

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБ'ЄМУ КОНТРОЛЮ ЗА КРИТИЧНИМИ КОНТРОЛЬНИМИ ТОЧКАМИ (КТК)

© Столярчук П.Г., Гавронська Г.С., 2008

Запропоновано алгоритм для визначення оптимального об'єму контролю за критичними контрольними точками (КТК) за допомогою методу Парето. Описано джерела забруднень харчових продуктів і шляхи потрапляння небезпечних речовин в організм людини.

The article offers an algorithm for defining the optimal extent of control over the critical control points with the help of Pareto method. The sources of food pollution and the ways of penetrating of dangerous substances into the human body have been described here.

1. Вступ. Потенційно небезпечні для здоров'я людини хімічні та біологічні речовини потрапляють та накопичуються в харчових продуктах по ходу як біологічного ланцюга (який забезпечує обмін речовин між живими організмами, з одного боку, та повітрям, водою і землею з іншого), так і харчового ланцюга, який охоплює всі етапи сільськогосподарського виробництва продовольчої сировини та харчової продукції, а також зберігання, упакування та маркування, як показано на рис. 1.

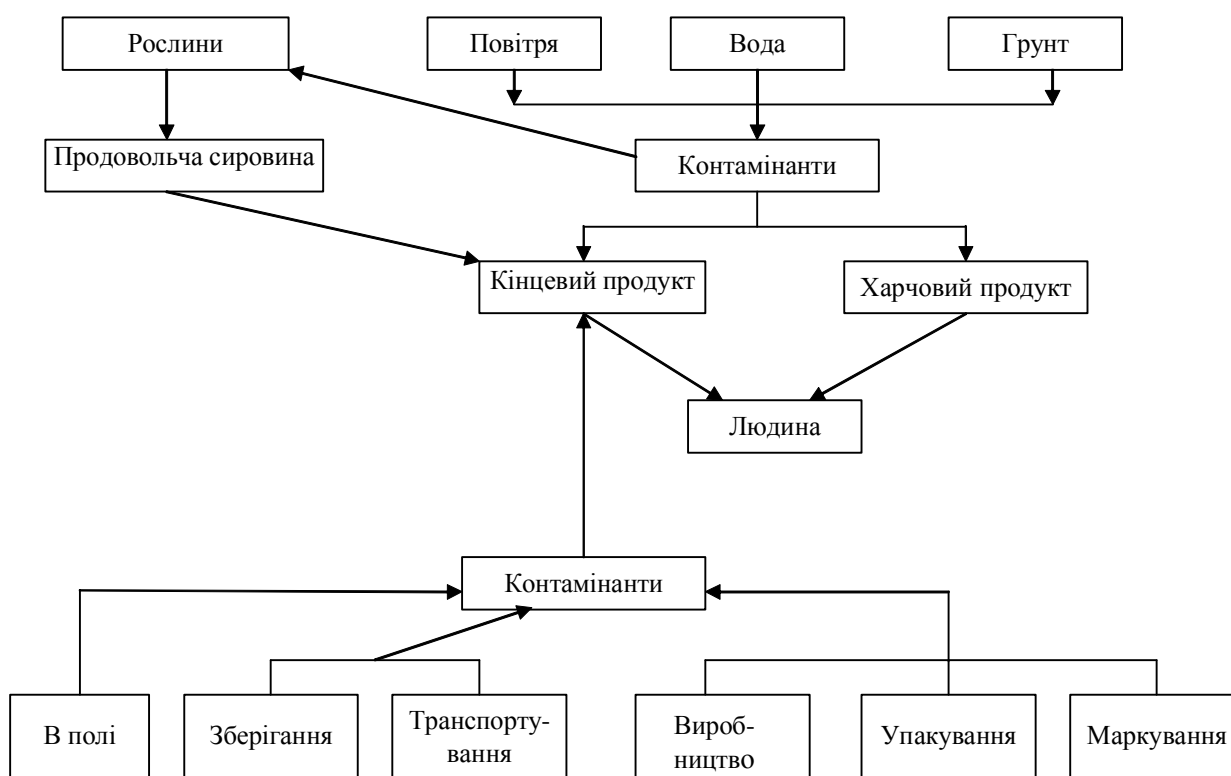


Рис. 1. Шляхи потрапляння небезпечних речовин в організм людини

Джерела забруднень харчових продуктів шкідливими речовинами

Тип забруднення	Вид продукту	Характер контамінації	Контаміанти
Антропогенний	Рослинні	Пряме осадження на листі, плодах та інших відкритих частинах рослин	Пестициди, інсектициди, фунгіциди, гербіциди
	Рослинні	Всмоктування через кореневу систему	Солі кадмію, свинцю, цинку, компоненти мінеральних добрив, зокрема, нітрати
	Тваринні (водні організми, риби)	Акумуляція у тканинах молюсків та риб забруднень із стічних вод промислових підприємств	Органічні сполуки ртуті, хлорорганічні сполуки
	Тваринні	Акумуляція у тканинах тваринних препаратів, які використовуються для стимуляції їхнього росту та лікування	Гормони, гормоноподібні речовини, антибіотики
	Тваринні	Утворення чи накопичення під час технологічної або кулінарної обробки	Поліциклічні ароматичні вуглекислоти, N-нітрозоаміни, феноли, олово, свинець
	Рослинні і тваринні	Спеціальне внесення в кінцевий харчовий продукт для покращання його якості, збільшення терміну споживання	Харчові добавки, консерванти, антиокислювачі, емульгатори, ароматизатори тощо
Природний	Тваринні і рослинні	Бактеріальна заплідненість та розмноження бактерій в сприятливих умовах як з утворенням токсинів, так і без них	B. Cereus, Cl. Botulinum, токсини, сальмонели, стафілококові, ентеротоксини
	Тваринні	Акумуляція в тканинах та молоці при вживанні контамінованих кормів	Мікотоксини, афлатоксини, охратоксини
