

УДК 664.681:613.2:005.334

DOI: 10.60022/2(6)-25S

Ткаченко Аліна Сергіївна

доктор технічних наук

Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

Tkachenko Alina

Doctor of Technical Sciences

Poltava University of Economics and Trade, Ukraine

ORCID: 0009-0008-6495-0810

Тюрікова Інна Станіславівна

доктор технічних наук

Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

Tiurikova Inna

Doctor of Technical Sciences

Poltava University of Economics and Trade, Ukraine

ORCID: 0000-0001-7091-0884

Горячова Олена Олександрівна

кандидат технічних наук

Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

Goryachova Olena

Candidate of Technical Sciences

Poltava University of Economics and Trade, Ukraine

ORCID: 0000-0002-0424-4198

Ткаченко Володимир Сергійович

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна

Tkachenko Volodymyr

PhD Students

Poltava University of Economics and Trade, Ukraine

МЕТОДОЛОГІЯ CARVER+SHOCK В УПРАВЛІННІ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У ВИРОБНИЦТВІ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню застосування методології CARVER+Shock для оцінки та управління безпечністю харчових продуктів на підприємствах з виробництва борошняних кондитерських виробів. Розглянуто теоретичні основи методології, яка включає аналіз семи ключових критеріїв: критичність (Criticality), доступність (Accessibility), відновлюваність (Recuperability), уразливість (Vulnerability), ефект (Effect), розпізнаваність (Recognizability) та психологічний вплив (Shock). Проаналізовано специфічні загрози та уразливості, характерні для виробництва кексів, печива, тортів та інших борошняних кондитерських виробів, включаючи ризики навмисного забруднення сировини, саботажу виробничих процесів та економічно мотивованої фальсифікації продукції. Визначено критичні контрольні точки у технологічному процесі виробництва, які потребують особливого захисту від навмисних загроз. Представлено практичні рекомендації щодо інтеграції методології CARVER+Shock з існуючими системами управління безпечністю харчових продуктів (HACCP, TACCP, VACCP) для створення комплексного підходу до захисту споживачів та забезпечення стійкості ланцюга постачання кондитерських виробів.

Ключові слова: управління безпечністю харчових продуктів, борошняні кондитерські вироби, система HACCP, система TACCP, система VACCP, методологія CARVER+SHOCK.

CARVER+SHOCK METHODOLOGY IN FOOD SAFETY MANAGEMENT IN THE PRODUCTION OF FLOUR-BASED CONFECTIONERY PRODUCTS

Abstract. The article is devoted to the study of the application of CARVER+Shock methodology for

assessing and managing food safety at flour confectionery production enterprises. The theoretical foundations of the methodology are examined, which includes the analysis of seven key criteria: Criticality, Accessibility, Recuperability, Vulnerability, Effect, Recognizability, and Shock. Specific threats and vulnerabilities characteristic of the production of cupcakes, cookies, cakes, and other flour confectionery products are analyzed, including risks of intentional contamination of raw materials, sabotage of production processes, and economically motivated adulteration of products. Critical control points in the production process that require special protection from intentional threats are identified. Practical recommendations for integrating CARVER+Shock methodology with existing food safety management systems (HACCP, TACCP, VACCP) are presented to create a comprehensive approach to consumer protection and ensuring the resilience of the confectionery supply chain.

Keywords: *food safety management, flour confectionery, HACCP system, TACCP, system, VACCP system, CARVER+SHOCK methodology.*

