

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ НЕБЕЗПЕКАМИ В ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИРОВИНІ ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГНОЗУЮЧОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Бергілевич О.М.

Інститут ветеринарної медицини НААНУ, м. Київ

*Прогнозуюче моделювання — це сучасний напрямок в контролі за мікробіологічними небезпеками в продовольчій сировині та харчових продуктах із застосуванням математичних моделей та статистичних методів. Це новий підхід щодо встановлення та передбачення змін у кількісному стані мікроорганізмів (ріст, розмноження чи загибель) в сировині чи продуктах при дії на них різноманітних параметрів навколишнього середовища (температура, вологість, наявність іншої мікрофлори, співвідношення солей, кислот чи інших хімічних речовин).*

Актуальність теми. Мікробіологічний контроль сировини та харчових продуктів тваринного походження вважають одним із основних заходів профілактики харчових отруєнь та захворювань людини. Цей контроль базується на методах посіву та подальшій ідентифікації мікроорганізмів, що займає досить значний період часу (від 36—72 годин і більше). Всі вищезазначені методи не відображають динаміки росту та розмноження мікроорганізмів у сировині та харчових продуктах тваринного походження за умов дії на них різних факторів.

Вивчення поведінки мікроорганізмів із застосуванням факторного аналізу до останнього часу мали тільки дослідницький характер і були трудоємними та тривалими. На сьогоднішній час, з розвитком науково-технічного прогресу, передбачити поведінку мікроорганізмів можна за коротший проміжок часу за допомогою математичних та статистичних формул чи моделей, які формують новий напрямок у контролі за мікробіологічними небезпеками в продовольчій сировині та харчових продуктах, як прогнозуюча мікробіологія (предиктивна мікробіологія, predictive microbiology) [1, 2, 5].

Прогнозуюча мікробіологія — це мультидисциплінарна наука, яка комбінує в собі математичне модулювання та експериментальні дані, основаними на дії факторів зовнішнього середовища на ріст, резистентність, загибель мікроорганізмів у сировині чи готових продуктах. Дуже важливим є те, що поведінка мікроорганізмів у продуктах харчування залежить не лише від конкретного фактору чи параметру навколишнього середовища, а від їх сукупності та, найголовніше, тривалості їх дії в одну із чотирьох фаз росту, розмноження чи загибелі мікроорганізмів (lag —фаза, фаза росту (log —фаза), фаза стабільності (стаціонарна фаза), фаза загибелі чи відмирання). Не абияке значення також має вихідна кількість мікроорганізмів в сировині чи готовому продукті.

Огляд літератури свідчить, що принципи, підходи та методи прогнозуючої мікробіології активно застосовуються в останні 20 років у висо-

ко розвинутих країнах, таких як Англія, Сполучені Штати, Австралія, Бельгія при контролі виробництва та зберігання харчових продуктів тваринного походження [1–3,5]. В країнах СНД є кілька наукових праць з вищезазначених питань, в Україні відомостей про застосування підходів прогнозуючого моделювання в харчовій мікробіології ми не знайшли.

Метою статті є теоретичне викладення застосування принципів та методів прогнозуючого моделювання при нових технологіях виробництва продуктів харчування та забезпечення їх безпеки, при аналізі мікробіологічних ризиків та системі НАССР.

**Результати.** Основою контролю за мікробіологічними критеріями в продовольчій сировині та харчових продуктах є розуміння впливу факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на ріст, розмноження чи загибель мікроорганізмів. Кількість небезпечних мікроорганізмів у сировині та харчовому продукті може змінюватись в залежності від їх хімічного і мікробіологічного складу (рН, вміст води, солей, поживних речовин, кількості та різноманітності мікрофлори, тощо), а також від параметрів виготовлення і зберігання (температура, вологість, доступу кисню, тощо) готового харчового продукту. Тому, передбачити та визначити кількість патогенів у продуктах з урахуванням, якомога, більшості факторів або параметрів впливу, можна шляхом математичних розрахунків. Класична схема прогнозуючого моделювання представлена на схемі 1.

