

На правах рукописи

Степнова Алевтина Сергеевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ ТОМАТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА**

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».

Научный руководитель: **Киселева Наталия Владимировна,**
кандидат химических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Касьянов Геннадий Иванович,**
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры технологии продуктов
питания животного происхождения
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет»

Блинникова Ольга Михайловна,
кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедрой технологии продуктов
питания и товароведения ФГБОУ ВО
«Мичуринский государственный аграрный
университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Защита диссертации состоится «24» июня 2021 г. в 10⁰⁰ часов
на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ «Северо-
Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства,
виноделия» по адресу: 350901, Краснодарский край, г. Краснодар,
ул. им. 40-летия Победы, д. 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия» (<https://kubansad.ru/>).

Автореферат разослан «__»_____2021 года.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты
организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего
отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета
по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39,
тел./факс: 8(861) 257-57-02; e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 006.056.01
кандидат с.-х. наук



В.В. Соколова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1 Актуальность работы. В нашей стране обеспеченность овощами местного производства не достаточна, существенный дефицит отмечается по томатам, который в количественном выражении, не включая потери продукции в процессах транспортирования и сбыта, составляет 50 %. Восполнение сезонной потребности в свежей плодоовощной продукции для населения реализуется за счет поставок импортной продукции, 40 % которых составляют томаты.

Наибольшую долю потерь среди пищевой продукции в нашей стране составляют именно овощи, фрукты и ягоды, потери которых в процентном соотношении гораздо выше, чем потери при реализации мясных и молочных продуктов. Так, за 2019 г. потери по мясным продуктам составили 0,2 %, по молочным продуктам – 0,1 %, по картофелю – 4 %, по овощам и бахчевым культурам – 2 %, по фруктам и ягодам – 1 %.

Для импортной плодоовощной продукции продолжительность логистической цепи и участие другой страны в цепях поставок существенно осложняет процесс контроля качества данной продукции.

Важной задачей для торговых компаний является доставка продукции потребителю надлежащего товарного качества с хорошими органолептическими показателями, а также возможность контроля и сокращения потерь в результате естественной убыли и микробиальной обсемененности.

В нормативной документации не приводятся конкретные сроки годности томатов. В ГОСТ 34298-2017 указано, что срок годности и условия хранения устанавливает изготовитель. В ГОСТ 1725-2019 приводятся лишь ориентировочные сроки годности при относительной влажности воздуха 85–90 %.

Особый интерес проблема сохранения качества томатов представляет для сетевых ритейлов, таких как АО «Тандер», из-за большого объема поставок и потерь по данной продукции.

Диссертационная работа посвящена совершенствованию технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества с использованием информации об изменениях биохимических показателей плодов при хранении в различных температурных режимах. Предложенный подход обеспечивает возможность сокращения потерь продукции этой категории, оптимизацию технологии хранения, а также помогает своевременно принимать оптимальные управленческие решения на основе полученных данных.

Применяемые в настоящее время подходы для прогнозирования качества свежей плодоовощной продукции не основываются на информации о биохимических показателях качества плодов, кроме того, согласно имеющимся статистическим данным, не наблюдается тенденция снижения потерь свежей плодоовощной продукции, что свидетельствует о недостаточной их эффективности. Этими обстоятельствами и обусловлены выбор темы исследования, ее актуальность и хозяйственное значение.

1.2 Степень разработанности темы исследования. Фундаментальной теоретической и методологической основой диссертационного исследования послужили труды зарубежных и отечественных ученых в области методологии сохранения качества как свежей плодоовощной продукции, так и других ее видов: Ghezavati V.R., Tao Y., East A.R., Eriksson M., Lebersorger S., Blackburn J.D., Li D., Минаевой Т.В., а также исследования факторов, влияющих на качество плодов в процессах транспортировки и хранения: Котовой З.П., Григорова М.С., Гарба М.Б., Зволинского В.П., Гусейнова Ю.А., Борисовой А.В., Резко Г.Я., Гудковского В.А., Колобова С.В., Елисеевой Л.Г., Закировой А.Ш., Матвиенко А.Н., Шамилова М.Ш., Мамаевой Б.М., Санниковой Т.А. и многих др. В области современных технологий для сохранения качества свежих томатов опирались на труды Важенина Е.И., Широкова Е.П., Трушиной А.В., Marangoni A.G., Pinheiro J., Cantwell M., Znidarcic D., Watkins C.B., Калмыковой Е.В., Магомедова Р.К., Ильинского А.С., Копылова С.И., Петрова Е.Т., Бузуверова С.Ю., Потороко И.Ю., Мищенко С.В., Литвинова С.С., Андреева С.П., Гудковского В.А., некоторые из которых еще не переведены на русский язык.

При всей важности проведенных вышеуказанными авторами научных исследований стоит отметить, что подходы к сохранению качества свежей плодоовощной продукции не обеспечивают в достаточной степени сохранности плодов, о чем свидетельствует большое количество потерь.

1.3 Цель диссертационной работы заключается в совершенствовании технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества с использованием информации об изменениях биохимических показателей плодов в процессе хранения при различных температурных режимах.

1.4 Задачи исследований:

- выявить и проанализировать факторы, оказывающие влияние на изменение качества свежей плодоовощной продукции в процессах транспортировки и хранения томатов;
- исследовать факторы, влияющие на качество томатов, с использованием статистических методов контроля качества;
- исследовать влияние температурных режимов на изменение товарного качества свежих томатов в процессе хранения;
- исследовать влияние температурных режимов на органолептические показатели свежих томатов в процессе хранения;
- установить влияние температурных режимов на естественную убыль массы томатов и степень поражаемости фитопатогенами в процессе хранения;
- разработать алгоритм анализа данных об изменениях биохимических показателей свежей плодоовощной продукции при хранении и методiku оценки качества свежих томатов на основе статистических методов анализа данных в процессе их хранения на примере томатов;
- усовершенствовать технологию транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества с использо-

ванием информации об изменениях биохимических показателей плодов в процессе хранения при различных температурных режимах;

– провести опытно-промышленную апробацию методики оценки качества свежих томатов в процессе хранения и оценить экономический эффект от ее внедрения.

1.5 Научная новизна исследований. Научная новизна заключается в установлении влияния температурных режимов на изменение товарного качества, органолептические показатели и общие потери свежих томатов при хранении.

Впервые на основании исследований основных закономерностей изменения биохимических показателей качества томатов в процессе их хранения сформирована система оценки качества свежей плодоовощной продукции в процессах хранения и доставки.

Предложена классификация основных факторов, оказывающих влияние на качество свежей плодоовощной продукции в процессах транспортировки и хранения томатов.

1.6 Теоретическая и практическая значимость. Усовершенствована технология транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества, обеспечивающая возможность максимального сохранения качества, минимальные потери при транспортировании и хранении и оптимизацию температурных режимов в процессе хранения.

