daily, this concern affects all consumers.

Requirements for acrylamide content in drinking water are regulated considering its use in the synthesis of polyacrylamide, which is employed as a flocculant. These requirements were put forward both in the Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, and in the Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption.

An analysis of conducted studies regarding the acrylamide content in drinking water and food products showed that the issue of its negative impact exists and requires monitoring.

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ АКРИЛАМІДУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ І ПИТНІЙ ВОДІ

Н. О. Стаднічук, Н. П. Левицька, А. А. Деміч

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України»

О. І. Кроніковський

Національний університет харчових технологій

Розробка нових методів досліджень дає змогу контролювати вплив речовин на загальне навантаження організму людини. Питання дії акриламід у пов'язано з регламентацією вимог до нього у воді та харчових продуктах. Наявність сучасних приладів забезпечує контроль вмісту акриламід у харчових продуктах і питній воді за допомогою різних методів дослідження, зокрема високоефективної рідинної хроматографії.

Контроль вмісту акриламід у харчових продуктах здійснюється на підставі Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20 листопада 2017 року щодо встановлення пом'якшувальних заходів і контрольних рівнів для зменшення вмісту акриламід у харчових продуктах. Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA) у 2015 році ухвалило висновок щодо необхідності контролю вмісту акриламід у харчових продуктах. Оскільки акриламід міститься в багатьох харчових продуктах, які споживаються щодня, це занепокоєння стосується всіх споживачів.

Вимоги до вмісту акриламід у питній воді регламентуються з урахуванням використання для синтезу поліакриламід, що застосовується як флокулянти. Ці вимоги висувались як і в Директиві Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, так і в Директиві (ЄС) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною.

Аналіз проведених досліджень щодо вмісту акриламід у воді питній і харчових продуктах показав, що проблема негативного впливу існує і потребує контролю.

Ключові слова: акриламід, питна вода, харчові продукти, метод досліджень.

Постановка проблеми. Проблема негативного впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я людини стає все більш актуальною. Водночас успіхи науки безперечно підтверджують реальну можливість здійснювати контроль і регулювати вміст таких шкідливих речовин, а також доводити їх концентрацію в навколишньому середовищі до безпечних меж. Можливість розробки нових методів досліджень дає змогу контролювати вплив цих речовин на загальне навантаження організму людини. Публікації з цієї проблематики з'являються все частіше у вітчизняних і зарубіжних виданнях (Шульга, & Шульга, 2024). Однією з таких шкідливих речовин є акриламід (Сирохман, 2019). Питання визначення акриламід пов'язано насамперед з регламентацією вимог до його вмісту у воді та харчових продуктах (Міністерство юстиції України, 2023).

Наявність сучасних приладів дає змогу контролювати вміст акриламід у харчових продуктах і питній воді за допомогою ряду методів дослідження, зокрема високоефективної рідинної хроматографії.

Вимоги до вмісту акриламід у харчових продуктах контролюються на підставі Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20 листопада 2017 року щодо встановлення пом'якшувальних заходів і контрольних рівнів для зменшення вмісту акриламід у харчових продуктах, тому при експорті харчової продукції в країни Європейського Співтовариства постає проблема визначення вмісту акриламід.

У країнах ЄС вимоги до вмісту акриламід у питній воді регламентуються згідно з Директивою Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, Директивою (ЄС) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною та встановлені на рівні 0,10 мкг/л. Параметричне значення 0,10 мкг/л відноситься до залишкової концентрації мономеру у воді, яке розраховане відповідно до специфікацій максимального вивільнення з відповідного полімеру при контакт з водою питною (Річний звіт RASFF, 2020).

Чинний в Україні ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» регламентує вимоги до поліакриламід залишкового (речовина II класу небезпеки), значення якого визначається на рівні $\leq 2,0$ мг/л. Згідно з приміткою, визначення поліакриламід у воді питній проводиться в разі використання в процесі водопідготовки водопровідної питної води з поверхневого джерела питного водопостачання, а також у питній воді фасованій, що отримується шляхом обробки води з водопровідної мережі, води з пунктів розливу та бюветів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основна частина акриламід використовується для синтезу поліакриламід та деяких кополімерів, що застосовуються як флокулянти, отверджувачі та матеріали покриття (Anese, Quarta, & Peloux, 2011), тому в країнах ЄС регламентуються вимоги до вмісту акриламід у питній воді (Кваша, Вакуленко, 2023). Причому ці вимоги висувались як згідно Директиви Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, так і в Директиві (ЄС) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною.