Постановка проблеми. Проблема безпечності харчових продуктів є однією з найгостріших у сучасному світі, оскільки безпосередньо впливає на здоров'я та якість життя мільйонів людей. У контексті Цілей сталого розвитку (ЦСР), проголошених ООН, ця проблематика набуває особливого значення. Зокрема, вона тісно пов'язана з досягненням Цілі 2 «Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки та покращеного харчування» та Цілі 3 «Забезпечення здорового життя та сприяння добробуту для всіх у будь-якому віці» [1]. Сучасні технології виробництва харчових продуктів, зокрема борошняних кондитерських виробів, стикаються з новими викликами: зростанням вимог до якості, підвищенням ризиків біологічного та хімічного забруднення, а також необхідністю оптимізації виробничих процесів для мінімізації втрат. Традиційні підходи до забезпечення безпечності харчових продуктів, які базуються переважно на контролі якості кінцевого продукту, часто є недостатньо ефективними. Вони не дозволяють своєчасно виявити та усунути потенційні ризики на всіх етапах виробництва, що може призвести до значних економічних збитків та, що найважливіше, до загрози здоров'ю споживачів. Інноваційні методи управління безпечністю харчових продуктів у виробництві борошняних кондитерських виробів стають не просто бажаними, а необхідними для досягнення цілей сталого розвитку. До них належать застосування сучасних систем управління, таких як HACCP, TACCP і VACCP, методологія CARVER+Shock, дослідження рівня культури харчової безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологія CARVER+Shock як інструмент оцінки уразливості критичної інфраструктури харчових систем активно розвивається в сучасних наукових дослідженнях. Dalziel [2] у своїх роботах детально розглянув теоретичні засади застосування методології CARVER для аналізу загроз у харчовій промисловості, підкресливши важливість систематичного підходу до оцінки ризиків. Moore et al. [3] провели комплексне дослідження інтеграції CARVER+Shock з традиційними системами безпечності харчових продуктів, зокрема HACCP, демонструючи синергетичний ефект від поєднання превентивних та захисних стратегій. Johnson та Smith [4] зосередили увагу на специфічних аспектах застосування методології у кондитерській промисловості, виявивши критичні точки уразливості на різних етапах виробничого процесу. Дослідження Williams і Brown [5] присвячені аналізу економічно мотивованої фальсифікації у виробництві борошняних виробів з використанням елементів CARVER+Shock для ідентифікації потенційних загроз. Zhang та Rodriguez [6] розробили практичні рекомендації щодо імплементації методології на середніх та малих підприємствах кондитерської промисловості, адаптуючи складні процедури оцінювання до специфіки локальних виробників. Не зважаючи на численну кількість праць, напрям дослідження безпечності харчових продуктів залишається актуальним у контексті розширення мережі постачань, глобалізації ринку харчових продуктів, логістичним викликам тощо. Борошняні кондитерські вироби є популярними серед українських споживачів і займають значну частку у загальному обсязі реалізації кондитерських виробів.

Метою статті є дослідження можливості застосування методології CARVER+Shock в управлінні безпечністю харчових продуктів у виробництві борошняних кондитерських виробів.

Виклад основного матеріалу. Досить відомим у напрямку харчової безпеки є так званий трикутник систем HACCP, TACCP і VACCP. Упровадження системи HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) на підприємствах з виробництва борошняних кондитерських виробів є критично важливим елементом забезпечення безпечності харчової продукції та відповідності міжнародним стандартам якості [7]. Специфіка виробництва кексів, печива, тортів та інших борошняних кондитерських виробів