Разработаны методические рекомендации по оценке качества свежей плодоовощной продукции на основе изменения ее биохимических показателей в процессе хранения на примере томатов. Предложенные методические рекомендации апробированы в ФГБОУ ВО «КубГУ», Краснодарском филиале РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Методический подход к оценке качества свежей плодоовощной продукции (томатов) на основе изменения биохимических показателей качества в процессе хранения при различных температурных режимах, включающий инструменты его квалитетической оценки внедрен в учебном процессе ФГБОУ ВО «КубГУ» при подготовке студентов по направлению 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Практическая значимость работы подтверждена опытно-промышленной апробацией разработанной методики оценки качества свежей плодоовощной продукции в процессе хранения свежих томатов при воздействии различных температурных режимов на основе данных о биохимических показателях плодов на предприятии общественного питания ООО «Анприс». Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных технологических решений составит 7,2 тыс. руб. на 1 т томатов.

1.7 Методология исследований. При решении поставленных задач и проведении испытаний использовался комплекс стандартных методов биохимических исследований – рефрактометрический, титриметрический и капиллярный электрофорез, а также статистические и квалитетические методы оценки качества, товароведные и органолептические методы.

1.8 Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа теоретических и методических аспектов обеспечения качества свежей плодоовощной продукции (на примере томатов) с учетом факторов, влияющих на поставляемую продукцию в процессах транспортировки и хранения: проведена классификация этих факторов и установлено их влияние на изменение качества в процессах хранения и доставки.

2. Оценка влияния температурных режимов на товарное качество и органолептические показатели свежих томатов в процессе хранения.

3. Результаты исследования влияния температурных режимов на общие потери свежих томатов при хранении.

4. Усовершенствованная технология транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества.

5. Результаты внедрения методики оценки качества свежей плодоовощной продукции (на примере томатов) при хранении в производственных условиях и оценка экономической эффективности разработанных технологических решений.

1.9 Степень достоверности и апробация результатов исследований. Результаты исследований и выводы, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы экспериментальными исследованиями, проведенными в лабораторных условиях, подтверждены публикациями основных результатов работы в рецензируемых печатных изданиях.

1.10 Личное участие автора. Диссертационная работа является результатом исследований, проведенных в 2013–2020 гг. при личном участии автора. Соискателем проведены лабораторные исследования, математическая обработка, а также обобщение полученных данных и их публикация в научных изданиях.

1.11 Публикации результатов исследования. По материалам диссертационной работы опубликовано 9 научных работ, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

1.12 Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, 6 приложений. Работа изложена на 133 страницах машинописного текста, содержит 20 таблиц, 31 рисунок. Список литературы включает 182 источника, из которых 50 на иностранном языке.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований. Объектами исследования являлись импортные томаты сорта «Торбаш» (Турция), розовой окраски, ребристого товарного типа без видимых повреждений. Плоды имели красную степень зрелости, калибр от 50 до 80 мм и относились к первому товарному сорту. Каждая партия доставлялась морским транспортом в рефрижераторной тележке до границы РФ и автомобильным транспортом на территории нашей страны (прямой доставкой до конечного распределительного центра). Плоды были упакованы в ящики из гофрированного картона (по ГОСТ 9142–2014), хране-

ние томатов осуществлялось в нерегулируемой газовой среде, без отклонений от рекомендуемой температуры. Партии соответствовали фитосанитарным нормам, выращивались одним импортером в защищенном грунте и приобретались для исследований в розничной сети с остаточным сроком годности от 14 до 18 суток.

2.2 Методы исследований. При выполнении работы исследование факторов, влияющих на качество свежих томатов в процессе транспортировки и хранения, проводили путем их классификации по жизненному циклу продукта и с использованием статистических методов контроля.

Каждую партию томатов выдерживали в термостате в нерегулируемой газовой среде при определенной температуре от плюс 4 до плюс 22 °C с шагом 2 °C в течение 10 дней. Измерения показателей качества продукта проводили каждые 48 часов.

Показатели качества свежих томатов определяли экспертным методом в соответствии со стандартом ЕЭК ООН FFV-36, касающимся сбыта и контроля товарного качества томатов.

Оценку органолептических показателей томатов проводили экспертным методом по 10-балльной шкале; оценивали форму, внешний вид, окраску, запах, свежесть, вкус и целостность.

Содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013; кислотность контролировали титриметрическим методом в присутствии цветного индикатора по ГОСТ ISO 750-2013 (результаты представляли в пересчете на преобладающую лимонную кислоту); витамин С определяли йодометрическим титрованием; содержание сахаров (фруктозы, глюкозы, сахарозы) контролировали методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» 104 Р по утвержденной методике СКФНЦСВВ.

На рисунке 1 приведена структурная схема исследований.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Исследование факторов, влияющих на качество томатов в процессе транспортировки и хранения. В процессе исследования проведена классификация факторов, влияющих на поставляемую продукцию в процессе ее жизненного цикла (рисунок 2).

3.2 Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы Парето. Крупные сетевые ритейлеры несут значительные убытки именно по овощной продукции, значительную часть которой составляют томаты. Классификацию по недопустимым и серьезным дефектам каждая организация осуществляет на основе международного стандарта с учетом внутренних требований компании. В пояснениях AGR/CA/FVS(2005)10 к стандарту ЕЭК ООН FFV-36 по сбыту и реализации свежих томатов регламентированы недопустимые дефекты, по которым возможны допуски с учетом особых положений, предусмотренных для каждого сорта.