Для прикладу, у Британії прийнятий стандарт «BS EN 1410:2008. Хімічні речовини, які використовуються для очищення води, призначеної для споживання людиною — Катіонні поліакриламід». Цей британський стандарт є впровадженням EN 1410:2008 у Великій Британії, в якому передбачено зниження граничного значення для акриламід з 250 мг/кг до 200 мг/кг: «пункт 4.4. Хімічні параметри: продукт повинен містити не більше 200 мг мономеру акриламід на кілограм продукту». Параметричне значення стосується залишкової мономерної концентрації у воді, що обчислюється відповідно до опису максимального викиду з відповідного полімеру при контакт з водою (Salazar, Arambula-Villa, Vazquez-Landaverde, Hidalgo, & Zamora, 2012).

Одне з перших повідомлень про вміст акриламід (2-пропенамід, $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$) у смажених і печених продуктах харчування було опубліковано 2002 року дослідниками з університету Стокгольма та Шведської національної адміністрації з

харчових продуктів (NFA) Дослідження шведських вчених привернули увагу всього світу, оскільки акриламід був позначений як можливий людський канцероген Міжнародним агентством по вивченню раку (IARC Monographson the Evaluation of Carcinogen Risks to Humans, 1994).

Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA) у 2015 році ухвалило висновок щодо необхідності контролю вмісту акриламід у харчових продуктах. Дані були отримані на основі досліджень на тваринах і підтверджені попередньою оцінкою того, що акриламід у харчових продуктах потенційно підвищує ризик розвитку раку у споживачів усіх вікових груп. Оскільки акриламід міститься в багатьох харчових продуктах, які споживаються щодня, це занепокоєння стосується всіх споживачів, але найважливішою віковою групою ризику є діти через свою масу тіла (Islroglu, Kemerli, Sakin-Yilmazer, Guven, & Ozdestan, 2012).

Заходи визначені Регламентом Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20 листопада 2017 року щодо встановлення пом'якшувальних заходів та контрольних рівнів для зменшення вмісту акриламід у харчових продуктах базуються на сучасних наукових і технічних знаннях і, як було доведено, призводять до зниження рівнів акриламід без шкоди для якості та мікробіологічної безпеки продукту. Ці заходи пом'якшення наслідків були розроблені після широких консультацій та обговорення з операторами ринку харчових продуктів, споживачами й експертами компетентних органів держав-членів. Заходи пом'якшення наслідків передбачають використання харчових добавок та інших речовин, які застосовуються відповідно до чинного законодавства країн-виробників.

Показники ефективності — референтні рівні, які базуються на досвіді та наявності в широких категоріях харчових продуктів, і які слід використовувати для підтвердження ефективності заходів пом'якшення. Референтні значення аналізів або нормативні значення є тими межами, в яких результати досліджень вважаються нормою для здорової людини (Mulla, Bharadwaj, Annapure, & Singhal, 2011). Вони можуть виражатися або конкретним діапазоном числових параметрів, в які повинен потрапити результат, або мати відповідь «позитивно» або «негативно». Референтні рівні слід визначати з урахуванням найновіших даних про випадки з бази даних EFSA, яка припускає, що в широкій категорії харчових продуктів рівень акриламід у 10—15% продукції з найвищими рівнями, зазвичай, можна знизити за допомогою впровадження належної лабораторної практики. Визнається, що в деяких випадках зазначені категорії харчових продуктів мають специфічні виробничі, географічні чи сезонні умови. Характеристики продукту можуть існувати для конкретних харчових продуктів у цих категоріях, які перешкоджають досягненню контрольних рівнів, незважаючи на застосування всіх заходів пом'якшення (Рекомендація Комісії від 8 листопада 2013 року щодо розслідування рівнів акриламід у продуктах харчування).

