

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Степнова Алевтина Сергеевна

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

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат химических наук, доцент
Киселева Н.В.

Краснодар – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ.....	10
1.1. Актуальные вопросы обеспечения населения плодовоовощной продукцией.....	10
1.2. Факторы, влияющие на качество свежей плодовоовощной продукции.....	13
1.3. Инструменты и методы сохранения качества продукции.....	23
1.4. Томаты как объект транспортировки и хранения.....	37
1.5. Современные технологии транспортировки и хранения томатов.....	39
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	46
2.1. Объекты исследований.....	48
2.2. Методы исследований.....	48
2.2.1. Статистические методы контроля качества.....	48
2.2.2. Методы определения товарного качества.....	49
2.2.3. Методы определения органолептических показателей.....	49
2.2.4. Методы определения биохимических показателей.....	51
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	53
3.1. Исследование факторов, влияющих на качество томатов в процессе транспортировки и хранения.....	53
3.2. Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы Парето.....	55
3.3. Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы рассеивания.....	56
3.4. Исследование связи потребительских требований с контролируемыми характеристиками свежих томатов по методологии QFD.....	60
3.5. Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы Исикавы.....	61

3.6. Исследование зависимости товарного качества томатов от режимов хранения.....	63
3.7. Исследование влияния температурного режима хранения на величину потерь томатов.....	65
3.8. Исследование влияния температурного режима хранения на органолептические показатели.....	66
3.9. Обоснование выбора биохимических показателей томатов, влияющих на качество, и оценка степени их взаимосвязи.....	71
3.10. Определение коэффициентов весомости для оценки интегрального качества томатов.....	85
3.11. Разработка методики оценки качества для свежей плодоовощной продукции (на примере томатов).....	91
4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ТОМАТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА.....	93
5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	105
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	126
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	128

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. 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% [1]. Восполнение сезонной потребности в свежей плодоовощной продукции для населения реализуется за счет поставок импортной продукции, 40% которых составляют томаты [2].

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% [3].

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 [4]. В ГОСТ 1725-2019 «Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия» приводятся лишь ориентировочные сроки годности при относительной влажности воздуха 85%–90% [5].

Особый интерес к проблеме 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.

Степень разработанности проблемы. 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 С.В., Калмыковой Е.В., Магомедова Р.К., Ильинского А.С., Копылова С.И., Петрова Е.Т., Бузоверова 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.

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.

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 методику 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 использованием 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.

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

Впервые на основании исследования 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.

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» (приложение Д), Краснодарском филиале РЭУ им. Г.В. Плеханова (приложение Г).

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

квалиметрической 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» (Приложение Е). Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных технологических решений составит 7,2 тыс. руб. на 1 т томатов.

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

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.

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.

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.

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

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.

1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ

1.1 Актуальные вопросы обеспечения населения плодоовощной продукцией

Объем свежей плодоовощной продукции составляет значительную долю на отечественном рынке, которой свойственна перспектива роста ввиду приумножения его объема до 30% ежегодно, обусловленного возрастанием поставок из-за границы [6].

Торговая политика Российской Федерации в области сельхозпродуктов и продовольствия претерпела колоссальные изменения, вызванные введением запрета на ввоз в Российскую Федерацию мяса, рыбы и морепродуктов, молочных продуктов, фруктов и овощей из ряда западных стран, включая США и страны Европейского союза. После введения антисанкций эти поставки были заменены на поставки из Беларуси, Бразилии, Казахстана, Турции, Израиля, Пакистана и других 40 стран мира [7].

Проблема импортозамещения привела к тому, что крупные торговые сети и оптовые торговые организации были вынуждены экстренно менять хорошо отработанные в предыдущие годы и достаточно эффективные логистические схемы и методы управления качеством продукции. При этом перед ними была поставлена сложная многокритериальная задача – обеспечить тот же ассортимент продукции, сохранить ценовую доступность подавляющего большинства товаров, не допустить падения качества продукции и не утратить свою конкурентоспособность.

Сложившаяся на протяжении последних 20 лет ориентация на сырьевую экономику привела к стойкой зависимости от импортных товаров и услуг и неспособности отечественной промышленности конкурировать с иностранными

товарами как на внешнем, так и на внутреннем рынках. В итоге импортная компонента в производстве и потреблении стала преобладающей [8].

В условиях международных санкций и ответного эмбарго на ввоз продукции из стран ЕС и США остро стояла проблема обеспечения населения страны овощной продукцией. Достигнутый уровень производства овощей не позволял полностью обеспечить потребителей этой продукцией. По статистическим данным потребление населением свежей овощной продукции насчитывало 111 кг на душу населения в 2015 г. при рекомендуемом нормативном значении 140 кг. Импорт овощной продукции имел тенденцию роста до введения международных санкций, после этого наметилось его снижение [9].

Эмбарго, ограничившее ввоз продовольствия из других стран, стало неплохим толчком для развития сельского хозяйства, однако этот прорыв не позволил отказаться от импорта. Производственная самообеспеченность мясом птицы и свинины в нашей стране достигла высоких показателей, доля зарубежных поставок по этой категории продукции не велика (около 10%). Поставки по импортным томатам значительно выше и составляют 55%, при этом уровень собственного обеспечения огурцами очень высок и составляет порядка 85% [10].

На сегодняшний день проблема продовольственного обеспечения в Российской Федерации не только является актуальной, но и приобретает важнейшее политическое значение [11].

Исследования, проведенные различными региональными и национальными организациями, возглавляемыми ФАО, показали, что около трети всех продуктов питания, производимых на планете, и около половины всех фруктов и овощей портятся и не потребляются. Потери овощей и фруктов происходят на всех стадиях цепей поставок: сельскохозяйственное производство, послеуборочная обработка и хранение, переработка, распределение и потребление. Значительная доля пищевых отходов в развитых странах приходится на розничную торговлю и потребление, в значительной степени связана с операциями управления логистикой и потребительским поведением. В 2015 году Организация Объединенных Наций

поставила перед собой амбициозную цель – сократить вдвое долю продовольственных и пищевых отходов на душу населения к 2030 году [12].

В настоящее время вектор развития торговой отрасли в России задают розничные торговые сети, доля которых в общем обороте розничной торговли составляет более 30% [13]. Рынок товаров и услуг является не только сферой их обращения, но и важнейшим сектором экономики, обеспечивающим жизнедеятельность населения [14].

На сегодняшний день развитие системного и процессного подходов к управлению качеством продукции сетевых ритейлов является важной задачей как для экономики страны, так и для потребителей.

Во-первых, оборот розничной торговли торгующих организаций превышает продажу на розничных рынках и ярмарках в среднем в 15 раз (по данным Росстата за период с 2015 по 2019 гг., рисунок 1) [15]. Потенциал развития и роста постепенно смещается в регионы, где достаточно не занятых сетями ниш для развертывания новых структур и проникновения уже существующих. В этой связи торговые сети имеют значительное преимущество перед местными предпринимателями: централизованные закупки сетевых операторов позволяют им составить крайне жесткую конкуренцию локальному бизнесу, не располагающему такими возможностями [16].

Во-вторых, для роста экономики предложение должно быть оправдано спросом, а для этого необходима реализация товаров надлежащего качества, что может быть обеспечено грамотным применением системного подхода к процессам управления в торгово-закупочной деятельности.



Рисунок 1 – Оборот розничной торговли торговых организаций РФ

Современные форматы розничной торговли, по оценкам McKinsey, обеспечивают производительность труда в среднем примерно в три раза выше по сравнению с традиционными форматами, поэтому именно их развитие является ключевым фактором повышения эффективности сектора в целом [17].

1.2 Факторы, влияющие на качество свежей плодоовощной продукции

Свежая плодоовощная продукция до момента, когда она попадет в корзину потребителя, в своем жизненном цикле проходит несколько фаз, в которых может быть подвержена ухудшению качества.

Климатические факторы оказывают значительное влияние на процесс выращивания свежих плодов и овощей. Выращивание высокопродуктивных сортов, адаптированных к экологическим факторам конкретного региона, применение комплекса мероприятий по уходу и содержанию растений, использование прогрессивного оборудования и современных технологий оказывают положительное влияние на качество свежей плодоовощной продукции [18, 19, 20, 21].

Основу вкусовых и питательных качеств составляют биологические факторы, такие как сортовая специфика и степень зрелости [22, 23].

Плодоовощная продукция восприимчива к повреждению тканей на всем протяжении жизненного цикла, что может оказать существенное влияние на качество продукции [24].

К факторам, вызывающим изменение физических свойств продукции, относятся климатические и механические факторы, а именно термические способы обработки, деформация тканей и сорбционные процессы.

