

ВИЯВЛЕННЯ СТОРОННІХ ВКЛЮЧЕНЬ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМ НАССР У КОНДИТЕРСЬКОМУ ТА ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

*Копилова К. В., д.с.-г.н., зав. відділу
інформаційного забезпечення, стандартизації та метрології
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м.Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0001-6796-390X*

*Вербицький С. Б., к.т.н., заст. зав. відділу
інформаційного забезпечення, стандартизації та метрології
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м.Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0002-4211-3789*

*Кос Т. С., к.т.н., ст. наук. співр.
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м.Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0002-1158-0763*

*Козаченко О. Б., гол. фахівець
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м.Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0002-2189-9583*

*Вербова О. В., наук. співр.
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м.Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0001-5772-7938*

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-10>

Предмет дослідження – оцінювання небезпек, які несуть, чи потенційно можуть нести, різні сторонні включення в хлібобулочних і кондитерських продуктах, а також необхідності та доцільності призначання критичних контрольних точок на постах виявлення та/або вилучення сторонніх включень у рамках систем НАССР на підприємствах хлібопекарської та кондитерської промисловості. **Мета дослідження** – визначити вимоги до методів виявлення сторонніх включень у хлібобулочних і кондитерських виробках та до використовуваних з зазначеною метою технічних засобів. **Методи.** Під час досліджень використовували системний підхід до досліджень фактологічних матеріалів, зокрема наукової та науково-практичної літератури, нормативно-правових актів, нормативних документів тощо; абстрактно-логічний підхід щодо узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків. **Результати дослідження.** Характерними особливостями сторонніх включень у харчових продуктах є їхня дискретність, нечисленність, а також склад, подібний до складу продуктів, що виробляються. Найбільш відпрацьованим і ефективно здійснюваним на практиці є детектування металів, водночас виявлення каменю, скла, пластмаси та більшості сторонніх тіл біологічного походження вимагає складнішого обладнання. Відповідно до умов виробництва, у харчовій промисловості використовують такі фізичні методи виявлення сторонніх включень, як світлові контрольно-вимірювальні системи у видимому та близькому інфрачервоному спектрах, рентгеноскопія, імпеданс на томографія, поверхневе мікрохвильове детектування, високочастотне ультразвукове детектування, а також магнітно-резонансна томографія. Для раціональної організації детектування сторонніх включень у харчових продуктах необхідне попереднє оцінювання їхнього складу та фізичних властивостей, а також форми та характерних розмірів поштучних паковань та темпу виробництва, якому повинне відповідати обладнання для виявлення сторонніх включень з потоку. Характерними сторонніми включеннями у товщі кондитерських і хлібобулочних продуктів є тверді та твердоподібні фрагменти не вимішаних належним чином або дегідратованих інгредієнтів, тіста, помадок та ін. Тверді та твердоподібні включення у

кондитерських і хлібобулочних продуктах, відповідно до HACCP, належать до фізичних факторів. небезпечними сторонніми включеннями у хлібобулочній промисловості є, зокрема, уламки пилок, використовуваних для оснащення хліборізальних машин. У практиці детектування сторонніх включень у хлібобулочній і кондитерській промисловості використовують різноманітні методи, найрозповсюдженішими з яких є оптичний, магнітометричний, рентгенівський, радіоактивний, ультразвуковий та електрометричні методи (індуктивні, ємнісні і контактні). Умовам практичного використання у хлібопекарській і кондитерській промисловості найбільше відповідають електрометричні пристрої виявлення сторонніх включень (металодетектори), які, проте, не є ефективними щодо більшості матеріалів, з яких зазначені включення можуть складатися. Цих недоліків позбавлені рентгенівські детектори, які, попри більшу складність знаходять все більше розповсюдження. Сучасні системи HACCP на хлібопекарних та кондитерських підприємствах включають у себе пости детектування та / або вилучення з потоку тієї продукції, яка містить різні сторонні включення. Призначення критичних контрольних точок виконують, виходячи з оцінювання ймовірності наявності сторонніх включень у продукті, ризиків, які несуть зазначені включення для життя та здоров'я споживачів, а також для стабільності роботи підприємства. У разі необхідності, здійснюють також оцінювання прийнятності та точності залучених засобів детектування. Для призначення критичних контрольних точок використовують метод дерева заходів та матричний метод, з яких ефективнішим вважають останній. За результатами роботи було розроблено «Базу аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення». **Сфера застосування результатів дослідження.** Результати проведених досліджень використовуватимуться з метою вдосконалення систем безпечності харчових продуктів HACCP на підприємствах хлібопекарської та кондитерської промисловості, в організаціях та установах, профілем діяльності яких є безпечність і якість хлібобулочних і кондитерських продуктів.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, кондитерські вироби, сторонні включення у харчових продуктах, система HACCP, металодетектори, рентгенівські детектори

DETECTION OF EXTRANEEOUS INCLUSIONS AS A CONSTITUENT OF HACCP SYSTEMS IN BAKERY AND CONFECTIONERY PRODUCTION

Kopylova Kateryna, D-r of Sciences, Agriculture,
head of Department of Informational Support, Standardization and Metrology
ORCID 0000-0001-6796-390X

Verbytskyi Serhii, PhD, Technique,
dep. head of Department of Informational Support, Standardization and Metrology
ORCID 0000-0002-4211-3789

Kos Tetiana, PhD, Technique, Senior Researcher
ORCID 0000-0002-1158-0763

Kozachenko Olga, Main Specialist
ORCID 0000-0002-2189-9583

Verbova Oksana, Researcher
ORCID 0000-0001-5772-7938

Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-10>

The subject of research – assessment of the dangers that are or may be borne by various extraneous inclusions in bakery and confectionery products, as well as the necessity and expediency

of assigning critical control points at the posts for detecting and / or extracting foreign inclusions within the framework of HACCP systems in the bakery and confectionery industries. **The purpose of the study** – determining requirements for methods for detecting foreign matter in bakery and confectionery products and for technical equipment used for this purpose. **Methods.** During the research, a systematic approach was used to research factual materials, in particular scientific and scientific-practical literature, regulatory legal acts, regulatory documents and the like; abstract-logical approach to the synthesis of research results and the formulation of conclusions. **The results of the study.** The characteristic features of extraneous inclusions in food products are their discreteness, small numbers, and the composition being similar to the composition of the products that are produced. The detection of metals is the most developed and effectively implemented in practice, while detecting stone, glass, plastic and most foreign bodies of biological origin require sophisticated equipment. According to production conditions, in the food industry they use such methods of detecting foreign matter as light control and measuring systems in the visible and near infrared ranges, fluoroscopy, impedance tomography, surface microwave detection, high-frequency ultrasonic detection, as well as magnetic resonance imaging. For the rational organization of detection of extraneous inclusions in food products, a preliminary assessment of their composition and physical properties, as well as the shape and characteristic sizes of piece packages and the production rate, to which the equipment for detecting extraneous impurities from the stream must meet, is necessary. Characteristic extraneous inclusions inside confectionery and bakery products are solid and hard-to-fill fragments of not properly mixed or dehydrated ingredients, dough, sweets, etc. Solid and quasi solid inclusions in confectionery and bakery products, according to HACCP, belong to physical hazards. Dangerous extraneous inclusions in the bakery industry are fragments of knives used to equip bread-slicing machines. In the practice of detecting foreign matter in the bakery and confectionery industries, various methods are used, the most common of which are optical, magnetometric, x-ray, radioactive, ultrasonic and electrometric methods (inductive, capacitive and contact). The conditions of practical use in the baking and confectionery industry are most consistent with electrometric devices for detecting foreign inclusions (metal detectors), which, however, are not effective for most materials from which these inclusions can be added. These shortcomings are deprived of x-ray detectors, which, despite the greater complexity, are becoming more widespread. Modern HACCP systems in bakeries and confectioneries include stations for detecting and / or extracting from the flow those products that contain various foreign inclusions. The assignment of critical control points is carried out on the basis of assessing the probability of the presence of extraneous inclusions in the product, the risks that these inclusions bear for the life and health of consumers, as well as for the stability of the enterprise. If necessary, they also evaluate the acceptability and accuracy of the involved detection tools. For assignment: Creation of critical control points uses the method of the tree of measures and the matrix method, of which the latter is considered more effective. Based on the results of the work, a “Database of analytical data on the nomenclature and nature of extraneous inclusions in food (bakery, confectionery) products and the corresponding methods and technical means for their detection” was developed. **Scope of research results.** The results of the research will be used to improve the food safety systems of HACCP at the enterprises of the baking and confectionery industry, in organizations and institutions whose profile is the safety and quality of bakery and confectionery products.