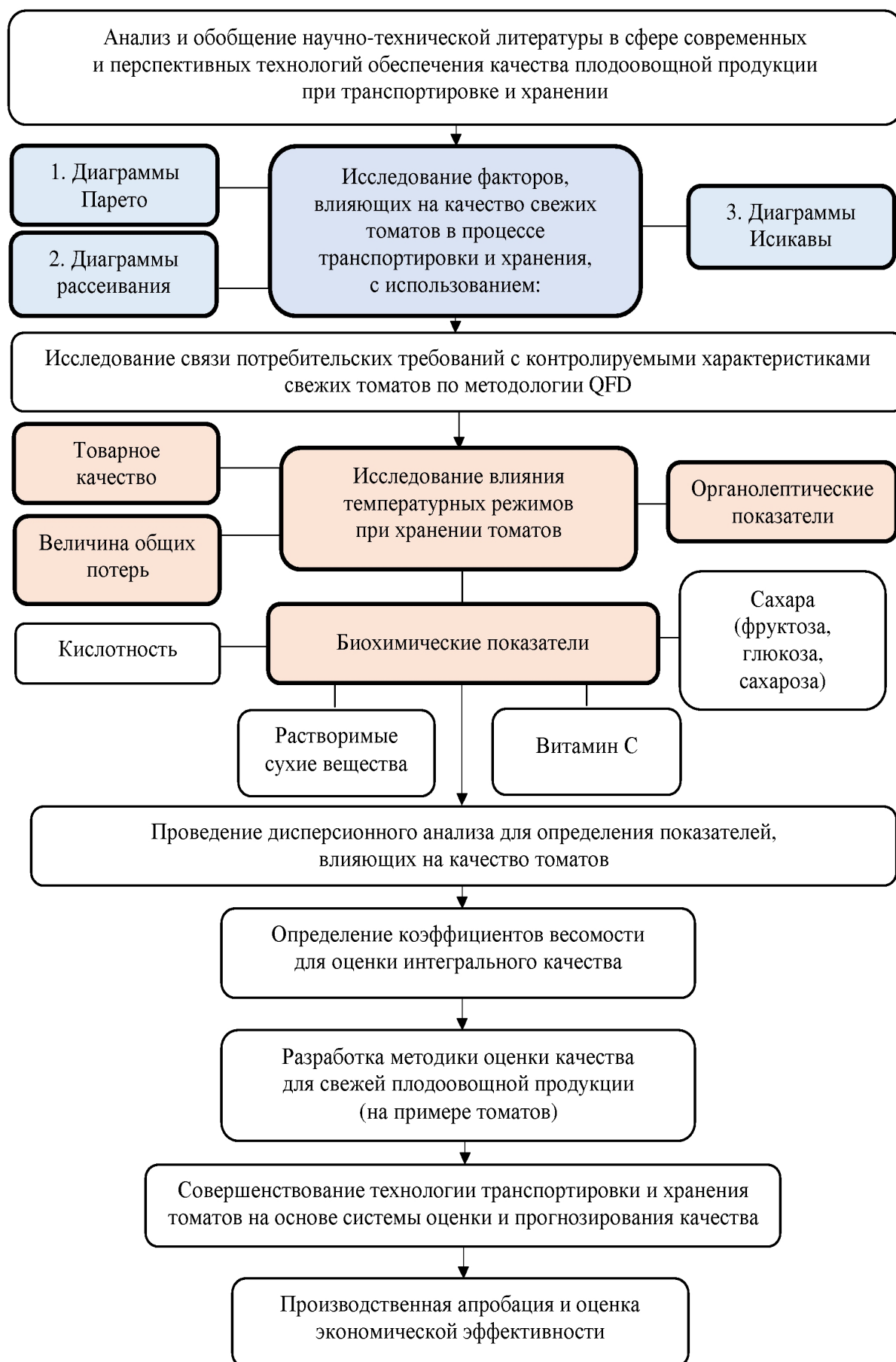


Рисунок 1 – Структурная схема исследования

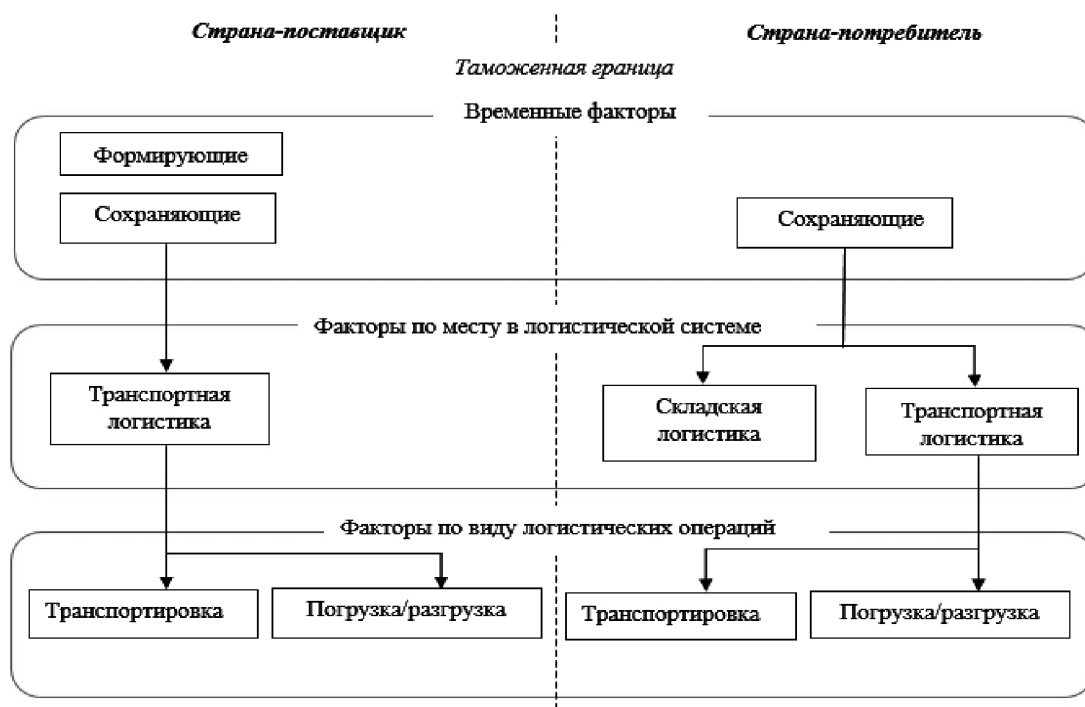


Рисунок 2 – Факторы, влияющие на качество поставляемой свежей плодовоовощной продукции (на примере томатов)

На основе данных месячной отчетности АО «Тандер» по поставкам томатов проведен анализ причин возникновения брака. Были выбраны партии, у которых величина дефекта на конечном распределительном центре составляла значительную долю (более 3 %). Из данных отчетности выделили причины дефектов, по которым имелась возможность проведения анализа, и построили диаграмму Парето (рисунок 3):

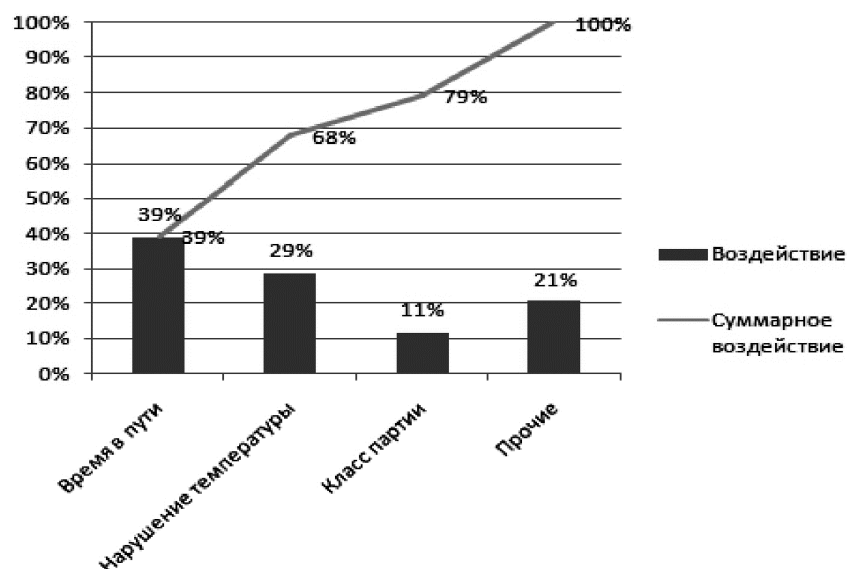


Рисунок 3 – Диаграмма Парето по причинам ухудшения качества свежих томатов

1. Нарушение температурного режима – отклонение значения температуры от нормальной температуры хранения (плюс 7/плюс 8 °С) при доставке от поставщика по данным с транзитного распределительного центра.

