Янковская Валентина Сергеевна, доцент, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева» (Россия, г.Москва)

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АНТИБИОТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Автором разработаны элементы системы прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожных продуктов с фруктовыми наполнителями на базе методологии квалиметрической модели прогнозирования. Выявлены и проанализированы пути контаминации молока и творожного продукта антибиотиками, в т.ч. сырьевые и технологические. На основании результатов формирования матричной диаграммы квалиметрического прогнозирования и прослеживаемости сделаны выводы о характере влияния режимов технологических процессов на исходное содержание антибиотиков в молоке и творожном продукте. Разработаны рекомендации по контролю содержания антибиотиков.

Ключевые слова: прослеживаемость, антибиотики, квалиметрическая модель, риски, квалиметрия.

Yankovskaya Valentina Sergeevna, docent, Ph.D.

Russian State Agrarian University – MSHA
after K.A. Timiryazev (Russia, Moscow)

THE DEVELOPMENT OF THE ELEMENTS OF TRACEABILITY SYSTEM OF ANTIBIOTICS CONTENT IN THE MANUFACTURE OF QUARK PRODUCTS

Abstract. The author developed the elements of traceability system of antibiotics content in the manufacture of quark products with fruits flavorings on the basis of qualimetric forecasting model. The ways of milk and quark product contamination by antibiotics including raw materials and technological have been revealed and predicted. On the basis of the results of qualimetric forecasting matrix diagram formation and traceability the conclusions were made about the character of the technological processes regimes effect on the initial amount of antibiotics in milk and quark products. The recommendations on the control of antibiotics amount have been developed.

Key words. Traceability, antibiotics, qualimetric model, risks, qualimetry.

В последние десятилетия наблюдается тренд увеличения объемов производства антибиотиков [1] как для медицинских целей, так и для сельскохозяйственного сектора. При этом в обществе формируется понимание взаимосвязи неоправданно высокого содержания антибиотиков в продуктах питания и состояние здоровья, а также формирования резистентности патогенных микроорганизмов к антибиотикам.

Согласно международным требованиям безопасности продуктов питания Кодекс Алиментариус, безопасность всех видов сельскохозяйственного сырья и продуктов питания оценивается по ряду критериев: содержание тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов, микотоксинов, антибиотиков, ряда патогенных микроорганизмов и др. [2]. Исходя из того, что невозможно исключить содержание антибиотиков в сельскохозяйственном сырье массового производства, и, как следствие, продуктах питания, продукция признается безопасной при условии содержания остаточных количеств антибиотиков, не превышающих предельно допустимые уровни, установленные в нормативной документации [3].

Согласно приложению 3 Технического регламента Таможенного союза Евразийского экономического союза (далее ТР ТС) ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в некоторых видах сельскохозяйственного сырья и продуктов питания контролируются всего несколько наименований антибиотиков: левомецетин, антибиотики тетрациклиновой группы, стрептомицин, пеницилин, гризин и бацитрацин (Таблица 1) [4,5].

Наличие антибиотиков в сельскохозяйственном сырье и продукции является нежелательным явлением для предприятий пищевой промышленности по ряду причин:

- ♦ это свидетельствует о сомнительном ветеринарном благополучии на ферме, что сопряжено с высоким риском производства небезопасной продукции из данного сырья (а отвечать за небезопасную продукцию должен ее конечный производитель);

- ♦ это свидетельствует о фальсификации используемого сырья с целью скрыть его свежесть;

- ♦ для многих видов продукции из сырья животного происхождения антибиотики ингибируют действие заквасочных культур, что не позволит произвести готовую продукцию (например, кисломолочные продукты, сыры, некоторые виды масла и др.);

- ♦ высокое содержание антибиотиков в используемом сырье может быть увеличено в производственном процессе (например, при сгущении) и в готовой продукции превышать предельно допустимые уровни, а это значит, что такая продукция не может быть признана безопасной и подлежит изъятию и утилизации.

Контроль за остаточным содержанием антибиотиков в продуктах питания является важным и актуальным [6]. При этом необходимо учитывать все факторы, формирующие и влияющие на содержание антибиотиков в продуктах

питания, т.е. необходим системный подход, обеспечивающий прослеживаемость всех этапов цепочки получения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки [7].