Оператори ринку харчових продуктів, що виробляють продукцію, на яку поширюється Регламент Комісії (ЄС) 2017/2158, тобто здійснення експорту продукції в країни ЄС, повинні застосовувати додаткові заходи пом'якшення, які є можливими на більших підприємствах, оскільки ці заходи ще більше зменшують присутність акриламід у продукті харчування (Bent, Maragh, & Dasgupta, 2012). Нещодавно опублікували європейський «Інструментарій з акриламід у продуктах

та напоях, в якому представлено низку заходів щодо зниження рівня акриламідy. Зниження рівня акриламідy можна досягти за допомогою, наприклад, ферментного препарату аспарагінази. Перетворюючи аспарагін на аспарагінову кислоту, аспарагіназа забезпечує зниження вмісту акриламідy до 95% у широкому асортименті продуктів без необхідності внесення змін до рецептури (Palermo, Fiore, & Fogliano, 2012).

«Референтні рівні», зазначені в Додатку IV Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20.11.2017, використовуються для підтвердження ефективності заходів пом'якшення наслідків і ґрунтуються на досвіді та їх наявності в широких категоріях харчових продуктів акриламідy. Нормативи референтних рівнів для харчових продуктів наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Нормативи референтних рівнів для харчових продуктів

Контрольні рівні вмісту акриламідy в харчових продуктах	Еталонний рівень, мкг/кг
Картопляні чипси зі свіжої картоплі та з картопляного тіста, солоне печиво на основі картоплі. Інші картопляні вироби з картопляного тіста	750
Хліб а) пшеничний	50
б) крім пшеничного	100
Печиво і вафельні коржі	350
Солоні крекери, за винятком солоних крекерів на основі картоплі	400

Мета статті полягає в аналізі результатів проведених досліджень з визначення акриламідy в харчових продуктах і питній воді згідно з вимогами вітчизняних та міжнародних законодавчих актів.

Матеріали і методи. При проведенні досліджень з визначення вмісту акриламідy в харчових продуктах і питній воді використовували метод: МІ.С3.7.2.01-119 «Визначення акриламідy у харчових продуктах, каві, кавових продуктах та питній воді», для цього застосовували рідинний хроматограф Shimadzu LC-30A. Метод розроблений у Дослідницько-випробувальному токсикологічному центрі ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Дослідження води питної проводили без попередньої пробопідготовки. Для визначення акриламідy в харчових продуктах при пробопідготовці використовували рідкий азот.

Метод МІ.С3.7.2.01-119 «Визначення акриламідy в харчових продуктах, каві, кавових продуктах та питній воді» входить у сферу акредитації ДВТЦ: атестат про акредитацію № 20375 від 22.03.2023 відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT).

Викладення основних результатів дослідження. Акриламід — це органічна сполука, амід акрилової кислоти складу $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$; молярна маса — 71,078 г/моль; номер CAS 79-06-1. Температура плавлення становить 84,5 °С, температура кипіння — 192,6 °С. Легко розчиняється у воді, спирті, ефірі. При нагріванні полімеризується. При додаванні киплячих кислот або лугів утворює

акрилову кислоту. Акриламід є двофункціональною сполукою, оскільки має подвійний зв'язок та амідну групу. Він одночасно проявляє слабкі кислотні та основні властивості. За подвійним зв'язком можливе приєднання багатьох нуклеофілів: аміаку, амінів, фосфінів, в лужному середовищі приєднуються також меркаптани, тіоестери, кетони, нітроалкани та спирти (Moscicki, 2011).

Акриламід утворюється під час термічної обробки при температурі, як правило, вище 120 °С і низькій вологості повітря. В основному він утворюється в запечених або смажених, багатих вуглеводами продуктах, таких як крупи, картопля та кавові зерна. Акриламід також може утворюватися з природних компонентів аспарагіну та цукрів у певних харчових продуктах, що є небезпечним при їх використанні.

Рівень акриламіду в харчових продуктах можна знизити за допомогою підходу до пом'якшення, наприклад, застосування належної гігієнічної практики та процедур, заснованих на принципах аналізу небезпек і критичних контрольних точок (НАССР).

Контроль вмісту акриламіду у воді питній і харчових продуктах здійснюється з використанням МІ.С3.7.2.01-119 «Визначення акриламіду в харчових продуктах, каві, кавових продуктах та питній воді».