Key words: bakery products, confectionery, inclusion sides in food products, HACCP system, metal detectors, X-ray detectors

Постановка проблеми. Важливим чинником безпечності, а отже і якості, харчових продуктів, є відсутність у них різноманітних забруднень, що можуть потрапляти до зазначених продуктів з навколишнього середовища під час виробництва, переробки, зберігання та дистрибуції як з незалежних від антропогенних факторів природних причин, так і з причини випадкових або навмисних дій людини. Сторонні домішки можуть мати хімічний або біологічний характер, а також становити фізичну небезпеку [1]. Саме сторонні

предмети в харчових продуктах, як джерело фізичної небезпеки, виявлення зазначених предметів і розробка правил включення зазначених питань в нормативні документи і є предметом цих досліджень.

Чужорідним тілом називають будь-який сторонній предмет в харчовому продукті, який може стати причиною захворювань або ускладнень здоров'я людини під час або через споживання зазначеного продукту. Чужорідне тіло може випадково потрапити в продукти харчування з причини антисанітарних умов під час виробництва, обробки, переробки, зберігання та дистрибуції харчових продуктів. Джерела сторонніх тіл підрозділяють на два типи: внутрішній і зовнішній. Внутрішній тип представлено чужорідними тілами, які пов'язані з харчовим продуктом і є результатом виконання технологічного процесу його приготування. Прикладом таких чужорідних тіл є стебла в сухофруктах. Сторонні тіла зовнішнього типу не мають прямого відношення до харчового продукту, як до такого – вони представлені, наприклад, склом, металом або гумою. Рівень ризику, пов'язаного з наявністю стороннього тіла в харчовому продукті, залежить від розміру, типу, твердості і гостроти такого об'єкта. Наявність стороннього тіла в їжі може викликати задуху при її вживанні, часто для видалення стороннього тіла з організму людини необхідне хірургічне втручання [2,3].

В Україні питання безпечності харчових продуктів розв'язується у рамках чинного законодавства, до актів якого, зокрема, належить Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», запроваджений [4]. Зазначений чинний Закон України, у належний спосіб, відбиває сучасні підходи до гарантування безпечності та деяких необхідних показників якості харчових продуктів. Зокрема, він передбачає запровадження, замість систем інспекційного санітарного та виробничого контролю, сучасних систем контролю безпечності харчових продуктів НАССР. Якщо перші не є достатньо оперативними та ресурсоощадними, оскільки вимагають наявності складних технічних засобів і залучення численного персоналу для здійснення тотального контролю сировини та матеріалів, їх перетворень під час виробництва продукції, пакування, зберігання та дистрибуції [5], то системи НАССР сприяють вдосконаленню гарантування безпечності продукції з одночасною оптимізацією витрат. Концептуальним стрижнем зазначених систем є ґрунтовний аналіз імовірних біологічних, хімічних і фізичних факторів ризику, завдяки чому стабільно забезпечується мінімізація можливості виникнення інцидентів у встановлених критичних контрольних точках (ККТ) [6]. Згідно із запровадженою Законом України [4] новою редакцією Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» з 20 вересня 2019 р. вимоги щодо запровадження систем НАССР набули обов'язковості для всіх потужностей, які використовують для виробництва харчових продуктів. Базою для запровадження систем НАССР є аналізування факторів небезпеки, що його проводять для кожного конкретного процесу виробництва продукції, а також для всіх виробничих потужностей харчового підприємства – належним чином оцінюючи вплив сукупності потенційних небезпек на продукуючі вироби. Обов'язковим є комплексне оцінювання потенційного ризику та значущості фактора небезпеки. Повно та якісно виконане оцінювання уможливорює планування та призначання попереджувальних заходів, застосування яких забезпечує запобігання небезпекам на всіх етапах виробництва і дистрибуції харчових продуктів. У цьому сенсі, факторами небезпеки вважають біологічні, хімічні або фізичні властивості, які можуть призвести до того, що харчовий продукт стане небезпечним для споживання за умов дотримання технічних умов на нього.

Якщо у переважній більшості практичних випадків впровадження систем НАССР на харчових підприємствах, що виробляють харчову продукцію з сировини тваринного походження, ККТ призначають за пороговими значеннями температури, що відповідають зростанню ризику мікробного псування продукції [7], на підприємствах, які продукують кондитерські та хлібобулочні вироби, характер призначених ККТ є більш різноманітним. Зокрема, типовим для зазначених виробництв є призначання важливих, у сенсі збереження

життя та здоров'я споживачів, постів контролю та видалення сторонніх включень у готових кондитерських і хлібобулочних виробках – як до стадії їхнього пакування, так і в упакованому вигляді. Як для більшості інших харчових продуктів, сторонніми включеннями, що найчастіше зустрічаються на практиці, є фрагменти технологічного обладнання та інвентарю, транспортної тари, будівельних конструкцій виробничих приміщень, уламки пилок різальних машин тощо. Зазвичай, потрапляння сторонніх предметів до тістових та кондитерських мас унеможлиблюється просіюванням борошняних та інших сухих інгредієнтів крізь різноманітні сіткові фільтри, які вилучають зазначені предмети з виробничого потоку. Корисними, у цьому сенсі, є також магнітні пастки із залученням поодиноких постійних магнітів, або батарей магнітів зазначеного типу [8]. В цілому, необхідність призначення ККТ на постах детектування та вилучення сторонніх включень визначають а результатами виконаного аналізу ризиків. Якщо ймовірність зазначених ризиків визнано за значущу, призначення відповідної ККТ є виправданою [9,10].

З дотриманням умов харчової безпеки безпосередньо пов'язано техніко-технологічні особливості присутності сторонніх тіл у готових харчових продуктах та проміжних технологічних масах. Такі сторонні тіла, як каміння, комахи та ін. можуть потрапити до оброблюваної сировини під час будь-якої з технологічних операцій у кожному операційному блоці, наприклад в блоці оброблення, розподілу, зберігання і доставки [3,11]. У процесі технологічного оброблення за допомогою машин і механізмів всередину продукту можуть потрапити фрагменти скла, гайки, болти, мастильні матеріали та волосся. Основними причинами для цього є відмови обладнання та недбалість працівників. Важливо щонайраніше виявити стороннє включення, поки технологічну масу не передано на виконання наступної операції виробничого процесу, що унеможливить машин та обладнання на наступних операціях. Такі об'єкти, як фрагменти металу і каменю, можуть пошкодити різальний інструмент або штатні робочі органи різання, встановлені на технологічному обладнанні, що є небезпечним у сенсі потрапляння зазначених фрагментів до харчового продукту [3,12]. Об'єктом особливої уваги повинні бути харчові продукти у скляній тарі, яка може тріснути у разі контакту з твердим предметом, наприклад з транспортним піддоном, і осколки скла потрапляють до продукту [3].

Про розповсюдженість фізичних небезпек у продовольчій системі свідчать відомості Європейська система швидкого оповіщення про харчові продукти і корми (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF). Щороку RASFF у своїх звітах (останній – [13]) інформує про номенклатуру та кількість порушень у царині харчової безпеки в країнах. Зазначені відомості є підставою для проведення наукових досліджень у розрізі характеру порушень та їх розповсюдженості у країнах-членах Європейського Співтовариства [14-16]. Стан фізичних небезпек у харчовій продукції, пов'язаних з виявленням у ній сторонніх предметів у 2016 – 2018 роках ілюстровано рисунками 1-3. Рис. 1 характеризує розподіл випадків виявлення сторонніх домішок за харчовими продуктами, рис. 2-4 показують процентне співвідношення зазначених випадків, відповідно, у 2016, 2017 та 2018 роках, а рис. 5 – розподіл сторонніх тіл у харчових продуктах за їхнім походженням (метал, пластик, скло, інші). На жаль, ми не володіємо аналогічною інформацією щодо стану виявлення сторонніх включень у харчових продуктах у рамках вітчизняної продовольчої системи, проте певні непрямі відомості присутні у матеріалах RASFF: за період 2008 – 2012 років на ринку Європейського Співтовариства, у середньому, щороку фіксували 6 випадків наявності сторонніх предметів у харчових продуктах походженням з України (для порівняння: 12 випадків з німецькими продуктами, 10 – з італійськими, 8 – з французькими, по 6 – з китайськими та угорськими, по 5 – з британськими, іспанськими та бельгійськими, 4 – з польськими) [14].

