

4. Підвищити якість моніторингу технічного стану будівель та споруд як житлового, так і промислового призначення, це досягається через:

- збільшення кількості періодичного та позапланового технічного нагляду;
- посилення вимог до організацій та спеціалістів технічного нагляду за будівництвом як на етапі забудівлі, так і задовго після здачі її в експлуатацію;
- доукомплектації або переукомплектації служби технічного нагляду за безпечною експлуатацією будівель та споруд відповідно до нормативних вимог.

5. Своєчасне виведення із експлуатації будівель та споруд, що знаходяться в аварійному стані.

Список використаних джерел

1. *Лащенко М. Н.* Аварии металлических конструкций зданий и сооружений / М. Н. Лащенко // Издательство литературы по строительству. – Ленинград, 1969.
2. *Режим доступу:* www.techros.ru.
3. *Ерёмин К. И.* Причины и последствия аварий зданий и сооружений / К. И. Ерёмин, Н. А. Шишкина // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – М., 2010.
4. *Гарькин И. Н.* Анализ причин обрушений промышленных зданий / И. Н. Гарькин // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы Междунар. заоч. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). – СПб. : Реноме, 2011. – С. 27-29.
5. *Пермяков М. Б.* Аварии промышленных зданий: анализ причин / М. Б. Пермяков // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – М., 2010.

УДК 001.24:004.056.5(043.2)

Я.В. Жарій, канд. техн. наук

Н.І. Гавриленко, канд. техн. наук

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

О.О. Череднікова, комерційний директор

ПАТ «Чернігівська кондитерська фабрика «Стріла»», м. Чернігів, Україна

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПОЯВИ НЕЯКІСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Я.В. Жарий, канд. техн. наук

Н.И. Гавриленко, канд. техн. наук

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

Е.О. Чередникова, коммерческий директор

ПАО «Черниговская кондитерская фабрика «Стрела»», г. Чернигов, Украина

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПОЯВЛЕНИЯ НЕКАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Yadviha Zhariy, PhD in Technical Sciences

Nelia Havrylenko, PhD in Technical Sciences

Chernihiv National Technological University, Chernihiv, Ukraine

Olena Cherednikova, commercial director

OJSC «Chernihiv Confectionery Factory «Strila»», Chernihiv, Ukraine

THE MANAGEMENT PECULIARITIES OF SUBSTANDARD PRODUCTS RISK EMERGENCE

Досліджено небезпечні ситуації процесу виробництва харчової продукції, виявлено можливі причини утворення дефектів та запропоновано методи оброблення статистичних даних для оцінювання ризиків появи неякісної продукції.

Ключові слова: якість, безпека продуктів харчування, система НАССР, критичні контрольні точки, ризики, критичні межі.

Исследованы небезопасные ситуации процесса производства пищевой продукции, выявлены возможные причины образования дефектов и предложены методы обработки статистических данных для оценки рисков появления некачественной продукции.

Ключевые слова: качество, безопасность продуктов питания, система НАССР, критические контрольные точки, риски, критические границы.

The article explores the dangerous situation of food products production process. It discovers the possible reasons of defects formation and suggests methods of statistical data processing and risk assessment of substandard products.

Key words: quality, food safety, HACCP, critical control points, risks, critical limits.

Постановка проблеми. Безпека сировини і продукції (особливо продовольчої) є однією з вирішальних складових економічної безпеки будь-якої держави і визначається спроможністю країни ефективно контролювати виробництво та ввезення якісного продовольства на загальноновизначених у світі засадах. Безпеку продуктів харчування взагалі слід вважати чинником національної безпеки, оскільки вона відіграє першочергову роль у визначенні рівня життя у країні, конкурентоспроможності країни на міжнародному ринку, стабільності національної валюти тощо.

У сучасних умовах люди не можуть почувати себе безпечно, коли купують продукти харчування, оскільки все менше довіряють якості вироблених продуктів. Головними причинами цих негативних проявів серед людства є:

– хімізація виробництва із забрудненням продуктів харчування шкідливими речовинами (нітратами, пестицидами, радіонуклідами та ін.);

– генна модифікація продуктів харчування (хоча наслідки їх впливу на людину, її життя і здоров'я ще не повністю досліджені);

– невідповідність системи контролю в нашій країні за безпекою та якістю продуктів харчування вимогам СОТ та Європейського Союзу.