У процесі роботи досліджували зразки води різного походження (артезіанська вода та вода централізованих джерел водопостачання).

Таблиця 2. Вміст акриламіду у воді питній

Назва показника	Одиниці вимірювання	Заявлені вимоги	Позначення методу випробування	Результат випробування	Невизначеність вимірювання U (k=2, P=0,95)	Відповідність заявленим вимогам
Акриламід	мкг/л	не більше 0,1	МІ.С3.7.2.01-119	<0,05	—	відповідає

У жодному з досліджених зразках води питної перевищення нормативу акриламіду не було виявлено. Отримані результати були нижчими за межу визначення (<0,05 мкг/л), що не перевищувало вимог 0,10 мкг/л відповідно до Директиви Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, та Директиви (ЄС) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною.

Результати дослідження вмісту акриламіду в харчових продуктах наводимо нижче.

Таблиця 3. Вміст акриламіду в харчових продуктах

Назва показника	Одиниця вимірювання	Позначення методу випробувань	Результат випробування	Невизначеність вимірювання U (k=2, P=0,95)
Чипси картопляні зі смаком «Бекон» (температура смаження +150 °С)				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	516,7	±87,8

Чипси картопляні зі смаком «Бекон» (температура смаження +155 °С)				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	524,9±	89,2
Чипси картопляні зі смаком «Бекон» (температура смаження 160 °С)				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	796,0	±135,3
Чипси картопляні зі смаком «Сметана та цибуля» (температура смаження +173 °С)				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	950,4	±161,5
Чипси картопляні зі смаком «Сметана та цибуля» (температура смаження +150 °С)				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	582,8	±98,9
Грінки житньо-пшеничні зі смаком часнику				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	22,6	±3,8
Грінки хвилясті житньо-пшеничні				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	84,9	±14,4
Сухарики пшеничні зі смаком вершки та цибулька				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	30,7	±5,2
Печиво вівсяне «Класичне», виготовлене згідно з ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	53,2	±9,0
Печиво вівсяне «Класичне», виготовлене згідно з ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	48,9	±8,3
Печиво вівсяне «Елітне», виготовлене згідно з ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	61,4	±10,4
Печиво вівсяне «Елітне», виготовлене згідно з ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	39,4	±6,7
Печиво вівсяне «Елітне», виготовлене згідно з ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови»				
Акриламід	мкг/кг	МІ.С3.7.2.01-019	465,8	±7,2

Результати досліджень харчових продуктів, наведені в табл. 3, свідчать про перевищення контрольних рівнів присутності акриламіду в деяких харчових продуктах відповідно до вимог Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20.11.2017. Це стосується насамперед чипсів картопляних зі смаком «Бекон» та чипсів картопляних зі смаком «Сметана та цибуля». Дані зразки чипсів відрізнялись температурою смаження від інших проаналізованих зразків чипсів. Перевищення також зафіксовано для зразка печива вівсяного «Елітне».

Основною речовиною для виготовлення картопляних чипсів є свіжа картопля. При використанні картоплі, що використовується для переробки на картопляні чипси, сировина повинна мати комплекс показників, що сприяють здійсненню технологічних операцій і одночасно отриманню продукту високої якості. Один з основних показників, що регламентується, це кількість редукуючих цукрів, які впливають на вміст акриламід у готовому продукті. Це пов'язано з тим, що при смаженні картоплі при високій температурі 170—180 °С редукуючі цукри вступають в реакцію з амінокислотами з утворенням меланоїдинів і канцерогенних речовин — відбувається так звана реакція Маяра (Salazar, Arambula-Villa, Hidalgo, Vazquez-Landaverde, & Zamora, 2012).

Існують літературні дані, згідно з якими вміст редукуючих цукрів у картоплі всіх сортів при їх закладанні на зберігання був незначним (0,07—0,09%), порівняно з допустимою максимальною кількістю редукуючих цукрів 0,2—0,4%. З надмірною кількістю редукуючих цукрів збільшується вміст меланоїдинів, що надає чипсам гіркуватого присмаку та непривабливого вигляду. Кількість редукуючих цукрів у картоплі в процесі зберігання коливалася залежно від сорту поступово збільшувалася під час зберігання до березня, а починаючи з весняного періоду відбувається незначне зменшення цукрів, що пов'язано з їх ресинтезом (Коваленко, Ковбаса, & Нагорний, 2016).