Таким чином, важливо виявити принципові засади детектування (виявлення) сторонніх включень у кондитерських і хлібобулочних виробках, зокрема ті особливості, що відрізняють типові продукти зазначених типів від інших харчових продуктів із сировини тваринного та рослинного походження. Слід опрацювати та конкретизувати пропозиції з оцінювання ризиків потрапляння сторонніх предметів і домішок до хлібобулочних і кондитерських

виробів з метою складення обґрунтованих планів НАССР, зокрема призначення відповідних ККТ у технологічних потоках хлібопекарського та кондитерського виробництва. Також слід виокремити найбільш вагомі, виходячи з виробничої практики, випадки виявлення сторонніх предметів у харчових продуктах зазначених груп, дати рекомендації щодо найефективніших методів виявлення цих предметів, а також прийнятних для застосування на практиці технологічних схем і технічних засобів вилучення групових або штучних паковань з продуктом, у якому під час детектування виявлено відповідні сторонні предмети або домішки.

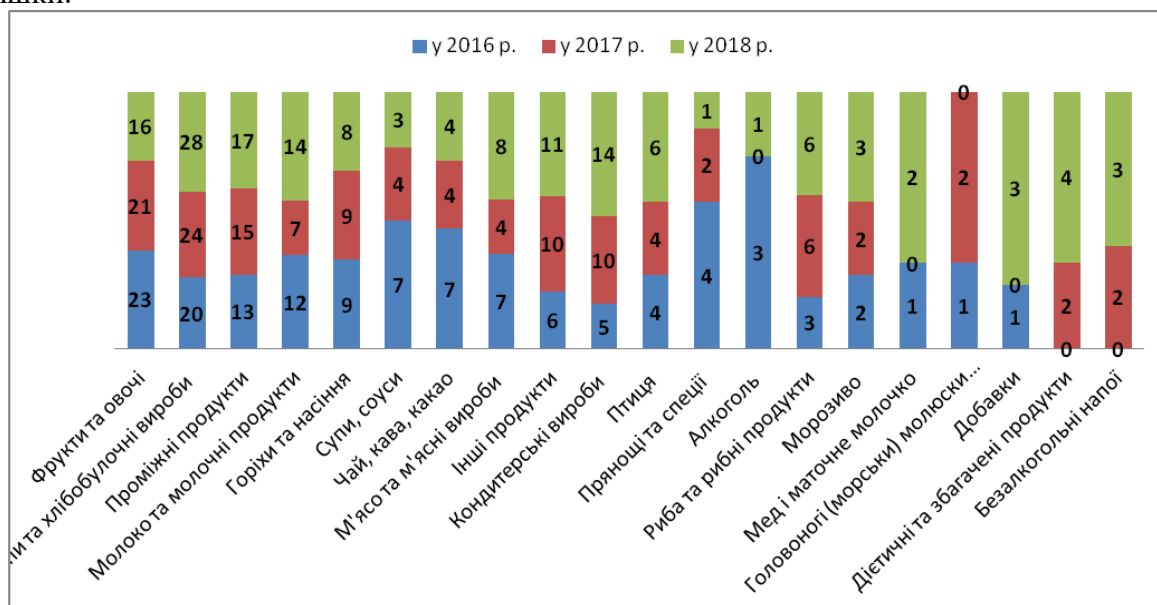


Рис. 1. Виявлення сторонніх включень у харчових продуктах (випадків) у 2016-2018 роках [13-15,18]

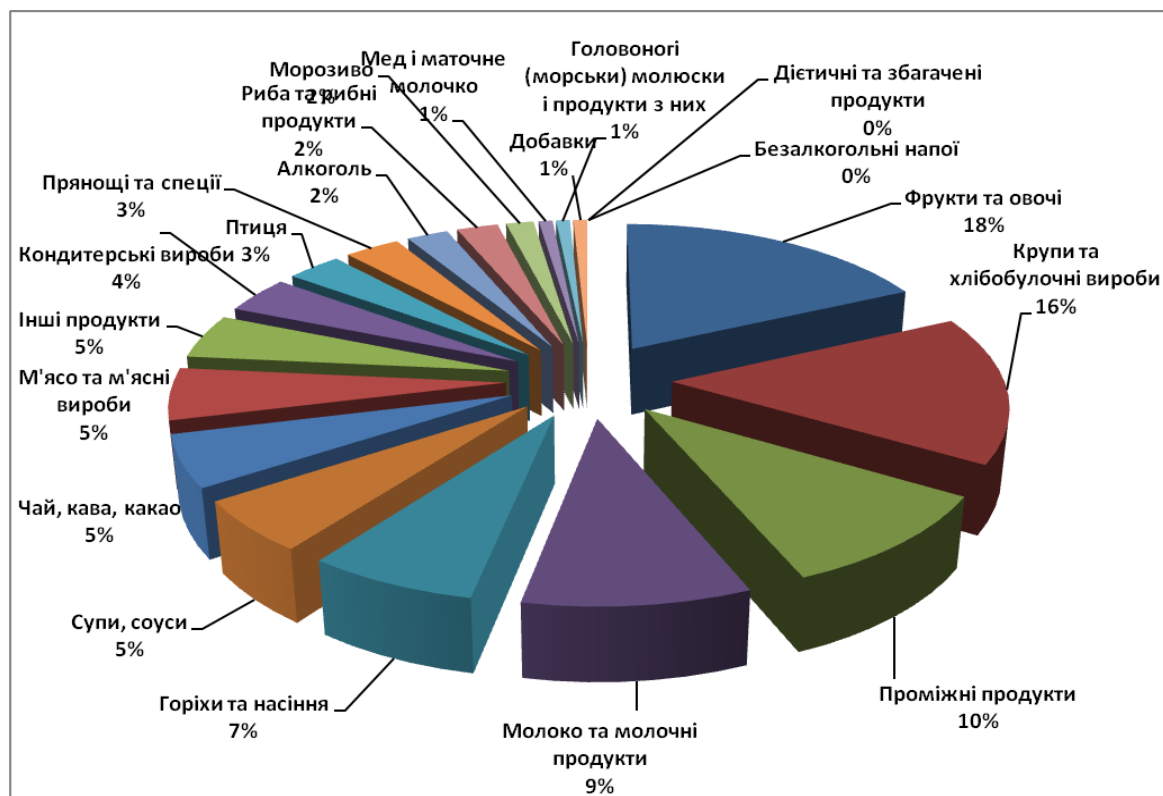


Рис. 2. Розподіл сторонніх тіл у харчовій продукції за видами продуктів у 2016 році (згідно з [13,18])