Отже, ця тема є дуже актуальною, адже підтримання якості та безпечності харчової продукції на належному рівні забезпечить не лише стан здоров'я людей, а й конкурентоспроможність вітчизняних підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках. Крім цього, наша країна має активно запроваджувати можливості сучасних систем управління якістю продукції, у тому числі, через налагодження співпраці з провідними світовими компаніями, що вже мають багаторічний досвід надання технічних послуг, сертифікації та менеджменту. Ці кроки є особливо важливими у зв'язку зі вступом України до СОТ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематикою питань безпеки та якості продуктів харчування глибоко зацікавлена більшість людей, оскільки кожному не байдуже як власне самопочуття, так і суспільне здоров'я. Для нормальної життєдіяльності людині необхідний повноцінний набір продуктів харчування з врахуванням її індивідуальних особливостей, характеру та умов проживання.

Особливу увагу цій проблемі приділяють і вчені, висвітлюючи проблеми та актуальні питання безпеки харчування: А.В. Бабюк, А.А. Дубініна, А.К. Запольський, О.В. Макарова, М.С. Рогозинський, Л.В. Романів, Л.Д. Титаренко, О.Є. Федорова та інші. Зазначеними науковцями приділено увагу якості харчової продукції, засобам і методам її експертизи для виявлення підробок та запропоновані цінні підказки щодо розпізнавання фальсифікатів [6; 8; 12].

А. Українець, М. Калакура, Л. Романенко у своїй праці [3] висвітлюють теоретичні основи технології харчових продуктів, їх фізичні, хімічні, біохімічні та технологічні закономірності. Особливу увагу приділено класифікації харчовим та біологічно активним добавкам до харчових продуктів.

У підручнику П.Х. Пономарьової викладено ставлення до генетично модифікованих продуктів у світі та в Україні, розглянуто потенційні ризики від уживання такої продукції та окремі методи визначення генетично модифікованих інгредієнтів у продовольчій сировині [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Вживання безпечної харчової продукції з максимально збереженими (незамінними) харчовими якостями – це проблема не тільки споживча, але й економічна, технологічна, соціальна та політична. У зв'язку з цим гостро постають питання, пов'язані з підвищенням відповідаль-

ності за ефективність і об'єктивність контролю якості сировини, дотриманням правил ведення технологічних процесів, перероблення, пакування, зберігання та реалізації готової продукції. Як підтверджує сучасна міжнародна практика, зобов'язання перед суспільством за дотримання безпеки харчування насамперед повинен нести виробник, а держава – залишати за собою контрольні функції.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є здійснення аналізу небезпечних ситуацій у процесі виробництва харчової продукції, виявлення причин утворення дефектів, пропонування методів ідентифікації спеціальних чинників, що викликають нестабільність виробничої системи, для подальшого оцінювання ризиків появи неякісної продукції.

Виклад основного матеріалу. Міжнародні продовольчі ринки є дуже розвиненими, тому боротьба за якість та безпеку харчової продукції йде в усьому світі і не призупиняється, оскільки кількість учасників цих ринків збільшується. На поточний момент у світі можна знайти різні стандарти щодо якості продуктів харчування, у тому числі і приватні стандарти, які є «добровільними».

Найбільш відомим Європейським стандартом (у порівнянні з приватними стандартами) є ISO 9001:2000, хоча він не відігравав значної ролі щодо безпеки продуктів харчування. Тому Міжнародною Організацією Стандартизації (ISO) розроблено новий стандарт – Стандарт менеджменту безпеки продуктів харчування ISO 22000:2005. Він є міжнародним і встановлює вимоги щодо системи менеджменту безпеки продуктів харчування, включаючи всі організації харчового ланцюга від фермерських господарств до постачання продуктів харчування, включаючи пакування. Структура ISO 22000:2005 наближена до ISO 9001:2000 і основною метою зазначеного стандарту є відповідність принципам системи НАССР з поширенням інформації та гармонізацією добровільних міжнародних стандартів [7].