2. Класс партии – наличие дефектного и не стандартного класса партии по данным с транзитного распределительного центра (при наличии двух условий учет осуществлялся по одному значению).

3. Время в пути – при остаточном сроке жизни на конечном распределительном центре ≤ 6 дней.

Приведенные данные свидетельствует о наибольшем влиянии на появление брака времени в пути между транзитным и конечным распределительными центрами, наименьшем влиянии нарушения температурного режима от таможни до транзитного склада и класса партии. Однако имеется значительная доля прочих факторов, которые не учитываются в статистике. К ним относятся наличие отсортировки товара от брака на транзитном складе, выпадение конденсата при нарушении температуры, учет товарного соседства (для зрелых томатов данный параметр не значим, так как не восприимчивы к выделению этилена).

3.3 Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы рассеивания. По значению коэффициентов корреляции диаграмма рассеивания показывает связь срока жизни продукта на конечном складе с нарушением температурного режима (рисунок 4), остаточного срока жизни и наличия бракованного товара по данным с конечного распределительного центра (рисунок 5), а также класса партии (брака) продукта на транзитном складе с нарушениями температурного режима на этом же распределительном центре (рисунок 5).

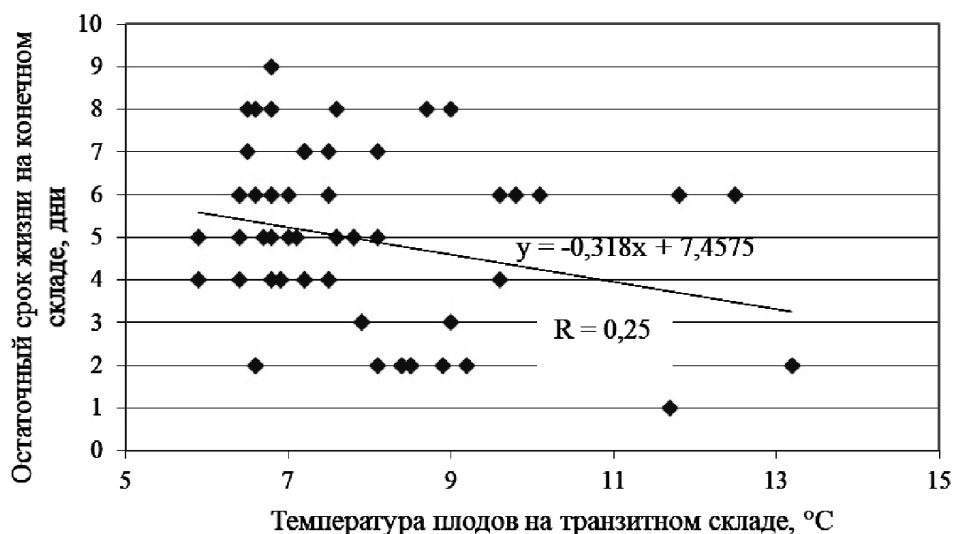


Рисунок 4 – Зависимость остаточного срока жизни (времени в пути) от температуры плода на транзитном складе

На диаграммах (рисунок 5) имеются точки, удаленные от основных групп, поэтому можно сказать, что достоверная корреляция наблюдается только между сроком жизни продукта и нарушением температурного режима: чем выше температура хранения, тем меньше срок жизни томатов на конечном складе (рисунок 4). В остальных случаях (по остаточному сроку жизни от нарушения температуры на конечном складе и нарушению температуры от класса партии (брака) на центральном складе) зависимостей не наблюдалось (коэффициенты корреляции Пирсона 0,10; 0,01 соответственно).



Рисунок 5 – Изменение качества плодов при хранении на складе

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы: наибольшее внимание при поставке томатов необходимо уделять времени доставки с транзитного транспортного центра к конечному и контролю температурного режима в логистической цепи от таможенного органа до транзитного распределительного центра.

Исследование зависимости товарного качества томатов от режимов хранения. По результатам проведенных исследований (таблица 1) установлено, что наилучшее товарное качество свежие томаты сохраняют на 2-е сутки хранения при температурных режимах от плюс 4 до плюс 12 °С.

Наибольшее количество «абсолютного отхода» на 2-е сутки зафиксировано при температуре плюс 20 °С – 6,8 %, а образование не стандартной продукции – при плюс 22 °С (10,1 %). На 10-е сутки хранения абсолютный отход отсутствовал при температурных режимах от плюс 6 до плюс 12 °С, наибольшее его количество образовывалось при плюс 14 °С – 16,9 %. На 10-е сутки хранения не стандартная продукция была обнаружена во всех температурных режимах хранения, при этом наибольшее значение было зарегистрировано при плюс 4 °С и составило 24,6 %.

Таблица 1 – Товарное качество свежих томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

Температура хранения, °С		Товарное качество, %		
		стандарт	не стандарт	абсолютный отход
4	2–е сутки хранения	100	–	–
	10–е сутки хранения	62,0	24,6	13,4
6	2–е сутки хранения	100	–	–
	10–е сутки хранения	97,8	2,2	–
8	2–е сутки хранения	100	–	–
	10–е сутки хранения	98,2	1,8	–
10	2–е сутки хранения	100	–	–
	10–е сутки хранения	97,5	2,5	–
12	2–е сутки хранения	100	–	–
	10–е сутки хранения	93,4	6,6	–
14	2–е сутки хранения	94,4	5,6	–
	10–е сутки хранения	73,5	9,6	16,9
16	2–е сутки хранения	95,1	2,3	2,6
	10–е сутки хранения	73,6	16,1	10,3
18	2–е сутки хранения	91,9	3,9	4,2
	10–е сутки хранения	74,8	9,5	15,7
20	2–е сутки хранения	84,7	8,5	6,8
	10–е сутки хранения	74,4	16,2	9,4
22	2–е сутки хранения	83,9	10,1	6,0
	10–е сутки хранения	70,3	18,7	11,0

3.5 Исследование влияния температурного режима хранения на величину потерь томатов. Результаты исследования влияния температурного режима на величину потерь свежих томатов (таблица 2) показали, что при хранении свежих томатов в температурных режимах плюс 4, плюс 16 – плюс 22 °С микробиологические потери превышают потери в результате естественной убыли. Максимальное значение по микробиологическим потерям зафиксировано при плюс 18 °С – 9,4 %, минимальное – при плюс 16 °С (5,5 %). Наибольшее количество потерь от естественной убыли наблюдалось при плюс 14 °С, минимальное – при плюс 22 °С.