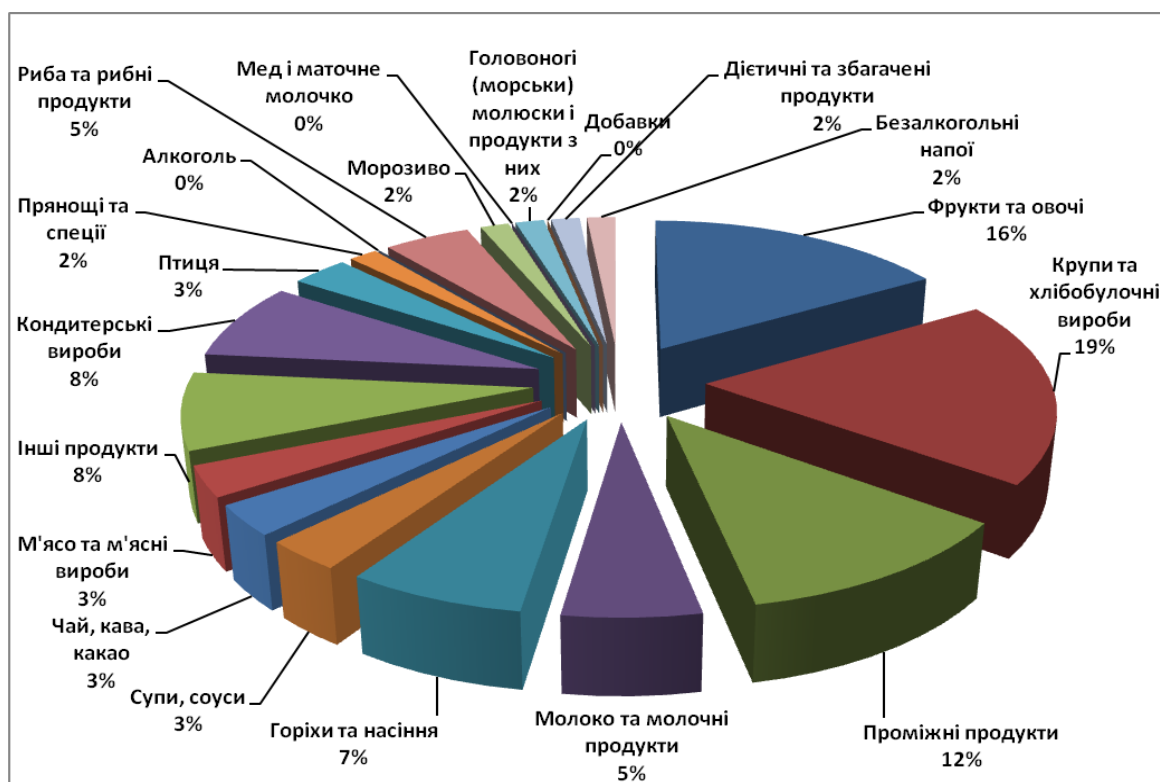


Рис. 3. Розподіл сторонніх тіл у харчовій продукції за видами продуктів у 2017 році (згідно з [14,18])

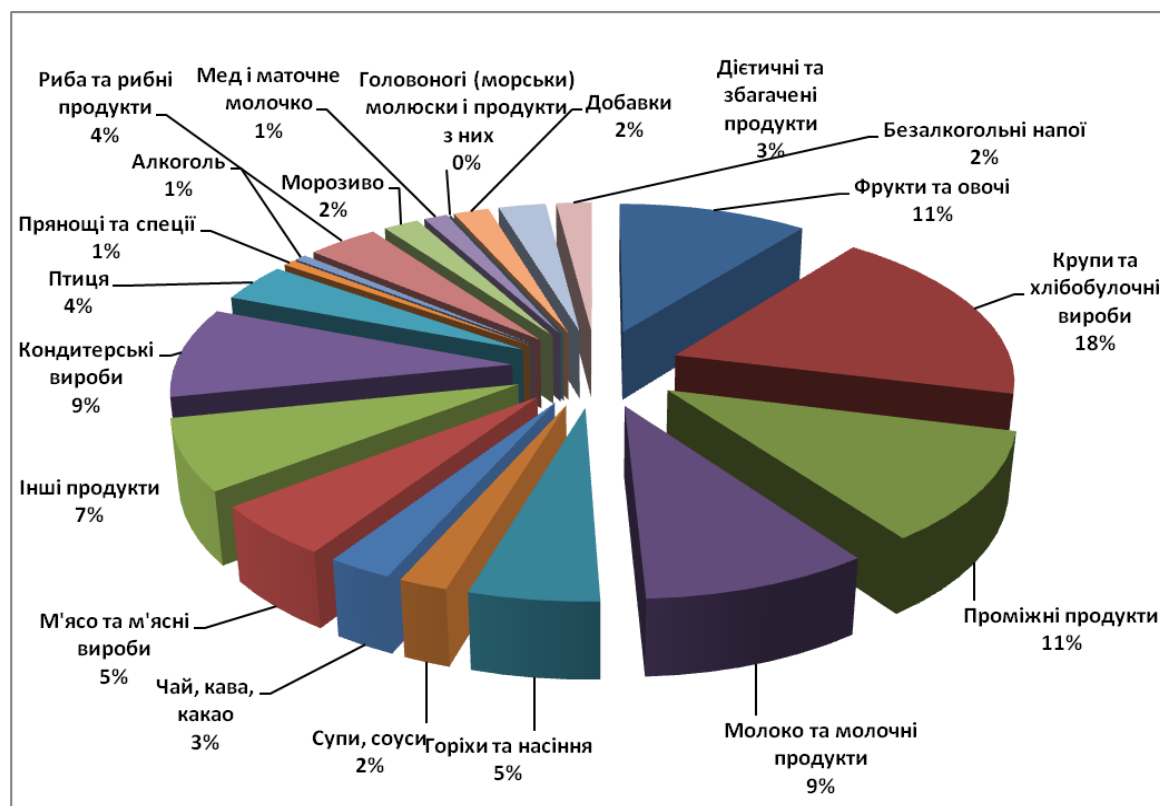


Рис. 4. Розподіл сторонніх тіл у харчовій продукції за видами продуктів у 2018 році (згідно з [15,18])



Рис. 5. Розподіл сторонніх тіл у харчовій продукції за їхнім походженням (згідно з [15,19])

Матеріали та методи. Предметом цього матеріалу є оцінювання небезпек, які несуть, чи потенційно можуть нести, різні сторонні включення в хлібобулочних і кондитерських продуктах, а також необхідності та доцільності призначення критичних контрольних точок на постах виявлення та/або вилучення сторонніх включень у рамках систем НАССР на підприємствах хлібопекарської та кондитерської промисловості. Під час досліджень використовували системний підхід до досліджень фактологічних матеріалів, зокрема наукової та науково-практичної літератури, нормативно-правових актів, нормативних документів тощо; абстрактно-логічний підхід щодо узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків.

Результати і обговорення. Обов'язкові для впровадження в харчовій промисловості України згідно з Законом України [4] системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР охоплюють ідентифікацію, оцінювання, аналіз та контроль ризиків, важливих для безпеки всіх видів харчових продуктів [20,21]. Впровадження систем НАССР на харчових підприємствах передбачає, насамперед, встановлення критичних контрольних точок (ККТ), які призначають, зокрема, на постах контролю і видалення сторонніх включень в готових продуктах, оскільки існує ймовірність потрапляння до них фрагментів обладнання та інвентарю, транспортної тари, будівельних конструкцій [21,22].

Аналізування номенклатури та характеру типових сторонніх включень у кондитерських і хлібобулочних продуктах показало, що, у цілому, за характером та обсягом типових сторонніх включень, не відрізнялися від інших харчових продуктів подібної консистенції. Наявні на виробництвах системи просіювання сипких компонентів, у більшості випадків, унеможливають потрапляння сторонніх домішок до технологічних мас і готових продуктів, натомість характерними сторонніми включеннями у товщі кондитерських і хлібобулочних продуктів є тверді та твердоподібні фрагменти не вимішаних належним чином або дегідратованих інгредієнтів, тіста, помадок та ін.

Тверді та твердоподібні включення у кондитерських і хлібобулочних продуктах, відповідно до ієрархії можливих різновидів небезпек, що є предметом аналізування у типових системах безпечності НАССР, належать до фізичних факторів. Виникнення зазначених факторів, зазвичай, спричинене порушеннями правил санітарії та гігієни, неефективним вхідним контролюванням сировини, неналежним станом технологічного обладнання, конструкцій споруд і виробничих приміщень тощо.

У практиці детектування сторонніх включень у хлібобулочній і кондитерській промисловості використовують різноманітні методи, найрозповсюдженішими з яких є оптичний, магнітометричний, рентгеновський, радіоактивний, ультразвуковий та електрометричні методи (індуктивні, ємнісні і контактні) [23-25].

Зокрема, у виробництві шоколаду контроль сторонніх включень здійснюють на таких етапах процесу, як складення маси для оброблення, роботи з вторинною сировиною тощо. Залежно від виконуваної технологічної операції, сторонні включення можуть бути видалені вручну або за допомогою такого обладнання, такого як металошукачі, сепаратори, магніти, фільтри, екрани, пастки, оптичні детектори. Металошукачі завжди агрегують з пристроями для вилучення невідповідної продукції з лінії. Продукт транспортується на неметалічний

стрічці конвеєру через портал, оснащений електромагнітними котушками, сполученими з диференціальним трансформатором. Зазначений метод детектування дозволяє виявити чорні метали, кольорові метали і корозійностійку сталь у товщі шоколаду. Метод з наведенням магнітного поля дозволяє виявити чорні метали в продуктах, упакованих в алюмінієву фольгу [26]. Небезпечними сторонніми включеннями у хлібобулочній промисловості є, зокрема, уламки пилок, використовуваних для оснащення хліборізальних машин [27].