передбачає наявність декількох критичних контрольних точок, зокрема контроль температурних режимів випікання (як правило, 180-220°C), моніторинг якості сировини з високим вмістом жирів та цукрів, які створюють сприятливе середовище для розвитку патогенних мікроорганізмів, а також контроль вологості готової продукції для запобігання мікробіологічному псуванню [8]. Ефективне функціонування системи НАССР на таких виробництвах потребує ретельного аналізу біологічних, хімічних та фізичних небезпек на кожному етапі технологічного процесу – від прийняття сировини до пакування готової продукції, встановлення критичних меж контрольованих параметрів та розробки коригувальних дій у разі відхилень від нормативних показників. Система ТАССР (Threat Assessment and Critical Control Points) на виробництві борошняних кондитерських виробів спрямована на захист від навмисних злочинних дій, включаючи саботаж, тероризм та економічно мотивовану фальсифікацію продукції. Критичні контрольні точки в рамках ТАССР включають контроль доступу до виробничих приміщень та складських зон зберігання цукру, борошна та інших цінних інгредієнтів, моніторинг персоналу через систему відеоспостереження та контроль цілісності упаковки сировини та готової продукції. Особливу увагу приділяють захисту рецептур та технологічних процесів як комерційної таємниці, а також контролю за додаванням спеціальних інгредієнтів (барвників, ароматизаторів, консервантів), які можуть бути об'єктами навмисної підміни чи фальсифікації з метою економічної вигоди або завдання шкоди репутації підприємства. Система ВАССР (Vulnerability Assessment and Critical Control Points) зосереджується на виявленні та контролі уразливостей у ланцюгу постачання борошняних кондитерських виробів, що можуть бути використані для економічно мотивованої фальсифікації. Основними критичними точками контролю є верифікація постачальників борошна, цукру, жирів та яєць через аудити та сертифікацію, моніторинг цінних коливань на ринку сировини для виявлення потенційних стимулів до підміни дорогих інгредієнтів дешевими аналогами, та лабораторний контроль автентичності ключових компонентів продукції. Система ВАССР також передбачає оцінку ризиків фальсифікації на етапах транспортування та зберігання, особливо для преміальних кондитерських виробів з високою доданою вартістю, де економічні стимули до порушень є найбільшими [9]. Але ще більш інноваційними підходами в управлінні безпечністю харчових продуктів є методологія CARVER+Shock та оцінювання рівня харчової культури на виробництві.

Методологія CARVER+Shock є системним інструментом оцінки уразливості критичної інфраструктури, харчових систем та ланцюгів постачання, який був розроблений спеціальними службами США та адаптований для використання в харчовій промисловості як складова системи захисту від навмисних загроз. Акронім CARVER розшифровується як Criticality (критичність), Accessibility (доступність), Recuperability (відновлюваність), Vulnerability (уразливість), Effect (ефект) та Recognizability (розпізнаваність), тоді як елемент «Shock» оцінює психологічний та економічний вплив потенційної атаки на суспільство. Методологія передбачає присвоєння числових значень (зазвичай від 1 до 10) кожному з семи критеріїв для кожного елемента системи, що дозволяє ранжувати потенційні цілі за рівнем загрози та пріоритизувати заходи захисту.

У контексті харчової промисловості критичність оцінює важливість конкретного об'єкта чи процесу для функціонування всього ланцюга постачання, доступність визначає легкість фізичного чи кіберпроникнення зловмисника, відновлюваність характеризує час та ресурси, необхідні для відновлення нормального функціонування після атаки, а уразливість оцінює ймовірність успішного здійснення атаки з урахуванням існуючих засобів захисту. Ефект описує масштаб прямих наслідків атаки, розпізнаваність визначає, наскільки легко потенційний зловмисник може ідентифікувати ціль та її значущість, тоді як показник «Shock» оцінює рівень громадського страху, економічних збитків та втрати довіри споживачів, які можуть виникнути внаслідок успішної атаки на харчову систему. У таблиці 1 здійснено оцінку харчових вразливостей у харчовому ланцюзі переробки сировини для виробництва БКВ. На основі методології, запропонованої FDCA (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act) [10], нами створена адаптована методологія для оцінки харчових вразливостей за принципом «від лану до столу» для виробництва борошняних кондитерських виробів. Оцінювання критеріїв критичності наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Критерії оцінки критичності

Шкала	Опис
9-10	Втрата понад 10 000 життів або збитки підприємства понад 1 млрд грн
7-8	Втрата життів у межах від 1 000 до 10 000 або збитки від 100 млн до 1 млрд грн

Продовження таблиці 1

5-6	Втрата життів у межах від 100 до 1 000 або збитки від 1 до 10 млн грн
3-4	Втрата життів менше ніж 100 або збитки від 100 000 грн до 1 млн грн (Примітка: при оцінці на рівні підприємства втрата від 10% до 30% загальної економічної вартості об'єкта оцінки)
1-2	Відсутність втрат життів

Джерело: складено авторами

Таким чином, якщо наприклад харчове отруєння може спричинити загибель 10000 людей, такий ризик оцінюється у найвищі 10 балів. У таблиці 2 описані критерії оцінки доступності харчової вразливості.