Нині систему управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР застосовують практично в усьому світі як надійний захист споживачів від небезпек, які можуть супроводжувати харчову продукцію. Запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів вимагає законодавство Європейського Союзу, США, Канади, Японії, Нової Зеландії та багатьох інших країн світу. Країни Європи та СНД, як основні торговельні партнери (і конкуренти) України, також ставлять обов'язкову умову виготовлення та переміщення готової продукції з дотриманням міжнародних стандартів, що засновані на принципах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) [11].

Система НАССР (що у перекладі означає «Аналіз ризиків і критичні контрольні точки») була розроблена і впроваджена в 60-х роках ХХ ст. у США в ході створення харчових продуктів для американських космічних програм. Ця система заснована на оцінці вірогідності виникнення небезпек на будь-якій стадії виробництва і реалізації продукції з метою запобігання, зниження або усунення цих небезпек. Введення НАССР означає перенесення акценту з ґрунтовної перевірки готової продукції на профілактичний контроль за небезпеками на всіх етапах життєвого циклу харчової продукції. Система нині є основною моделлю управління якістю та безпекою харчових продуктів у промислово розвинених країнах світу. Система НАССР – гнучка, легко керована система забезпечення гарантованої безпеки, що сприяє подоланню технічних бар'єрів у торгівлі між країнами.

В Україні застосування системи НАССР (ХАССП) є обов'язковим для всіх підприємств, які займаються виробництвом або введенням в обіг харчових продуктів. Цього вимагають Закони України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (ст. 20) та «Про дитяче харчування» (ст. 9). Крім цього, в Україні з 01.07.2003 р. діє національний стандарт ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та з 01.08.2007 р. набув чинності національний стандарт ДСТУ ISO 22000:2007 (ідентичний міжнародному стандарту ISO 22000:2005). Обидва ці стандарти ґрунтуються на принципах НАССР і на засадах системного керування, хоча є певні складнощі

для вітчизняних підприємств щодо виконання вимог стандарту ДСТУ ISO 22000 (наприклад, для тих, що мають орендовані, а не власні виробничі приміщення).

Вимоги стандарту мають бути враховані для створення системи управління безпечністю харчових продуктів всіма організаціями, які безпосередньо чи опосередковано беруть участь у харчовому ланцюзі, наприклад:

– виробниками кормів, фермерами, виробниками інгредієнтів, виробниками та постачальниками харчових продуктів, підприємствами роздрібною та гуртовою торгівлі, підприємствами громадського харчування, організаціями, які надають послуги з транспортування, зберігання та дистрибуції, послуги з миття та дезінфекції і т. ін.;

– виробниками та постачальниками обладнання для харчової промисловості, мийних та дезінфекційних засобів, добрив, пестицидів та ветеринарних препаратів, пакувальних та інших матеріалів, що контактують з харчовими продуктами і т. ін.

Запровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на підприємстві – тривалий процес, який стосується всіх служб і всього персоналу. Він не обмежується лише розробленням документації та наведенням елементарного порядку на виробництві. Для запровадження дієвої системи управління безпечністю харчових продуктів необхідно, передусім, навчання найвищого керівництва, групи НАССР, персоналу, що виконує роботи, які впливають на безпечність продуктів, та осіб, відповідальних за здійснення оперативного контролю. Може виникнути потреба в перегляді вимог до постачальників сировини та матеріалів, заміні технологічних процесів та методів пакування, або навіть у переплануванні приміщень чи заміні виробничого устаткування.

Але найважливішим, мабуть, є те, що у процесі запровадження системи змінюється психологія працівників усіх рівнів, приходить усвідомлення важливості питань, пов'язаних з безпечністю продукції, формується розуміння того, яким має бути сучасне управління організацією, щоб досягнути найбільшої результативності щодо забезпечення якості харчової продукції.

