УДК 637.1
DOI: 10.31515/1019-8946-2023-03-40-42

Эффективность системы прослеживаемости «температурной истории» продуктов в непрерывной холодильной цепи*

Сергей Петрович Андреев, канд. техн. наук, ведущий инженер
Владимир Николаевич Корниенко, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
E-mail: kortiz@yandex.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М.Горбатова
Николай Сергеевич Николаев, д-р техн. наук, профессор
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

Система прослеживаемости позволяет обеспечить безопасность и качество скоропортящихся пищевых продуктов при их прохождении в непрерывной холодильной цепи путем выявления и своевременного устранения сбоев в процессе ее функционирования. Температурные режимы являются основными контролируемыми параметрами таких продуктов на пути к потребителю. Сформулированы критерии обеспеченности их прослеживаемости при прохождении в цепи и признаки, характеризующие эффективность прослеживания. Даны рекомендации по снижению затрат на создание системы прослеживаемости.

Ключевые слова: *непрерывная холодильная цепь, скоропортящийся пищевой продукт, система прослеживаемости, температурный режим, эффективность прослеживания.*

Andreev S.P.[1], Kornienko V.N.[1], Nikolaev N.S.[2] Effectiveness of the traceability system for the «temperature history» of products in a continuous cold chain
[1]All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M.Gorbatov Federal Research Center for Food Systems
[2]Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)

The traceability system makes it possible to ensure the safety and quality of perishable food products as they pass through a continuous refrigeration chain by identifying and timely eliminating failures in the process of its operation. Temperature conditions are the main controlled parameters of such products on the way to the consumer. The article formulates the criteria for ensuring their traceability when passing through the chain and signs that characterize the effectiveness of tracking, as well as recommendations for reducing the costs of creating a traceability system.

Key words: *continuous cold chain, perishable food product, traceability system, temperature regime, traceability efficiency.*

Ежегодно в мире утилизируется около 360 млн т продовольствия из-за неэффективности и разрывов холодильных цепей поставки [1]. По данным ФАО, образуется примерно 30–40 % пищевых отходов от объема всех продуктов питания, производимых в мире [2].

Холодильная обработка продовольственного сырья и готовых пищевых продуктов при поддержании рекомендованных температурных режимов обеспечивает сохранение их пищевой ценности и безопасности, предотвращает порчу и уменьшает безвозвратные потери [3]. В стране функционируют непрерывные холодильные цепи (НХЦ) с различной степенью эффективности для всех видов скоропортящейся пищевой продукции (СПП), в том числе молока и молочных продуктов [4].

Эффективность НХЦ значительно повышается, если в них создается система прослеживаемости температурных параметров как продукции, так и охлаждающей (окружающей) среды на всех этапах от производства до потребления [5, 6]. Необходимость создания таких систем прослеживаемости признается всеми участниками НХЦ, поставщиками и потребителями СПП, а также государственными и общественными контролирующими органами, включая ВОЗ и ФАО.

Существующие системы прослеживаемости продовольственных товаров и в РФ, и в мире создаются, как правило, для отслеживания происхождения пищевых продуктов и путей их перемещения. Они предназначены в основном для исключения фальсификации и уклонения от уплаты налогов и не предполагают отслеживания температурного режима хранения и транспортирования [7, 8]. Так, информационная система «Меркурий» Россельхознадзора контролирует показатели качества сырья и продукции животного происхождения (ветеринарно-санитарное состояние), химические и микробиологические показатели, но не учитывает «температурную историю» СПП [9]. Следовательно, НХЦ поставки функционируют недостаточно эффективно.

На рис. 1 представлены звенья, образующие сеть поставок молока и молочных продуктов, перечислены необходимые технико-технологические параметры процессов хранения, транспортирования и реализации, которые должны контролироваться на всем пути движения сырья и продуктов.

Создание и функционирование систем прослеживаемости «температурной истории» необходимо для обеспечения безопасности и качества СПП. А как оценить эффективность функционирования таких систем? По нашему мнению, сделать это можно по критериям обеспеченности прослеживаемости и признакам, характеризующим эффективность прослеживания.

Критерий K_1 характеризует полноту отслеживаемости звеньев НХЦ от производства до потребления:

$$K_1 = \frac{N_{охв.}}{N_{общ.}},$$

где $N_{охв.}$ — число звеньев НХЦ, в которых обеспечено отслеживание температурных режимов продукта и охлаждающей среды; $N_{общ.}$ — общее число звеньев НХЦ, в которых необходимо поддерживать установленные в НТД температурные режимы.

