



DOI: 10.33273/2663-9726-2024-61-2-51-65  
УДК 543.544.5.068.7:613.2

Адамчук Т.В., Макарова О.А., Гринько А.П., Євтушенко Т.В., Михайлов В.С.

Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

# ОЦІНКА РИЗИКУ АКРИЛАМІДУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я СПОЖИВАЧІВ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЙОГО ВМІСТУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

**Резюме.** Кількісні методи визначення хімічних речовин, зокрема акриламід, в харчових продуктах є ключовим інструментом обґрунтованої оцінки ризику для здоров'я споживачів і критерієм контролю якості, що дозволяє операторам харчового бізнесу розробляти заходи, спрямовані на зменшення присутності небезпечних контамінантів у харчових продуктах.

**Мета.** Узагальнення результатів впровадження оригінального аналітичного методу визначення акриламід у харчових продуктах.

**Матеріали та методи.** Проведено дослідження зразків харчових продуктів за вмістом акриламід; використано рідинний хроматограф Shimadzu LC-30A та мас-детектор LCMS-8050.

**Результати.** ЄС нещодавно вніс багато нових харчових продуктів до своєї системи моніторингу на вміст акриламід і розглядає нове законодавство щодо рівнів акриламід, яке запроваджує максимальні обмеження для країн-членів ЄС. Рівень акриламід в харчових продуктах можна знизити за допомогою впровадження на виробництві процедур, заснованих на принципах аналізу ризиків і критичних контрольних точок, які б включали контроль за проведенням основних пом'якшувальних заходів, спрямованих на зниження вмісту акриламід та викладених в Регламенті (ЄС) 2017/2158. Як показує практика, основні шляхи зниження вмісту акриламід в харчових продуктах - це використання сировини з низьким вмістом речовин - попередників акриламід, а також оптимізація технологічного процесу з використанням правильної термічної обробки (комбінація часу та температури), або використання альтернативних технологій виробництва. Сьогодні в Україні питання контролю акриламід не стоїть на порядку денному і немає законодавчого регулювання його вмісту в харчових продуктах. Але, як видно із звернень до нашого Дослідницько-випробувального токсикологічного центру, вітчизняні виробники вже почали тестувати свою продукцію на вміст акриламід, особливо ту, яка призначена для експорту в європейські країни. В Дослідницько-випробувальному токсикологічному центрі проводяться дослідження харчових продуктів на вміст акриламід з використанням методу ВЕРХ-МС/МС. За результатами досліджень виявлено значні перевищення вмісту акриламід в зразках печива затяжного, печива цукрового та чіпсів картопляних. Зважаючи на умови утворення акриламід в харчових продуктах, рецептури печива та чіпсів картопляних та особливості технологічного процесу їх виробництва, можна припустити, що накопичення акриламід в цих харчових продуктах відбувається в результаті термічної обробки (комбінація часу та температури), а також наявності в рецептурі інгредієнтів - попередників акриламід (пшеничне борошно, редукуючі цукри, розпушувач бікарбонат амонію, аспарагін та інше).

**Висновки.** Сьогодні в Україні набуває актуальності визначення компетентного органу для запровадження моніторингу вмісту акриламід у харчових продуктах та інформування операторів ринку щодо процедур зі зниження його вмісту, що надасть можливість забезпечити виробництво безпечних та конкурентних харчових продуктів як на внутрішньому, так і на європейському ринку.

**Ключові слова:** акриламід, безпека, пом'якшувальні заходи, контрольні рівні.

T. Adamchuk, O. Makarova, A. Hrynko, T. Yevtushenko, V. Mykhailov

"L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine (State Enterprise)", Kyiv, Ukraine

## ASSESSMENT OF THE RISK OF ACRYLAMIDE TO CONSUMERS' HEALTH AND MEASURES TO REDUCE ITS PRESENCE IN FOODSTUFFS

**ABSTRACT.** The quantitative approach to identify chemical substances, including acrylamide, in foodstuffs is considered to be a key tool for a well-grounded assessment of their risk to consumers' health as well as a quality control criterion which enables

food business operators to develop measures aimed at reducing the presence of dangerous contaminants in food products.

**Aim.** Consolidation of the results of implementation of the original analytical method to identify acrylamide in foodstuffs.

**Materials and Methods.** Samples of food products have been tested for acrylamide presence; Shimadzu LC-30A liquid chromatograph and LCMS-8050 mass detector have been used.

**Results.** The EU has recently added many new foodstuffs to its system of monitoring for the presence of acrylamide and is considering a new regulation on acrylamide levels which will introduce maximum restrictions for the EU member states. The level of acrylamide in foodstuffs can be reduced by implementing production procedures based on the principles of hazard analysis and critical control points, which would include monitoring the implementation of the main mitigation measures aimed at reducing the presence of acrylamide as set out in Regulation (EU) 2017/ 2158. As evidenced in practice, the main ways to reduce the presence of acrylamide in foods are the use of raw materials with low levels of substances – precursors of acrylamide, as well as optimization of the technological process by means of proper heat input (combination of time and temperature), or the use of alternative production technologies. Today in Ukraine, the issue of monitoring the presence of acrylamide is not on the agenda and it is not regulated at the legislative level. But, as can be seen from the appeals to our Research and Testing Centre of Toxicology, domestic manufacturers have already started testing their products for the presence of acrylamide, especially those intended for export to the European countries. In the Research and Testing Centre of Toxicology, the HPLC-MS/MS method is used to test food products for acrylamide presence. According to the research results, acrylamide presence exceeded benchmark levels significantly in the samples of shortbread biscuits, sugar biscuits, and potato crisps. Taking into account the conditions for the formation of acrylamide in food products, the recipes of biscuits and potato crisps and the peculiarities of the technological process of their production, it can be assumed that the accumulation of acrylamide in these foodstuffs occurs as a result of their heat treatment (a combination of time and temperature) and due to the presence of ingredients – precursors of acrylamide (wheat flour, reducing sugars, baking powder ammonium bicarbonate, asparagine, etc.) in the recipe.

**Conclusions.** Today in Ukraine, it is urgent to designate a competent authority responsible for monitoring the presence of acrylamide in foodstuffs and informing food business operators about the procedures for reducing its levels, which will enable to ensure the production of safe and competitive food products both on the domestic and European markets.

**Keywords:** acrylamide, safety, mitigation measures, benchmark levels.

**Вступ.** Харчова продукція – один із основних шляхів надходження хімічних контамінантів до організму людини, серед них – акриламід. Це забруднювач, як визначено в Регламенті Ради (ЄЕС) № 315/93, який становить небезпеку для здоров'я людини [1]. Акриламід – органічна сполука з низькою молекулярною масою (71,08 г/моль), добре розчинна у воді, яка з'являється в харчових продуктах, багатих на вуглеводи за їхньої термообробки. Це, головним чином, запечені або смажені продукти, такі як злаки, картопля, кавові зерна та інші. Акриламід утворюється в результаті природної хімічної реакції Майяра між вільними амінокислотами, такими як аспарагін, та редуруючими цукрами (глюкоза і фруктоза) за температури вище 120°C у продуктах рослинного походження [2]

Основна мета всіх процедур та рішень з боку операторів ринку має бути спрямованою на попередження утворення цього забруднювача, аби споживалися якісні харчові продукти.

Для досягнення цієї мети, в першу чергу, необхідно володіти конкретними даними щодо вмісту акриламиду в харчових продуктах, застосовуючи сучасні методи аналітичного визначення.

Рідинна хроматографія – тандемна мас-спектрометрія (LC–MS/MS) – це золотий стандарт для точного кількісного визначення акриламиду в харчових продуктах [3], що є ключовим етапом обґрунтованої оцінки ризику. Ця важлива передумова контролю та моніторингу якості дозволяє операторам харчового бізнесу оцінювати дії щодо зменшення присутності цього забруднювача в даних продуктах.