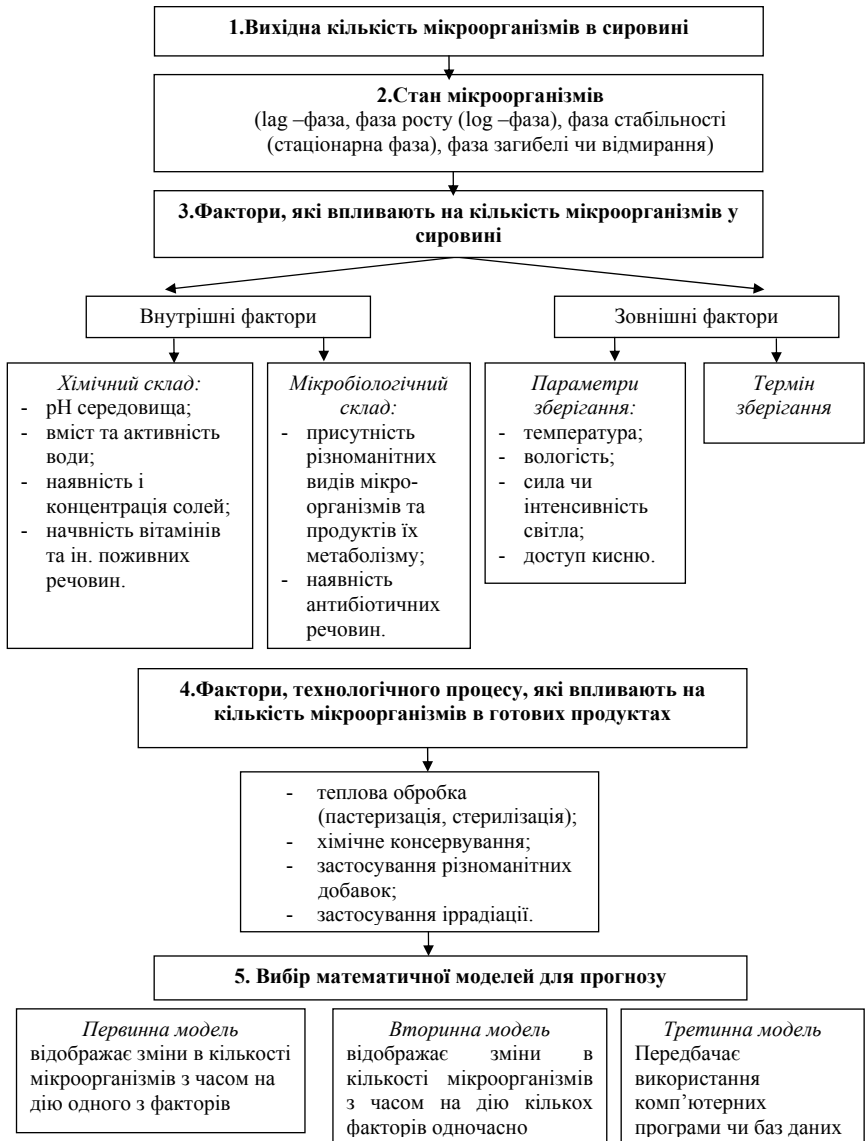
Оскільки безпечність продовольчої сировини та харчових продуктів за мікробіологічними показниками є важливою для суспільства, то застосування прогнозуючого моделювання набуло поширення саме для встановлення кількості небезпечних для споживача мікроорганізмів на дію різноманітних факторів [2, 4, 5]. Сфери застосування прогнозуючого моделювання викладені у схемі 2.

Система НАССР базується на науково-обґрунтованому аналізі оцінки та контролю за небезпечними факторами в критичних точках при виробництві продовольчої сировини та харчових продуктів.

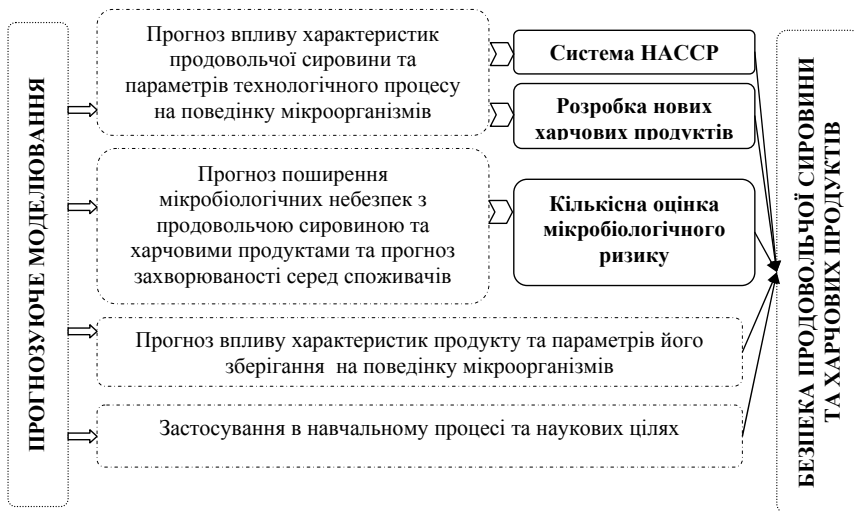
При аналізі небезпек, що можуть виникати в процесі виробництва продуктів харчування можна зазначити, що мікробіологічні небезпеки є найбільш розповсюдженими серед існуючих небезпек (хімічних, фізичних) оскільки вище зазначені продукти є оптимальним середовищем для росту та розмноження мікроорганізмів.