	Тваринні	Зараження паразитами	Паразити

2. Види небезпечних чинників. Чинники, що впливають на безпеку продуктів для споживачів та розглядаються у плані НАССР, поділяються на такі види:

1) Біологічні небезпечні чинники (бактерії (спороутворювальні, патогенні і токсичні), віруси, простіші та паразити).

Внутрішні чинники:

- водна активність (Aw);
- кислотність (pH);
- окислювально-відновний потенціал (Eh);
- хімічний склад;
- наявність антимікробних природних речовин.

Зовнішні чинники:

- температура;
- відносна вологість;
- склад атмосфери;
- індикаторні мікроорганізми.

- 2) Хімічні небезпечні чинники:
- хімікалії, що стосуються здоров'я людини;
 - неминучі отруйні речовини;
 - безпосередні харчові добавки;
 - опосередковані харчові добавки;
 - важкі метали;
 - пестициди;
 - залишки ветеринарних препаратів;
 - природні отруйні речовини;
 - хімікати, створені процесом;
 - алергени;
 - небезпеки харчування.

Фізичні небезпечні чинники: скло, деревина, каміння, метал, ізоляція, кістка, пластмаси, особисті речі.

Для виявлення небезпечних чинників необхідно розробити список найважливіших небезпек, що можуть, у разі неефективного контролю за ними, з великою ймовірністю заподіяти шкоду чи викликати захворювання, і визначити для них контрольні міри. У системі НАССР етап виявлення небезпечних чинників здійснюється у дві стадії. Насамперед, група НАССР повинна скласти перелік всіх потенційно небезпечних чинників (фізичних, хімічних, біологічних і якісних). Аналізу підлягають: характеристика продукту; інгредієнти, що входять у продукт; його очікуване використання споживачем з погляду наявності відомих небезпечних чинників; дії, що виконуються на кожному етапі виробничої блок-схеми, де розглядаються можливості появи, зростання чи збереження небезпечних чинників у продукті; методи збереження; небезпеки, що виходять від персоналу; устаткування; виробниче середовище; інструкції для споживача.

Отже, за описаними показниками аналізуються такі джерела небезпеки:

- сировина;
- устаткування;
- внутрішні чинники (рН, активність води, консерванти тощо);
- приміщення;
- мікробіологічний склад продукту;
- персонал;
- процеси;
- упакування;
- зберігання та реалізація.

3. Оцінювання ризиків за методом Парето. Ефективним засобом оцінювання ймовірності появи небезпечного чинника та серйозності наслідків вживання небезпечного продукту в їжу є **аналіз ризиків за методом Парето**. Спочатку на підприємстві серед експертів-працівників, які мають достатній досвід та знання в своїй галузі, розповсюджуються анкети-опитувальні листки. Зміст такої анкети визначається відповідно до специфіки підприємства. Приклад однієї з них зображено на рис. 1.