Приклади виявлених сторонніх включень у хлібобулочних і кондитерських výroбах наведено на рис. 6-9.



Рис. 6. Залишки абрикосових кісточок у рулеті [28]



Рис. 7. Фрагмент пластмаси у хлібі [29]



Рис. 8. Сторонній предмет у хлібі [30]



Рис. 9. Металева кріпильна деталь у хлібі [31]

Системи НАССР охоплюють ідентифікацію, оцінювання, аналіз та контроль ризиків, важливих для безпеки всіх видів харчових продуктів, а ключовою частиною планів їхнього впровадження є встановлення ККТ – зокрема, на постах контролю і видалення сторонніх включень у кондитерській і хлібобулочній продукції, які належать до фізичних факторів небезпеки. Власне, план НАССР є інструментом управління ризиками, на його засадах розроблено норми численних стандартів. Його предметом є розгляд різних потенційних ризиків у сенсі гарантування безпечності харчових продуктів і оцінювання того, які види контролю необхідно залучити. Подібні елементи управління бувають різних видів, виходячи з програм-передумов та ККТ. Є два підходи до призначення ККТ: побудова дерева рішень та кількісне оцінювання ризику. Проблема з деревами рішень полягає в тому, що вони піддаються суб'єктивним впливам. Для належної ефективності систем НАССР потрібні логічні, системні методи для визначення значущості небезпеки з визначеною повторністю, і оцінка ризику є найкращим методом для цього. Він базується на певній вербальній шкалі,

використовує єдиний загальний математичний метод для визначення ризику і встановлює принципи керування заходами. Якщо все зроблено правильно, повторність кожного разу забезпечуватиме однаковий результат.

Кількісно оцінити ймовірний ризик також дозволяє матриця ризику (рис. 10) та словесна шкала, що призначає вагомість кожного рівня на зазначеній шкалі – це дозволяє отримати кількісний результат, який можна записати та аналізувати. На зазначених вище принципах матриці ризиків, проте у складнішому тривимірному варіанті, ґрунтується спосіб оцінювання ризику наявності металічних сторонніх тіл у тіл у харчовому продукті згідно з [12]. Відомості для здійснено зазначеного оцінювання зведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Відомості для оцінювання ризиків наявності та не виявлення металічних сторонніх включень [33]

Компонент аналізу	Рівень	Розшифровка	Значення
Ймовірність	Дуже високий	Завжди та систематично, майже неможливо не знайти металевих часток, вони присутні у 9-10 пакуваннях зі 100	9 – 10
	Високий	Часто, металі частки присутні у 7-8 пакуваннях зі 100	7 – 8
	Середній	Металі частки присутні у 5-6 пакуваннях зі 100	5 – 6
	Низький	Металі частки присутні у 3-4 пакуваннях зі 100	2 – 4
Ймовірність	Дуже низький	Металі частки присутні не більше ніж у 1 пакуванні зі 100	1
Виявлення	Дуже високий	Можливість виявлення металевих часток дуже висока, ефективність заходів контролю 98-100%	9 – 10
	Високий	Можливість виявлення металевих часток висока, тільки декілька часток можуть залишитися невиявленими, ефективність заходів контролю 90-97%	7 – 8
	Середній	Можливість виявлення металевих часток середня, ефективність заходів контролю 60-90%	5 – 6
	Низький	Можливість виявлення металевих часток низька, ефективність заходів контролю 50-60%	3 – 4
	Дуже низький	Можливість виявлення металевих часток дуже низька, ефективність заходів контролю не перевищує 50%	1 – 2
Небезпека	Катастрофічна	Може спричинити смерть	10
	Критична	Важкі ушкодження, потрібне хірургічне втручання	7 – 9
	Середня	Незначні ушкодження, неважка хвороба	4 – 6
	Мінімальна	Незадоволення споживача	1 – 3

В цілому, для всіх груп сторонніх включень у хлібобулочних і кондитерських виробках, показник ризику, обчислений за матричним способом (рис. 11), дорівнює 5, що є підставою для призначення на посту виявлення сторонніх включень відповідної критичної контрольної точки.

Наведені вище міркування є виправданими у разі наявності універсального обладнання для виявлення сторонніх включень, наприклад рентгенівського детектора. У багатьох випадках, навіть великі хлібопекарні та кондитерські підприємства не користуються зазначеним обладнанням через його складність та велику вартість впровадження. Виходячи з аналізу та ймовірності потрапляння до продукту різних видів сторонніх включень,

найчастіше призначають контрольну точку на посту вилучення феромагнітних фрагментів за допомогою постійних магнітів.

Ймовірність→ Рівень небез- пеки↓	А Завжди трапляється	Б Повинен трапитись	В Може тра- питись	Г Не очіку- ється	Д Практично неможливий
1 Смертельний	1	2	4	7	11
2 Важке захво- рювання	3	5	8	12	16
3 Відкликання продукту	6	9	13	17	20
4 Скарга спо- живача	10	14	18	21	23
5 Незначний	15	19	22	24	25

Рис. 10. Визначення ступеня ризику наявності сторонніх включень та запровадженні ККТ у системах НАССР (доопрацьовано за [33])

Для ККТ «Металодетектор або вбудований рентгенівський апарат», згідно з [34], фактор ризику – фізичний, сторонні речовини – метал, скло, каміння, кістки, дерево та ін. У розроблюваних планах НАССР повинен бути зазначений розмір і тип частинок сторонніх речовин, наявність яких у продукті є ймовірною, та які повинен буде визначати детектор, а також величина, що перевищує X (орієнтовно $X \leq 10$) вилучених з процесу пакування / штук / маси, для яких було підтверджено наявність сторонніх речовин через Y (орієнтовно: $Y \leq 10$) годин. Повинні бути визначені фактична кількість упаковок і часовий інтервал. Значення критичної межі для X та Y повинні бути визначені з урахуванням статистичних даних щодо продукту. Кількість виведених з процесу пакування реєструють кожні Y годин безперервної роботи. Якщо впродовж Y годин безперервної роботи встановлено вміст сторонніх речовин в більш ніж X одиницях продукту і пов'язаних з процесом виведених пакуваннях продукту, процес зупиняють і переведуть всі продукти, упаковані, неупаковані, повернені та ін., виготовлені протягом Y годин безперервної роботи, в режим очікування до прийняття рішення щодо можливості подальшого використання зазначеного продукту.

Характерними сторонніми включеннями у товщі кондитерських і хлібобулочних продуктів є тверді та твердоподібні фрагменти не вимішаних належним чином або дегідратованих інгредієнтів, тіста, помадок та ін. Тверді та твердоподібні включення у кондитерських і хлібобулочних продуктах, відповідно до НАССР, належать до фізичних факторів. Небезпечними сторонніми включеннями у хлібобулочній промисловості є, зокрема, уламки пилок, використовуваних для оснащення хліборізальних машин. У практиці детектування сторонніх включень у хлібобулочній і кондитерській промисловості, як і в інших галузях харчової промисловості [19-24], використовують різноманітні методи, найрозповсюдженішими з яких є оптичний, магнітометричний, рентгенівський, радіоактивний, ультразвуковий та електрометричні методи (індуктивні, ємнісні і контактні).

Умовам практичного використання у хлібопекарській і кондитерській промисловості найбільше відповідають електрометричні пристрої виявлення сторонніх включень (металодетектори), які, проте, не є ефективними щодо більшості матеріалів, з яких зазначені включення можуть складатися. Цих недоліків позбавлені рентгенівські детектори, які, попри більшу складність і дещо вищу вартість знаходять все більше розповсюдження на виробництві. Рентгенівське детектування має явні переваги перед більшістю інших технологій виявлення, оскільки забезпечує неруйнівне відображення внутрішніх зон зразка з прихованими там дефектами або забруднюючими речовинами. Однак зазначений метод також має низку недоліків, в тому числі відносно високу вартість, необхідність екранування випромінювання, небезпеки, пов'язані з використанням випромінювання, а також потреба у джерелах живлення високої напруги для генерації рентгенівських променів. Незважаючи на

це, застосування цього методу в харчовій промисловості продовжує розширюватися, оскільки часто це єдиний варіант, що забезпечує належну ефективність детектування – насамперед, продуктів, упакованих у короба, пляшки або банки, імовірно через постійно зростаючого уваги до безпеки харчових продуктів. Наразі загальновизнаним фактом є те, що рентгенівський контроль перевершує традиційну технологію виявлення металевих забруднень і забезпечує належне видалення сторонніх неметалевих матеріалів – кістки, скла, дерева, пластмас і каменю. Останні технологічні досягнення в області високовольтних джерел живлення, конструкції детекторів, а також потужності і швидкодії комп'ютерної техніки сті зробили рентгенівські системи більш доступними, надійними і простими у використанні, покращуючи при цьому якість зображення і практичні можливості виявлення [35].