Таблица 2 – Количественные потери свежих томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

Температура хранения, °С	Общие потери, %	Потери в результате естественной убыли, %	Потери в результате микробиологической порчи, %
4	13,4	5,6	7,8
14	16,9	9,3	7,6
16	10,3	4,8	5,5
18	15,7	6,3	9,4
20	9,4	3,8	5,6
22	11,0	2,7	8,3

3.6 Исследование влияния температурного режима хранения на органолептические показатели. До закладки на хранение балльная оценка томатов по органолептическим показателям, таким как запах, внешний вид, окраска, форма, целостность, свежесть составляла 10,0, по вкусу была несколько ниже – 9,0. Отмечено, что на 2-е сутки хранения наилучшее качество по всем органолептическим показателям сохранялось при температурных режимах от плюс 4 до плюс 16 °С (запах, внешний вид, окраска, форма, целостность и свежесть составили 10,0 баллов, вкус – 9,0). Эти же органолептические показатели в указанном температурном диапазоне стабильны до 6-го–8-го дня периода хранения.

Оценка вкуса была возможна не во всем периоде хранения по причине ухудшения физиологического состояния плодов и появления микробиологической порчи.

Балльная оценка менее 8 по органолептическим показателям томатов наблюдалась при температурах хранения плюс 14, 18, 20, 22 и 4 °С. При плюс 4, 14 и 18 °С на 10-е сутки хранения наименьшее значение из всех показателей зарегистрировано по вкусу – 7,0; 5,7 и 6,8 баллов соответственно, при плюс 20 °С – по свежести (6,5 баллов), при плюс 22 °С – по запаху (5,0 баллов). При этом наибольшее изменение всех показателей качества в процессе хранения зафиксировано при высоких температурах хранения (плюс 22, плюс 20 °С). Максимальное изменение балльной оценки в 5,0 единиц зафиксировано по запаху во временном промежутке от момента до закладки на хранение и в конце периода хранения (10-е сутки) в температурном режиме плюс 22 °С, несколько меньше (4,8 баллов) при этой же температуре хранения данное отклонение у плодов по внешнему виду.

3.7 Обоснование выбора биохимических показателей томатов, влияющих на качество. В таблице 3 представлен диапазон средних значений показателей, полученных в результате экспериментальных исследований 2014–2015 гг. (12 партий) – от момента закладки на хранение до последней точки измерения показателей.

Наибольшие изменения показателей качества в зависимости от температуры наблюдались по витамину С, растворимым сухим веществам, глюкозе и фруктозе (рисунок 6).

Содержание витамина С в период эксперимента изменялось от 30,3 до 8,9 мг % при температурах 6 и 8 °С соответственно. Это объясняется тем, что витамин С не стабилен, быстро окисляется, при повышении температуры переходит в дегидроаскорбиновую кислоту и не титруется. По растворимым сухим веществам максимальное значение зафиксировано при температуре 4 °С, а минимальное при 22 °С. Наибольшие содержания глюкозы и фруктозы наблюдались при температурах 4 и 6 °С, а наименьшие – при 22 °С и 14 °С. Значительные изменения по сахарам можно объяснить реакциями взаимопревращений. Наличие патогенных микроорганизмов на поверхности плодов и внутри пульпы также может оказывать влияние на биохимические показатели качества томатов.

Таблица 3 – Показатели качества томатов в условиях хранения при различных температурах

Температура, °С	Показатели											
	Кислотность, %		Растворимые сухие вещества, %		Витамин С, мг %		Фруктоза, %		Глюкоза, %		Сахароза, %	
	До закладки	При хранении	До закладки	При хранении	До закладки	При хранении	До закладки	При хранении	До закладки	При хранении	До закладки	При хранении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	0,6	0,6–0,5	3,7	4,6–3,9	16,2	17,3–22,5	1,25	2,23–1,98	1,12	1,36–1,02	–	–
6		0,4–0,9		4,4–5,0		19,6–20,0		2,17–2,62		1,15–1,41	–	–
8		0,7–0,8		3,7–2,8		9,9–9,1		1,41–0,61		1,48–0,58	0,034	0,048–0,027
10		0,6–0,7		3,5–1,5		13,9–16,4		1,24–0,55		0,62–0,30		0,002–0,006
12		0,5–0,5		2,2–3,1		12,4–18,5		0,73–1,09		0,54–0,73		0,008–0,030
14		0,6–0,4		3,2–2,8		14,8–15,5		1,00–0,16		0,35–0,18		0,027–0,072
16		0,4–0,4		2,2–2,6		13,8–14,6		0,98–1,15		0,66–0,51		0,042–0,012
18		0,4–0,4		2,6–2,9		23,1–23,3		0,92–1,31		0,43–0,61		0,149–0,076
20		0,4–0,6		2,3–2,9		21,3–16,4		1,02–0,69		0,73–0,39		0,047–0,068
22		0,5–0,4		2,9–1,4		19,6–12,2		0,94–0,41		0,64–0,22		0,014–0,030

Массивы данных, полученные в результате экспериментальных исследований, были обработаны методом дисперсионного анализа и разделены на две группы в двух вариантах:

1. В одну группу выделены значения, полученные при плюс 8 °С (температура, которая считается оптимальной для хранения), в другую – при температурах, отличных от нормальной (плюс 4 °С, плюс 6 °С, плюс 10 °С – плюс 22 °С).

2. В одну группу включены значения, полученные при температурах ниже нормальной (плюс 4 °С, плюс 6 °С), в другую – выше нормальной (плюс 10 °С – плюс 22 °С).

Предварительно однородность дисперсий проверяли по F-тесту.

В обеих выборках были выявлены различия по витамину С, глюкозе, сумме сахаров и кислотности при всех температурах и временных интервалах. Эти параметры были отобраны для дальнейшего корреляционного анализа.