**Introduction.** Food is one of the main routes of entry of chemical contaminants into the human body. Acrylamide is a contaminant as defined in the Council Regulation (EEC) No. 315/93 that poses a risk to the human health [1]. Acrylamide is an organic compound with a low molecular weight (71.08 g/mol), well soluble in water, which forms in foods rich in carbohydrates during high-temperature cooking. These are mainly baked or fried foods such as cereals, potatoes, coffee beans and others. Acrylamide forms through the natural Maillard chemical reaction between free amino acids, such as asparagine, and reducing sugars (glucose and fructose) at temperatures above 120°C in plant products [2].

All the procedures and decisions by food business operators shall be aimed at preventing the formation of this contaminant in foodstuffs and thus providing consumers with safe and high-quality food products.

To achieve this goal, it is necessary, in the first place, to have real data on the presence of acrylamide in foodstuffs, which can be ensured by using modern methods of analytical identification of this contaminant.

Nowadays, liquid chromatography – tandem mass spectrometry (LC–MS/MS) is the gold standard for accurate quantitative identification of acrylamide in food stuffs [3]. The availability of quantitative methods for the identification of acrylamide in foods is a key step in a sound hazard analysis. For the food industry, this is an important prerequisite for the quality control and monitoring which also enables food business operators

**Мета.** Узагальнення результатів впровадження оригінального аналітичного методу визначення акриламід у харчових продуктах; аналіз джерел наукової інформації і міжнародних нормативних документів щодо оцінки ризику акриламід та підходів до зменшення його вмісту в харчових продуктах.

**Матеріали та методи.** Проведені дослідження зразків харчових продуктів за вмістом акриламід; використані рідинний хроматограф Shimadzu LC-30A і мас-детектор LCMS-8050.

**Результати.** На базі Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя Міністерства охорони здоров'я України» діє Дослідницько-випробувальний токсикологічний центр (ДВТЦ), акредитований відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. У сфері акредитації ДВТЦ значне місце посідають дослідження харчових продуктів за показниками безпечності, в тому числі за вмістом акриламід. Вони проводяться за методом, розробленим у ДВТЦ [4].

Цей метод ґрунтується на екстракції акриламід з проб харчових продуктів, кави, кавових продуктів ацетонітрилом, очищенні екстрактів від коекстрактивних речовин методом дисперсійної твердофазної екстракції (дТФЕ), хроматографічному розділенні на обернено-фазовій колонці з використанням рідинного хроматографа Shimadzu LC-30A, в режимі градієнтного елюювання, детектуванні та кількісному визначенні з використанням мас-детектора LCMS-8050. Межа кількісного визначення акриламід у харчових продуктах, каві та кавових продуктах – 0,02 мг/кг.

Характеристики похибок вимірювань та нормативи оперативного контролю наведено в табл. 1.

Цей метод відповідає характеристикам та вимогам, викладеним в Додатку III Регламенту 2017/2158 [5].

За 2023- 2024 роки в ДВТЦ проведено дослідження 61 зразка харчових продуктів виробництва України на вміст акриламід. Результати досліджень наведено на рисунках 1 – 6.

to assess the impact of mitigation measures aimed at reducing the presence of acrylamide in food products.

**Aim.** Consolidation of the results of implementation of the original analytical method to identify acrylamide in food products; analysis of the sources of scientific information and international regulatory documents regarding hazard analysis of acrylamide and approaches to reducing its levels in food products.

**Materials and Methods.** Samples of foodstuffs have been tested for acrylamide presence; Shimadzu LC-30A liquid chromatograph and LCMS-8050 mass detector have been used.

**Results.** The Research and Testing Centre of Toxicology (RTCT), accredited in accordance with the requirements of DSTU EN ISO/IEC 17025:2019, is part of the State Enterprise Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety named after L. I. Medved, Ministry of Healthcare of Ukraine. One of the priorities within the scope of RTCT accreditation is the research of food products in terms of their safety indicators, including the presence of acrylamide.

The study of foodstuffs for the presence of acrylamide is carried out by using the method developed at the RTCT [4].

This method is based on the extraction of acrylamide from the samples of foodstuffs, coffee and coffee substitutes with acetonitrile, removing co-extractable substances from the extracts by means of dispersive solid phase extraction method (dSFE), chromatographic separation on a reversed-phase column using a Shimadzu LC-30A liquid chromatograph in the gradient elution mode, detection and quantification using LCMS-8050 mass detector. The limit of acrylamide quantification in foodstuffs, coffee and coffee substitutes is 0.02 µg/kg.

The characteristics of measurement errors and operational control standards are given in Table 1.

This method meets the characteristics and requirements set out in Annex III of Regulation 2017/2158 [5].

Таблиця 1 / Table 1

**Характеристики похибок вимірювань та нормативи оперативного контролю**  
**The characteristics of measurement errors and operational control standards**

Досліджуваний об'єкт / Object under study	Діапазон вимірювань акриламід, мг/кг / Measurement range of acrylamide, µg/kg	Відсоток вилучення на двох рівнях збагачення, % / Extraction percentage at two levels of enrichment, %	Збіжність (Sr), % / Convergence (Sr), %	Внутрішньо лабораторна відтворюваність (SR), % / Internal laboratory reproducibility (SR), %	Допустима розбіжність між двома паралельними випробуваннями (б), % / Permissible discrepancy between two parallel tests (б), %
Харчові продукти / Foods	0,02 – 0,1	60 - 120	20	20	20

Як видно з рисунків 1-6, із досліджених 28 зразків печива зтяжного у 8-ми зразках печива вміст акриламід перевищував контрольні рівні, що вказані в Регламенті (ЄС) 2017/2158 (350 мкг/кг). Найвищий

In 2023-2024, 61 samples of foodstuffs manufactured in Ukraine were tested for the presence of acrylamide by the RTCT. The results of the research are shown in Figures 1-6.