Таблица 1 – Требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» к содержанию предельно допустимых уровней антибиотиков в сельскохозяйственном сырье и продуктах питания

Наименование продукции	Наименование антибиотика и предельно допустимые уровни содержания антибиотика, мг/кг					
	левомецетин	тетрациклиновая группа	стрептомицин	пенициллин	гризизин	бацитрацин
Молоко и продукты переработки молока; ферментные препараты	не допускается <0,01	не допускается <0,01	не допускается <0,2	не допускается <0,004	не нормируется	не нормируется
Мясо, в том числе мясо птицы (за исключением диких животных и птицы); Мясные и мясосодержащие продукты, в том числе птичьи; Продукты переработки мясного сырья, мяса птицы; Яйца, яйцопродукты, продукты переработки яиц, продукты, содержащие яйца; Рыба садкового содержания; Мед	не допускается <0,01	не допускается <0,01	не нормируется	не нормируется	не допускается <0,5	не допускается <0,02
Продукты детского питания (с использованием молочного, мясного и рыбного сырья, а также мяса птицы)	не допускается <0,01	не допускается <0,01	не допускается <0,2	не допускается <0,004	не нормируется	не допускается <0,02
Кулинарные изделия из рыбы и нерыбных объектов промысла (для продукта с молочным компонентом) для детского питания	не допускается <0,01	не допускается <0,01	не допускается <0,2	не допускается <0,01 ед/г	не нормируется	не допускается

Проблем остаточного содержания антибиотиков является острой для молочной промышленности, особенно при производстве кисломолочной продукции, например, творожных продуктов.

В связи с чем актуальными являются исследования по разработке элементов системы прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожных продуктов. Методологической базой для создания элементов системы прослеживаемости была выбрана методология квалитетрической модели прослеживаемости содержания антибиотиков, включающие в себя дерево путей контаминации антибиотиками, матричные диаграммы оценки и прогнозирования содержания антибиотиков при

производстве продукции, формулы оценки рисков и инструментов управления ими [2,8], а также пути снижения рисков превышения содержания антибиотиков предельно допустимых значений.

За базовый продукт был взят творожный продукт, выработанный по технологии термизированного взбитого творожного продукта с фруктовым наполнителем (по ТУ и ТИ 9222-050-02068640 «Крем творожный пастеризованный») и по рецептуре (таблица 2) [9].

Таблица 2 – Варианты рецептуры творожного продукта

Наименование компонентов	Массовая доля компонентов в различных рецептурах		
	1	2	3
Обезжиренный творог (в т.ч. сычужный фермент, закваска)	40,0	35	30
Обезжиренное молоко	23,5	36,6	33,2
Сливки с м.д.ж. 10%	33,0	16	25
Фруктово-ягодный наполнитель (в т.ч. ягоды, сахар, вода, стабилизатор консистенции, краситель, ароматизатор, регулятор кислотности)	10,5	10,5	10,5
Стабилизатор консистенции на основе говяжьей соединительной ткани	0,4	0,4	0,5
Итого	100,0	100,0	100,0

Проанализированы пути возможного попадания антибиотиков в творожный продукт с учетом всех рецептурных ингредиентов творожного продукта. Виды используемого сырья для производства творожного продукта включают в себя и ингредиенты полностью растительного происхождения (сахар, фрукты, ягоды и др.), молоко (основной вид сырья), ингредиенты из сырья мясной промышленности (стабилизатор консистенции на основе говяжьей соединительной ткани, схожий по составу с желанином, сычужный фермент), а также вспомогательные компоненты (закваска, хлорид кальция и др.). На рисунке 1 представлено дерево прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожного продукта в цепочке «от поля до вилки».

Выявлены пути контаминации антибиотиками и при производстве сырья, и при производстве творожного продукта. Выявлены наиболее распространённые этапы цепочки прослеживаемости содержания антибиотиков для фальсификации.

Дерево прослеживаемости содержания антибиотиков позволяет выявить область наиболее важных участков систем прослеживаемости и управления рисками. Наиболее вероятными источниками попадания антибиотиков в творожный продукт является молоко-сырьё и несоблюдение требований ТР ТС 021/2011 и других предписаний в отношении использования молока от животных, непрошедших период после терапии антибиотиками, а также другие пути контаминации.

Рисунок 1 – Дерево прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожного продукта

В процессе производства продукции возможно не только дополнительная контаминация продукции, но и изменение содержания контаминанта под воздействием режимов технологических операций. Для оценки характера изменения и прогнозирования содержания контаминантов при производстве продукции были разработаны модифицированные матричные диаграммы по [8] за счет использования специальных квалиметрических шкал [8,10].

Как показали проведенные исследования вид матричной диаграммы квалиметрического прогнозирования и прослеживаемости напрямую зависит от вида используемых видов многополярных шкал [11]. Так, использование биполярной подразумевает специфическую универсальную форму матричной диаграммы квалиметрического прогнозирования, позволяющей эффективно применяться для широкого круга исследуемых объектов [8].