Систематичну ідентифікацію, оцінювання та управління небезпечними факторами, що впливають на безпеку продуктів харчування, дозволяє здійснити превентивна система НАССР. Її особливістю є вивчення кожного етапу проходження харчової продукції, а методи охоплюють: аналіз ризиків і небезпек; визначення потенційних дефектів продукції; превентивний контроль; відповідальність і звітність. Система НАССР не є гарантією безпеки продуктів харчування, вона призначена для зменшення ризиків появи неякісної продукції та є ефективним механізмом для захисту торгової марки виробника під час просування товарів на ринок.

Система НАССР ґрунтується на семи принципах:

- 1) проведення аналізу небезпечних чинників, яких слід уникати або зводити до мінімуму;
- 2) визначення критичних контрольних точок (ККТ) на кожному з етапів виробництва, зберігання та реалізації продукції;
- 3) встановлення лімітів (критичних меж) у критичних контрольних точках;
- 4) розроблення ефективних процедур спостереження (системи моніторингу ККТ);
- 5) планування коригувальних дій на випадок, коли моніторинг покаже, що конкретна ККТ перебуває поза межами керування;
- 6) встановлення процедур перевірки ефективності функціонування системи НАССР;
- 7) встановлення порядку документування всіх процедур та ведення протоколів і баз даних відповідно до цих принципів.

Небезпечні ситуації у виробництві харчової продукції можуть виникнути на будь-якому етапі, однак особливу увагу слід звернути на критичні контрольні точки, в яких усі види ризиків, пов'язаних із вживанням харчових продуктів, можуть бути усунені або знижені до прийняттого рівня в результаті цілеспрямованих заходів контролю. Тобто у

процесі створення системи управління якістю продукції виробнику харчової продукції в основу цієї системи необхідно покласти проведення ретельного аналізу ризиків (за допомогою оцінювання значущості потенційно небезпечних чинників на усіх етапах життєвого циклу харчової продукції, підконтрольних підприємству) та вироблення профілактичних заходів для запобігання чи зведення до мінімуму виявлених небезпечних чинників.

Незалежно від виду продукції причин утворення небезпечних чинників (дефектів) чимало, і вони полягають у несталості вхідних параметрів. На результати роботи (вихідні параметри якості продуктів) впливають: сировина та матеріали, технологія та режими виготовлення, обладнання та інструмент, кваліфікація робітників тощо. Через вплив великої кількості випадкових вхідних факторів характеристики виробничих процесів та параметри їх результату змінюються в певних межах і також є випадковими величинами.

Сучасна математична статистика [2; 4; 5] дозволяє для прийняття рішень в умовах невизначеності застосовувати методи визначення кількості необхідних випробувань до початку дослідження, а у ході досліджень використовувати відповідні методи проведення статистичного аналізу даних з використанням загальновідомих показників (математичне очікування, дисперсія, середнє квадратичне відхилення випадкової величини, коефіцієнт варіації та ін.).

На практиці під час проведення аналізу здебільшого мають справу не з усією генеральною сукупністю значень випадкової величини, а з певною обмеженою кількістю її значень (вибіркою), що отримана за рахунок вимірювань. Тому, виявляючи області потенційного ризику, виробник має встановлювати межі розсіювання значень випадкової величини – розмах варіації R для кожної ККТ (критичної контрольної точки).

Одним з найпростіших показників, що характеризують варіацію випадкової величини, є різниця між її максимальним X_{max} та мінімальним X_{min} значеннями:

$$R = X_{max} - X_{min}. \quad (1)$$

У ході проведення діагностики процесу виробництва досить швидко (через порівняння) можна визначити потрапляння досліджуваного параметра в зазначений інтервал $[X_{min}, X_{max}]$. Суттєве відхилення параметра якості продукції (випадкової величини x_i) з виходом його за межі цього інтервалу свідчить про підвищений ризик вироблення неякісної продукції. У таких ситуаціях необхідно швидко виявити причини виникнення дефектів та застосувати коригувальні дії.

Математичне очікування випадкової величини x_i (при нормальному розподілі) має наближуватися до середнього арифметичного значення вибірки \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (2)$$

Середнє квадратичне відхилення, обчислене за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (3)$$

де σ буде показувати, на скільки одиниць у середньому індивідуальні значення досліджуваного параметра відхиляються від середнього значення.