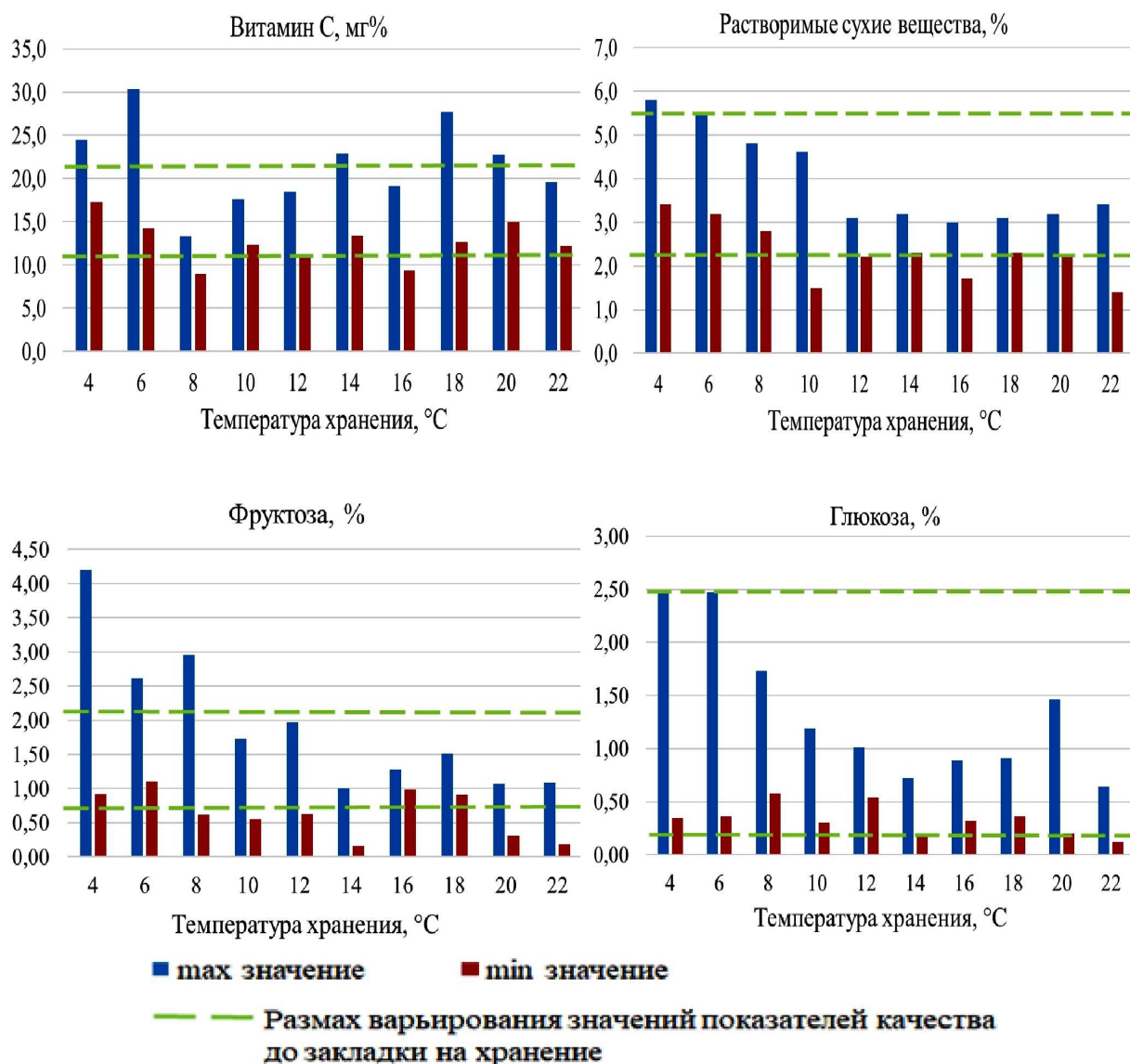


Рисунок 6 – Динамика изменения значений показателей качества томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

3.7 Определение коэффициентов весомости для оценки интегрального качества томатов. Из всех коэффициентов корреляций пар показателей при каждой температуре были выбраны те, у которых степень корреляции по таблице Чеддока оказалась выше 0,11.

По каждому показателю качества, участвующему в корреляционных зависимостях с другим(ими) показателями, определяли, во сколько раз среднее значение при каждой температуре отличается от значения при нормальной температуре хранения (плюс 8 °C).

Далее на основании экспериментальных данных производили назначение коэффициентов весомости методом ранжирования:

1. По величине отклонения средних температур от нормальной температуры хранения (плюс 8 °C) в каждом температурном интервале назначали коэффициенты весомости таким образом, чтобы их сумма по всем показателям качества была равна 1. Если отличий не было или отличие от эталонного значения (1,00 при плюс 8 °C) наблюдалось в сотых долях,

считали, что данные значения не вносят вклад в изменение качества (по глюкозе при плюс 4 °С и сумме сахаров при плюс 6 °С изменения качества отсутствуют). Таким образом, было установлено, что наибольший вклад в изменение качества томатов вносит содержание витамина С для всех температурных режимов (коэффициенты весомости от 0,25 до 0,60).

2. Далее сравнивали число участий показателей качества в корреляционных зависимостях при каждом температурном режиме. Если число участий в зависимостях с другими показателями у какого-либо параметра было наибольшим, его коэффициент весомости увеличивали на 0,05 (экспертная оценка). Если выявлялись параметры с одинаковым числом участий, то наиболее весомый показатель определяли по его наибольшей степени корреляции. После увеличения экспертной оценки на 0,05 проводили нормировку коэффициентов весомости.

На основании коэффициентов весомостей биохимических показателей и значений отклонений от нормальной температуры хранения были вычислены значения предварительного интегрального качества томатов для каждой температуры хранения.

Далее рассчитали отклонения интегрального качества при температурах, отличных от плюс 8 °С, от интегрального качества при нормальной температуре (значение интегрального качества рассчитывали по модулю), получили температуры, при которых изменение качества свежих томатов было наиболее существенным.

В таблице 4 представлено изменение интегрального качества от меньшего к большему. Наибольшее изменение биохимических параметров качества томатов происходит при температурах плюс 22, 18, 14 и 4 °С.

Таблица 4 – Интегральное качество томатов при различных температурных режимах хранения

Температура хранения, °С	10	12	6	16	20	22	18	4	14
Изменение К у.к. в сутки, %	0,23	0,82	0,96	1,06	1,24	1,73	2,24	3,35	4,27

Как видно, биохимические параметры сохраняют свою стабильность в диапазоне температур от плюс 6 до 14 °С, что может стать основой для оптимизации условий хранения.

3.8 Разработка методики оценки качества для свежей плодово-овощной продукции (на примере томатов).

Обобщенный алгоритм оценки качества свежей плодово-овощной продукции (на примере томатов) включает:

- выбор биохимических показателей, влияющих на качество в условиях хранения при различных температурах, на основе результатов эксперимента по наличию различий в значениях каждого показателя в двух выборках данных: по признаку нормальной температуры хранения и отличной от нее; и по значениям ниже/выше нормальной температуры с помощью дисперсионного анализа;

– отбор характеристик, влияющих на качество, по критерию Пирсона (от 0,11 и выше);

– назначение коэффициентов весомости по величине отклонения средних температур от нормальной температуры хранения в каждом температурном интервале таким образом, чтобы сумма всех коэффициентов весомости показателей качества была равна единице;

– сравнение числа участий показателей качества в корреляционных зависимостях при каждом температурном режиме; коэффициент весомости параметра с наибольшим числом участий в зависимостях с другими показателями увеличивается на 0,05.

Для оценки качества свежей плодоовощной продукции (на примере томатов) предлагается ввести понятие «интегральное качество».

«Интегральное качество» – отклонение по модулю предварительного интегрального качества при температуре, отличной от плюс 8 °С, от интегрального качества при нормальной температуре (значение равно 1), которое показывает изменение интегрального качества в % за одни сутки (формула 1).

$$I = |I_t - 1| * 100/n, \quad (1)$$

где I – интегральное качество; I_t – предварительное интегральное качество при температуре, отличной от плюс 8 °С; 1 – значение интегрального качества при нормальной температуре; n – количество дней хранения.