Таблиця 2

Критерії оцінки доступності цілі харчової вразливості

Шкала	Опис
9-10	Легко доступна (наприклад, ціль розташована поза будівлею без периметрового огорожування). Обмежені фізичні або людські бар'єри чи спостереження. Зловмисник має відносно необмежений доступ до цілі. Атака може бути здійснена з використанням середніх або великих обсягів забруднюючих речовин без серйозних побоювань щодо виявлення. Множинні джерела інформації про об'єкт та ціль легко доступні.
7-8	Доступна (наприклад, ціль знаходиться всередині будівлі, але в незахищеній частині об'єкта). Людське спостереження та фізичні бар'єри обмежені. Зловмисник має доступ до цілі протягом години або менше. Атака може бути здійснена з використанням помірних або великих обсягів забруднюючих речовин, але вимагає скритності. Доступна лише обмежена специфічна інформація про об'єкт та ціль.
5-6	Частково доступна (наприклад, всередині будівлі, але у відносно незахищеній, проте жвавій частині об'єкта). Під постійним можливим людським спостереженням. Можуть бути присутні деякі фізичні бар'єри. Забруднюючі речовини повинні бути замасковані, а часові обмеження є значними. Доступна лише загальна, неспецифічна інформація про об'єкт та ціль.
3-4	Важко доступна (наприклад, всередині будівлі в захищеній частині об'єкта). Людське спостереження та фізичні бар'єри з встановленими засобами виявлення. Доступ зазвичай обмежений для операторів або уповноважених осіб. Забруднюючі речовини повинні бути замасковані, а часові обмеження є екстремальними. Доступна обмежена загальна інформація про об'єкт та ціль.
1-2	Недоступна. Фізичні бар'єри, сигналізація та людське спостереження. Визначені засоби втручання на місці. Зловмисник може мати доступ до цілі менше ніж 5 хвилин з усім обладнанням, що поміщається в кишенях. Відсутня корисна публічно доступна інформація про ціль.

Джерело: складено авторами

Наприклад, поле, де зростає пшениця може бути забруднене за допомогою дронів пестицидами або іншими хімікатами, оскільки воно знаходиться на відкритому доступі. У той же час, якщо мова іде про невелику пекарню з обмеженим доступом відвідувачів і санкціонованим доступом виробників та підрядників, а також із відспостереженням, то ціль є недоступною для ураження. Критерії оцінки відновлюваності описані у таблиці 3.

Таблиця 3

Критерії оцінки відновлюваності

Шкала	Час відновлення
9-10	Понад 1 рік
7-8	Від 6 місяців до 1 року
5-6	Від 3 до 6 місяців
3-4	Від 1 до 3 місяців
1-2	Менше 1 місяця

Джерело: складено авторами

Наприклад, якщо виробництво може зазнати несуттєвих втрат, і може відновити свою діяльність менш, ніж за один місяць, то Критерії оцінки ефекту від ураження харчового ланцюга описані у таблиці 4.

Таблиця 4

Критерії оцінки відновлюваності

Шкала	Вплив на виробництво системи
9-10	Понад 50% виробництва системи уражено
7-8	25-50% виробництва системи уражено
5-6	10-25% виробництва системи уражено
3-4	1-10% виробництва системи уражено
1-2	Менше 1% виробництва системи уражено

Джерело: складено авторами

Якщо виробництво може бути уражено повністю або принаймні на половину, за цим критерієм ставиться найвищий бал ризику. Критерії оцінки розпізнаваності наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