Величина K_1=1 говорит об обеспеченности полного контроля «температурной истории» продукта в НХЦ. Если K_1<1, то контроль температурных режимов в цепи полностью не обеспечен, требуется выявление «узкого» места, его анализ и устранение.

**Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН.*

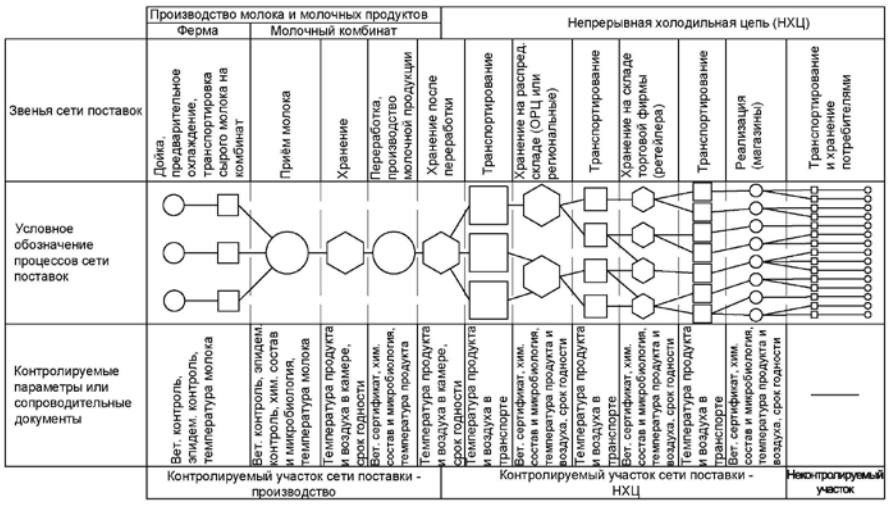

Рис. 1. Звенья сети поставок молока и молочных продуктов

Критерий K_2 служит для контроля температурных режимов в звеньях НХЦ с фиксацией данных методом архивирования:

$$K_2 = \frac{N_{охв.\ непрерыв.}}{N_{общ.}},$$

где $N_{охв.\ непрерыв.}$ — число звеньев НХЦ, в которых контролируются температурные режимы с фиксацией (архивированием) данных во время нахождения продукта в цепи.

Чем ближе K_2 к единице, тем выше эффективность цепи поставки. Критерий K_2 наиболее эффективен при организации локальных холодильных цепей прямых поставок СПП с достаточно большим сроком годности (применяется по согласованию с поставщиком, оптовым покупателем и логистической фирмой).

Критерий K_3 предназначен для контроля температурных режимов во всех звеньях НХЦ при отслеживании прохождения в ней продукта с передачей информации в режиме реального времени:

$$K_3 = \frac{N_{охв.\ реал.}}{N_{общ.}},$$

где $N_{охв.\ реал.}$ — число звеньев НХЦ, в которых обеспечено отслеживание температурных режимов продукта и охлаждающей среды с передачей информации в режиме реального времени.

Величина K_3=1 говорит об обеспеченности оперативного контроля «температурной истории» продукта в НХЦ и возможности оперативного вмешательства для устранения нарушений как участников (агентов) НХЦ, так и контролирующих органов.

Признак $П_1$, характеризующий обеспеченность выходного и входного контроля температуры продукта и охлаждающей среды при передаче груза от одного звена НХЦ к другому:

$$П_1 = \frac{З_{обесп.}}{N_{общ.}},$$

где $З_{обесп.}$ — число звеньев НХЦ, в которых обеспечен контроль температуры продукта и охлаждающей среды при передаче груза.

Признак $П_2$, квалифицирующий достоверность измерений температурных режимов в звеньях НХЦ (средства измерений должны быть расположены только в заранее установленных критических контрольных точках, указанных в технической документации [10]):

$$П_1 = \frac{З_{ккт.}}{N_{общ.}},$$

где $З_{ккт.}$ — число звеньев НХЦ, в которых определены критические контрольные точки и установлены средства измерений температур продукта и окружающей среды.