На травмируемость свежих плодов и овощей в процессе уборки оказывают влияние технологии сбора и транспортировки. Существенные потери свежих плодов и овощей происходят при логистических операциях (рисунок 2). Зарубежные сельскохозяйственные предприятия в качестве тары используют контейнеры, российские – деревянные ящики. Наилучшая сохранность продукции и результативность труда достигается при использовании контейнеров. Факторов, оказывающих влияние на качество плодов и овощей в процессе транспортировки, большое количество, к ним относятся: вид транспорта, время суток, длительность доставки, температурно-влажностной режим [25].



Рисунок 2 – Классификация факторов, оказывающих влияние на повреждения продуктов (Успенский И.А., 2015)

Упаковочные материалы задерживают испарение воды из плодов и овощей. Картонная, деревянная, бумажная и текстильная тара или упаковка относятся к поглощающим влагу материалам, тем самым снижают испарение воды из свежей плодоовощной продукции. В бутылках из стекла с укупоркой пробками из

натуральных материалов испарение воды происходит путем физической адсорбции ее через пробку.

Микробиологическая порча возникает в результате увеличения активности воды за счет ее сорбции, приводящей к набуханию коллоидов, которые заполняют трещины и пустоты. Изменения химического состава происходит за счет преобразования физических процессов в химические (окисление/гидролиз белков, углеводов, липидов и др.). Свежая плодоовощная продукция остается «живой» после сбора урожая и продолжает «дышать», поглощая кислород и выделяя углекислый газ. Данный процесс сопровождается потерей сухих веществ и окислением питательных веществ. Неживые продукты также поглощают кислород, используемый для окисления многих веществ. Окислительное прогоркание жиров, разрушение аскорбиновой кислоты, каротина и других компонентов приводят к порче продукции, ухудшению пищевой ценности и органолептических показателей.

Выделяемый углекислый газ при дыхании плодов может проявлять асептические свойства в изолированной от воздухообмена зоне, препятствуя таким образом микробиологические потери продукции в процессе хранения [26].

В России распространено хранение в обычной атмосфере и составляет более 90%. Сроки хранения в таких условиях ограничены, причиной этому является низкий уровень ингибирования этилена и продолжение протекания процессов послеуборочного созревания. Послеуборочная обработка способствует снижению интенсивности процессов биосинтеза и накопления этилена, в связи с чем улучшаются лежкоспособность и транспортабельность [27].

После уборки с поля свежей плодоовощной продукции в ней продолжают протекать процессы жизнедеятельности до наступления перезревания. Дыхание приводит к медленному окислению запасных веществ, сопровождающееся выделением тепла и влаги [28, 29].

Процесс дыхания разделяется на два процесса – аэробный и анаэробный. Для атмосферы с нормальным содержанием кислорода характерен аэробный процесс, характеризующийся полным сгоранием глюкозы, образованием диоксида углерода

CO₂ и выделением тепловой энергии. Для атмосферы с недостаточным содержанием кислорода характерен анаэробный процесс, сопровождающийся накоплением в тканях ацетальдегида и этилового спирта, что подвергает клетки отравлению и приводит к гибели плодоовощной продукции. Катализатором процессов жизнедеятельности (в частности дыхания) в свежих плодах и овощах служит высокая температура окружающего воздуха. Хранение плодоовощной продукции при высоких температурах чревато развитием деятельности микроорганизмов. Значительное содержание воды в тканях плода также способствует развитию процесса гниения, но в то же время, характеризуются низкой способностью удерживать влагу. Усыхание стенок тканей плодов интенсифицируется при относительной влажности менее 75%, и, как следствие, ухудшается их товарное качество. Повышенная влажность воздуха – более 95% – провоцирует повышение обсемененности за счет увлажнения поверхности плодов.

Потери массы из-за испарения влаги и усыхания, возникающие в процессе хранения свежей плодоовощной продукции, классифицируются как естественная убыль, объем которой зависит от скорости испарения воды, которая определяется условиями хранения продукции [28].

Изменение коллоидов, появление трещин приводит к изменению структуры тканей плодов, потере тургора за счет десорбции воды, в результате активность воды уменьшается и увеличивается устойчивость к микроорганизмам [26].

О воздействии температурно-влажностных режимов на качество продукции указывается в ряде работ [24, 26, 30, 31].

Соблюдение температурных и влажностных режимов является важной задачей в процессах хранения и транспортировки свежих плодов для достижения замедления процессов дозревания и перезревания продукции при сохранении нормального протекания биохимических процессов с предотвращением развития патогенных микроорганизмов.

Скорость протекания различных процессов в свежей плодоовощной продукции существенно зависит и от вентиляции овощехранилищ за счет подачи воздуха. Благодаря вентиляции, удаляется излишняя влага из воздуха, происходит

понижение температуры хранения, что благоприятно влияет на качество продукции. Различают следующие виды складирования продукции: навалом, в контейнерах, поддонах, мешках и ящиках. Корректный выбор вида хранения продукции, ее размещение с учетом совместимости плодов и учет нормативных режимов хранения для продукции, размещенной в одном помещении склада, оказывают влияние на сохранность свежих плодов и овощей [28].

Требования к санитарно-гигиеническому режиму хранения также играют не маловажную роль.

Не стоит забывать, что ни один этап жизненного цикла продукта не обходится без людей, поэтому выполнение должностных инструкций и соблюдение регламентов работы является как формирующим, так и сохраняющим фактором качества [32].

Перед современными контейнерными терминалами стоят задачи в обеспечении высокой скорости с заданной точностью грузопереработки с учетом требований клиентов. Важна эффективность управления операциями для оптимизации процессов приемки и отгрузки контейнеров, сокращения времени на размещение и поиск контейнеров на площадке, целесообразного использования перегрузочной техники и рядового персонала. Оперативное получение информации о деятельности терминала в режиме реального времени, своевременное предоставление необходимой информации грузовладельцам, точная и быстрая тарификация оказанных услуг относятся к приоритетным задачам по сохранению качества в процессе транспортировки свежей плодоовощной продукции [33].

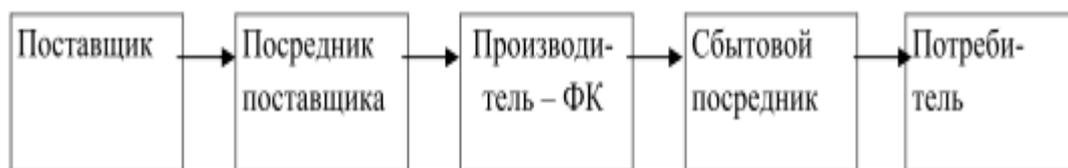
Формирующие факторы для компаний, реализующих импортные фрукты и овощи, играют малую роль, поскольку некондиционный товар будет исключен из цепочки поставок еще на этапе проверки контролирующими таможенными органами. А сохраняющие факторы требуют особого внимания, поскольку на них можно воздействовать и управлять ими для сохранения качества продукции. Сохраняющие факторы во многом зависят от факторов по месту в логистической системе.

В условиях ограниченных ресурсов и интенсивно меняющихся условий внешней среды эффективность организации логистических и транспортных процессов будет только увеличиваться. С другой стороны, в этой области в России весьма низка управленческая роль в сфере использования современных эффективных подходов и технологий. В этой связи представляется перспективным активное сотрудничество специализированных научных организаций, выполняющих исследования в транспортно-логистической отрасли, представителей информационных технологий и IT-индустрии, а также промышленных предприятий и логистических фирм [34].

Транспортировка является одним из важнейших этапов жизненного цикла плодоовощной продукции [35], которая обеспечивается функционированием значительного количества участников [36, 37, 38, 39, 40, 41] следующих ключевых звеньев:

- поставщики (добывающие организации (поставщики сырья), организации-производители (поставщики полуфабрикатов), торговые посредники);
- изготовитель;
- потребители (организации-изготовители, торговые агенты, конечные покупатели);
- логистические провайдеры (транспортные и складские компании, экспедиторы, терминалы, 3PL– и 4PL–провайдеры) [36].

Ковалев предложил типовую схему однопродуктовой цепи поставок (рисунки 3, 4).



Примечание. ФК – фокусная компания, т. е. предприятие, с позиции которого анализируется цепь поставок

Рисунок 3 – Схема однопродуктовой цепи поставок
(Ковалев М.Н., 2014)

Цепи поставок представляют собой сети (рисунок 4). Главной организации (звено 8) поставляют ресурсы три поставщика (звенья 1, 3, 7), каждая организация взаимодействует с фокусной напрямую, через посредников или двумя способами. При этом главная организация сбыт продукции осуществляет комбинированным методом (выбором прямого или непрямого метода сбыта осуществляется для каждого конкретного случая). В качестве сбытовых посредников выступают звенья 9, 10, 11, 14. Потребители обозначены номерами 12, 13, 15 [37].