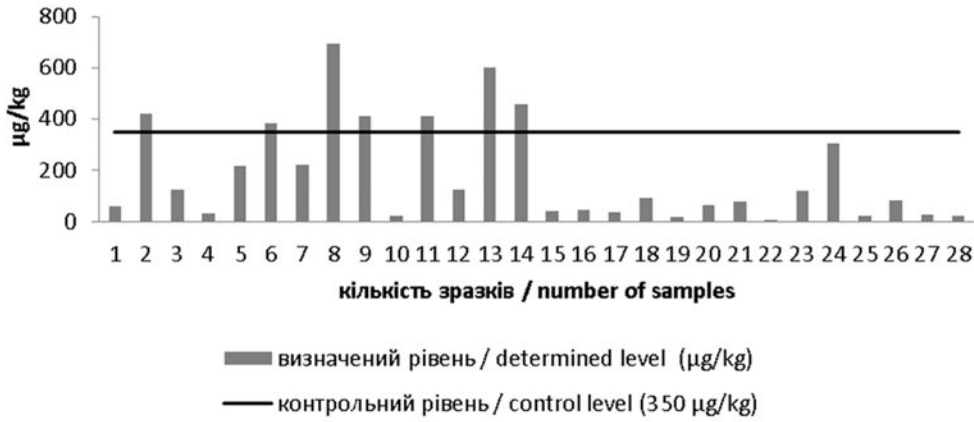


Рис. 1. Вміст акриламід у зразках печива зтяжного

Fig. 1. The levels of acrylamide in shortbread biscuits samples

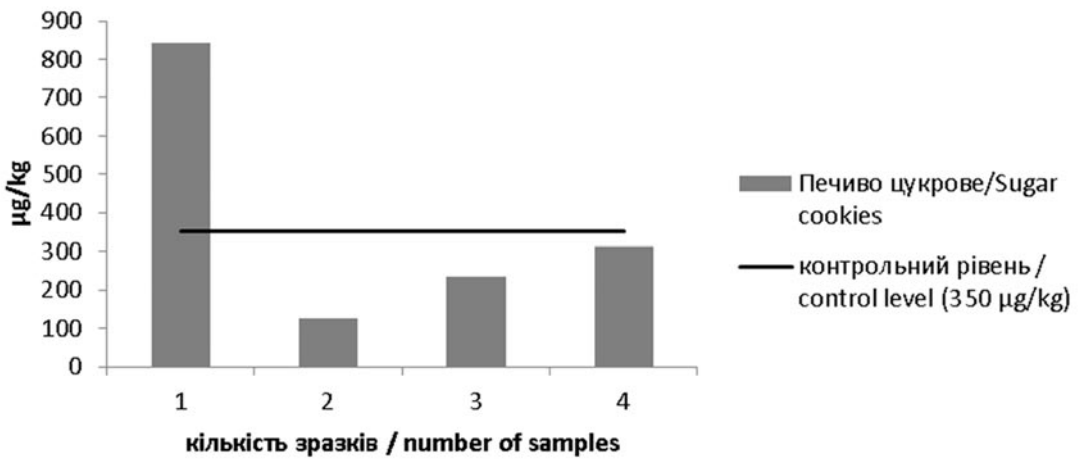


Рис. 2 Вміст акриламід у зразках печива цукрового

Fig. 2. The levels of acrylamide in sugar biscuits samples

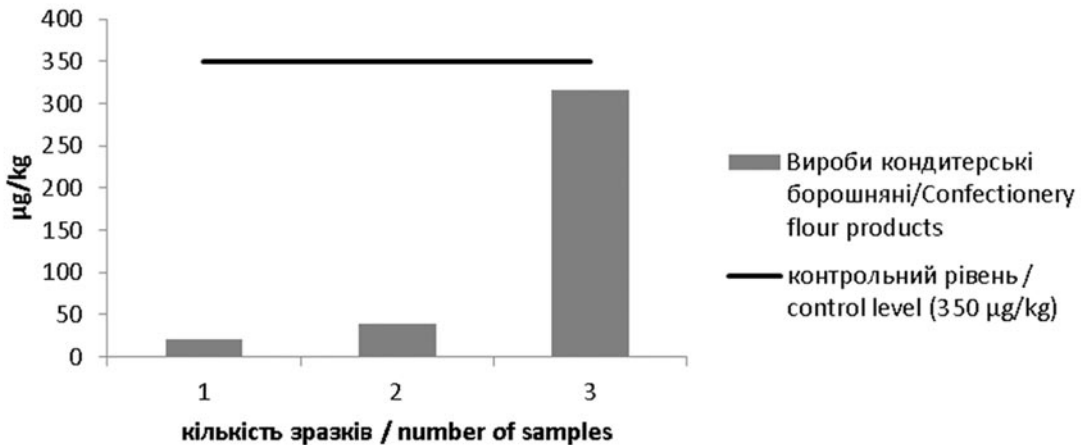


Рис. 3. Вміст акриламід у зразках виробів кондитерських борошняних

Fig. 3. The levels of acrylamide in samples of confectionery (bakery) products

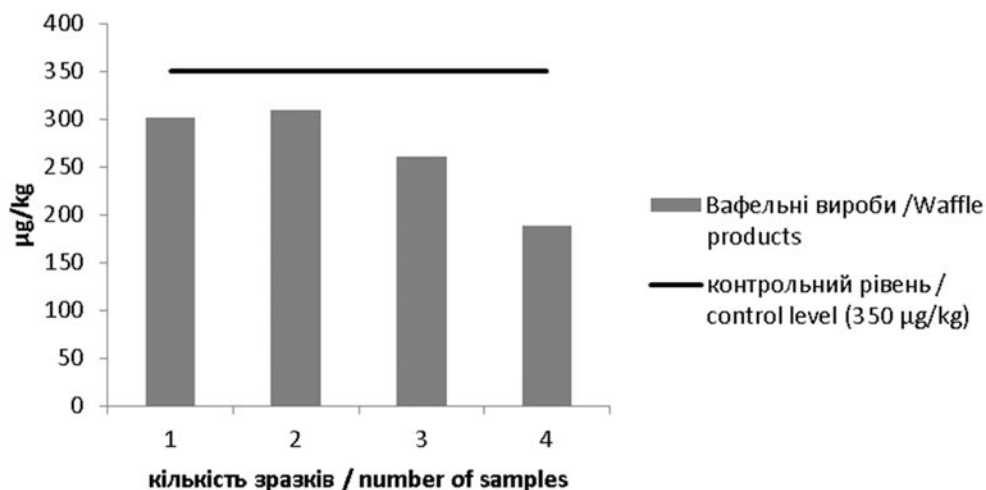


Рис. 4. Вміст акриламід у зразках вафельних виробів

Fig. 4. The levels of acrylamide in wafer products samples

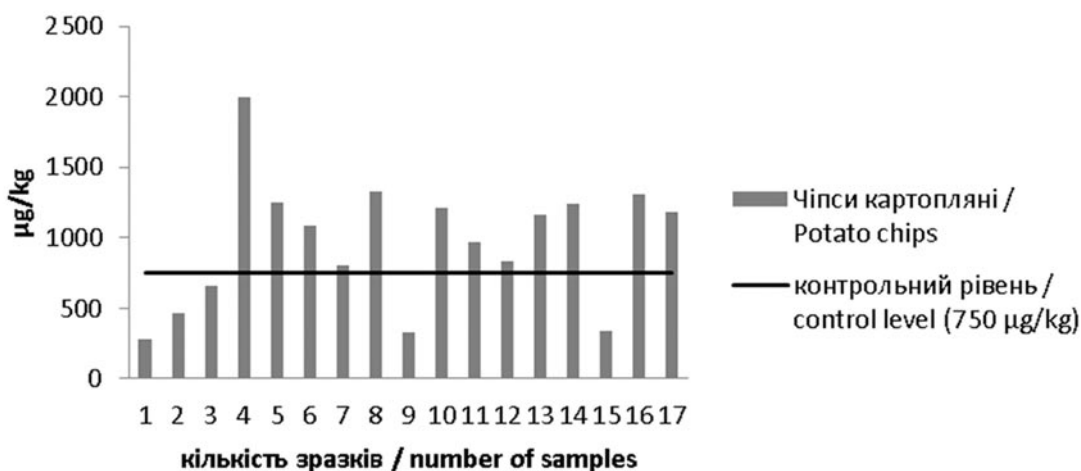


Рис. 5. Вміст акриламід у зразках чіпсів картопляних

Fig. 5. The levels of acrylamide in potato crisps samples

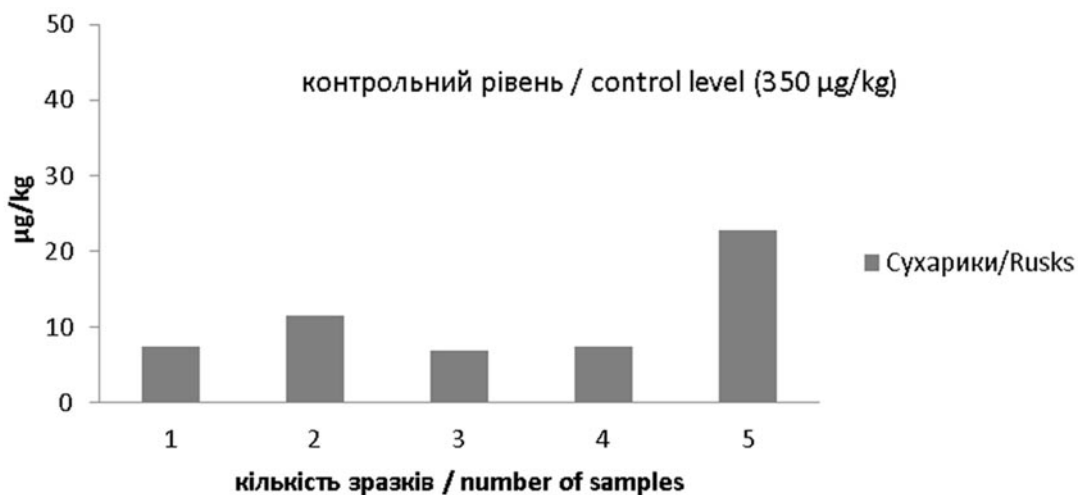


Рис. 6. Вміст акриламід у зразках сухариків

Fig. 6. The levels of acrylamide in rusks samples

показник вмісту акриламід у становив  $695,5 \pm 118,2$  мкг/кг. У цукровому печиві перевищення виявили в одному зразку ( $841,8 \pm 143,1$  мкг/кг) із досліджених чотирьох зразків.