Коли параметр якості продукції вимірюється протягом деякого часу, то вивчення результатів такого вимірювання дозволяє підрахувати математичне очікування вихідного результату в ККТ та його середнє квадратичне (стандартне) відхилення, і передбачати параметри протікання процесу в майбутньому. Але для цього необхідно, щоб процес, який контролюється, був стійким. Процес вважається стійким (стабільним,

стаціонарним), якщо значення його характеристик, які вимірюються, знаходяться в заданих межах з певною, наперед визначеною виробником, імовірністю.

Ознаками стабільного, контрольованого процесу є: постійна форма кривої розподілу, постійні значення математичного очікування та стандартного відхилення. Якщо форма кривої розподілу випадкової величини, яка характеризує результат процесу, не є постійною або змінюються значення математичного очікування чи стандартного відхилення, це свідчить про те, що процес є нестабільним, тобто неконтрольованим. І на це може бути окрема причина, яку називають спеціальним чинником. Зробити процес стійким (тобто контрольованим) можна тільки після встановлення та усунення такого спеціального чинника, що і є важливим завданням у системі НАССР.

Оскільки для пошуку спеціального чинника пропонується користуватись вибірко-вим спостереженням, а не суцільним (на основі генеральної сукупності), слід відзначити особливості застосування цього підходу.

Вибіркове спостереження має певні переваги перед суцільним, оскільки потребує менших затрат часу і матеріальних ресурсів виробника, забезпечує зменшення помилок документування та реєстрації. Дані, що отримані з вибіркової сукупності, більш доступні, швидше обробляються та можуть слугувати основою для висновків відносно властивостей генеральної сукупності.

Однак ці переваги вибіркового спостереження забезпечуються тільки за умови використання репрезентативної (представницької) вибірки. Репрезентативною вважається така вибірка сукупність, коли відбір здійснюється випадковим чином, але кожен елемент генеральної сукупності має однакову ймовірність потрапити у вибірку. Якщо між показниками генеральної та вибіркової сукупностей є розбіжності (або частина характерних і важливих ознак взагалі не потрапляє до вибірки), то може бути значна похибка вибірки, зумовлена і випадковими, і систематичними чинниками. Особливий вплив на цю похибку має розбіжність у законах розподілу параметрів якості продукції, що контролюються виробником.

Отже, для аналізу даних з метою виявлення спеціальних чинників, які викликають нестабільність виробничої системи, необхідно сформувати повноцінну вибірку сукупність з погляду репрезентативності. Хоча, як уже було зазначено, збільшення обсягу вибірки ускладнює процес аналізу та інтерпретації даних, але необхідно пам'ятати, що чим більший обсяг вибіркової сукупності, тим більше користі можна отримати від такої вибірки під час пошуку симптомів неякості продукції. Для такого процесу критерій «економія має бути розумною» є дуже доречним.

Формування вибіркової сукупності може здійснюватись різними методами, найбільш відомими з яких є так звані «сім інструментів якості» [1; 10; 13]:

1) контрольні листки – це документи, які містять дані у форматі таблиць. Основною вимогою до таблиць для ясності сприйняття та легкості використання даних є оптимальна їх структура (без перевантаження зайвими стовпчиками);

2) гістограми – це графічне зображення результатів вимірювання досліджуваних параметрів. Будуються за таблицями даних і можуть являти собою стовпчикові графіки. Висота кожного стовпчика пропорційна кількості вимірів у цьому інтервалі, що дозволяє миттєво оцінити характер розподілу експериментальних даних;

3) контрольні карти Шухарта – це графічний засіб оцінювання певної ознаки якості, виміряні значення якої наносяться на графік відповідно до порядку отримання їх у часі. На карті нанесено три горизонтальні лінії: центральна лінія та верхня і нижня контрольні границі. Центральна лінія відображає деяке усереднення поточних значень контрольованого параметра. Верхня та нижня контрольні границі розташовані на відстані $\pm 3\sigma$, де σ є стандартним відхиленням. За правилом Шухарта [13], спеціальний чинник зробить виробничу систему нестабільною, якщо значення контрольованого параметра виходить за межі будь-якої з контрольних границь;