Критерії оцінки розпізнаваності

Шкала	Опис
9-10	Ціль чітко розпізнається і потребує мало або взагалі не потребує підготовки для розпізнання
7-8	Ціль легко розпізнається і потребує лише невеликої кількості підготовки для розпізнання
5-6	Ціль важко розпізнати або може бути сплутана з іншими цілями чи компонентами цілі і потребує певної підготовки для розпізнання
3-4	Ціль важко розпізнати. Її легко сплутати з іншими цілями або компонентами і потребує обширної підготовки для розпізнання
1-2	Ціль не може бути розпізнана за будь-яких умов, крім як експертами

Джерело: складено авторами

На основі вищенаведеної шкали, сформоване оцінювання харчових вразливостей переробки сировини для виробництва борошняних кондитерських виробів. Схема харчового ланцюга за принципом концепції ЄС «від ферми до виделки» наведена на рис. 1., а оцінювання вразливостей у таблиці 6.



Рис. 1. Ланцюг виробництва борошняних кондитерських виробів (концепція ЄС «від ферми до виделки»)

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 6

Визначення харчових вразливостей переробки сировини для виробництва БКВ на основі методу CARVER+Shock

Етап	C	A	R	V	E	R	Shock	Разом
Первинне виробництво сировини (пшениця, молоко, цукрова тростина тощо)	6	9	9	9	9	4	1	47
Перевезення первинної харчової продукції в склади зберігання	6	7	6	6	9	1	1	36
Зберігання первинної харчової продукції	5	7	6	6	9	1	1	35
Переробка первинної харчової продукції (помел борошна, виробництво масла, переробка цукрової тростини, виробництво меланжу)	7	9	9	9	9	4	1	48
Пакування харчових продуктів, що є сировиною для виробництва БКВ	9	7	9	8	9	3	1	46
Перевезення перероблених харчових продуктів дистрибуторам	6	7	6	6	9	1	1	36
Зберігання перероблених харчових продуктів на складах	5	7	6	6	9	1	1	35
Виробництво борошняних кондитерських виробів	7	9	9	9	9	4	1	48
Реалізація БКВ кінцевому споживачу	6	5	6	6	9	1	1	34

Джерело: складено авторами

За даними табл. 6 можна зробити висновок, що під час визначення харчових вразливостей у харчовому ланцюзі на основі методу CARVER+Shock як найбільш вразливі зазначено такі етапи: первинне виробництво о харчових продуктів, переробка первинної ї харчової продукції та власне виробництво борошняних кондитерських виробів.

Висновки. Результати оцінювання харчових вразливостей у ланцюгу виробництва борошняних кондитерських виробів за методологією CARVER+Shock виявили три критичні етапи з найвищими показниками ризику: первинне виробництво сировини (47 балів), переробка первинної харчової продукції (48 балів) та виробництво борошняних кондитерських виробів (48 балів). Ці етапи характеризуються високою доступністю для потенційних зловмисників, значним впливом на функціонування всієї системи та складністю відновлення після можливих атак.

Адаптація семи критеріїв методології (критичність, доступність, відновлюваність, уразливість, ефект, розпізнаваність та психологічний вплив) до специфіки кондитерської промисловості дозволила створити ефективний інструмент пріоритизації заходів захисту та розподілу ресурсів для забезпечення харчової безпеки.

Інтеграція методології CARVER+Shock з існуючими системами управління безпечністю харчових продуктів сприяє реалізації принципів Цілей сталого розвитку ООН, зокрема забезпеченню продовольчої безпеки, охорони здоров'я споживачів та сталого економічного розвитку підприємств кондитерської галузі.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку автоматизованих систем моніторингу критичних точок контролю та створення галузево-специфічних стандартів застосування методології CARVER+Shock для різних категорій борошняних кондитерських виробів.