З трьох досліджених кондитерських борошняних виробів в одному зразку вміст акриламід становив  $316,4 \pm 53,8$  мкг/кг, що можна трактувати як перевищення контрольного рівня (350 мкг/кг), враховуючи розширену невизначеність вимірювання.

З шести досліджених вафельних виробів у двох зразках вміст акриламід дещо перевищував контрольні рівні (350 мкг/кг), враховуючи невизначеність вимірювання.

Із досліджених 17 зразків чіпсів картопляних у 12-и зразках вміст акриламід перевищував контрольні рівні, що вказані в Регламенті (ЄС) 2017/2158 (750 мкг/кг). Найвищий показник вмісту акриламід становив  $2000,4 \pm 340,1$  мкг/кг.

У досліджених зразках печива листового, крекери, печива для дитячого харчування, та сухариків вміст акриламід не перевищував контрольні рівні, вказані в Регламенті (ЄС) 2017/2158.

Таким чином, значні перевищення вмісту акриламід виявлено в зразках печива зтяжного, печива цукрового та чіпсів картопляних.

Зважаючи на умови утворення акриламід у харчових продуктах, рецептури печива та чіпсів картопляних та особливості технологічного процесу їх виробництва, можна припустити, що накопичення відбувається внаслідок термічної обробки (комбінація часу та температури), а також наявності в рецептурі інгредієнтів – попередників акриламід (пшеничне борошно, редукуючі цукри, розпушувач бікарбонат амонію, аспарагін та інше).

**Обговорення.** Акриламід – органічна сполука, амід акрилової кислоти,  $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$ , CAS 79-06-1. За звичайних умов є білою, твердою речовиною. Має високу розчинність у воді та спиртах. Основна його частина використовується для синтезу поліакриламід та деяких кополімерів, що застосовуються як флокулянти, задля отвердіння та як матеріали покриття.

Ця хімічна сполука утворюється під час більшості високотемпературних процесів приготування їжі, природним чином присутня в багатьох продуктах харчування. Більшість технологічних процесів приготування їжі можуть спричинити утворення акриламід (смаження, запікання). Приготування їжі вдома також може призвести до утворення цієї сполуки. Акриламід утворюється в результаті хімічної реакції під дією тепла (переважно вище  $120^\circ\text{C}$ ) за низької вологості, яка перетворює цукор і амінокислоти, які природно присутні в харчових продуктах. Цей процес, відомий як реакція Майяра, покращує смак виготовленого продукту, а також відповідає за коричневий колір, який він часто надає їжі. Рівень акриламід у харчовому продукті, таким чином, пов'язаний із способом приготування та його основ-

As it is seen from Figures 1 – 6, out of 28 samples of shortbread biscuits being tested, the levels of acrylamide in 8 biscuits samples were beyond the benchmark level specified in Regulation (EU) 2017/2158 ( $350 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). The highest level of acrylamide presence was  $695.5 \pm 118.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ . As for sugar biscuits, the level of acrylamide was beyond the benchmark level in one sample ( $841.8 \pm 143.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) out of four samples being tested.

Out of three samples of bakery products being tested, the acrylamide level in one sample was  $316.4 \pm 53.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ , which can be interpreted as exceeding the benchmark level ( $350 \mu\text{g}/\text{kg}$ ), taking into account the extended measurement uncertainty.

Out of six samples of wafer products being tested, two samples had acrylamide level slightly above the benchmark level ( $350 \mu\text{g}/\text{kg}$ ), taking into account the measurement uncertainty.

Out of 17 samples of potato crisps being tested, the acrylamide level in 12 samples was beyond the benchmark level specified in Regulation (EU) 2017/2158 ( $750 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). The highest level of acrylamide was  $2000.4 \pm 340.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ .

In the samples of puff biscuits, crackers, biscuits for infants and young children, and rusks, the acrylamide levels were within the benchmark levels specified in Regulation (EU) 2017/2158.

Thus, significantly exceeding levels of acrylamide were found in the samples of shortbread biscuits, sugar biscuits and potato crisps.

Taking into account the conditions for the formation of acrylamide in foods, the recipes of biscuits and potato crisps and the peculiarities of the technological process of their production, it can be assumed that the accumulation of acrylamide in these foods occurs as a result of their heat treatment (a combination of time and temperature), and due to the presence of the ingredients – precursors of acrylamide (wheat flour, reducing sugars, baking powder ammonium bicarbonate, asparagine, etc.) in the recipe.

**Discussion.** Acrylamide is an organic compound, acrylic acid amide,  $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$ , CAS 79-06-1. Under normal conditions, it is a white, solid substance. It is highly water- and alcohol soluble. The main part of acrylamide is used for the synthesis of polyacrylamide and some co-polymers used as flocculants, hardeners and coating materials.

Acrylamide is a chemical compound which is formed during most high-temperature cooking processes. It is naturally present in many foods. Most technological processes of cooking food (frying, baking), including preparing home-made food, can cause the formation of acrylamide. Acrylamide is formed in the process of a chemical reaction through exposure to high tempera-

ними інгредієнтами, але також значною мірою на нього впливають умови зберігання.

Акриламід присутній у широкому спектрі повсякденних харчових продуктів, отже, ця проблема стосується всіх споживачів.

Вперше він був виявлений в харчових продуктах шведськими дослідниками у 2002 році, що започаткувало широкомасштабні наукові дослідження, практичні та законодавчі рекомендації для зниження його рівня [6].

У червні 2015 року Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA) опублікувало повну оцінку ризику щодо наявності акриламіду в харчових продуктах [7]. Експерти EFSA підтверджують, що ця речовина може збільшити ризик раку для споживачів будь-якого віку та вважають це проблемою для громадського здоров'я. Беручи до уваги стандартний склад дієти та інформацію про вагу тіла, діти є віковою групою, яка найбільш чутлива до його впливу.

Панель CONTAM (EFSA Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain) оцінила 43 419 аналітичних результатів дослідження харчових продуктів. Акриламід виявлено на найвищих рівнях у заміниках кави та каві, а також у смаженій картоплі. Середній і 95-й перцентиль харчової експозиції акриламіду в опитуваннях і вікових групах оцінювалися як 0,4-1,9 мкг/кг маси тіла на добу і 0,6-3,4 мкг/кг маси тіла на добу, відповідно.

Основний внесок у загальну дієтичну експозицію акриламіду становила категорія «Смажені картопляні продукти (крім картопляних чіпсів і снєків)». Уподобання в домашньому приготуванні їжі можуть істотно позначатись на впливові акриламіду в раціоні людини.

При пероральному надходженні акриламід всмоктується зі шлунково-кишкового тракту та розподіляється по всіх органах. Він екстенсивно метаболізується, в основному шляхом кон'югації з глутатіоном, але також шляхом епоксидування до гліцидаміду (GA). Утворення гліцидаміду – це той шлях, що лежить в основі генотоксичності та канцерогенності акриламіду.

Нейротоксичність, несприятливий вплив на чоловічу репродукцію, токсичність для розвитку та канцерогенність були визначені як можливі критичні кінцеві точки токсичності акриламіду під час експериментальних досліджень на тваринах.