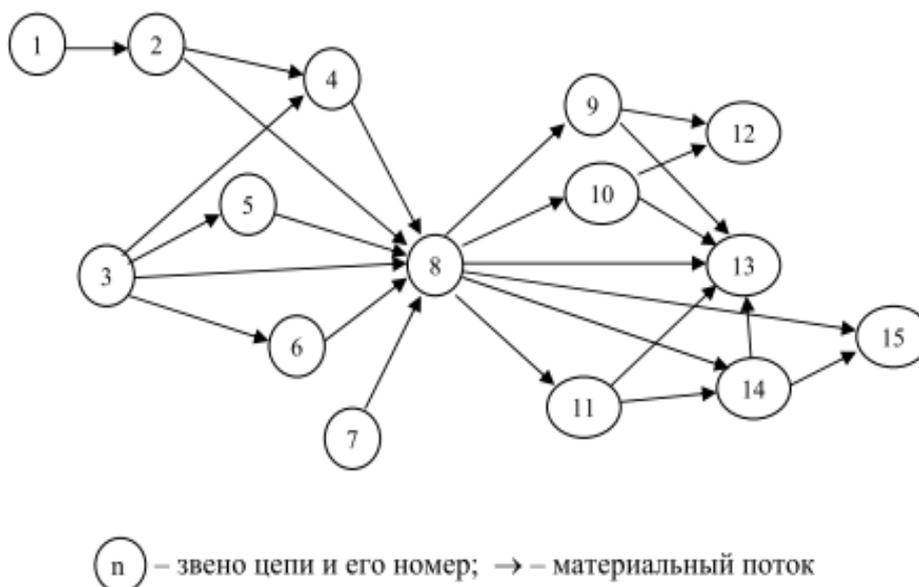


Рисунок 4 – Сетевая модель гипотетической сети поставок
(Ковалев М.Н., 2014)

Процесс доставки свежей плодоовощной продукции состоит из множества этапов, таких как, уборка с поля, сортировка, упаковка, размещение на хранение, погрузка/разгрузка, перевозка, сбыт и доставка продукции конечному потребителю (рисунок 5). Каждый этап в процессе транспортировки может оказывать влияние на качество продукции, при этом интенсивность и длительность могут различаться. Качество продукции будет снижаться с увеличением воздействий в логистическом процессе и сроков доставки. Для снижения потерь важно обеспечить процесс только необходимыми этапами для сокращения длительности доставки [25].

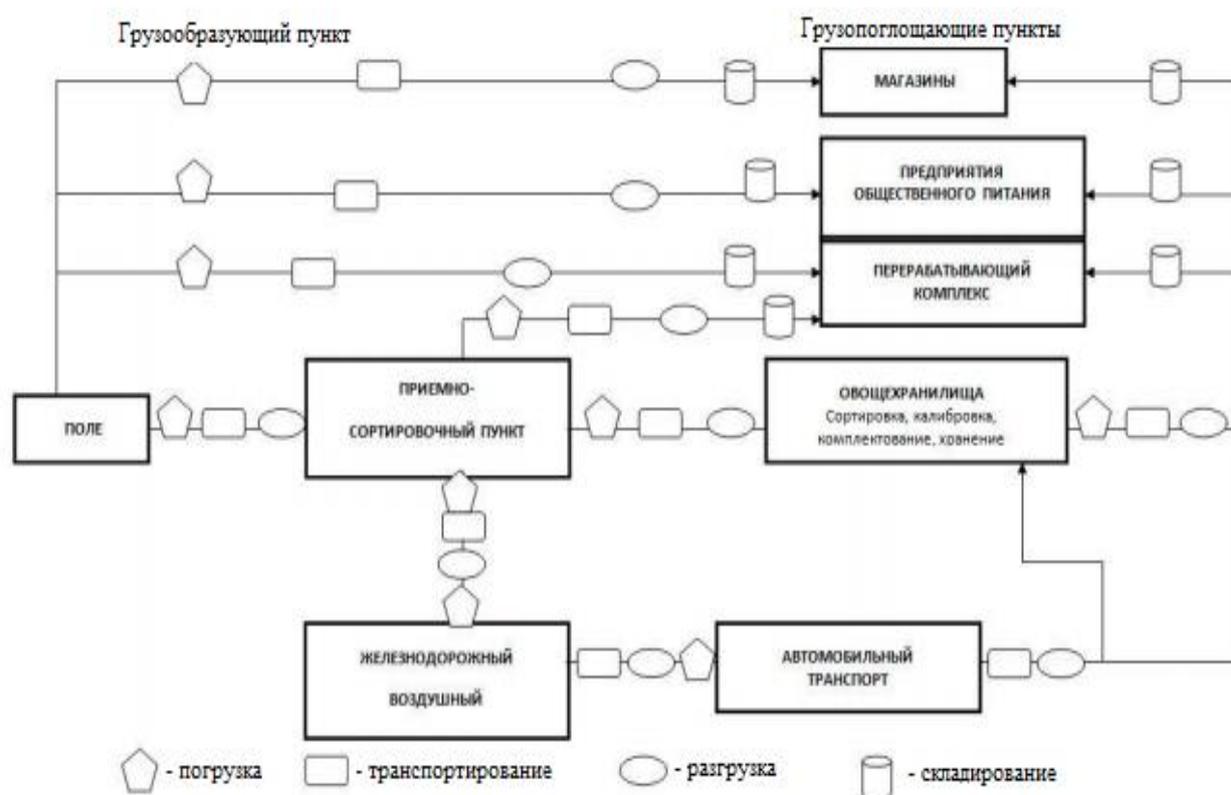


Рисунок 5 – Схема возможных вариантов технологического процесса доставки плодоовощной продукции потребителям (Успенский И.А., 2015)

Под управлением цепями поставок понимается грамотное объединение бизнес-процессов компании, которое основано на принципах управления (формирование функциональных стратегий, управление ресурсами, реализация поддерживающих функций, систем и процедур и т.д.). Основные проблемы, которые призвана решать логистика, заключаются в планировании материальных

запасов, транспортировке продукции, выборе вида транспорта, составлении графиков обслуживания потребителей, размещении складов и др. [42, 43].

Процессы сопровождают все стадии производства, жизненного цикла продукта, именно от грамотного создания, управления и контроля зависит качество продукции. Анализ и выработка решений осуществляется на основании данных о текущем состоянии процесса и его сопоставлении с нормативными характеристиками [44].

Сергеевым В.И. предложен иерархичный подход к управлению товарными потоками (рисунок 6). Данный подход позволяет применить пошаговый алгоритм построения эффективной логистической системы [40].

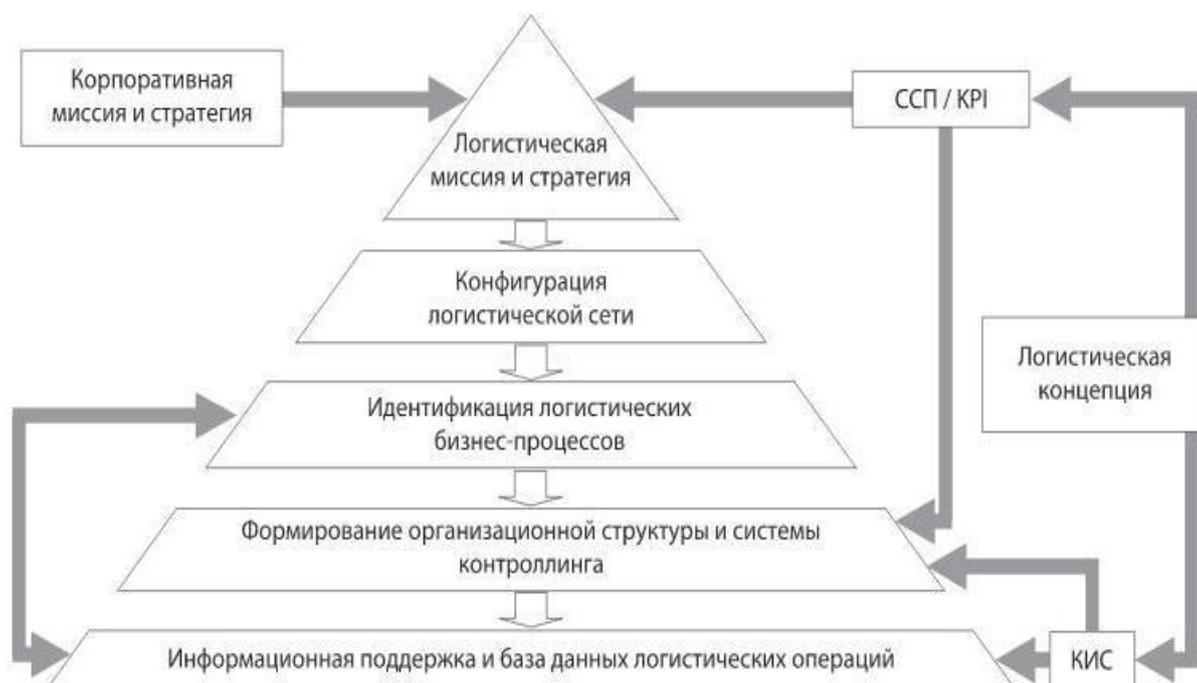


Рисунок 6 – Иерархическая структура (пирамида) построения эффективной логистической системы (Сергеев В.И., 2014)

Основными задачами транспортной логистики являются системный подход к транспортному и складскому процессу, согласование выхода продукции и его размещение на складах, определение способа доставки и оптимальных маршрутов [45, 46].