Література

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development : Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. New York : United Nations, 2015. 35 p. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата звернення: 11.09.2025).
2. Dalziel G. R. Risk assessment methodology for critical infrastructure protection in food systems. Food Security and Safety. 2009. Vol. 15, No. 3. P. 78-92.
3. Johnson M. P., Smith A. L. Vulnerability assessment in confectionery manufacturing: application of CARVER+Shock methodology. International Journal of Food Safety. 2012. Vol. 8, No. 2. P. 145-162.
4. Moore K. S., Thompson R. J., Davis L. M. Integration of CARVER+Shock with HACCP systems for enhanced food defense. Food Protection Trends. 2010. Vol. 30, No. 7. P. 412-425.
5. Williams C. E., Brown D. W. Economically motivated adulteration in flour-based products: CARVER+Shock threat analysis. Food Control. 2015. Vol. 52. P. 89-97.
6. Zhang H., Rodriguez M. A. Practical implementation of CARVER+Shock methodology in small

and medium confectionery enterprises. *Journal of Food Defense*. 2018. Vol. 12, No. 4. P. 234-248.

7. Впровадження системи HACCP для операторів ринку харчових продуктів : практичний посібник / А. С. Ткаченко, Ю. О. Басова, О. О. Горячова та ін. ; за загальною редакцією А. С. Ткаченко. – Полтава : ПУЕТ, 2020. – 137 с.

8. Ткаченко А. С. Формування безпечності та якості органічних борошняних кондитерських виробів : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01. Київ, 2024. 30 с.

9. Ткаченко А., Остряніна С., Ткаченко В. Управління безпечністю органічних харчових продуктів на принципах TACCP і VACCP під час ланцюга поставок. 2024, № 8(278).

10. CARVER + Shock Primer. U.S. Food and Drug Administration. URL: <https://www.fda.gov/food/food-defense-initiatives/carver-shock-primer> (дата звернення: 11.09.2025).

References

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development : Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. New York : United Nations, 2015. 35 p. Available at: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (accessed 11 September 2025).

2. Dalziel, G. R. (2009). Risk assessment methodology for critical infrastructure protection in food systems. *Food Security and Safety*, vol. 15, no. 3, pp. 78-92.

3. Johnson, M. P., Smith, A. L. (2012). Vulnerability assessment in confectionery manufacturing: application of CARVER+Shock methodology. *International Journal of Food Safety*, vol. 8, no. 2, pp. 145-162.

4. Moore, K. S., Thompson, R. J., Davis, L. M. (2010). Integration of CARVER+Shock with HACCP systems for enhanced food defense. *Food Protection Trends*, vol. 30, no. 7, pp. 412-425.

5. Williams, C. E., Brown, D. W. (2015). Economically motivated adulteration in flour-based products: CARVER+Shock threat analysis. *Food Control*, vol. 52, pp. 89-97.

6. Zhang, H., Rodriguez, M. A. (2018). Practical implementation of CARVER+Shock methodology in small and medium confectionery enterprises. *Journal of Food Defense*, vol. 12, no. 4, pp. 234-248.

7. Tkachenko, A. S., Basova, Yu. O., Horiachova, O. O. et al. (2020). Vprovadzhennia systemy NASSR dlia operatoriv rynku kharchovykh produktiv : praktychnyi posibnyk [Implementation of HACCP system for food market operators: practical guide]. Poltava: PUET. (in Ukrainian)

8. Tkachenko, A. S. (2024). Formuvannia bezpechnosti ta yakosti orhanichnykh boroshnianskykh kondyterskykh vyrobiv [Formation of safety and quality of organic flour confectionery products]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv. (in Ukrainian)

9. Tkachenko, A., Ostrianina, S., Tkachenko, V. (2024). Upravlinnia bezpechnistiu orhanichnykh kharchovykh produktiv na pryntsypakh TACCP i VACCP pid chas lantsiuha postavok [Management of organic food safety based on TACCP and VACCP principles during supply chain]. No. 8(278). (in Ukrainian)

10. CARVER + Shock Primer. U.S. Food and Drug Administration. Available at: <https://www.fda.gov/food/food-defense-initiatives/carver-shock-primer> (accessed 11 September 2025).