Висновки

Вимоги до вмісту акриламід у харчових продуктах контролюються на підставі Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 від 20 листопада 2017 року щодо встановлення пом'якшувальних заходів і контрольних рівнів для зменшення вмісту акриламід у харчових продуктах. У країнах ЄС вимоги до вмісту акриламід у питній воді регламентуються згідно з Директивою Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною, Директивою (ЄС) 2020/2184 Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною.

Наявність сучасних приладів дає змогу контролювати вміст акриламід у харчових продуктах і питній воді за допомогою методів дослідження, зокрема високоефективної рідинної хроматографії.

Аналіз проведених досліджень щодо вмісту акриламід у воді питній та харчових продуктах показав, що проблема негативного впливу існує і потребує контролю.

Література

Безпека та якість харчових продуктів. *Міністерство юстиції України*, 2023. Взято з https://msnjust.gov.ua/m/str_45835.

Європейська комісія. Річний звіт RASFF 2020. *Офіс публікацій*, 2021. Взято з https://ec.europa.eu/food/safety/rasff-food-and-feed-safety-alerts_en.

Кваша, С., Вакуленко, В. (2023). Теоретичні основи продовольчої безпеки в умовах сьогодення. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 4(87), 419—428. DOI: <https://doi.org/10/35546/kntu2078-4481.2023.4.55>.

Коваленко, О., Ковбаса, В., Нагорний, В. (2016). Дослідження вмісту акриламід у картопляних чипсах. *Продовольча індустрія АПК*, 4, 14—17. <https://dSPACE.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/1d87faf7-b157-473a-864d-23e617d1e495/content>.

Сирохман, І. (2019). Сучасна оцінка безпечності та якості харчових продуктів за вмістом акриламідy. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, 22, 24—28. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2019-22-04>.

Шульга, О. С., Шульга, С. І. (2024). Зміни в харчовому законодавстві України за 2023 рік. *Наукові праці НУХТ*, 30(2), 31—43. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-2-3.

Anese, M., Quarta, B., Peloux, L. (2011). Effect of formulation on the capacity of l-asparaginase to minimize acrylamide formation in short dough biscuits. *Food Res. Int.*, 44(9), 2837—2842.

Bent, G-A., Maragh, P., Dasgupta, T. (2012). Akrylamide in Caribbean foods — Residual levels and their relation to reducing sugar and asparagine content. *Food Chem.*, 133(2), 451—457.

IARC Monographson the Evaluation of Carcinogen Risks to Humans. International Agency for Researchon Cancer, 1994.

Islitroglu, H., Kemerli, T., Sakin-Yilmazer, M., Guven, G., Ozdestan, O. (2012). Effect of steam baking on acrylamide formatson and browning kinetics of coories. *Food Sci.*, 7(10), 257—263.

Mulla, M., Bharadwaj, V., Annapure, U., Singhal, R. (2011). Effect of formulation and processing parameters on acrylamide formation: A case study on extrusion of potato flour and semolina, *UWT — Food Sci. and Technol.*, 44(7), 1643—1648.

Moscicki, L. (2011). Akrylamid w zywności realny problem czy wyzwanie. *Przem. spoz.*, 65(9), 40—41.

Palermo, M., Fiore, A., Fogliano, V. J. (2012). Okara promoted acrylamide and carboxymetyl-lisine formation in bakery products, *J. Agr. and Food Chem.*, 60(40), 10141—10146.

Salazar, R., Arambula-Villa, G., Vazquez-Landaverde, P., Hidalgo, F., Zamora, R. (2012). Mitigating effect of amaranth (*Anarantus hypo chonandriacus*) protein on acrylamide formation in foods. *Food Chem.*, 135(4), 2293—2298.

Salazar, R., Arambula-Villa, G., Hidalgo, F., Zamora, R. (2012). Mitigating effect of piquin pepper (*Capsicum annum L.*, var. *Aviculare*) oleoresin on acrylamide formation in potato and tortilla chips. *LWT — Food Sci. and Technol.*, 48(2), 261—267.