Признак $П_3$, характеризующий адекватность применяемых технических средств измерения и контроля температур установленным технологическим требованиям при хранении и транспортировании продуктов:

$$П_3 = \frac{С_{атт.}}{С_{общ.}},$$

где $С_{атт.}$ — число звеньев НХЦ, в которых используются аттестованные методы контроля и средства измерения температуры, внесенные в Госреестр средств измерений [11]; $С_{общ.}$ — общее число методов и средств измерения температуры, используемых в НХЦ.

Признак $П_4$, показывающий наличие соответствующих руководящих документов (РД) и методических рекомендаций (МР) для принятия решений в случае нарушений (сбоев) функционирования НХЦ, оценки тяжести нарушений и минимизации потерь от их последствий:

$$П_4 = \frac{Р_д}{Р_н},$$

где $Р_д$, $Р_н$– число действующих и необходимых РД и МР для принятия решений в случае нарушений (сбоев) в НХЦ.

Системы, у которых численные значения критериев обеспеченности прослеживаемости и признаков, характеризующих эффективность прослеживания, имеют наиболее высокие значения, считаются лучшими. Численные значения всех критериев и признаков должны в идеале стремиться к единице.

Принципиальная схема функционирования системы прослеживаемости «температурной истории» СПП в НХЦ представлена на рис. 2.

Для эффективного функционирования системы прослеживаемости «температурной истории» СПП в каждом звене НХЦ (от склада готовой продукции предприятия-изготовителя до торгового предприятия, реализующего продукты питания) должны быть установлены средства (приборы) измерения и контроля температуры продукта и охлаждающего воздуха [9, 10]. Сигнал от датчиков температуры, расположенных в камерах хранения или транспортных средствах, через определенный интервал времени передается на спутник навигационной системы «ГЛОНАСС». Если никаких отклонений от установленных температурных режимов нет, сигнал со спутника направляется в центр контроля функционирования НХЦ и всем участникам НХЦ как информация о нормальном функционировании цепи (линия зеленого цвета).

Если датчики фиксируют сбой, сигнал сразу передается в центр контроля функционирования цепи и от него в центр принятия решения по нарушениям в НХЦ, а также участникам НХЦ (линия красного цвета). Центр принятия решений совместно с участником НХЦ, в звене которого произошел

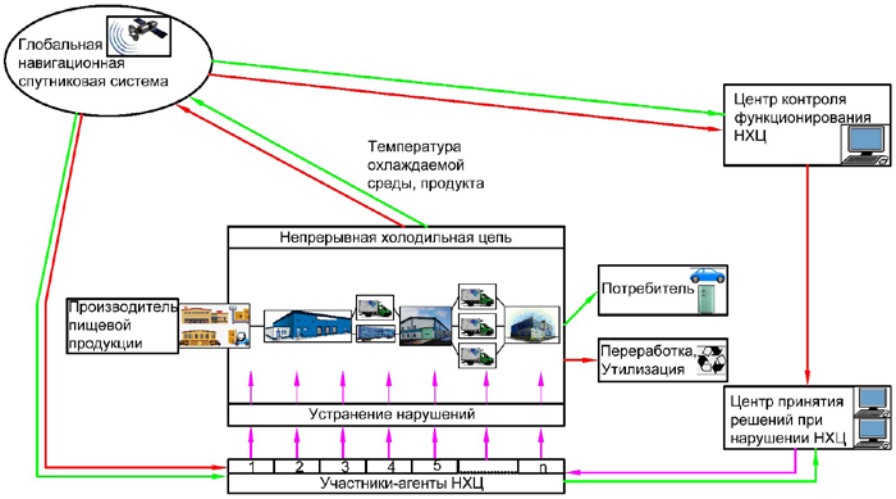

Рис. 2. Принципиальная схема функционирования системы прослеживаемости «температурной истории» СПП в НХЦ

сбой, анализируют ситуацию и принимают решение о проведении тех или иных мероприятий по скорейшему устранению нарушения.

Участник НХЦ принимает меры по устранению нарушения (линия фиолетового цвета) и восстанавливает работоспособность (нормальное функционирование) цепи. Часть продукции, которая в результате сбоя в функционировании НХЦ не соответствует требованиям по безопасности и качеству, изымается из обращения, утилизируется или отправляется на переработку (линия красного цвета). Цепь продолжает функционировать в нормальном режиме. Участник НХЦ информирует центр принятия решений о проведенных работах (линия зеленого цвета).