1.3 Инструменты и методы сохранения качества продукции

Уменьшение потерь при помощи построения прогнозов для любого вида продукции – важная задача. Поскольку товары свежей плодоовощной продукции относятся к категории скоропортящейся, решающую роль в торгово-закупочной деятельности играет сохранение качества доставленного товара к точкам сбыта и срок его жизни. Высокая конкуренция на рынке вынуждает компании сосредотачиваться на качестве поставляемых товаров данной категории на всех этапах цепи поставок и точках реализации продукции.

Потери продуктов питания являются не только экономической, но и экологической проблемой. По оценкам экспертов примерно 40% произведенных продуктов питания во всем мире оказываются в отходах, из которых около 5% причиной является розничный сектор в развитых странах [47].

В настоящее время в России высока доля потерь в процессе хранения свежих овощей и фруктов – из выращенных 4 млн тонн около 30% переходят при хранении в категорию бракованной продукции. В связи с этим актуальным вопросом является сохранения качества плодов и овощей в процессах транспортировки и хранения [48].

Нельзя не отметить проблему значительных потерь свежей плодоовощной продукции и в зарубежных странах [47, 49]. Таким образом, проблема поддержания и сохранения качества свежей плодоовощной продукции является проблемой международного уровня.

Математическое описание качества пищевых продуктов представлено в ряде работ. В статье [50] описана модель периодического планирования на основе декомпозиции Бендерса распределения свежих томатов в цепи поставок. Одновременно эта модель учитывает свежесть и зрелость, но не рассматривает температурную динамику изменения качества, а температурные условия транспортировки считаются постоянной величиной (плюс 15°C).

В работе [51] с помощью нейро-нечеткого моделирования прогнозируют физико-химические и микробиологические параметры высушенных помидоров,

хранимых в вакууме при 5–30°C. В процессе хранения оценивали содержание ликопина, полифенолов, количество аэробных бактерий, дрожжей и плесени. Исследование не проводилось в реальных условиях – при наличии атмосферного воздуха, что определяет сложность применения описанного подхода в реальных условиях транспортировки и хранения томатов, а также не предлагается метод оценки качества томатов на основании полученных результатов.

В работе [52] предлагается модель, описывающая зависимость созревания свежей плодоовощной продукции и срока годности от температуры, которая может быть применима к любой продукции данной категории. Для подбора модели используется распределения Вейбулла и прогнозируется лежкость фруктов при оптимальных условиях хранения через уравнение Аррениуса. Для сокращения послеуборочных потерь полученная модель рассматривается в алгоритмических подходах хранения FEFO (First Expire, First Out – первый истекает – первый выходит), FIFO и LIFO. В результате определяется наиболее коррелирующий с моделью подход FEFO, улучшающий прогнозирование хранения, что приводит к сокращению послеуборочных потерь. В заключение дается рекомендация по созданию электронных библиотек данных о продуктах совместно с применением подхода FEFO для сокращения потерь и прогнозирования продаж. Отмеченные недостатки: предлагается использовать модель для любого вида свежей продукции, что заведомо неправильно ввиду различных условий и разного числа параметров, влияющих на хранение, а также разнообразия характеристик продукции по чувствительности к температуре для сохранения качества. Кроме того, предлагаемый метод дозревания продукции крайне узок для применения в логистических цепях, поскольку не учитывается момент транспортировки продукции и возможной доставки продукции неликвидного качества заказчику, а это неотъемлемая часть логистического цикла, поэтому модель не применима для компаний с крупной и длинной логистической цепью доставки продукции.

В работе [47] акцентируется внимание на важности определения причин появления отходов и применения определенного варианта предотвращения потерь к конкретной продукции. Исследование проводили на 6 розничных шведских

магазинах с целью получения информации о величине потоков свежих фруктов и овощей в торговые точки и определения объемов их потерь. Потери продукции классифицировали по двум факторам: потери до реализации (возвраты поставщику) по продукции, не соответствующей качеству, и потери при хранении в магазине. Суммарно зафиксировано от 3,3 до 6,2% пищевых отходов от общей массы фруктов и овощей (среднее значение потерь фруктов и овощей шести магазинов составило 4,3%).

Работа [49] дает наглядное представление о суммарных годовых потерях 3-х категорий продуктов (фрукты и овощи, молочные продукты, хлеб и кондитерские изделия) австрийских торговых точек по массе и в денежном выражении, а также о влиянии площади торгового зала и увеличения покупок на сумму потерь. Как оказалось, нет большой разницы между убылью еды по массе и в денежном выражении, за исключением хлеба и кондитерских изделий. Фрукты и овощи составляют 53% от общего денежного выражения потерь продовольствия. Стоимость продовольственных потерь фруктов и овощей колеблется в диапазоне от 1,2 до 14,7%, молочной продукции – в пределах 0,2–8,4%, хлеба и кондитерских изделий – от 0,4 до 9,6%. В целом норма потерь этих трех категорий продукции находится в диапазоне между 0,8 и 10,0%. Фрукты и овощи показывают максимальные потери в летние месяцы – с июля по сентябрь, а наименьшие потери – в период с января по март. Суммы продовольственных потерь сокращаются с увеличением торговых площадей, числа покупок в год и повышением объемов продаж. Однако корреляция с площадью торгового зала является очень низкой. Что касается пищевой убыли, молочные продукты показывают самые высокие коэффициенты корреляции, в то время как для фруктов и овощей корреляция низка, и эти переменные (зависимость убыли от площади торгового зала, увеличения числа покупок в год и роста продаж) объясняют не более 33% вариации темпов потери продовольствия, что указывает на наличие других влияющих факторов на продовольственные убытки.

Авторы работы [53] анализировали в процессе хранения дыни и кукурузу. После сбора с поля плоды переносили в помещение с температурой на несколько

градусов выше нуля и охлаждали их. Для снижения ухудшения качества предложено оценивать и использовать частоту переноса плодов определенного размера с поля в охлажденное помещение. При этом отмечается, что время погрузки в транспорт не оказывает влияние на ухудшение качества после охлаждения продукции, задержки в загрузке от одного дня оценивают и учитывают в стоимостном выражении. Управляя процессом от сбора продукции до охлаждения в местах хранения, производители могут максимизировать ценность продукта в чувствительном сегменте цепи (перенос с поля в охлажденное помещение) путем реализации оптимального размера партии.

Обширное исследование грамотного управления цепями поставок проведено в статье [54]:

- 1) применение мобильных приложений помогает отслеживать качество продукции, обеспечивает быстрое развитие интернета и разработки электронных бизнес-приложений [55, 56];
- 2) технология радиочастотной идентификации (RFID) является одним из методов, на основании которого возможно принятие решений по управлению поставками. Эта технология очень полезна для цепей поставок продовольствия из-за способности быть развернутой в условиях с влажностью и различными температурами [57]. Что еще более важно, системы RFID помогают отслеживать цепи поставок продуктов питания с короткими сроками годности [58, 59]. Вывод об использовании технологии RFID как конкурентного преимущества путем улучшения внутренних операций цепочки поставок обсуждается в работе [60]. А преимущества метода RFID оценены в работах [61, 62]. В работе [63] говорится о возможности влияния характера транспортируемого материала на выбор направления перемещения посредством взаимодействия с системой через метки RFID, что позволяет добиться гибкой маршрутизации;
- 3) предметом многих исследований [64, 65, 66] является вопрос о необходимости изменения правил и стандартов, по которым присваивают

категорию продуктам. Продукты доставляются в упаковке, чтобы снизить влияние высокой влажности и колебания температур, которые могут повлиять на сокращение сроков годности и/или порчу продукта. Это умные упаковочные системы, которые являются эволюцией развития nano-технологий, включающей оценку окружающей среды и устойчивую производительность;

- 4) обеспечение прозрачности в цепи поставки продуктов питания реализуется путем производственных протоколов, информационных технологий и процессов управления цепочками поставок для повышения контроля качества и безопасности для восстановления индекса потребительского доверия в пищевой промышленности [67, 68, 69, 70];
- 5) реализация системы прослеживаемости пищевых продуктов предоставляет производителям возможность следить за продуктами и процессами, происходящими в пути доставки [71, 72];
- 6) учет времени и температуры в мониторинге состояния пищевой промышленности обеспечивает возможность эффективного контроля качества пищевой цепи, оптимизировать на складе сокращение отходов и предоставление сведений о годности пищевого продукта [73, 74, 75].