Спеціалізовані рентгенівські детектори дозволяють організувати динамічне сканування (рис. 11) продукту за швидкості стрічки конвеєра 90 м / хв, що відповідає 600 пакувань на хвилину. Цілком прийнятним для детекторів цього типу є виявлення сторонніх фрагментів в пакуваннях з листового металу або фольги, детектори рентгенівського типу без проблем виявляють фрагменти з корозійностійкої сталі. Зазначене обладнання не є настільки чутливим до параметрів довкілля і контрольованого продукту, воно цілком прийнятне для виявлення фрагментів скла, каменю, пластмаси, гуми, кераміки або кістки [36]. Водночас, рентгенівські сканери не забезпечують надійного виявлення фрагментів пластмас низької щільності, тонкого скла, каміння низької щільності, волосся, картон і паперу, а також комах.

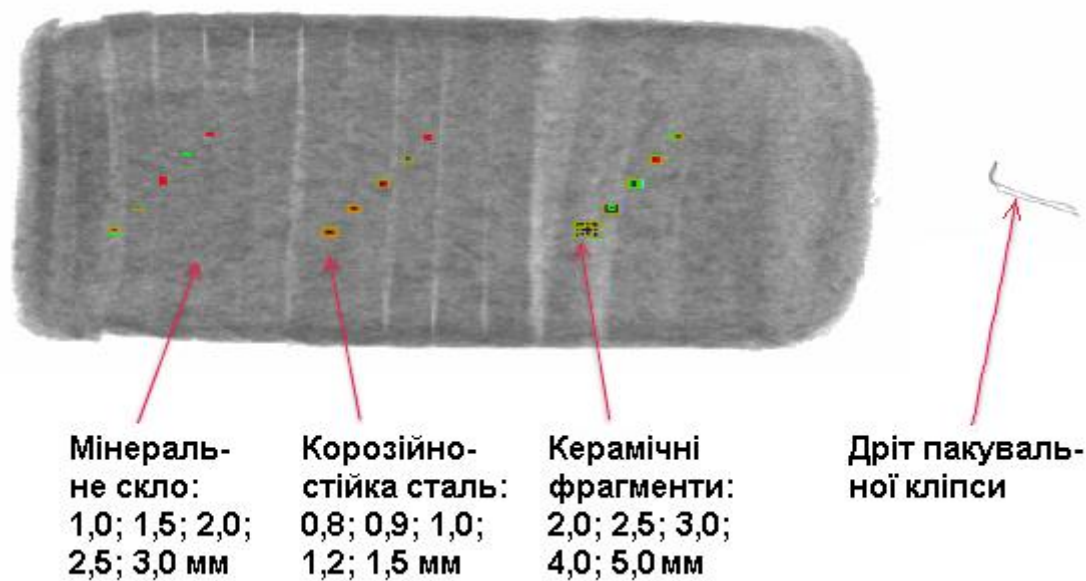


Рис. 11. Рентгеноскопічне зображення буханця хліба зі зразками різних сторонніх включень [37]

Типова установка для рентгенівського сканування складається з таких основних елементів, як генератор рентгенівських променів, датчик для виявлення комп'ютер для обробки одержуваної інформації. Проходження рентгенівських променів крізь продукт супроводжується втратою ними частини енергії. Стороннє включення, щільність якого більше щільності продукту, наявне на шляху промені, спричиняє більшу втрату енергії. Інформація від датчика надходить на комп'ютер, де дані порівнюються у динаміці. При виявленні стороннього об'єкта його можна побачити у вигляді темнішої плями на однорідному сірому тлі детектованої харчової маси. Сучасне детекторне рентгенівське обладнання цілком безпечним, оскільки рівень забруднення продуктів знаходиться в межах мільйонних часток встановлених нормами меж, а рівень випромінювання не перевищує однієї третини типового природного фону.

За результатами цієї роботи було розроблено «Базу аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення», що містить перелік типових сторонніх включень, які можуть потрапити до продукції при виконанні технологічних операцій хлібопекарського та кондитерського виробництва, а також зазначено раціональні методи детектування сторонніх включень та відповідне спеціалізоване технологічне обладнання, які використовуються, чи можуть бути використані у практичних умовах підприємств цих двох галузей харчової промисловості. Титульну сторінку «Бази аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення» зображено на рис. 12.

«База аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення»

Промисловість: хлібопекарна та/або кондитерська	Типові сторонні включення	Прогнозована ймовірність наявності	Метод детектування та застосовуване спеціалізоване технологічне обладнання	Примітки
1	2	3	4	5
Кондитерська та хлібопекарна	Неметалеві фрагменти технологічного обладнання та інвентарю, транспортної тари (пластмаса, гума, дерева)	Рідко	Світлове детектування Імпедансна томографія Мікрохвильове детектування Магнітно-резонансна томографія (МРТ)	Тільки прозорі матеріали або включення біля поверхні Складність та недостатня чутливість Належна проникність, проте ускладнене функціонування у рідких середовищах та неможливість застосування щодо продуктів, упакованих у металеву тару Складне і громіздке обладнання, недостатня швидкість реагування при роботі в потоці

Рис. 12. Титульна сторінка «Бази аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення»

Висновки. Наявні у кондитерських і хлібобулочних продуктах сторонні включення можуть становити небезпеку для життя і здоров'я споживачів, тому встановлення критичних контрольних точок у місцях виявлення та / або видалення сторонніх включень є необхідною частиною впровадження систем НАССР на підприємствах зазначених галузей харчової промисловості. Призначення критичних контрольних точок виконують, виходячи з оцінювання ймовірності наявності сторонніх включень у продукті, ризиків, які несуть зазначені включення для життя та здоров'я споживачів, а також для стабільності роботи підприємства. У разі необхідності, здійснюють також оцінювання прийнятності та точності залучених засобів детектування. Для призначення критичних контрольних точок використовують метод дерева заходів та матричний метод

Різні сторонні включення у хлібобулочних і кондитерських виробках є дискретними, нечисленними, а їх склад подібний до складу самих продуктів. Використовувані наразі технології виявлення сторонніх включень можуть використовуватися не тільки для виявлення феромагнітних фрагментів, проте й корозійностійкої сталі, кольорових металів, каменю, кістки, скла та ін. У практиці хлібопекарної та кондитерської промисловості використовують, чи обґрунтовано вважають прийнятними для використання, такі фізико-

технічні методи виявлення сторонніх включень: світлові контрольні-вимірювальні системи у видимому та близькому інфрачервоному спектрах, рентгеноскопія, імпеданс на томографія, поверхневе мікрохвильове детектування, високочастотне ультразвукове детектування, магнітно-резонансна томографія тощо. Умовам практичного використання у хлібопекарській і кондитерській промисловості найбільше відповідають електрометричні пристрої виявлення сторонніх включень (металодетектори), які, проте, не є ефективними щодо більшості матеріалів, з яких зазначені включення можуть складатися. Цих недоліків позбавлені рентгенівські детектори, які, попри більшу складність і дещо вищу вартість знаходять все більше розповсюдження на виробництві.

За результатами роботи було розроблено «Базу аналітичних даних щодо номенклатури та характеру сторонніх включень у харчових (хлібобулочних, кондитерських) продуктах та відповідних методів і технічних засобів їх виявлення», призначену для фахівців м'ясної промисловості, профільних науково-дослідних організацій, а також проектних організацій, які здійснюють технологічне проектування підприємств м'ясної та молочної промисловості.