Авторами сформулированы рекомендации, позволяющие снизить затраты на создание и повысить эффективность системы прослеживаемости «температурной истории» продукции в НХЦ:

- *использование дополнительных аналитических исследований*. Цель — системный анализ функционирования НХЦ, исключение получения неверных температурных данных о состоянии продукта или охлаждающей/окружающей среды в цепи, вводящих в заблуждение и приводящих к ошибкам при принятии решений об оперативном вмешательстве. Эффективность процесса управления НХЦ основывается не только на обработке внутренних данных, получаемых от самой системы прослеживаемости, но и на анализе различной внешней информации, поступающей в режиме реального времени, например, отчеты о погоде или дорожном движении; ленты новостей и т.д. Также целесообразны сбор и изучение статистических данных о функционировании других аналогичных НХЦ, например, хранении различных видов СПП в однотипном торговом холодильном оборудовании или камерах распределительных холодильников, перевозках по тем же маршрутам, такими же транспортными средствами и в сопоставимые сроки;
- *применение универсальных систем прослеживаемости НХЦ*. Для повышения окупаемости затрат необходимо создавать не индивидуальные системы для конкретного вида СПП и звеньев НХЦ, а применять типовые, оснащенные универсальными техническими средствами и использующие надежные (проверенные на практике) методы контроля/обработки/передачи данных;
- *использование внешних разработок*. Аутсорсинг может обеспечить высокую эффективность, когда применяются технические решения известных (авторитетных) фирм по созданию систем прослеживаемости НХЦ. Это дает экономию средств, повышает эффективность и достоверность результатов прослеживания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы прослеживаемости «температурной истории» продвижения СПП по этапам НХЦ отличаются многофакторностью, которая связана с необходимостью анализа совокупной внутренней и внешней информации о фактических температурах продукции и окружающей среды. Обработка поступающих данных требует оперативности в режиме реального времени.

Системы прослеживаемости «температурной истории» с использованием предложенных показателей позволят не только формально контролировать режимы НХЦ, но и сохранять качество продуктов на протяжении всего пути от производителя до потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Chaîne du froid*** *[Электронный ресурс]. – URL: https://fr.wikipedia.org/wiki/Cha%C3%AEne_du_froid*
2. ***Food and Agriculture Organization of the United Nations.*** *2013. FAO statistical yearbooks: world food and agriculture. Rome, Italy: FAO; Electronic resource. – Access mode: [http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/].*
3. ***Стрингер М., Деннис К.*** *Охлажденные и замороженные продукты: пер. с англ./ Под науч. ред. Н.А.Уваровой. – СПб.: Профессия, 2004. – 496 с.*
4. ***Андреев, С.П.*** *Холодильная цепь – основа качества скоропортящихся продуктов/ С.П.Андреев// Переработка молока. 2014. № 9. С. 30–34.*
5. ***Белозеров, Г.А.*** *Холодильная цепь – основа качества скоропортящихся продуктов/ Г.А.Белозеров, С.П.Андреев// Мясные технологии. 2013. № 7. С. 26–28.*
6. ***Корниенко, В.Н.*** *Организация прослеживаемости «температурной истории» в цепях поставок скоропортящейся продукции/ В.Н.Корниенко, Г.А.Белозеров, С.П.Андреев// Мясная индустрия. 2022. № 8. С. 20–25. DOI: 10.37861/2618-8252-2022-07-20-25*
7. ***Маркировка за рубежом.*** *Как работает система прослеживаемости товаров в Европе [Электронный ресурс]. – URL: https://trekmark.ru/blog/kak-rabotaet-sistema-proslezhivaemosti-tovarov-v-evrope/*
8. ***Система прослеживаемости пищевых продуктов в Германии*** *[Электронный ресурс]. – URL: https://agrardialog.ru/files/prints/sistema_proslezhivaemosti_pishchevih_produktov_v_germanii_rus.pdf*
9. ***Федеральная государственная информационная система (ФГИС) «Меркурий»*** *Россельхознадзора [Электронный ресурс]. – URL: www.меркурий–россельхознадзор.рф*
10. ***Корниенко, В.Н.*** *Определение критических контрольных точек измерения температуры воздуха в холодильных камерах/ В.Н.Корниенко// Мясная индустрия. 2023. № 2. С. 44–47. DOI: 10.37861/2618-8252-2023-02-44-47*