Предварительное интегральное качество – сумма произведений отклонений значений биохимических показателей, рассчитанных относительно значений при нормальной температуре хранения, на соответствующие коэффициенты весомости (формула 2).

$$I_t = \sum k_i f_i, \quad (2)$$

где I_t – предварительное интегральное качество; k_i – относительное отклонение значения биохимического показателя от значения при нормальной температуре хранения; f_i – коэффициент весомости каждого биохимического показателя.

3.9 Совершенствование технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества. Усовершенствована технология транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества, которая позволяет контролировать, планировать качество товара к моменту доставки и своевременно принимать управленческие решения в случае имеющейся вероятности ухудшения, а также способствует укреплению имиджа компании за счет наличия в ее ассортименте свежего и высококачественного товара (рисунок 7).

В зависимости от числа параметров, учитываемых при прогнозировании, можно выделить четыре типа прогнозов. В определении партии товара не использовали товар высшего сорта, который менее всего подвержен ухудшению качества, чем другие категории товара, а также встречает-

ся в исключительных случаях к моменту доставки товара в таможенные органы. Для прогноза качества всей партии товара определили число классов и ввели понятие «обобщающей характеристики класса партии».

Первый прогноз качества дает возможность определить нарушения за границей РФ (до таможенного органа) и определить вероятность потери качества к моменту прихода на таможенный орган в случае несоответствия хотя бы одного из параметров.

Второй прогноз качества довольно относителен, он не позволяет получить реальные данные по качеству продукции на финальном этапе (к доставке на центральный склад), но позволяет выявить партии товара, попадающие в группу риска снижения качества. В группу риска снижения качества попадают партии 1-го, 2-го класса или некондиционная партия с нарушением температурного режима хранения или с достигнутым значением точки росы.

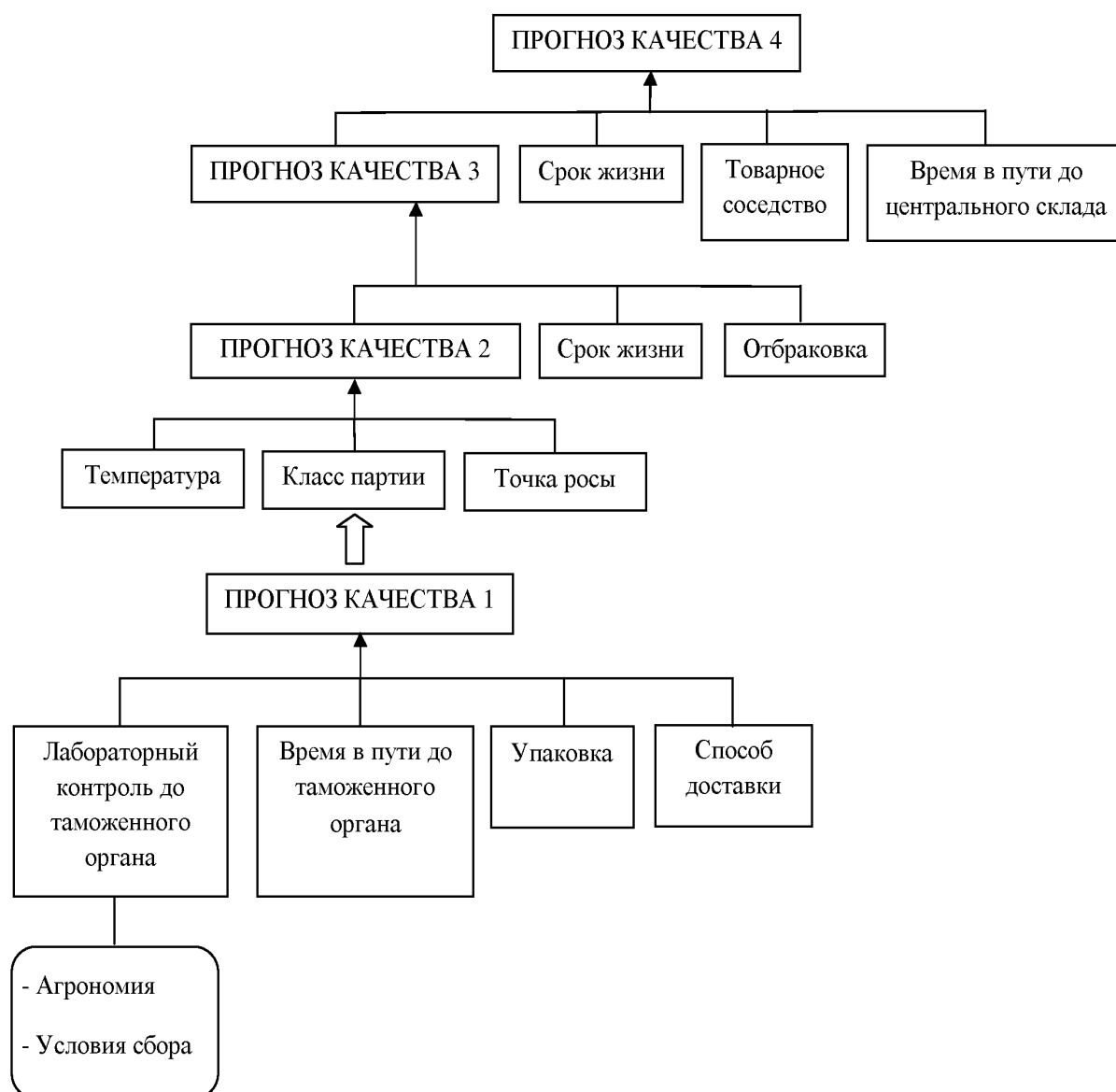


Рисунок 7 – Методика оценки качества плодоовощной продукции (на примере томатов)

Следующий прогноз качества (на рисунке 7 – прогноз качества 3) дает представление о качестве товара к концу срока его жизни, но не позволяет охарактеризовать его к моменту доставки на центральный склад (таблица 5).

Таблица 5 – Прогноз качества 3 свежей плодоовощной продукции (на примере томатов)

Условие	Вводимый параметр	Расчет качества	Прогнозируемое состояние качества
По результату прогноза качества 2 выбираются партии с состоянием «Имеется вероятность снижения качества»	Коэффициент ухудшения качества ($K_{у.к.}$)	$K_{у.к.} \times \text{срок жизни} = \text{ухудшение качества к концу срока жизни}$	1) если ухудшение качества к концу срока жизни $< N\%$ – прогнозируется ухудшение качества на $K_{у.к.}\%$ ежедневно 2) если ухудшение качества к концу срока жизни $> N\%$ – товар будет просрочен

$K_{у.к.}$ представляет собой «интегральное качество» (формула 1).