Бібліографія

1. Sobczyk, W. (2000). *Substancje obce w żywności: żywność bezpieczna*. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków.
2. Edwards, M. C., & Stringer, M. F. (2007). Observations on patterns in foreign material investigations. *Food Control*, 18(7), 773–782.
3. Mohd Khairi, M. T., Ibrahim, S., Md Yunus, M. A., & Famarzi, M. (2018). Noninvasive techniques for detection of foreign bodies in food: A review. *Journal of food process engineering*, 41(6), e12808.
4. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів» № 1602-VII від 22.07.2014. Відомості Верховної Ради. 2014. № 41-42. С. 20–24.
5. Маренич М. М., Аранчій, Н. С. Марюха Н. С. (2009). Контроль якості і безпека продуктів харчування в ЄС. Міжнародне законодавство в галузі харчового ланцюжка і потенціал України відповідності даним стандартам, Полтава, 42 р.
6. Вербицький, С. Б. (2016). Без HACCP діла не буде. *Мясной бизнес*, 4(154), 36-38.
7. Вербицький, С. Б. HACCP і ковбасне виробництво. (2018). *Мясной бизнес*, 5(177), 43-45.
8. Özçakmak, S., Gökçek, M., & Gül, O. (2017). Piring Üretiminde HACCP Sisteminin Uygulaması. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 259-273.
9. Marques, N. R. P., Matias, J. C. D. O., Teixeira, R. D. R. B., & Brojo, F. M. R. P. (2012). Implementation of hazard analysis critical control points (HACCP) in a SME: case study of a bakery. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 62(4), 215-227.
10. Özçakmak, S. (2019). A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 1-6.
11. Woh, P. Y., Thong, K. L., Behnke, J. M., Lewis, J. W., & Zain, S. N. M. (2016). Evaluation of basic knowledge on food safety and food handling practices amongst migrant food handlers in Peninsular Malaysia. *Food Control*, 70, 64-73.
12. Trafialek, Joanna, Sylwia Kaczmarek, and Wojciech Kolanowski. (2016). The risk analysis of metallic foreign bodies in food products. *Journal of Food Quality*, 39(4), 398-407.
13. European Union. (2017). RASFF. The Rapid Alert System for Food and Feed. 2016 annual report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 39, ISBN 978-92-79-68052-6. <https://doi.org/10.2875/022237>.
14. European Union (2018). RASFF. The Rapid Alert System for Food and Feed. 2017 annual report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 58, ISBN 978-92-79-80317-8. <https://doi.org/10.2875/404601>.
15. RASFF. (2019). Rapid alert system for food and feed (RASFF). In D. g. f. h. a. c. protection (Ed.). Brussels, Belgium: European Commission.

16. Ciecierska, M., & Sobocińska, M. (2013). Analiza zagrożeń fizycznych występujących w żywności na podstawie raportów Systemu Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznych Produktach Żywnościowych i Środkach Żywienia Zwierząt z lat 2008–2012. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego.

17. Djekic, I., Jankovic, D., & Rajkovic, A. (2017). Analysis of foreign bodies present in European food using data from Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). *Food control*, 79, 143-149.

18. Čapla, J., Zajác, P., Fikselová, M., Bobková, A., Belej, L., & Janeková, V. Analysis of the incidence of foreign bodies in European foods. *Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences*, 9(Special), 370-375.

19. Ajay Shah & Nuno F. Soares The Importance of Controlling Foreign Matter in Food Production The Auditor June 12, 2019 <https://www.theauditoronline.com/the-importance-of-controlling-foreign-matter-in-food-production>.

20. Копылова, Е. В., Вербицкий, С. Б., Вербова, О. В., Козаченко О. Б. (2019). Посторонние включения в мясных и молочных продуктах: характер и способы обнаружения. Сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства», г. Гродно, Гродненский государственный аграрный университет, 7 июня, 67-69.

21. Копилова К. В., Вербицкий, С. Б., Вербова, О. В., Козаченко О. Б. (2019). Основні засади виявлення сторонніх включень у кондитерських і хлібобулочних виробках. Збірник наукових праць за матеріалами VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційний розвиток харчової індустрії», 21 листопада, м. Київ: ІПР НААН, 41-43.

22. Kopylova, K., Verbytskyi, S., Kos, T., Verbova, O., Kozachenko, O. (2018). Detecting and withdrawing of foreign inclusions as critical control points of HACCP plans for meat processing facilities. *Food Resources: collection of scientific works*, 10, 150-167. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-18>.

23. Righelato, R. (2003). On-line detection of contaminants. In: *Rapid and on-line instrumentation for food quality assurance*. Edited by Ibtisam E. Tothill / Published by Woodhead Publishing Limited Abington Hall, Abington Cambridge, England, 3-13.

24. Мурашов, И. Д., Лавров, Г. Г. (2012). Новые решения для обнаружения посторонних включений в пищевых продуктах. *Мясные технологии*, 7, 52-55.

25. Копилова К. В., Вербицкий, С. Б., Вербова, О. В., Козаченко О. Б. (2018). Методи та технічні засоби виявлення сторонніх включень у м'ясних і молочних продуктах. Збірник наукових праць за матеріалами VI Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційний розвиток харчової індустрії», 20 листопада., м. Київ: ІПР НААН, 48-50.

26. Beckett, S. T. (Ed.). (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.

27. Lewis, D. F. (1993). A tutorial and comprehensive bibliography on the identification of foreign bodies found in food. *Food structure*, 12(3), 8.

28. Потребитель в магазине «Перекресток» в Москве приобрел рулет производства компании "Волжский пекарь", в котором обнаружил неперемотые абрикосовые косточки. Интернет-сайт Межрегиональной общественной организации «Общество защиты прав потребителей «Общественный контроль». http://ozpp.ru/kunst/prod_33.html.

29. Ekmeğin içinden çıkan yabancı madde yurttaşı şoke etti // *Cumhuriyet*, 26 Aralık 2018. <http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/saglik/1182469/ekmegin-icinden-cikan-yabanci-madde-yurttasi-soke-etti.html>.

30. Петербуржцы купили «хлеб для трансформеров» и очень недовольны этим. *Rodina.news*. <http://rodina.news/peterburzhtsy-kupili-hleb-dlya-transformerov-iochennedovolny-18050319510086.htm>.

31. Прикарпатець придбав хліб із шматком металу. Коломия сьогодні, 07.05.2018. <https://kolomyia.today/prykarpatets-prydbav-hlib-iz-shmatkom-metalu-foto-19254>.

32. Mother finds 3ins metal bar inside Tesco chocolate gateau. Metro UK. <https://metro.co.uk/2015/08/19/woman-shocked-to-find-8cm-long-metal-bar-in-tesco-gateau-5350382/?ito=cbshare>.

33. T. Loozier. (2011). Quantitative Risk Assessment in HACCP Plans. Decisions, Decisions... etq Quality Creates. Mar. 14, 2011. <https://blog.etq.com/bid/57850/quantitative-risk-assessment-in-haccp-plans-decisions-decisions?>

34. Руководство по стандартам HACCP для поставщиков и внешних производителей. М., Kraft Foods, 2010, 107 с.

35. Haff, R. P., & Toyofuku, N. (2008). X-ray detection of defects and contaminants in the food industry. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 2(4), 262-273.

36. Annamalai Manickavasagan, Hemantha Yayasutiya. (2014). *Imaging with Electromagnetic Spectrum* / Springer Verlag – Berlin – Heidelberg. 204 p.

37. Eagle's Product Inspection. Bakery Inspection Solutions. Tampa, FL, Eagle's Product Inspection. 2019. 112 p.

References

1. Sobczyk, W. (2000). *Substancje obce w żywności: żywność bezpieczna*. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków.

2. Edwards, M. C., & Stringer, M. F. (2007). Observations on patterns in foreign material investigations. *Food Control*, 18(7), 773–782.

3. Mohd Khairi, M. T., Ibrahim, S., Md Yunus, M. A., & Famarzi, M. (2018). Noninvasive techniques for detection of foreign bodies in food: A review. *Journal of food process engineering*, 41(6), e12808.

4. Закон України “Pro vnesennia zmin o deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo kharchovykh produktiv” – Law of Ukraine “On amending certain law documents of Ukraine on food products” № 1602-VII of 22 July 2014. (2014). *Vidomosti Verkhovnoi Rady – Gerald of Verkhovna Rada*, 41-42, 20-24 [In Ukrainian].

5. Marenych M.M., Aranchii, N.S. Mariukha N.S. (2009). Kontrol yakosti i bezpeka produktiv kharchuvannia v YeS – Quality control and food safety in EU. *Mizhnarodne zakonodavstvo v haluzi kharchovoho lantsiuzhka i potentsial Ukrainy vidpovidnosti danym standartam*, Poltava, 42 p. [In Ukrainian].