На завершающих этапах разработки системы прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожного продукта на базе методологии квалиметрической модели прогнозирования были предложены подходы математической обработки матричной диаграммы квалиметрического прогнозирования, позволяющие выявить и ранжировать технологические, рецептурные и сырьевые факторы, снижающие или повышающие содержание контаминанта в сырье и продукте, а также виды контаминантов, чувствительных к воздействию режимов технологических операций.

Так, установлено, что на содержание антибиотиков в процессе производства творожных продуктов режимы технологических операций не оказывают существенного влияния: тепловая обработка способна незначительно уменьшить содержание антибиотиков, при этом большую роль играет не температура нагрева молока, а продолжительность этого нагрева [12], что характерно для технологии производства творожных продуктов. Процесс отделения сыворотки от творожного сырья также снижает содержание антибиотиков – прежде всего это относится к стрептомицину как к наиболее хорошо растворимому в воде. Скваживание также способно незначительно снизить содержание антибиотиков. Однако снижение содержания антибиотиков в процессе производства творожного продукта под влиянием режимов технологических процессов не значительны. Поэтому основным механизмом управления и контроля за содержанием антибиотиков является жесткий контроль сырья, используемого при производстве молочной продукции, в частности, творожной, и соблюдение требований нормативной документации.

Выводы. На базе методологии квалиметрической модели прогнозирования разработаны элементы системы прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожных продуктов с фруктовыми наполнителями, включающие в себя дерево прослеживаемости содержания антибиотиков по всей цепочке «от поля до вилки», квалиметрические шкалы, матричную диаграмму квалиметрического прогнозирования и прослеживаемости содержания антибиотиков при производстве творожных продуктов и математическое описание комплексных показателей матричной диаграммы квалиметрического прогнозирования и прослеживаемости. На основании проведенных

исследований разработаны рекомендации по контролю содержания антибиотиков.

Список литературы

1. Олсуфьева Е.Н., Янковская В.С. Основные тенденции в создании полусинтетических антибиотиков нового поколения // Успехи химии. 2020, 89 (3) С. 339-378. (E.N. Olsufyeva, V.S. Yankovskaya. Russ. Chem. Rev., 2020, 89 (3) 339-378).
2. Янковская В.С. Разработка квалитетической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов: дис. ... кандидата техн. наук : 05.02.23 : защищена 23.04.08. : утв. 11.07.08. М., 2008. – 225 с.
3. Дунченко Н.И., Купцова С.В., Янковская В.С. Безопасность и гигиена питания : учеб. Пособие. М.: Изд-во РГАУ МСХА, 2012. 153 с.
4. Макеева И.А., Дунченко Н.И., Белякова З.Ю., Пряничникова Н.С., Стратонова Н.В., Волошина Е.С. Стандартизация сырья и продуктов животного происхождения: учебник. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. 124 с.
5. Макеева И.А., Малинина З.Ю. Антибиотики в молоке: новые требования и методы их контроля // Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества : материалы Первого Международного конгресса. 14-17 ноября 2011 г. : в 2 ч. – Ч. 2. Москва : ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2011. 260 с. – С. 37-39.
6. Малинина З.Ю., Стратонова Н.В., Макеева И.А. Актуализация национальных стандартов по выявлению антибиотиков // Молочная промышленность. 2012. № 7. С. 17-18.
7. Dunchenko N.I., Voloshina E.S., Kuptsova S.V., Cherkasova E.I., Sychev R.V., Keener K. Complex estimation of effectiveness of quality system processes at food industry enterprises // Foods and Raw Materials. 2018. Vol. 6. № 1. P. 182-190.
8. Васильев Г.Е., Ляпустин А.Г., Янковская В.С. Качество бытия человека: пути развития и прогнозирование: монография. М.: «Принт24», 2020. 171 с.
9. Дунченко Н.И., Янковская В.С., Кононов Н.С., Савенкова И.П. Пат. 2311788 Российская Федерация, С 2 А 23 С 23/00. Композиция для производства творожного продукта. № 2006110083/13; заявл. 30.03.2006 ; опубл. 10.12.2007, Бюл. № 34. 4 с.
10. Янковская В.С. Разработка квалитетической шкалы для оценки качества продукции // Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы VII международной научной конференции студентов и молодых ученых. М.: МГУПБ, 2008. С. 182-184.
11. Янковская В.С. Разработка АВС-шкалы для оценки технологических рисков при производстве продуктов питания // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств [Электронный ресурс]: материалы XX Международной научно-практической конференции (14-15 марта 2019 г.) / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. С. 461-463.
12. Малинина З.Ю. Повышение эффективности процедуры контроля антибиотиков в молоке и молочных продуктах: дис. ... кандидата техн. наук : 05.02.23 : защищена 18.04.13. М. 2013. – 130 с.