Визначте ймовірність виникнення небезпечних чинників в ході технологічної операції.	Описати можливі наслідки впливу небезпечних чинників на подальший хід технологічного процесу	Бал критичності I	Причина виникнення небезпеки	Бал критичності II	Чи є визначені методи їхнього контролю і усунення цієї небезпеки, якщо так, то які	Бал критичності III

Рис. 2. Опитувальна анкета для діагностичного аудиту

Далі оцінюється ймовірність появи небезпечних чинників, з урахуванням п'ятьох можливих варіантів оцінки (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала балів I		Шкала балів II			Шкала балів III	
Наслідок	Бал	Наслідок	Частота виникнення	Бал	Ймовірність виявлення	Бал
Немає наслідків	1	Виникнення небезпечного чинника малої ймовірності	Раз на рік	1	Діючий контроль напевно виявить небезпеку і усуне її	1
Чинник незначно впливає на безпечність продукту і може бути усунутий на наступній стадії	2	Порівняно мало небезпечних чинників	Раз на квартал	2	Висока ймовірність виявлення небезпеки і її усунення	2
Чинник незначно впливає на безпечність продукту і не може бути усунутий на наступних стадіях	3	Випадкове виникнення небезпечного чинника	Раз на місяць	3	Низька ймовірність виявлення небезпеки і її усунення	3
Частина продукції бракується після сортування	4	Виникнення небезпечного чинника з певною періодичністю	Раз на тиждень	4	Дуже низька ймовірність виявлення небезпеки і її усунення	4
Бракується до 100% продукції	5	Виникнення небезпечного чинника майже неможливо уникнути	Раз на зміну	5	Немає відомого контролю для виявлення цієї небезпеки та її усунення	5

Далі визначаються ймовірні точки виникнення небезпечних чинників і оцінюється за 5 бальною шкалою ступінь критичності цих точок. Оптимальна кількість експертів, які беруть участь в оцінці—7.

Припустимо, що на кондитерській фабриці експерти виставили свої оцінки за такими чотирма показниками, як: сторонні включення, розриви упаковки, тріщини в плитці та забруднення упаковки відповідно:

Таблиця 3

Експерти	Бали експертів за I				Бали експертів за II				Бали експертів за III			
E1	3	3	5	5	2	4	2	3	1	3	1	2
E2	4	4	4	5	3	2	1	3	1	2	1	1
E3	5	4	4	4	2	3	1	2	2	2	2	2
E4	4	4	5	5	2	4	2	3	3	3	3	1
E5	3	5	3	4	3	3	2	3	1	4	1	1
E6	4	4	4	5	4	3	3	2	2	3	1	1
E7	5	4	4	4	3	2	1	3	1	3	2	1
Значущість (V)	4,00	4,00	4,14	4,57								
Ймовірність виникнення (P)					2,86	3,00	1,71	2,71				
Контроль (K)									1,57	2,86	1,57	1,29

Застосуємо метод аналізу видів, наслідків виникнення дефектів і здатність їхнього виявлення (FMECA). Здійснюється оцінка трьох величин:

- значущість можливих наслідків небезпечного чинника чи невідповідності, V;
- ймовірність виникнення кожної невідповідності, P;
- можливість виявлення небезпечного чинника чи невідповідності, K.

Значення кожної величини оцінюється від 1 до 5. За формулами:

$$V = \sum V_i / i \quad K = \sum K_i / i \quad P = \sum P_i / i$$

визначимо відповідні значення цих величин і запишемо їх у табл. 2.2.

Ступінь ризику :

$$MR = V \times P \times K;$$

$$MR = ((3+4+5+4+3+4+5)/7) * ((2+3+2+2+3+4+3)/7) * ((1+1+2+3+1+2+1)/7) = 17,96$$

Аналогічно заповнюються всі інші графи таблиці.

Таблиця 4

Значущість (V)	Ймовірність виникнення (P)	Контроль (K)	Чинники невідповідності	Ступінь ризику (MR)
4,00	2,86	1,57	Сторонні включення	17,96
4,00	3,00	2,86	Розриви упаковки	34,32
4,14	1,71	1,57	Тріщини в плитці	11,11
4,57	2,71	1,29	Забруднення упаковки	15,98

Застосуємо аналіз Парето. Метою цього аналізу є виявлення таких небезпек, на яких необхідно зосередити особливу увагу. Діє правило Парето: 20 % причин викликає 80 % проблем.