6. Verbytskyi, S.B. (2016). Bez HACCP dila ne bude – There is no deal without HACCP. *Miasnoi byznes – Meat business*, 4(154), 36-38 [In Ukrainian].

7. Verbytskyi, S.B. HACCP i kovbasne vyrobnytstvo. (2018). *Miasnoi byznes – Meat business*, 5(177), 43-45 [In Ukrainian].

8. Özçakmak, S., Gökçek, M., & Gül, O. (2017). Piring Üretiminde HACCP Sisteminin Uygulanması. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 259-273.

9. Marques, N. R. P., Matias, J. C. D. O., Teixeira, R. D. R. B., & Brojo, F. M. R. P. (2012). Implementation of hazard analysis critical control points (HACCP) in a SME: case study of a bakery. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 62(4), 215-227.

10. Özçakmak, S. (2019). A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 1-6.

11. Woh, P. Y., Thong, K. L., Behnke, J. M., Lewis, J. W., & Zain, S. N. M. (2016). Evaluation of basic knowledge on food safety and food handling practices amongst migrant food handlers in Peninsular Malaysia. *Food Control*, 70, 64-73.

12. Trafialek, Joanna, Sylwia Kaczmarek, and Wojciech Kolanowski. (2016). The risk analysis of metallic foreign bodies in food products. *Journal of Food Quality*, 39(4), 398-407.

13. European Union. (2017). RASFF. The Rapid Alert System for Food and Feed. 2016 annual report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 39, ISBN 978-92-79-68052-6. <https://doi.org/10.2875/022237>.

14. European Union (2018). RASFF. The Rapid Alert System for Food and Feed. 2017 annual report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 58, ISBN 978-92-79-80317-8. <https://doi.org/10.2875/404601>.
15. RASFF. (2019). Rapid alert system for food and feed (RASFF). In D. g. f. h. a. c. protection (Ed.). Brussels, Belgium: European Commission.
16. Ciecierska, M., & Sobocińska, M. (2013). Analiza zagrożeń fizycznych występujących w żywności na podstawie raportów Systemu Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznych Produktach Żywnościowych i Środkach Żywienia Zwierząt z lat 2008–2012. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego.
17. Djekic, I., Jankovic, D., & Rajkovic, A. (2017). Analysis of foreign bodies present in European food using data from Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). Food control, 79, 143-149.
18. Čapla, J., Zajác, P., Fikselová, M., Bobková, A., Belej, L., & Janeková, V. (2019). Analysis of the incidence of foreign bodies in European foods. Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences, 9(Special), 370-375.
19. Ajay Shah & Nuno F. Soares. (2019). The Importance of Controlling Foreign Matter in Food Production. The Auditor. June 12. <https://www.theauditoronline.com/the-importance-of-controlling-foreign-matter-in-food-production>.
20. Копылова, Е. В., Verbytskyi, S. B., Verbovaia, O. V., Kozachenko O. B. (2019). Postoronnie vklucheniia v miasnykh y molochnykh produktakh: kharakter i sposoby obnaruzheniya [Foreign inclusions in meat and dairy products: their types and methods of detection]. Sbornik nauchnykh statei po materialam XXII Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy «Sovremennye tekhnolohyy selskokhoziaistvennoho proyzvodstva», g. Grodno, Grodnenskkii gosudarstvennyi agrarnyi unyversytet, 7 iyunia, 67-69 [In Russian].
21. Kopylova K. V., Verbytskyi, S. B., Verbova, O. V., Kozachenko O. B. (2019). Osnovni zasady vyivlennia storonnykh vkluchen u kondyterskykh i khlibobulochnykh vyrobakh [Principal basics of detection foreign inclusions in confectionary and bakery products]. Zbirnyk naukovykh prats za materialamy VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsiinyi rozvytok kharchovoi industrii», 21 lystopada, m. Kyiv: IPR NAAN, 41-43 [In Ukrainian].
22. Kopylova, K., Verbytskyi, S., Kos, T., Verbova, O., Kozachenko, O. (2018). Detecting and withdrawing of foreign inclusions as critical control points of HACCP plans for meat processing facilities. Food Resources: collection of scientific works, 10, 150-167. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-18>.
23. Righelato, R. (2003). On-line detection of contaminants. In: Rapid and on-line instrumentation for food quality assurance. Edited by Ibtisam E. Tothill. Published by Woodhead Publishing Limited Abington Hall, Abington Cambridge, England, 3-13.
24. Murashov, Y. D., Lavrov, G. G. (2012). Novye resheniya dlia obnaruzheniya postoronnykh vkluchenii v pishchevykh produktakh [New solutions for detecting foreign inclusion in foods]. Miasnye tekhnologii [Meat technologies], 7, 52-55 [In Russian].
25. Kopylova K. V., Verbytskyi, S. B., Verbova, O. V., Kozachenko O. B. (2018). Metody ta tekhnichni zasoby vyivlennia storonnykh vkluchen u miasnykh i molochnykh produktakh – Methods and technical facilities to detect foreign inclusions in meat and dairy products. Zbirnyk naukovykh prats za materialamy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsiinyi rozvytok kharchovoi industrii», 20 lystopada., m. Kyiv: IPR NAAN, 48-50 [In Ukrainian].
26. Beckett, S. T. (Ed.). (2011). Industrial chocolate manufacture and use. John Wiley & Sons.
27. Lewis, D. F. (1993). A tutorial and comprehensive bibliography on the identification of foreign bodies found in food. Food structure, 12(3), 8.
28. Potrebitel v magazine «Perekrestok» v Moskve priobrel rulet proizvodstva kompanii "Volzhskii pekar", v kotorom obnaruzhyl neperemolotye abrikosovye kostochki. Internet-sait Mezhhregionalnoi obshchestvennoi organizatsii «Obshchestvo zashchity prav potrebytelei «Obshchestvennyi kontrol» [A consumer in the Perekrestok store in Moscow purchased a roll

produced by the Volzhsky Pekar company, in which he found uncrushed apricot kernels]. Website of the Interregional Public Organization "Consumer Protection Society" Public Control". http://ozpp.ru/kunst/prod_33.html [In Russian].

29. Ekmeğin içinden çıkan yabancı madde yurttaş şoke etti . Cumhuriyet, 26 Aralık 2018. <http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/saglik/1182469/ekmegin-icinden-cikan-yabanci-madde-yurttasi-soke-etti.html>.

30. Peterburzhtsy kupiyli «khleb dlia transformerov» y ochen nedovolny etim [Residents of Petersburg bought “the bread for transformers” and are very disappointed with the fact]. Rodina.news. <http://rodina.news/peterburzhtsy-kupili-hleb-dlya-transformerov-iochennedovolny-18050319510086.htm>. [In Russian].

31. Prikarpatets prydbav khlib iz shmatkom metalu [A Carpathian bought bread with a piece of metal incide]. Kolomyia siohodni [Kolomyia today]. (07.05.2018). <https://kolomyia.today/prykarpatets-prydbav-hlib-iz-shmatkom-metalu-foto-19254>. [In Ukrainian].

32. Mother finds 3ins metal bar inside Tesco chocolate gateau. Metro UK. <https://metro.co.uk/2015/08/19/woman-shocked-to-find-8cm-long-metal-bar-in-tesco-gateau-5350382/?ito=cbshare>.

33. T. Loozier. (2011). Quantitative Risk Assessment in HACCP Plans. Decisions, Decisions... etq Quality Creates. Mar. 14, 2011. <https://blog.etq.com/bid/57850/quantitative-risk-assessment-in-haccp-plans-decisions-decisions?>

34. Rukovodstvo po standartam HACCP dlia postavshchykov y vneshnykh proyzvodytelei HACCP [Guidelines for Suppliers and External Manufacturers]. M., Kraft Foods, 2010, 107 p. [In Russian].

35. Haff, R. P., & Toyofuku, N. (2008). X-ray detection of defects and contaminants in the food industry. Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety, 2(4), 262-273.

36. Annamalai Manickavasagan, Hemantha Yayasutiya. (2014). Imaging with Electromagnetic Spectrum. Springer Verlag – Berlin – Heidelberg. 204 p.

37. Eagle's Product Inspection. Bakery Inspection Solutions. Tampa, FL, Eagle's Product Inspection. 2019. 112 p.