4) діаграма «причини-наслідки» – це графічна ілюстрація процесу виявлення якогось спеціального чинника, що є причиною браку, і цю причину необхідно відшукати та усунути. Сама діаграма «причини-наслідки» (рис. 1) не вирішує проблему, а тільки допомагає її поставити, що дуже важливо на початку роботи. Після цього кожен з робітників, що займаються якістю, пропонує гіпотези, які перевіряються за допомогою статистичних методів дослідження. Після цього виробляються рішення щодо усунення причин неякісності;

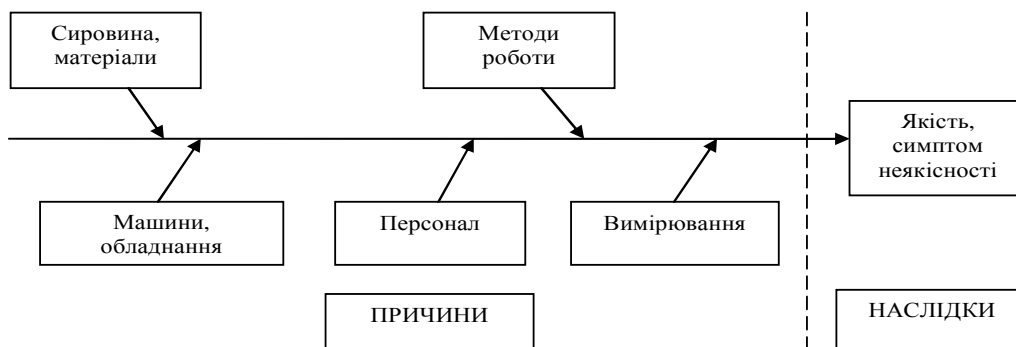


Рис. 1. Діаграма «причин та наслідків»

5) діаграма Парето є графічним зображенням даних, де на осях координат відкладаються види проблем (або типи дефектів) та величини значимості проблем (кількість дефектів, відсоток браку, вартість браку тощо). Різні класи проблем чи об'єктів зображуються прямокутниками, висота яких пропорційна ступеню їх значимості. На діаграмі може наноситися ламана лінія, яка показує сукупну значимість різних класів проблем, починаючи з найбільш значимого (рис. 2);