В области управления качеством широко используются достаточно простые, но эффективные методы, основанные на выявлении статистически значимых корреляций и тенденций его изменения.

QFD. Развертывание функций качества (QFD) – это хорошо структурированная методика межфункционального планирования, которая используется для получения информации от клиентов о продукции на всех этапах планирования, разработки, проектирования и производства [76].

Задачи метода QFD:

- повысить конкурентоспособность продукции за счет максимального удовлетворения ожиданий потребителя,
- определить производственные процессы, обеспечивающие реализацию требований потребителя [77].

Методология QFD позволяет выделить в продукции потребительские характеристики, представляющие наибольший интерес и поставить им в соответствие технические характеристики продукции, воплощение которых обеспечивает удовлетворение рыночных потребностей, конкурентоспособность компании в выбранной сфере бизнеса.

Базовым инструментом QFD является диаграмма «Домик качества», представляющая собой матрицу сопоставления фактических (потребительских) и вспомогательных (технических) показателей качества с учетом степени связи, приоритетности и оценки конкурентоспособности.

Технология развертывания функций качества реализуется путем последовательной декомпозиции показателей качества от совокупности, характеризующей продукт, компоненты, процессов к отдельным технологическим операциям по воплощению в продукте ожиданий потребителя через вспомогательные показатели качества (рисунок 7).

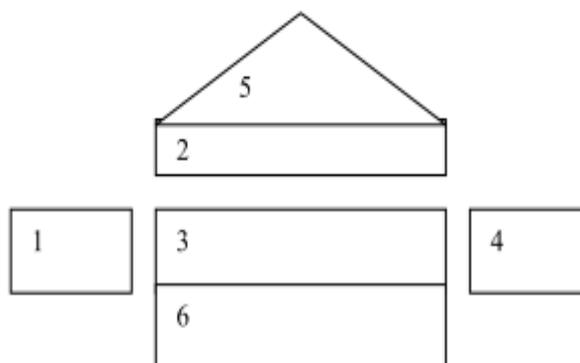


Рисунок 7 – Диаграмма QFD (Вашуков Ю.А., 2012)

Технические требования располагаются в столбцах таблицы, расположенной в центре дома (3), требования потребителей – в строках этой таблицы (1). Взаимосвязь потребительских требований с техническими характеристиками отмечается в клетках. Сила связи между техническими требованиями выражается в крыше дома (5).

Ожидания потребителей располагаются в левой части дома (1), оценка исполнения требований для аналогичной продукции находится в правой части дома (4).

Анализ технических характеристик для конкурирующей продукции, целевые значения технических характеристик продукции, оценки абсолютной и относительной важности характеристик содержатся в подвале дома (6) [78].

Алгоритм QFD-методологии включает этапы:

- 1) определение предпочтений потребителей в восприятии продукта и их оценивание по 5-ти балльной шкале, где 5 – очень важно, 4 – важно; 3 – недостаточно важно; 2 – маловажно; 1 – не важно;
- 2) преобразование потребительских требований в технические;
- 3) оценка степени связи между требованиями потребителей и техническими характеристиками продукции: сильная, средняя, слабая;
- 4) оценка важности каждого требования потребителей и технического требования относительно суммарной оценки требований, а также абсолютной важности каждого технического требования:

$$OB(TPi) = AB(TPi) / \sum AB(TPi) * 100\% \quad (1),$$

где $OB(TPi)$ – относительная важность требования потребителя, $AB(TPi)$ – абсолютная важность требования потребителя;

$$AB(TTi) = \sum OB(TPi) * q(TPi) \quad (2),$$

где $AB(TTi)$ – абсолютная важность технического требования, $OB(TPi)$ – относительная важность требования потребителя, $q(TPi)$ – сила взаимосвязи требования потребителя с технической характеристикой;

$$OB(TTi) = AB(TTi) / \sum AB(TTi) * 100\% \quad (3),$$

где $OB(TTi)$ – относительная важность технического требования, $AB(TTi)$ – абсолютная важность технического требования;

- 5) выявление ковариаций между техническими характеристиками продукции – построение «крыши дома»;

- б) определение целевых значений технических характеристик и оценка относительной технической трудности достижения каждой технической характеристики по 10-ти балльной шкале;
- 7) определение направлений для улучшения [78, 79].

Метод QFD имеет широкую сферу применения. Дворянинова О.П. предлагает использовать его как комплексный инструмент улучшения качества рыбных полуфабрикатов [80], Приймак Е.В. [79], Ким С.О. [81] – для улучшения качества хлебобулочной промышленности, Kowalska M. – для кондитерских изделий [82], Жебо А.В. – для планирования качества майонезных продуктов [83]. Для молока и молочных продуктов метод QFD применен в работах Смердовой С.Г. [84], Качаниной Л.М. [85], а Naspetti S. [86], Djekic I. [87] рассматривают данным методом вопросы качества сырого мяса птицы.

Развертывание функций качества находит применение не только в пищевой промышленности: Шарашкина Т.П. использовала эту методологию для принятия решения о перспективах использовании усовершенствованного продукта в ООО «Сарансккабель» – кабель телефонный с полиэтиленовой изоляцией в пластмассовой оболочке [88]. Серенков П.С. применил ее для проектирования норм точности изделий механического типа [89]. QFD в строительстве использована в работах Ковшова М.А. [77], Смирновой О.Е. [90], Haron N.A. [91], Ignatius J. [92].

Технология развертывания функций качества применяется не только к продукции, но и услугам. Например, вопросы образовательной деятельности с помощью методологии QFD рассматриваются в работах Черникова Б.В. [93], Варченко Е.И. [94], Спиридоновой А.А. [95] и многих других.

Метод применим как для улучшения существующих процессов, так и при создании новых продуктов: в работе Качаниной Л.М. представлено проектирование инновационного биопродукта с кедровым жмыхом на основе QFD-методологии [85]; Игнатенко Б.В. использует ее для формирования предложения по созданию кваса с заданными свойствами [96], Ahmadabadi H.Z. – для разработки нового кунжутного продукта [97].

Диаграмма Парето. Применение данного метода позволяет отделить важные факторы, оказывающие влияние на проблемы, от менее существенных [98].

Диаграмму Парето часто используют на производстве для анализа причин брака. Она может отражать разбивку брака по факторам, положениям, позициям и др. Анализ показывает факторы, влияющие в наибольшей степени на появление дефекта, важным моментом является выявление причин проблем, для устранения которых планируют корректирующие действия. В основе диаграммы лежит эмпирический принцип Парето: за большее количество брака, отвечает малое число причин. Для выявления причин проблем необходимо составить диаграмму Парето по причинам или диаграмму причин и следствия (результатов) [99].

Диаграмма Парето представляет собой столбиковую диаграмму, на которой по оси абсцисс отмечаются факторы, а по оси ординат – их значимость, которая оценивается по частоте их возникновения или результатам опроса. Причем на диаграмме факторы размещаются в соответствии с установленной значимостью. Кумулятивная кривая на диаграмме строится по значениям накопленных процентов, выражающих значимость отдельных факторов (рисунок 8), расположенных в том же порядке [100].

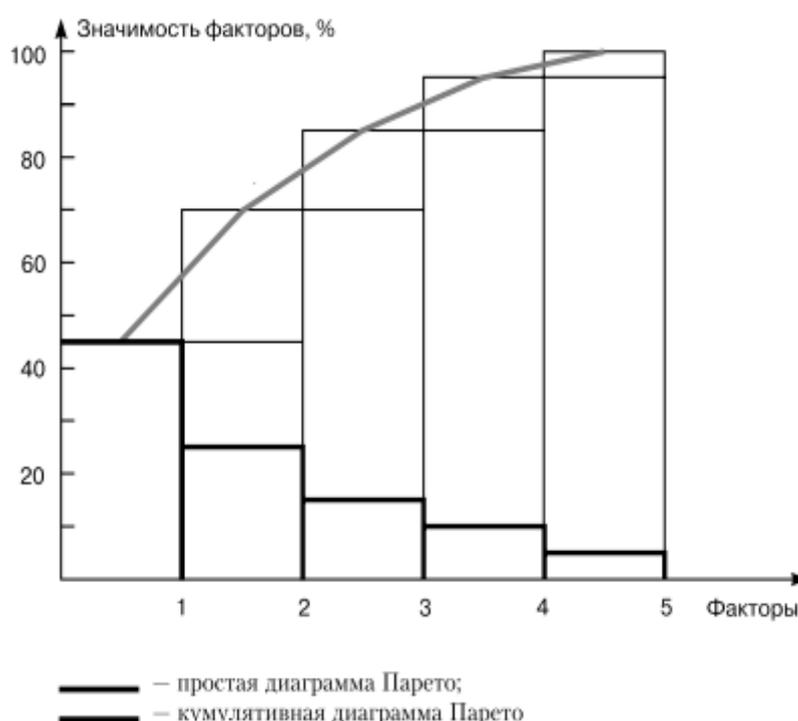


Рисунок 8 – Диаграммы Парето (Баумгартен Л.В., 2015)

Различают два вида диаграмм Парето:

1. *Диаграмма Парето по результатам деятельности.* Эта диаграмма позволяет выявить основную проблему и увидеть отрицательные результаты по различным областям деятельности, включая вопросы качества (брак, отклонения от операционных процедур, отказы и поломки оборудования, жалобы и претензии, простои из-за ремонта оборудования, возвраты сырья, комплектующих и готовой продукции); экономические аспекты (финансовое обеспечение и непроизводственные затраты); логистические аспекты (необеспеченность ресурсами, ошибки в финансовых документах, нарушение сроков поставок); вопросы промышленной безопасности и охраны труда (инциденты и аварийные ситуации).