Дані досліджень на людях були недостатніми для оцінки дози-відповідь.

Панель CONTAM визначила значення BMDL (95 % benchmark dose lower confidence limit) 0,43 мкг/кг маси тіла на добу для периферичної нейропатії у щурів і 0,17 мкг/кг маси тіла на добу для неопластичних ефектів у мишей.

EFSA дійшла висновку, що поточні рівні впливу акриламіду з раціоном харчування не викликають занепокоєння щодо непухлинних ефектів. Хоча епі-

ture (mostly above 120°C) and low humidity, which converts sugars and amino acids that are naturally present in food products. This process, known as Maillard reaction, can modify the taste of the final product and often makes it brownish. The level of acrylamide in food is thus related to the way it is cooked and its main ingredients, but it is also significantly affected by the storage conditions.

As acrylamide is present in a wide range of everyday food products, this health concern affects all consumers.

Acrylamide was first detected in foods by Swedish researchers in 2002, which initiated large-scale scientific research, practical and legislative recommendations to reduce the level of acrylamide [6].

In June 2015, the European Food Safety Agency (EFSA) published a full risk assessment for acrylamide in food [7]. EFSA experts confirm that acrylamide in food can increase the risk of cancer for consumers of all ages and consider it to be a public health concern. Considering standard diet composition and body weight information, children are the age group most susceptible to acrylamide exposure.

The CONTAM panel (EFSA Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain) assessed 43,419 analytical findings of foodstuffs research. The highest levels of acrylamide were found in coffee and its substitutes, as well as in fried potatoes. The median and the 95th percentile of dietary exposure to acrylamide in surveys and age groups were estimated to be 0.4-1.9 µg/kg bw per day and 0.6-3.4 µg/kg bw per day, respectively.

The category french fries (excluding potato crisps and snacks) was the main contributor to the total dietary exposure to acrylamide. Preferences in home cooking can significantly affect the exposure to acrylamide in a person's diet.

When taken orally, acrylamide is absorbed from the gastrointestinal tract and distributed throughout all the organs. Acrylamide is extensively metabolized, mainly by conjugation with glutathione, but also by epoxidation to glycidamide (GA). The formation of glycidamide is considered to be the pathway underlying the genotoxicity and carcinogenicity of acrylamide.

Neurotoxicity, adverse effects on male reproduction, developmental toxicity, and carcinogenicity have been identified as possible critical endpoints of acrylamide toxicity in experimental animal studies.

Data from human studies were insufficient to assess a dose-response.

The CONTAM panel determined a 95% benchmark dose lower confidence limit (BMDL) of 0.43 µg/kg bw/day for peripheral neuropathy in rats and 0.17 µg/kg bw/day for neoplastic effects in mice.

деміологічні асоціації не продемонстрували, що акриламід є канцерогеном для людини, межі впливу (MOE – Margin of exposure) вказують на занепокоєння щодо неопластичних ефектів на основі даних на тваринах.

Після висновку EFSA негайно розпочато обговорення з компетентними органами держав-членів ЄС щодо визначення відповідних регуляторних заходів для зменшення присутності акриламіду в харчових продуктах.

Відправною точкою для обговорення було те, що регуляторні заходи повинні забезпечувати високий рівень захисту здоров'я людини і повинні бути реалізованими, здійсненими та надійними для ефективного зменшення присутності акриламіду в їжі.

У листопаді 2017 року був прийнятий, а у квітні 2018 року набув чинності Регламент Комісії (ЄС) 2017/2158, що встановлює пом'якшувальні заходи та контрольні рівні для зменшення присутності акриламіду в харчових продуктах.

Регламент передбачає обов'язкове застосування всіма відповідними операторами ринку харчових продуктів пом'якшувальних заходів для зменшення присутності акриламіду в харчових продуктах. Визначаються етапи обробки харчових продуктів, сприйнятливі до утворення акриламіду та встановлюються заходи для зниження його рівня в цих продуктах.

Заходи пом'якшення, викладені в цьому Регламенті, базуються на сучасних наукових та технічних знаннях. Доведено, що вони призводять до зниження рівнів акриламіду без негативного впливу на якість і безпеку продукту. Ці заходи пом'якшення були встановлені після широких консультацій з організаціями, що представляють операторів ринку харчових продуктів, споживачів та експертів з компетентних органів держав-членів ЄС. Якщо заходи пом'якшення включають використання харчових добавок та інших речовин, то їх слід використовувати відповідно до дозволу на їх використання.

У Додатку I до Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 наведено пом'якшувальні заходи для основних груп харчових продуктів, які мають ризик утворення акриламіду в процесі їхньої виробництва. Нижче наведено пом'якшувальні заходи для основних груп харчових продуктів.

### **Продукти на основі картоплі**

- *Вибір відповідних сортів картоплі:* використовувати сорти картоплі, які підходять для конкретного типу продукту, в яких вміст прекурсорів акриламіду, таких як редуруючі цукри (фруктоза та глюкоза) та аспарагін, є найнижчими. При поставках картоплі суб'єкти господарювання повинні вказати максимальний вміст редуруючих цукрів у картоплі, а також максимальну кількість пошкодженої картоплі.

- *Дотримання умов зберігання картоплі:* температура повинна відповідати сорту картоплі, що збе-

EFSA concluded that current levels of dietary exposure to acrylamide do not raise concerns about non-tumor effects. However, although epidemiologic associations have not demonstrated that acrylamide is a human carcinogen, the margins of exposure (MOE) indicate concern for neoplastic effects based on animal data.

Following the EFSA conclusion, discussions with the competent authorities of the EU member states were immediately initiated to specify appropriate regulatory measures to reduce the presence of acrylamide in foodstuffs.

The starting point for the discussion was that regulatory measures must ensure a high level of protection for human health and must be feasible and reliable to effectively reduce the presence of acrylamide in food.

Commission Regulation (EU) 2017/2158 establishing mitigation measures and benchmark levels to reduce the presence of acrylamide in food was adopted in November 2017 and entered into force in April 2018.

The Regulation requires that all the relevant food business operators should apply mitigation measures to reduce the presence of acrylamide in foodstuffs. The stages of processing food products susceptible to the formation of acrylamide are determined and measures are established to reduce its level in these foods.

The mitigation measures outlined in this Regulation are based on advanced scientific and technical knowledge and they have proven to reduce acrylamide levels without adversely affecting product quality and safety. These mitigation measures were established after extensive consultation with organizations representing food business operators, consumers and experts from the competent authorities of the EU Member States. Where the mitigation measures include the use of food additives and other substances, the food additives and other substances shall be used in accordance with the provisions for their use.

Annex I to Commission Regulation (EU) 2017/2158 provides mitigation measures for the main categories of foodstuffs with high exposure to acrylamide formation in the process of their production. Below are the mitigation measures for the main categories of foodstuffs.

### **Products based on potatoes**

- *Selection of suitable potato varieties:* use the potato varieties that are suitable for the product type and where the content of acrylamide precursors, such as reducing sugars (fructose and glucose) and asparagine is the lowest. When delivering potatoes, food business operators shall specify the maximum



рігається, і бути вище 6°C; рівень вологості має бути таким, щоб мінімізувати старіння та «підсолоджування»; у картоплі, що зберігається протягом тривалого терміну, якщо це дозволено, необхідно пригнічувати проростання за допомогою відповідних засобів; під час зберігання слід контролювати рівень редуруючих цукрів у картоплі.

- *Смаження у фритюрі*: картопля перед використанням перевіряється на вміст редуруючих цукрів; контроль температури олії для смаження (температура має бути якомога нижчою); мінімальна вологість продукту після смаження повинна бути не нижче 1,0 %; для кінцевих споживачів оператори ринку повинні вказати рекомендовані методи приготування картоплі зі зазначенням часу та температури для духовки/фритюрниці/каструлі на упаковці та/або через інші канали зв'язку.