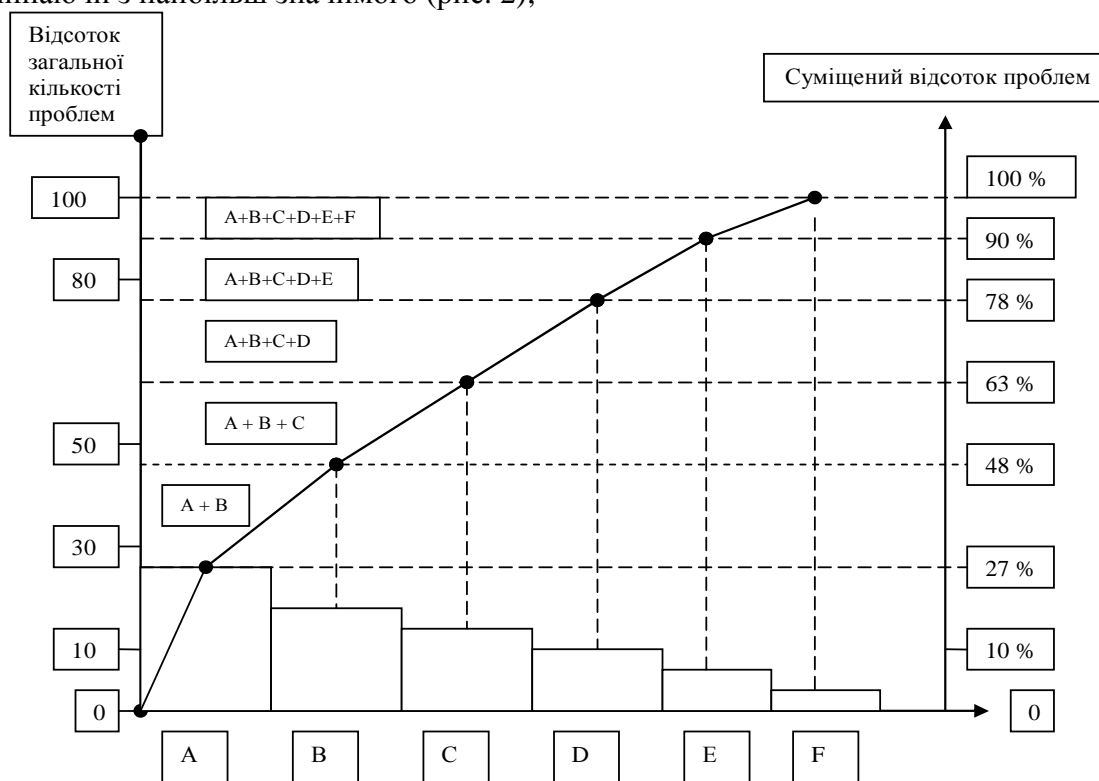


Рис. 2. Діаграма Парето

б) діаграма кореляції – це графік, який характеризує взаємозв'язок між двома величинами. При цьому наявність кореляції можна побачити на графіку візуально, якщо розташування точок має досить витягнутий характер. Оцінити ступінь кореляційної залежності (міри щільності зв'язку) двох ознак якості можна за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (4)$$

де r – коефіцієнт кореляції, який змінюється в межах $r \in [-1, +1]$, і чим більше його абсолютне значення, тим сильнішим є зв'язок між фактором та параметром якості.

7) групування даних – це вибір з усієї сукупності даних (за певною ознакою або згідно з визначеним принципом) та їх віднесення до певної групи даних. За допомогою групування можуть бути створені умови, за яких отримані дані є більш однорідними і це дозволить визначити наявність кореляції там, де інакше вона не спостерігається.

Наведеними методами формування вибіркової сукупності (інструментами якості) виробнику харчової продукції необхідно користуватись на всіх стадіях виробничого циклу – від вхідного контролю за сировиною до постачання продукції користувачу.

Висновки і пропозиції. Таким чином, запровадження системи управління безпекою харчових продуктів на основі концепції НАССР з використанням наведених підходів до аналізу та інтерпретації даних надає підприємству-виробнику можливість:

– гарантувати випуск безпечної продукції за рахунок систематичного контролю на всіх стадіях виробництва;

– вчасно виявляти небезпечні чинники та належним чином керувати ризиками появи неякісної продукції;

– забезпечувати належні умови виробництва відповідно до міжнародних стандартів;

– укріплювати довіру споживачів, замовників та органів нагляду до продукції, що виробляється.

Без координації зусиль з випуску якісної та безпечної харчової продукції успішний процес інтеграції України у світове економічне співтовариство не можливий. Для реалізації цих завдань на підприємствах харчової промисловості необхідно активізувати розроблення та впровадження системи управління якістю та безпекою продукції на основі принципів НАССР. Це покращить якість продуктів харчування, підвищить імідж наших виробників для виходу на зовнішні ринки, посприє залученню інвестицій та зростанню вартості підприємств. І приклади цьому в Україні є, оскільки нині вітчизняні підприємства, що відповідають вимогам системи НАССР, представлені на ринках країн ЄС та СНД (ДП «Мілкіленд-Україна», Завод хлібобулочних напівфабрикатів ПАТ «Концерн Хлібпром» (Львів), «Овостар Груп», Львівська кавова фабрика «Галка», компанія «Галицька здоба», ПП «Кока-Кола Беверіджиз Україна», «МЕТРО Кеш енд Керри Україна» та інші).

Список використаних джерел

1. Андрусенко С. І. Принципи та інструменти управління якістю : навчальний посібник / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук. – К. : НТУ, 2006. – 72 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – [7-е изд.]. – М. : Высш. шк., 2001. – 479 с.
3. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко та ін. ; за наук. ред. М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко. – К. : Університет “Україна”, 2010. – 813 с.
4. Захожай В.Б. Статистичне забезпечення управління якістю: навчальний посібник / В. Б. Захожай, А. Ю. Чорний. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 340 с.
5. Лапач С. М. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях із застосуванням Excel / С. М. Лапач, А. В. Чубенко, П. М. Бабіч. – [2-ге вид.]. – К. : МІРІОН, 2001. – 408 с.
6. Методи визначення фальсифікації товарів : підручник / А. А. Дубініна [та ін.]. – К. : Професіонал ; Центр навчальної літератури, 2010. – 270 с.