2. *Диаграмма Парето по причинам.* Позволяет проанализировать причины производственных проблем и установить ключевые из них по основным влияющим факторам производственного процесса: человек (смена, производственный участок, возраст, трудовой стаж, компетентность); оборудование (механизмы, аппараты, средства труда, технические приспособления, эталоны); сырьевые ресурсы (поставщик, характеристики сырья, идентификационные данные); методика работы (последовательность операций, техническое задание, операционные решения); измерения (погрешность, правильность, воспроизводимость, тип средства измерения) [101].

Диаграмма Парето имеет широкое применение: в банковской деятельности [102, 103]; в авионике [104]; в планировании сервисного обслуживания и ремонтных работ [105]; в инжиниринге сварочных процессов [106]; для идентификации экологических аспектов [107], в рекламной деятельности [108], а также для решения кадровых задач [109, 110] и в других сферах деятельности.

Диаграмма Исикавы. В любом процессе имеется множество факторов, имеющих отношения типа причина – следствие, совокупность которых приводит к определенному результату. Благодаря системным наблюдениям, можно определить характер и структуру этих отношений. Диаграмма Исикавы является

простым графическим методом для отражения причинно-следственных связей, которую можно построить для любого процесса.

Важным моментом в составлении причинно-следственной диаграммы является подбор максимального числа факторов, относящихся к качеству объекта, который исследуется. Также важно для исследования причин мнение не только экспертов, но и третьих лиц, так как они могут иметь другой подход к выявлению причин [111].

Диаграмма позволяет выявить основные причины, приводящие к главной проблеме, конкретизировать их на составляющие, а в случае выявления множества влияющих факторов, диаграмма может быть представлена для каждого этапа системы.

Отсутствие возможности рассмотрения диаграммы Исикавы в качестве метода сравнения, неиспользование числового анализа относятся к ее недостатку. Однако наглядное представление взаимосвязи между причиной и результатом проблемы является достоинством [112].

На рисунках 9, 10 представлены общие схемы построения диаграммы Исикавы [113].

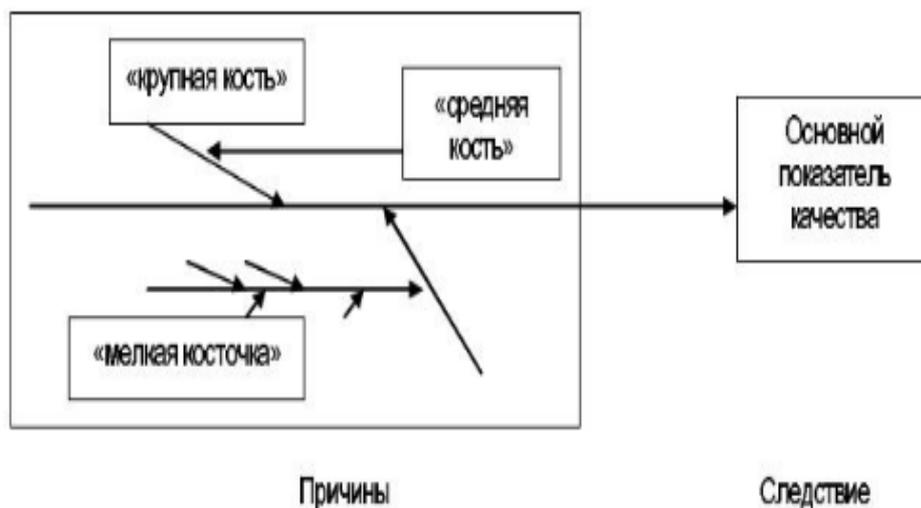


Рисунок 9 – Схема диаграммы Исикавы (Кузьмин А.В., 2006)

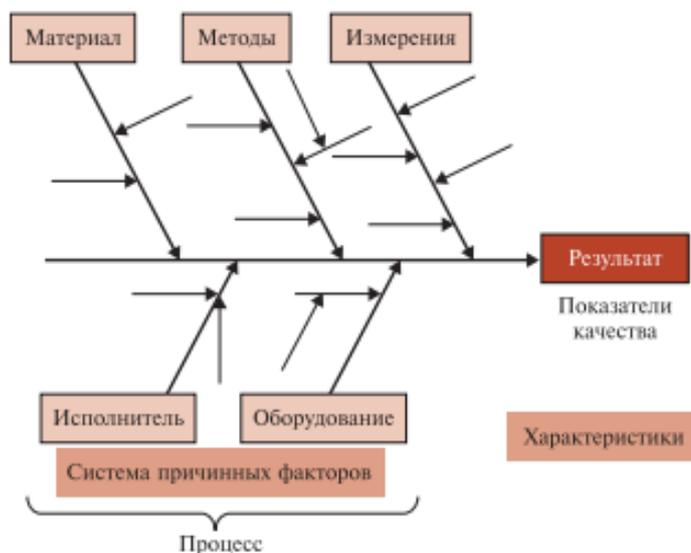


Рисунок 10 – Причинно-следственная диаграмма (Кузьмин А.В., 2006)

Ведущие японские корпорации – Тойота, Мицубиси, Сумитомо – успешно применяют диаграмму Исикавы как эффективный инструмент анализа процессов и основу для принятия управленческих решений по улучшению качества. Предложенный в этом методе подход обеспечивает системный анализ ситуации с учетом влияющих на процесс факторов, обуславливающих причины отклонений в его протекании. Выявленные причины ранжируются на главные, второстепенные и третьестепенные, алгоритм оценки позволяет найти первопричину рассматриваемой проблемы, обеспечивая возможность многоуровневого ее рассмотрения, оценки рисков и разработки эффективных мероприятий для устранения потенциальных опасностей от выявленных причин. К достоинствам метода можно отнести простоту реализации и наглядность представления данных и итогов анализа в системе «причина–результат» [114].

Факторы, оказывающие влияние на качество услуг, также исследуют с использованием диаграммы Исикавы. Она позволяет обнаружить причины неудовлетворенности покупателей, связанные с каждым рассматриваемым фактором: качество выполняемой работы сотрудниками, оборудование, методы и механизмы работы, менеджмент. В зависимости от исследуемого объекта могут быть и другие факторы, которые характеризуют причины. Состав причин и решения по их устранению выявляются группой компетентных экспертов [100].

Диаграмма Исикавы используется для решения задач в фармакологии [115, 116, 117]; в медицине [118, 119]; для диагностики различных транспортных процессов: в автотранспортных предприятиях [120, 121, 122], для анализа надежности и устойчивости железнодорожного транспорта [123], в авиации [124], в анализе услуг общественного транспорта [125]; для оценки причин производственного травматизма [126, 127, 128]; влияния безопасности процессов производства на экологию [129, 130]; в производстве стоматологического инструмента [131]. О полезности данного инструмента в экономических анализах говорится в работах [114, 132].