### **Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби, злакові суміші (сухі сніданки)**

- *На етапі вирощування зернових культур*: необхідно дотримуватись належної сільськогосподарської практики щодо внесення добрив, зокрема щодо підтримки збалансованого рівня сірки в ґрунті та забезпечення правильного внесення азоту; дотримуватись належної фітосанітарної практики, щоб забезпечити застосування належної практики щодо заходів захисту рослин для запобігання грибковим інфекціям.

- *Під час виробничого процесу*: суб'єкти господарювання повинні застосовувати наступні заходи пом'якшення:

а) для відповідних продуктів розглянути питання про зменшення або повну/часткову заміну бікарбонату амонію альтернативними розпушувачами, такими як бікарбонат натрію та підкислювачі або гідрокарбонат натрію та динатрій дифосфат з органічними кислотами, або їхні калієві солі.

б) для продуктів, де рецептура продукту це дозволяє, замінити фруктозу або інгредієнти, що містять фруктозу (сиropи та мед), глюкозою або невідновлюючими цукрами, такими як сахароза, особливо в рецептурах, що містять бікарбонат амонію.

в) оператори ринку повинні використовувати аспарагіназу, якщо це ефективно та можливо, щоб зменшити кількість аспарагіну та знизити можливість утворення акриламідів.

г) якщо характеристики продукту дозволяють, суб'єкт господарювання перевіряє, чи можна використовувати часткову заміну пшеничного борошна альтернативним зерновим борошном, таким як рисове, беручи до уваги, що будь-яка зміна матиме вплив на процес випічки та органолептичні властивості продуктів. Різні типи зерна показали різні рівні аспарагіну (типовий рівень аспарагіну найвищий у житі та в порядку спадання нижчий у вівсі, пшениці, кукурудзі та найнижчий у рисі). Враховуючи, що продукти на основі кукурудзи та рису, як правило, міс-

content of reducing sugars in potatoes, as well as the maximum number of damaged potatoes.

- *Compliance with storage requirements for potatoes*: the temperature shall be appropriate to the potato variety stored and it shall be above 6 °C; the level of humidity shall be such as to minimise sweetening; sprouting shall be suppressed in long term stored potatoes where permitted, using appropriate agents; during storage the level of reducing sugars in potatoes shall be tested.

- *Deep-frying*: potatoes shall be tested for reducing sugars prior to use; frying oil temperatures shall be as low as feasibly possible; the minimum moisture content of the product after frying shall not be lower than 1.0%; for the end users, food business operators shall indicate recommended cooking methods specifying time, temperature, quantity for oven/deep fryer/pan on packaging and/or via other communication channels.

### **Bread and bakery, dry breakfast cereals**

- *At the stage of farming grain crops*: follow good agricultural practices on fertilisation, in particular with regard to maintaining balanced sulphur levels in the soil and to ensure a correct nitrogen application; follow good phytosanitary practices in order to ensure the application of good practices on crop protection measures to prevent fungal infection.

- *In the manufacturing process*: food business operators shall apply the following mitigation measures:

a) for relevant products, food business operators shall consider reducing or replacing fully or partially ammonium bicarbonate with alternative raising agents such as sodium bicarbonate and acidulants, or sodium bicarbonate and disodium diphosphate with organic acids or their potassium salts;

b) for products where formulation allows, food business operators shall replace fructose or fructose-containing ingredients such as syrups or honey with glucose or non-reducing sugars such as sucrose, particularly in recipes containing ammonium bicarbonate;

c) food business operators shall use asparaginase where effective and possible to reduce asparagine and mitigate the potential for acrylamide formation;

d) where a product characteristic allows, food business operators shall review whether it is possible to utilise the partial replacement of wheat flour with alternative grain flour, such as rice, taking into consideration that any change will have an impact on the baking process and organoleptic properties of the products. Different types of grains have shown different levels of asparagine (typical asparagine levels are the highest in rye and in descending order lower in oats, wheat, maize and with the lowest levels in rice). Given that

тять менше акриламід, ніж продукти, виготовлені на основі пшениці, жита, вівса та ячменю, оператори ринку мають розглянути можливість використання кукурудзи та рису для розробки нових рецептур харчових продуктів.

г) під час оцінки ризику суб'єкти господарювання повинні враховувати вплив інгредієнтів харчових продуктів, які можуть підвищувати рівень акриламід в кінцевому продукті, використовуючи інгредієнти, які не мають такого впливу, але зберігають фізичні та органолептичні властивості (наприклад, мигдаль, смажений при нижчих, а не при високих температурах та сухофрукти як джерело фруктози).

д) суб'єкти господарювання повинні розглянути питання про використання органічних кислот у виробничому процесі або зниження рівнів pH, наскільки це можливо та розумно, у поєднанні з іншими заходами пом'якшення, беручи до уваги, що це може призвести до органолептичних змін продукту (менше підрум'янювання, зміна смаку).

е) підприємства, що здійснюють термічну обробку, мають застосовувати комбінацію часу та температури, яка є найефективнішою для зменшення утворення акриламід у досягненні цільових характеристик продукту. Вони повинні випікатися до світлого кольору кінцевого продукту з урахуванням досягнення цільової якості продукту, необхідного терміну придатності та стандартів безпеки. Підприємства повинні підвищувати вміст вологи в кінцевому продукті. При розробці нових зразків необхідно брати до уваги їхній розмір і площу поверхні, оскільки, малий розмір продукту потенційно може призвести до підвищення рівня акриламід через вплив тепла. Для преміксів продуктів, які надходять на ринок для випікання вдома або в закладах громадського харчування, суб'єкти господарювання повинні надавати споживачам інструкції з приготування, щоб гарантувати, що рівні акриламід в кінцевих продуктах є настільки низькими, наскільки це розумно досяжно, нижче контрольних рівнів.

### Кава

Розглядаючи склад кавової суміші, виробники повинні враховувати оцінку ризику. Адже продукти на основі зерен робусти, як правило, мають вищі рівні акриламід, ніж ті, що на основі зерен арабіки. Вони повинні визначити критичні умови смаження, щоб забезпечити мінімальне утворення акриламід у цільовому профілі смаку. Контроль умов смаження має бути включений до програми належної виробничої практики (Good Manufacturing Practice (GMP)). Оператори ринку обов'язково повинні розглянути можливість використання обробки аспарагіназою, наскільки це можливо та ефективно для зменшення присутності акриламід.

Ефективність пом'якшувальних заходів для зменшення вмісту акриламід слід перевіряти шляхом визначення його вмісту в харчових продуктах

maize- and rice-based products generally contain less acrylamide than products based on wheat, rye, oat and barley, food business operators shall consider using maize and rice in the development of new food formulations;

e) food business operators shall take into account in the risk assessment the impact of ingredients in the bakery products that may raise acrylamide levels in the final product, and use ingredients that do not have such effects but maintain physical and organoleptic properties (such as almonds roasted at lower rather than higher temperatures and dried fruits as fructose source);

f) food business operators shall consider adding organic acids to the production process or decreasing the levels of pH as far as possible and reasonable in combination with other mitigation measures and taking into account that this can result in organoleptic changes (less browning, modification of taste);

g) food processing enterprises shall apply the heat input, i.e. time and temperature combination that is the most effective to reduce acrylamide formation while achieving the targeted product properties. Products shall be baked to a lighter colour endpoint in the final product in consideration of achieving the targeted product quality, the required shelf life and food safety standards. Enterprises shall increase the moisture content in the final product. In developing new products, food business operators shall consider in their risk assessment the size and surface area of a particular piece of product taking into account that small product size potentially leads to higher acrylamide levels due to heat impact. For product pre-mixes that are put on the market to be baked at home or in catering establishments, food business operators shall provide cooking instructions to their customers to ensure that the acrylamide levels in the final products are as low as reasonably achievable below the benchmark levels.