Заключительная оценка качества (на рисунке 7 – прогноз качества 4) довольно точна и позволяет получить объективное представление о качестве товара к моменту доставки его на центральный склад (формула 3), а в случае неудовлетворительных результатов скорректировать маршрут (выбор другого склада) или время проведения товара в пути (таблица 6).

Таблица 6 – Прогноз качества 4 свежей плодоовощной продукции (на примере томатов)

Условие	Расчет качества	Прогнозируемое состояние качества
По результату прогноза качества 2 выбираются партии с состоянием «Имеется вероятность снижения качества»	1) срок жизни – время в пути = срок жизни к моменту доставки на центральный склад 2) ухудшение качества (по прогнозу качества 3) $\times$ время в пути = % ухудшения качества к моменту доставки на центральный склад	1) товар просрочен 2) малый срок годности товара 3) достаточный срок годности товара

$$t = S_1/S_2, \quad (3)$$

где t – время в пути, S_1 – расстояние от таможни до центрального склада; S_2 – планируемое расстояние, которое водитель проедет за сутки.

Методика оценки качества свежей плодоовощной продукции прошла опытно-промышленную апробацию в производственных условиях на предприятии общественного питания ООО «Анприс». Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанной методики в процессе хранения составит 7,2 тыс. руб. на 1 т томатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа теоретических и методических вопросов обеспечения качества свежей плодоовощной продукции на примере томатов определены основные факторы, влияющие на поставляемую продукцию в процессах транспортирования и хранения: временные (формирующие и сохраняющие), по месту в логистической системе и виду логистических операций. Установлено их влияние на изменение качества в процессах хранения и доставки, показано, что сохраняющие факторы, влияющие на качество продукции в процессе ее доставки конечному потребителю (температура при доставке, время в пути и др.), имеют управляемый характер; формирующие факторы, определяющие качество продукции до сбора урожая (минеральные удобрения, количество солнечного света, температура, влажность воздуха, период созревания плодов и др.), менее управляемы.

2. Идентифицированы причины появления брака по томатам с помощью диаграмм Парето и рассеивания по данным отчетности компании АО «Тандер». Установлено, что наибольшее ухудшение качества в цепи поставки томатов происходит при нарушении температурного режима в процессе его перемещения от таможенного органа до транзитного распределительного центра. Показано, что значительное ухудшение качества происходит при доставке от транзитного транспортного центра до конечного распределительного центра.

3. Установлено, что наилучшее товарное качество свежие томаты сохраняют на 2-е сутки хранения при температурных режимах от плюс 4 до плюс 12 °С, на 10-е сутки хранения отмечено отсутствие абсолютного отхода при температурных режимах от плюс 6 до плюс 12 °С, а наибольшее количество потерь было зафиксировано при плюс 14 °С – 16,9 %.

4. В ходе экспериментальных исследований установлено влияние температурных режимов на органолептические показатели (запах, вкус, внешний вид, окраска, форма, целостность, свежесть) свежих томатов в процессе хранения, которые сохраняют свою стабильность в температурном диапазоне от плюс 4 до плюс 16 °С во временном интервале от закладки на хранение до 6-го–8-го дня хранения. При высоких температурах (плюс 22, плюс 20 °С) наибольшее изменение органолептических показателей наблюдалось на 10-е сутки хранения.

5. Показано, что хранение свежих томатов при температурах плюс 4, плюс 16 – плюс 22 °С приводит к преобладанию микробиологических по-

терь над потерями в результате естественной убыли. Максимальное значение по микробиологическим потерям зафиксировано при плюс 18 °С – 9,4 %, минимальное – при плюс 16 °С (5,5 %). Наибольшее количество потерь от естественной убыли наблюдалось при плюс 14 °С, минимальное – при 22 °С.

6. Разработаны алгоритм анализа данных об изменениях биохимических показателей свежей плодоовощной продукции при хранении и методика оценки качества свежей плодоовощной продукции с использованием дисперсионного и корреляционного анализа данных (на примере томатов), а также с применением квалитетической методологии определения коэффициентов весомости показателей качества методом ранжирования. Разработаны методические рекомендации по оценке качества свежей плодоовощной продукции на основе изменения ее биохимических показателей в процессе хранения на примере томатов.

7. Усовершенствована технология транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества, обеспечивающая снижение потерь и максимальное сохранение качества свежих томатов.

8. Методика оценки качества свежей плодоовощной продукции апробирована на примере томатов: наибольшее изменение биохимических параметров качества выявлено при температурах плюс 22, 18, 14 и 4 °С. В производственных условиях апробация осуществлена на предприятии общественного питания ООО «Анприс». Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанной методики в процессе хранения составит 7,2 тыс. руб. на 1 т томатов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Киселева, Н.В. Прогнозирование качества импортной продукции для крупных сетевых ретейлеров / Н.В. Киселева, **А.С. Степнова** // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2015. – № 14(248). – С. 48–58.

2. Киселева, Н.В. Концепция прогнозирования и формирования качества импортных товаров категории фреш / Н.В. Киселева, **А.С. Степнова** // Логистика и управление цепями поставок. – 2016. – № 2(73). – С. 97–104.

3. **Степнова, А.С.** Анализ причин потерь и оптимизация системы контроля и управления качеством свежей плодоовощной продукции в крупных торговых компаниях / А.С. Степнова, Н.В. Киселева // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 2(ч. 3). – С. 138–146.

4. **Пикалева (Степнова), А.С.** Температурная динамика показателей качества свежего томата в процессе хранения / А.С. Пикалева (Степнова) // Овощи России. – 2018. – № 2(40). – С. 88–92.

5. **Пикалева (Степнова), А.С.** Интегральное качество свежего томата в условиях хранения / А.С. Пикалева (Степнова), Н.В. Киселева // Овощи России. – 2018. – № 6(44). – С. 55–62.

6. Киселева Н.В. Влияние температуры на товарное качество и органолептические показатели качества свежих томатов при хранении [Электронный ресурс] / Н.В. Киселева, **А.С. Степнова** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 68(2). – С. 320–330. – Режим доступа : <http://journalkubansad.ru/pdf/21/02/24.pdf>

Публикации в других научных изданиях

7. **Степнова, А.С.** Анализ факторов, влияющих на качество импортной продукции категории «фреш» / А.С. Степнова, Н.В. Киселева // Сборник научных трудов 3-й международной научно-практической конференции «Научный поиск». – Таганрог, 2014. – С. 69–72.

8. **Степнова, А.С.** Системный подход в сетевых торговых сетях как фактор экономического развития / А.С. Степнова, Н.В. Киселева // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективные направления социально-экономического развития России». – М., 2015. – С. 99–103.

9. **Степнова, А.С.** Химические показатели томатов как фактор в оценке и прогнозировании качества плодов / А.С. Степнова // Сборник избранных статей по материалам международной научной конференции «Высокие технологии и инновации в науке». – СПб., 2017. – С. 26–30.

Степнова Алевтина Сергеевна

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 20.04.2021.

Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 120 экз. Заказ № 2249

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350072, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3,

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com

Сайт: www.id-yug.com