Застосуємо такий алгоритм:

1. Пошук причин
2. Вибір величин порівняння
3. Часовий відрізок
4. Нормування величин (відсоток до суми всіх величин)
5. Побудова величин від більшої до меншої
6. Побудова у вигляді діаграми, де відкладаються кумулятивні відсотки
7. Визначення причин, які дають величину, відповідну вибраному критерію (80%)

Таблиця 5

№ з/п	Невідповідності	MR	MR в % (WM _j)	№ черговості побудови
1	Сторонні включення	17,96	22,63	2
2	Розриви упаковки	34,32	43,24	1
3	Тріщини в плитці	11,11	13,997	4
4	Забруднення упаковки	15,98	20,133	3
	Разом	79,37	100	
	%	0,7937		

Таблиця 6

№ з/п	MR, % (WM _j)	Кумулятивна вага, CWM _j
1	43,24	43,24
2	22,63	65,87
3	20,133	86,003
4	13,997	100
Разом	100	

$$CWM_{j+1} = CWM_j + WM_j.$$

За результатами таблиці побудуємо діаграму (рис. 3) розподілу небезпек і на наступному графіку – криву кількості небезпек.

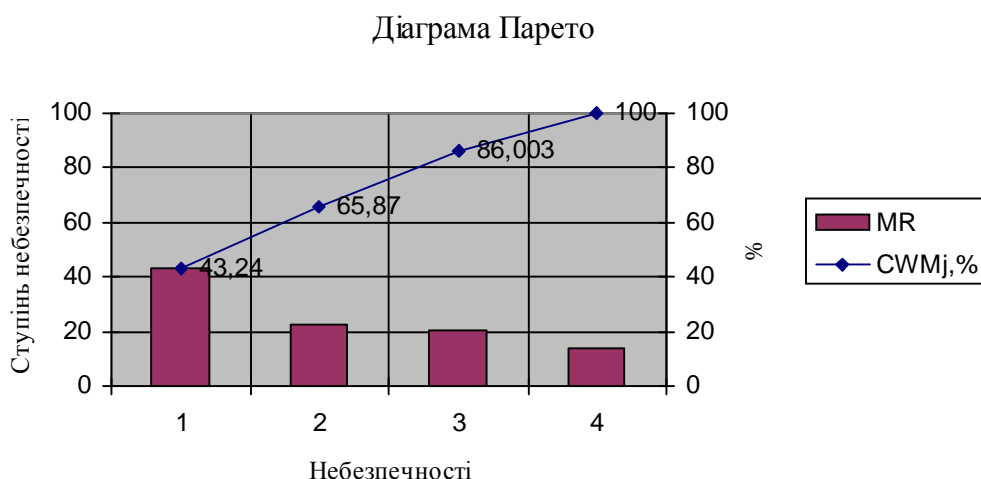


Рис. 3. Діаграма розподілу дефектів

З діаграми бачимо, що сумарні 80 % відповідають трьом видам небезпек: сторонні вclusions, розриви упаковки, тріщини в плитці. Саме причини цих небезпек необхідно визначити насамперед.

4. Висновок. Окрім розглянутого методу, є ще чимало інших ефективних засобів ідентифікації небезпечних чинників, оскільки з розвитком наукових систем управління якістю роль статистичних методів безперервно зростає. Тому можна зробити висновок, що використання таких методів відіграє дуже важливу роль у виборі правильного підходу до оцінювання безпечності продукції за планом НАССР, оскільки у системі управління безпечністю необхідно дуже раціонально розподіляти контроль за критичними точками, щоб не охоплювати зайвих точок і не зосереджуватись на чинниках, які не мають шкідливого впливу на продукт.

Отже, для кожного ідентифікованого небезпечного чинника необхідно розробити контрольні і запобіжні заходи. Потрібно пам'ятати, що для запобігання деяких небезпек може знадобитися більш ніж один контрольний захід, тоді як більш ніж одна небезпека може усуватися одним визначеним контрольним заходом.

1. Ефимов В.В., Барт Т.В. *Статистические методы в управлении качеством продукции.* – М.: Кнорус, 2006. 2. Строителев В.Н. *Статистические методы – основной инструмент специалиста в области качества // Качество, инновации, образование.* – 2002, № 1. 3. Николайдес Л. *Анализ риска по критической контрольной точке: от фермы до вилки.* – Молдова, 1998. 4. *Кодекс Алиментаріус. Рекомендований Міжнародний кодекс практики. Загальні принципи по гігієні харчових продуктів, ФАО, ВОЗ/ООН, 1998.*