### Coffee

While considering coffee blend composition food business operators shall take into account in the risk assessment that products based on Robusta beans tend to have higher acrylamide levels than products based on Arabica beans. They shall identify the critical roast conditions to ensure minimal acrylamide formation within the target flavour profile. Control of roast conditions shall be incorporated into a Good Manufacturing Practice (GMP). Food business operators shall consider the use of asparaginase treatment, as far as it is possible and effective to reduce the presence of acrylamide.

та аналізу їх виробництва, демонструючи, що рівні акриламід у нижчі від встановлених контрольних рівнів.

У Додатку IV до Регламенту Комісії (ЄС) 2017/2158 встановлені контрольні (орієнтовні) рівні присутності акриламід у харчових продуктах (див. табл.2).

Контрольні (орієнтовні) рівні – це показники, які використовуються для перевірки ефективності заходів пом'якшення і базуються на дослідженнях різноманітних категорій харчових продуктів. Вони повинні бути встановлені на тому низькому рівні, наскільки це досяжно із застосуванням усіх відповідних заходів пом'якшення.

У разі перевищення контрольних рівнів оператори ринку харчових продуктів повинні переглянути застосовані заходи пом'якшення та налаштувати процеси та засоби контролю аби досягти показників, які були б нижче за контрольні, зазначені у Додатку IV. Оператори ринку повинні враховувати безпеку харчових продуктів, специфічні виробничі та географічні умови та їхні характеристики.

Для забезпечення високого рівня захисту здоров'я людини доцільно, щоб компетентні органи та оператори ринку харчових продуктів у межах своєї компетенції, без шкоди для зобов'язань, встановлених Регламентом (ЄС) 2017/2158, контролювали наявність акриламід у більш широкому спектрі харчових продуктах з огляду на прийняття можливих заходів з управління ризиками, які повинні доповнювати ті, що вже передбачені Регламентом (ЄС) 2017/2158.

Рекомендація Комісії (ЄС) 2019/1888 від 7 листопада 2019 року щодо моніторингу присутності акриламід у харчових продуктах [8] встановлює невичерпний перелік категорій харчових продуктів/харчових продуктів, які контролюються на вміст акриламід у.

Додаток «Неповний перелік харчових продуктів для моніторингу наявності акриламід у» до Рекомендацій Комісії (ЄС) 2019/1888 включає наступні харчові продукти:

- *вироби з картоплі*: Rösti, Croquettes, pommes duchesse, pommes noisettes, запіканка картопляна (і овочева), картопляно-м'ясне боршно, страви з картоплі та сиру;

- *хлібобулочні вироби*: булочки (булочки для гамбургерів, булочки з цільної пшениці, молочні булочки), лаваш, мексиканські коржі, круасани, пончики, фірмовий хліб (такий як хліб пумпернікель, цібатта з оливками, цибульний хліб), млинці, хрустке печиво з тонких смужок тіста, обсмажене у фритюрі, чуррос;

- *зернові продукти*: рисові крекери, кукурудзяні сухарі, зернові закуски (наприклад, продукти з екструдованої кукурудзи та/або пшениці), медові смажені мюслі;

- *інші*: овочеві чипси/картопля фрі, смажені горіхи, смажені олійні культури, сухофрукти, смажені

The effectiveness of mitigation measures to reduce acrylamide shall be verified by identifying its presence in foodstuffs and analysing their production, demonstrating that acrylamide levels are below the benchmark levels.

Annex IV to Commission Regulation (EU) 2017/2158 sets the benchmark levels for the presence of acrylamide in foodstuffs (see Table 2).

The benchmark levels are indicators used to verify the effectiveness of the mitigation measures and are based on the studies of various food categories. They shall be set as low as possible with all appropriate mitigation measures in place.

When a product has exceeded the benchmark level, food business operators shall review the mitigation measures applied and adjust processes and controls to ensure that acrylamide level in the final product is below the benchmark levels set out in Annex IV. Food business operators shall take into account food safety, specific production and geographical conditions and product properties.

In order to ensure a high level of human health protection, the competent authorities and food business operators, within their competence and following the obligations set out by Regulation (EU) 2017/2158, shall monitor the presence of acrylamide in a wider range of foodstuffs considering the adoption of possible risk management measures to complement those already provided by Regulation (EU) 2017/2158.

Commission Recommendation (EU) 2019/1888 of November 7, 2019 on monitoring the presence of acrylamide in food products [8] sets out a non-exhaustive list of categories of food products which are monitored for the presence of acrylamide.

The Annex to Commission Recommendation (EU) 2019/1888 Non-Exhaustive List of Food for Monitoring of the Presence of Acrylamide includes the following food products:

- *potato products*: Rösti, croquettes, pommes duchesse, pommes noisettes, potato (and vegetable) casserole, potato and meat meal, potato and cheese meal;

- *bakery products*: rolls (hamburger rolls, whole wheat rolls, milk rolls), pita bread, Mexican tortillas, croissants, doughnuts, speciality bread (such as pumpernickel bread, ciabatta with olives, onion bread), pancakes, crisp cookies from thin strip of dough and deep fried, churros;

- *cereal products*: rice crackers, maize crackers, cereal snacks (such as extruded maize and/or wheat products), honey roasted muesli;

**Додаток IV до Регламенту (ЄС) 2158/2017  
Контрольні (орієнтовні) рівні присутності акриламід у харчових продуктах [5]**

**Annex IV to Regulation (EU) 2158/2017  
Benchmark levels for the presence of acrylamide in foodstuffs [5]**

<b>Назва харчових продуктів / Food</b>	<b>Контрольні рівні присутності акриламід, мкг/кг / Benchmark level of acrylamide presence, µg/kg</b>
Картопля фрі (готова до вживання) / French fries (ready to eat)	500
Картопляні чипси зі свіжої картоплі та з картопляного тіста / Potato crisps made from fresh potatoes and potato dough Сухарики на основі картоплі / Potato crackers Інші картопляні вироби з картопляного тіста / Other potato products made from potato dough	750
М'який хліб / Soft bread (а) Хліб на основі пшениці / Wheat-based bread (б) М'який хліб, крім пшеничного / Soft bread other than wheatbased	50 100
Сухі сніданки (крім каш) / Breakfast cereals (excluding porridge) продукти з висівок і цілнозернові каші / bran products and whole grain cereals продукти на основі пшениці та жита / products based on wheat and rye продукти на основі кукурудзи, вівса, спельти, ячменю та рису / products based on maize, oats, spelt, barley and rice	300 300 150
Печиво і вафлі / Biscuits and wafers	350
Крекери, за винятком крекерів на основі картоплі / Crackers, except potato-based crackers	400
Хрусткі хлібці / Crispbread	350
Імбирний хліб / Ginger bread	800
Продукти, схожі на інші товари в цій категорії / Products similar to other products in this category	300
Смажена кава / Roast coffee	400
Розчинна (розчинна) кава / Instant (soluble) coffee	850
Замінники кави / Coffee substitutes  (а) замінники кави виключно зі злаків / coffee substitutes based on cereals (б) замінники кави із суміші злаків і цикорію / coffee substitutes based on a mixture of cereals and chicory (с) замінники кави виключно з цикорію / coffee substitutes based on chicory	500 4 000
Дитяче харчування, оброблені зернові продукти для немовлят і дітей раннього віку, за винятком печива та сухарів / Baby foods, processed cereal foods for infants and young children, excluding biscuits and rusks	40
Печиво та сухарі для дітей грудного та раннього віку / Biscuits and rusks for infants and young children	150

какао-боби та продукти з них, оливки в розсолі, замітники кави не на основі цикорію або злаків, помадка, карамель, нуга.