Розробка нових харчових продуктів. Математичний прогноз застосовують при встановленні ефективності змін у параметрах технологічного процесу при виробництві нових продуктів харчування. Особливо показовим є виробництво нових кисломолочних продуктів із застосуванням заквасок та різних добавок. Так, швидко можна віднайти оптимальні параметри для росту мікроорганізмів, накопичення біомаси та процесів ферментації мікроорганізмами при тих чи інших змінах під час технологічного процесу (застосування різних температурних режимів, встановлення оптимального відрізка часу дії цих температур, вплив концентрацій різних добавок).

Оцінка мікробіологічного ризику — це оцінка ризику, спричиненого певними мікроорганізмами та контроль за розповсюдженістю патогенів серед споживачів.



**Схема 1** — Основа прогнозуючого моделювання в контролі за мікробіологічними небезпеками в продовольчій сировині та харчових продуктах



**Схема 2** — Застосування прогнозуючого моделювання в контролю за мікробіологічними небезпеками в продовольчій сировині та харчових продуктах

**Таблиця** — Етапи застосування прогнозуючого моделювання

Система НАССР	Встановлення потенційних небезпек та оцінка їх важливості при різних стадіях технологічного процесу чи технологічних операціях
	Встановлення Критичних Контрольних Точок, де необхідно встановити міри контролю
	Встановлення критеріїв та методів контролю їх контролю, які гарантують безпечність продовольчої сировини та харчових продуктів
Оцінка мікробіологічного ризику	Встановлення допустимої кількості небезпечного мікробіологічного чинника для споживачів
	Встановлення швидкості поширення небезпечного мікробіологічного чинника серед споживачів
	Встановлення контролю за поширенням небезпечних мікробіологічних чинників
Розробка нових харчових продуктів	Встановлення оптимальних параметрів технологічного процесу для розвитку бажаної мікрофлори та контроль за ними
	Встановлення контролю за ферментативними процесами мікроорганізмів, які впливають на якість продукту

Безпека харчових продуктів	Встановлення впливу характеристик харчового продукту та параметрів його зберігання на поведінку мікроорганізмів
	Встановлення більш детального розуміння екології мікроорганізмів в готових харчових продуктах

Як видно з вищенаведеного, принципи прогнозуючого моделювання, основи прогнозуючої чи предиктивної мікробіології, в основному, використовують при вивченні тих мікроорганізмів у продовольчій сировині та харчових продуктах, які можуть спричинити ризик для здоров'я споживачів. Основним є те, що прогнозує моделювання безпосередньо пов'язане з вивченням фізіології мікроорганізмів на дію різних параметрів навколишнього середовища, що так необхідно для технології виробництва та обігу харчових продуктів та забезпечення їх безпеки згідно міжнародним вимогам. Тому поряд із класичними методами досліджень продуктів харчування необхідно впровадження новітніх підходів з прогнозуючого моделювання.

**Висновки.** 1. Прогнозує моделювання, як основа прогнозуючої або предиктивної мікробіології – це нова методологія, що використовується науковцями, виробниками харчових продуктів, офіційними особами, які здійснюють державний нагляд та контроль у високо розвинутих країнах світу.

2. Використання прогнозуючого моделювання виробниками харчових продуктів сприяє ефективному контролю за мікробіологічними небезпеками на виробництві.

3. Прогнозує моделювання є невід'ємною і важливою складовою при аналізі мікробіологічних ризиків та системі HACCP, а також при впровадженні нових технологій виробництва харчових продуктів.

#### Список літератури

1. Baranyi J, Roberts T.A. 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int J Food Microbiol* 23:277–94. 2. Baranyi, J., Roberts, T.A., 1995. Mathematics of predictive food microbiology. *Int. J. Food Microbiol.* 26, 199–218. 3. Dens E.J. and J. F. Van Impe One the need for another type of predictive model in structured foods. *Int. J. Food Microbiology.* V.64. 2001. P.247 – 260. 4. Leroy F., B. Degeest and L.Vuyst. A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. *Int. J. Food Microbiology.* V.73. 2002. P.251 – 259. 5. Ross T. and T.A. McMeekin. Predictive microbiology. *Int. J. Food Microbiology.* V.23. 1994. P.241 – 264.

### IMPROVED CONTROL OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS IN THE RAW MATERIALS AND FOOD PRODUCTS THROUGH THE USE OF PREDICTIVE MODELLING

Bergilevych O.N.

Institute of Veterinary Medicine of NAASU, Kiev

*Predictive modelling is a modern direction control on microbiological indicators in the raw materials and food products using mathematical models and statistical methods. This new approach on the definition and prediction change in the quantity of microorganisms (growth, reproduction or death) in raw materials and food products when the impact of different environmental parameters (temperature, humidity, varying microflora, ratio of salts, acids or other chemical substances).*