7. Міжнародний стандарт ISO 22000:2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.certsystems.kiev.ua/uk/dstu-4161-ili-iso-22000/sistemi-upravlinnya-bezpeko-yu-xarchovix-produktiv-xassp-za-dstu-4161-abo-iso-22000.html>.
8. Основи експертизи продовольчих товарів : навчальний посібник для студентів вузів / В. Малигіна [та ін.]. – К. : Кондор, 2009. – 295 с.
9. Пономарьова П. Х. Генетично модифікована продовольча сировина і харчові продукти, вироблені з її використанням / П. Х. Пономарьова. – К. : Центр навчальної літератури, 2009. – 124 с.
10. «Семь инструментов качества» в японской экономике. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 88 с.
11. Стандарт SERVER HACCP 22000-2012. Автоматизированное компьютерное приложение, созданное с учетом требований международного стандарта ISO 22000:2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://serha.ru/11c.php>.
12. Титаренко Л. Д. Ідентифікація та фальсифікація продовольчих товарів / Л. Д. Титаренко. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 189 с.
13. Shewhart W. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. – N.Y.: Dover Publ., Inc., 1939 (reprint 1986). – 163 p.

УДК 674.047

Т.В. Коваль, канд. фіз.-мат. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ТОРЦЕВОЇ ЗОНИ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ У ПРОЦЕСІ ЇЇ СУШІННЯ

Т.В. Коваль, канд. физ.-мат. наук

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТОРЦОВОЙ ЗОНЫ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ СУШКИ

Tetiana Koval, PhD in Physical and Mathematical Sciences

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

MATHEMATICAL MODEL OF STRESS STATE OF THE END ZONE OF TIMBER IN THE PROCESS OF DRYING

Розроблена модель напруженого стану деревини у торцевій частині пиломатеріалів у процесі їх сушіння. Показано, що нерівномірний розподіл поля вологості вздовж осі сортименту на початковій стадії сушіння призводить до появи вологісних напружень. Сформульована та вирішена задача, яка дозволяє визначити величини вологісних напружень, які є причиною появи поверхневих торцевих тріщин. Показано, що внутрішня тріщина виникає переважно в зоні торця, як результат розвитку значних залишкових деформацій у зоні стискаючих напружень.

Ключові слова: математична модель, напружений стан деревини, вологісні напруження.

Разработана модель напряженного состояния древесины в торцевой части пиломатериалов в процессе их сушки. Показано, что неравномерное распределение поля влажности вдоль оси сортимента в начальной стадии сушки приводит к появлению влажностных напряжений. Сформулирована и решена задача, позволяющая определить величину влажностных напряжений, которые являются причиной появления поверхностных торцевых трещин. Показано, что внутренняя трещина появляется преимущественно в зоне торца как результат развития значительных остаточных деформаций в зоне сжимающих напряжений.

Ключевые слова: математическая модель, напряженное состояние древесины, влажностные напряжения.

Developed a model for the stress state of wood in the end part of the timber in the process of their drying. It is shown that the uneven distribution of field moisture along the axis of assortment in the initial stage of drying leads to the appearance of moisture stress. Formulated and solved the problem allows to determine the amount of moisture stress, which are the cause of the surface of the end cracks. It is shown that internal crack appears mainly in the area of butt-end as a result of the development of significant residual deformation in the zone of compression stresses.

Key words: mathematical model, the stress state of wood, moisture stress.

Постановка проблеми. Нерівномірне поле вологості за перетином та довжиною пиломатеріалів, що виникає під час їх сушіння, призводить до появи деформацій у матеріалі. Характер цих деформацій обумовлений властивостями деревини змінювати свої лінійні розміри залежно від вологості деревини. Зміна розмірів або усадка деревини складається з деформацій матеріалу за рахунок всихання, яка пропорційна перепаду