Встановлення максимальних рівнів акриламід у певних харчових продуктах на додаток до заходів, передбачених Регламентом (ЄС) 2017/2158, наразі розглядається. Обговорюються максимальні рівні вмісту акриламід у харчових продуктах на основі злаків для немовлят і дітей раннього віку. Розпочато обговорення на рівні Комісії ЄС щодо встановлення максимальних рівнів вмісту акриламід у інших харчових продуктах.

## Висновки

1. Безпека харчових продуктів є спільною відповідальністю урядів, виробників та споживачів. Дотримуючись харчових стандартів, створивши ефективні системи контролю харчових продуктів, застосовуючи належні методи технологічної обробки харчових продуктів, можна забезпечити харчову безпеку та належну якість продуктів. Європейський Союз нещодавно вніс багато нових харчових продуктів до своєї системи моніторингу на вміст акриламід. ЄС також розглядає нове законодавство щодо рівнів акриламід, яке запроваджує максимальні обмеження для країн-членів ЄС. Це законодавство вимагатиме від операторів харчового бізнесу зробити певні, практичні кроки для управління ризиком, аби харчові продукти були безпечними для споживачів.

2. Рівень акриламід у харчових продуктах можна знизити за допомогою впровадження на виробництві процедур, заснованих на принципах аналізу ризиків і критичних контрольних точок (Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)), які б включали контроль за проведенням основних пом'якшувальних заходів, спрямованих на зниження вмісту акриламід та викладених в Регламенті (ЄС) 2017/2158. Система аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (HACCP) – міжнародно визнаний метод виявлення та управління ризиками пов'язаними із безпечністю харчових продуктів. Як показує практика, основні шляхи зниження вмісту акриламід у харчових продуктах – це використання сировини з низьким вмістом речовин – попередників акриламід, а також оптимізація технологічного процесу з використанням правильної термічної обробки (комбінація часу та температури), або використання альтернативних технологій виробництва.

3. Сьогодні в Україні питання контролю акриламід не стоїть на порядку денному і немає законодавчого регулювання його вмісту в харчових продуктах. Але, як видно із звернень до нашого Дослідницько-випробувального токсикологічного центру, вітчизняні виробники вже почали тестувати свою продукцію на вміст акриламід, особливо ту, яка призначена для експорту в європейські країни.

- *other*: vegetable crisps/fries, roasted nuts, roasted oilseeds, dried fruits, roasted cocoa beans and derived cocoa products, olives in brine, coffee substitutes not based on chicory or cereals, fudge, caramel, nougat.

The setting of maximum levels of acrylamide in certain foodstuffs in addition to the measures provided for in Regulation (EU) 2017/2158 is currently under consideration. The maximum levels of acrylamide presence in foods based on cereals for infants and young children are being discussed. Discussions have begun at the EU Commission level regarding setting maximum levels of acrylamide presence in other foodstuffs.

## Conclusions

1. Food safety is a shared responsibility of governments, producers and consumers. By adhering to food standards, creating effective food control systems, applying appropriate methods of technological processing of foodstuffs, it is possible to ensure food safety and proper quality of products. The European Union has recently included many new foodstuffs in its monitoring system for acrylamide presence. The EU is also considering new legislation on acrylamide levels which will introduce maximum restrictions for the EU member states. This legislation will require that food business operators should take simple, practical steps to manage the risk of acrylamide in their food safety management systems.

2. The level of acrylamide in foodstuffs can be reduced by implementing production procedures based on the principles of the Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), which includes monitoring the implementation of basic mitigation measures aimed at reduction of acrylamide presence as set out in Regulation (EU) 2017/2158. The Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) is an internationally recognized method of identifying and managing risks related to the safety of foodstuffs. As evidenced in practice, the main ways to reduce the presence of acrylamide in foodstuffs are the use of raw materials with low levels of the presence of substances – precursors of acrylamide, as well as optimization of the technological process by using proper heat input.

3. Today in Ukraine, the issue of acrylamide control is not on the agenda and its presence in foodstuffs is not regulated on the legislative level. But, as can be seen from the appeals to our Research and Testing Centre of Toxicology, domestic manufacturers have already started testing their products for the presence of acrylamide, especially those intended for export to the European countries.

У зв'язку з цим вважаємо за необхідне проведення в Україні компетентним органом моніторингу вмісту акриламідів в харчових продуктах та повідомлення операторів ринку щодо прийомів зниження його вмісту. Проведення цих заходів надасть можливість забезпечити виробництво безпечних та конкурентних харчових продуктів як на внутрішньому, так і на європейському ринку.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

In this regard, we consider it necessary to have a competent authority in Ukraine to monitor the presence of acrylamide in foodstuffs and notify food business operators of methods to reduce its level. The implementation of these measures shall provide for the production of safe and competitive foodstuffs both on the domestic and European markets.

**Conflict of interest.** The Authors declare no conflict of interest.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Council Regulation (EEC) No 315/93 of 8 February 1993 laying down Community procedures for contaminants in food (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A01993R0315-20090807>).
2. Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 2002; 419(6906):448–449. doi:10.1038/419448a.
3. Thierry Delatour, Aurélien Desmarchelier, Richard H Stadler. Challenges in the measurement of acrylamide in food by confirmatory methods. *Current Opinion in Food Science*, Volume 48, December 2022. doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100951
4. МІ.СЗ.7.2.01-119 «Визначення акриламідів в харчових продуктах, каві, кавових продуктах та питній воді методом ВЕРХ-МС/МС».
5. Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food (<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/2158/oj>).
6. FAO/WHO. 2002. Health implications of acrylamide in food. Summary Report of a Joint FAO/WHO Consultation, Geneva (Switzerland), 25-27 June 2002 ([www.who.int/fsf/Acrylamide/SummaryreportFinal.pdf](http://www.who.int/fsf/Acrylamide/SummaryreportFinal.pdf)).
7. «Scientific Opinion on acrylamide in food» The EFSA Journal 2015;13(6):4104 (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4104>).
8. Commission Recommendation (EU) 2019/1888 of 7 November 2019 on the monitoring of the presence of acrylamide in certain foods (<https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2019/1888/oj>).

### Інформація про внесок кожного автора / Information on contribution of each author

Адамчук Т.В. / T. Adamchuk <sup>E, C</sup>

Макарова О.А. / O. Makarova <sup>B</sup>

Гринько А.П. / A. Hrynko <sup>A, G</sup>

Євтушенко Т.В. / T. Yevtushenko <sup>D</sup>

Михайлов В.С. / V. Mykhailov <sup>B</sup>

### Відомості про авторів

**Адамчук Таміла Володимирівна** – старший науковий співробітник відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: adamchuk.medved@gmail.com. ORCID: 0009-0001-8071-5860.

**Макарова Ольга Анатоліївна** – молодший науковий співробітник сектору «Референс-центр з визначення токсичних та контрольованих хімічних речовин» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: vasmak33@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1174-7380.

**Гринько Алла Петрівна** – кандидат хімічних наук, завідувачка відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: alla.grynko.medved@gmail.com, ORCID 0000-0002-2865-0385.

**Євтушенко Тетяна Вікторівна** – заступниця керівника ДВТЦ Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: t\_yevtuchenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2377-6712

**Михайлов Володимир Сергійович** – провідний хімік-аналітик відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: v.mykhaylov.medved@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6414-6760

*Стаття надійшла до редакції 01.03.2024 р.*

#### **Information about authors**

**Tamila Adamchuk** – Senior Researcher of the Department of Analytical Chemistry of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Geroyiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0009-0001-8071-5860.

**Olga Makarova** – Junior Scientist, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: vasmak33@ukr/net, ORCID: 0000-0003-1174-7380.

**Alla Grynko** – Candidate of chemical Sciences, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0000-0002-2865-0385.

**Tetiana Yevtushenko** – Deputy Head of Research and Testing Toxicological Center, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-2377-6712.

**Volodimir Mykhailov** – Leading analytical chemist, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, e-mail: v.mykhaylov.medved@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6414-6760.

*Received March, 01, 2024*