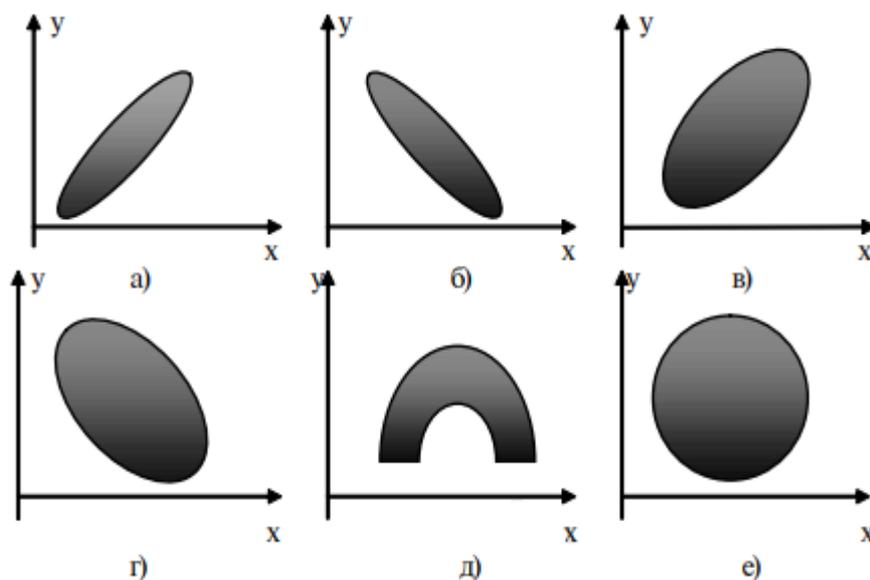
Диаграмма рассеивания. Позволяет без математической обработки на основе графического представления выявить степень связи между двумя переменными, оценить вид корреляции (положительная, отрицательная, нулевая) по отображаемым паттернам на диаграмме, выявить оказываемое влияние факторов процесса на показатели качества.

Диаграмма рассеивания линейному персоналу помогает контролировать ход протекания процесса, а менеджерам осуществлять его контроль и управление причинным фактором для его стабилизации. Анализ данных состоит из сбора информации, выделения причин, оказывающих влияние на одну и ту же характеристику качества, определения разных характеристик качества для оценки их корреляции или нахождения параметра качества процесса и влияющего на нее фактора. Визуальное распределение точек на графике показывает вариант взаимосвязи двух переменных. Зависимость $y=f(x)$ может использоваться для решения интерполяционной или оптимизационной задачи. В первом варианте при изменении значений x определяют значения y . Во втором случае устанавливают допустимое значение x по оптимальному значению y . Обязательным условием является то, что зависимость $y=f(x)$ выполняется в условиях, в которых экспериментальные данные были собраны, в том числе для имевших место интервалов изменения y и x (рисунок 11).

Достоверность определяется критерием Стьюдента, что относится к достоинству данного метода. Полученная взаимосвязь между двумя переменными

дает возможность контроля действий в процессе с минимальными затратами времени, что в свою очередь оказывает положительное влияние на экономию трудовых ресурсов [112].

На основе анализа диаграммы разброса принимаются решения о необходимых мероприятиях.



- а) сильная положительная корреляция (с ростом x увеличивается y);
 б) сильная отрицательная корреляция (с ростом x уменьшается y);
 в, г) слабая корреляция;
 д) нелинейная (криволинейная) корреляция;
 е) отсутствие корреляции

Рисунок 11 – Варианты диаграмм разброса (рассеивания)

(Демиденко А.А., 2016)

Диаграмма разброса применяется для выявления причинно-следственных связей, оценки зависимости между факторами в производстве и на всех этапах жизненного цикла продукции [133].

Пименов А.А. применяет диаграмму разброса для определения тесноты связи между качеством машиностроительной продукции и финансово-экономическими показателями эффективности деятельности [134]. Ким Е.В. использует данный статистический инструмент при разработке многофазных рецептов на кондитерские изделия [135]. В медицине Бондарев С.А. применяет этот инструмент

для выявления кардиальной патологии у машинистов [136], Иванов В.К. исследует взаимосвязь неонкологических заболеваний щитовидной железы у населения Калужской области после облучения, полученного в результате аварии на Чернобыльской АЭС [137]. В анализе качества подземных вод данный инструмент использует Sebei A. [138], в фармакологических публикациях по клиническим исследованиям достоверность результатов не подтверждается диаграммой разброса [139].

1.4 Томаты как объект транспортировки и хранения

Для доставки свежих томатов с поля конечному потребителю, на производство для их переработки требуется определенное время, что в силу природных особенностей плодов может негативно повлиять на органолептические показатели и товарное качество продукта [140].

Изменение физического и химического состава томатов происходят за счет технологических потерь. Процесс образования глубоких трещин на кожице зачастую сопровождается вытекаем внутреннего сока, что в наибольшей степени возникает при транспортировке. Из-за продолжительности хранения в процессах транспортировки и хранения томатов наблюдается привес тары. Деформированные плоды и потеря веса не оказывают существенного влияния на увеличение привеса тары. Потеря тургора происходит за счет изменения пектиновых веществ, в том числе протопектина, который снижается на 12% в течение одних суток и на 35,8% за двое суток хранения. Помимо протопектина отмечено снижение содержания витамина С при хранении: потери за один день находятся в диапазоне – от 2,5 до 30,0%, среднее значение составляет 13,2%, на третий день хранения наступает стабилизация потерь (22,4%). Существенные изменения содержания витамина С в процессе хранения зависят, по-видимому, от разной степени спелости заготавливаемых томатов. Процесс дыхания свежих томатов сопровождается уменьшением содержания сухих веществ, интенсивность дыхания возрастает с увеличением длительности хранения так, что за один день хранения они

составляют 1,2%, а за два дня данный показатель возрастает более, чем в 2 раза (2,6%). На качество целых плодов большое значение оказывает их состояние до момента помещения на хранение [141].

Таблица 1 – Общие потери томатного сырья при хранении (%)

Виды потерь	Томаты целые (без повреждений) при хранении		Томаты с содержанием 14% деформированных плодов при хранении	
	1 сутки	2 суток	1 сутки	2 суток
За счет вытекания сока при транспортировке	2,5	3,0	3,0	3,0
За счет вытекания сока при хранении	7,0	10,7	7,6	13,6
За счет дыхания	1,2	2,6	1,2	2,6
Всего	10,7	13,3	11,8	19,2

В работе Санниковой Т.А. сообщается об уменьшении массы плодов при увеличении срока хранения в различных условиях: на открытом воздухе и в хранилище. В обоих случаях в начале периода (до 5-ти дней) убыль составила 2,08–2,65% как у молочных, так и у бурых плодов. Во второй декаде потери возрастали до 4,03–4,63%, причем плоды молочной степени зрелости в большей степени подвержены изменениям массы, чем бурой степени зрелости. В первые 15 суток хранения в овощехранилище и в течение 10-ти суток в овощехранилище и на открытой сырьевой площадке томаты технической стадии зрелости (бурые и молочные) характеризуются потерями несколько больше, чем плоды биологической степени зрелости, различия составляют от 0,1 до 0,8%. Масса плодов уменьшается из-за обезвоживания тканей, что повышает показатель лежкости и устойчивость к механическим повреждениям при транспортировке. Понижение температуры может положительно сказаться на сохранности продукта и стабилизации убыли его массы [142].

1.5 Современные технологии транспортировки и хранения томатов

Для доставки потребителю томатов надлежащего качества поставщикам и компаниям-реализаторам необходимо не только соблюдать рекомендованные температурно-влажностные режимы, осуществлять транспортировку в соответствующей таре, но и в настоящих условиях конкуренции применять современные технологии сохранения качества для данной продукции.

Температура. В ГОСТ 34298-2017 «Томаты свежие. Технические условия» указано, что срок годности и условия хранения устанавливает изготовитель в соответствии с нормативными документами, действующими на территории государства, принявшего настоящий стандарт [4]. В ГОСТ 1725-2019 «Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия» приводятся ориентировочные сроки годности при относительной влажности воздуха 85%–90%:

- 1) около 3–4 недель для молочной степени зрелости в температурных условиях 11–13°C;
- 2) около месяца для бурой и розовой степени зрелости в температурных условиях 1–2°C;
- 3) от 2-х до 4-х недель для красной степени зрелости в температурных условиях 0,5–1°C и от 5-ти до 8 дней при температуре 10–18°C [5].

Ряд авторов (Важенин Е.И., Широков Е.П., Трушина А.В., Marangoni A.G.) также выделяет различные температурные режимы для хранения томатов различной стадии зрелости: 10–14°C для зеленых и молочных, 6–10°C для бурых, 3–6°C для розовых и 1–3°C для красных плодов [143, 144, 145, 146].

В ряде работ зарубежных ученых [147, 148, 149] проведены исследования по определению оптимальной температуры хранения томатов.

Результаты работы Cantwell M. показали, что хранение томатов «черри» при температуре 10°C обеспечивает отличное качество плодов. При температуре 5°C практически все образцы сохраняли товарное качество в течение 18 дней. Авторы исследовали томаты «черри» при температурах плюс 5, 10, 15, 20°C в условиях

контролируемой атмосферы (при определенном содержании кислорода и углекислого газа). Результат показал снижение показателей качества (сахара, кислоты, аромата) во времени при всех указанных температурах, в то время как концентрация витамина С оставалась постоянной [148].

Pinheiro J. провел исследование в аналогичном температурном интервале – 2, 5, 10, 15 и 20°C, – в результате которого было установлено, что твердость, оттенок и титруемая кислотность томатов изменяются незначительно, а потеря веса и содержание общих полифенолов возрастают при увеличении температуры и времени хранения. Лучшей температурой хранения для задержки старения был установлен интервал от 5 до 10°C [147].

В работе Znidaric D. и др. плоды томатов собирали на красной стадии зрелости и подвергали воздействию температуры 5 и 10°C в течение 28 дней.

При 10°C потери веса томатов преобладают над плодами, хранимыми при 5°C. В течение периода хранения наблюдались незначительные изменения содержания растворимых сухих веществ и титруемой кислотности: содержание растворимых сухих веществ несколько увеличилось, но существенных различий между значениями этого показателя при двух температурах не было выявлено. Титруемая кислотность, как правило, была ниже при 5°C, причем значительная разница наблюдалась только на 14 день хранения. Результаты показали, что понижение температуры хранения не приводит к значительному снижению содержания витамина С по сравнению с более высокой температурой, за исключением 7-го дня хранения. При обеих температурах и на каждом этапе хранения твердость уменьшалась по мере увеличения времени хранения [149].

По данным Watkins C.V., оптимальные температуры хранения зависят от стадии зрелости плода. Зеленые помидоры следует хранить при температуре 13°C, поскольку созревание происходит быстрее при более высокой температуре. Помидоры красной степени зрелости можно хранить в течение нескольких дней при температуре от 7 до 10°C [150].

Влажность. Согласно ГОСТ 1725-2019, относительная влажность воздуха при хранении должна быть 85–90% [5].

В работе Watkins С.В. зеленые помидоры рекомендуется хранить при относительной влажности 90–95%, для красных помидоров рекомендованная влажность составляет 85–90% [150].

Широков Е.П., Трушина А.В., Marangoni A.G. предлагают хранить томаты при относительной влажности воздуха 80–85% [144, 145, 146].

Несколько выше этот показатель в работе Е.И. Важенина по исследованию влияния обработки томатов электромагнитным полем крайне низкой частоты перед закладкой на хранение – 90–92% [143].

Упаковка. Согласно ГОСТ 34298-2017, свежие томаты упаковывают непосредственно в ящики по ГОСТ 9142, ГОСТ 10131, ГОСТ 17812, ГОСТ 20463, ящичные поддоны по ГОСТ 21133 или в другую упаковку, обеспечивающую качество и безопасность продукта при транспортировке [4].

Авторы работы [151] при транспортировке томатов в качестве тары рекомендуют использовать овощной лоток, что обеспечивает высокий уровень сохранения продукции и повышение доходности ее реализации до 134,6%. Применение для этих целей тары из пластика и дерева удорожает процесс вследствие высокой стоимости ящиков. Если по условиям поставки тара является не возвратной, себестоимость продукции возрастает, а процесс ее реализации становится неприбыльным.

Регулируемая атмосфера. Международные стандарты рассматривают использование регулируемой газовой среды (РГС) как вариант холодильного хранения. Разница в данном случае в том, что данная технология предполагает герметичность среды хранения с определенным содержанием O_2 и CO_2 , обеспечивая уменьшение интенсивности процессов дыхания, окисления, созревания, высвобождения этилена, увеличение продолжительности хранения и максимальное сохранение органолептических показателей. Учитывая биологические и потребительские особенности плодов и сортового разнообразия требуется анализ и выбор состава рационального газового состава, так как из-за различных биологических особенностей они обладают разной восприимчивостью к нему [152, 153, 154].

В настоящее время применяют следующие виды РГС, регулирующие технологии хранения продукции:

- 1) хранение продукции со сверхнизким содержанием кислорода ULO (Ultra Low Oxygen) менее 1–1,5% и с содержанием углекислого газа в диапазоне 0–2%;
- 2) классическая технология хранения (Traditional Controlled Atmosphere) при концентрации кислорода 3–4% и углекислого газа – 3–5%;
- 3) динамические условия хранения (DCA – dynamic controlled atmosphere);
- 4) использование полиэтиленовых контейнеров с диффузионными вставками [155].

Для газовой среды принято придерживаться соотношения $p\text{CO}_2 : p\text{O}_2 > 1,6$, но с учетом сортовых особенностей оптимальный газовый состав может быть скорректирован [156].

Исследование Магомедова Р.К. свежих томатов в процессе хранения в РГС показало высокое товарное качество томатов зеленой и молочной степени зрелости во временном промежутке до двух месяцев при создании газовой среды с концентрацией кислорода в диапазоне от 1,5 до 3% и диоксида углерода – от 0 до 3%, а также при контроле температуры воздуха в пределах 11–12,5°C и влажности воздуха равной 90%. Дозаривание томатов до потребительской стадии зрелости при нормальных атмосферных условиях с температурой от 18 до 20°C в таре (ящиках) с полиэтиленовыми вкладышами в течение 2-х недель требуется в случае хранения в РГС с концентрацией диоксида углерода более 5%. Результатом процесса хранения в указанных условиях, помимо запуска процесса дозаривания, является ухудшение органолептических показателей [152].

По данным Watkins С.В., Nock J.F., хранение в регулируемой атмосфере может продлить срок жизни томатов. Соотношение кислорода и двуоксида углерода различаются, широкую применимость имеет состав газовой смеси 3% кислорода и 2% углекислого газа [150].

В работе Копылова С.И. отмечается достигнутый значительный прогресс за последние годы по совершенствованию технологий хранения в регулируемой

газовой среде, благодаря работам отечественных исследователей: Метлицкого Л.В., Колесника А.А., Сальковой Е.Г., Гудковского В.А., Ципруш Р.Я., Седовой З.А. и др., а также зарубежных: Blanpied G.D., Dilley D.R., Lau O.L., Sharpies R.O., Lidster P.D., Lange E.P., Bohling H., Johnson D.S., Little C.R., Kupferman E.M. et.al. [154].

Ионизирующее излучение. Является нетепловым воздействием, оказывает губительное действие на патогенные микроорганизмы. Облучение плодов и овощей, хранимых навалом, относится к непростой задаче за счет сложности в обеспечении равномерности облучения. На равномерность дозы облучения оказывают влияние воздушные карманы в массе плодов. Эффективность будет зависеть от типа источника излучения, природы упаковочных материалов и способов упаковки, которые повышают чувствительность плодов к облучению и создают условия для защиты окружающей среды без ухудшения качественных их характеристик. Минимизация облучения снижает риск ухудшения качества продукта [157].

Для улучшения сохранности плодов и овощей Мищенко С.В. предложил обработку при хранении под вакуумом свежей плодоовощной продукции озоном. Данный химикат достаточно безопасен – не накапливается и не оседает на поверхности свежих плодов и овощей, что свойственно многим другим химикатам. Сильные окислительные свойства обусловлены способностью молекулы к самораспаду. К тому же озон является и дезинфицирующим средством. Повторяющаяся (3 и 6 ч) и регулярная (48 ч) обработка озоном с концентрацией 12...15 мг/м³ в установленных условиях температуры и влажности в первой фазе роста бактериальной популяции снижает развитие грибов и задерживает наступление экспоненциальной фазы их роста от 1,5 до 4,5 раз. К достоинствам обработки озоном относится то, что он не оказывает влияние на изменение состава восков кутикулы покровных тканей свежих плодов и овощей, которые обладают защитными свойствами от потери влаги и микробиабельности [158]. Результаты исследования ВНИИО по хранению свежей плодоовощной продукции (томатов, болгарского перца, белокочанной капусты) в РГС с содержанием 2% CO₂:

5% O₂: 93% N₂ показали возможность сохранения высоких биохимических показателей овощей [159].

При длительном хранении свежей плодоовощной продукции эффективна технология хранения в регулируемой атмосфере в сочетании с их холодильной обработкой. Для различных плодов и овощей эти показатели колеблются в широких пределах и зависят от сортовых особенностей продукта, местности выращивания, степени зрелости и способа уборки, состояния перед закладкой на хранение, продолжительности хранения и ряда других факторов [160].

Гудковский В.А. подчеркивает актуальность вопросов, связанных с повышением сохранности свежей плодоовощной продукции, – несмотря на многообразие методов, проблемы экономичности и технологичности способов сохранения качества свежих плодов и овощей остаются не решены, по этой причине не наблюдается распространенность в их применении. Важным фактором эффективного хранения свежей плодоовощной продукции является сдерживание процесса биосинтеза этилена, на чем основано действие препаратов Smart-Fresh (США) и «Фитомаг» (Россия), предоставляющие широкие возможности для разработки новых технологических решений. Препарат «Фитомаг» показывает хорошие результаты для зелено-зрелых плодов, воздействие данного препарата обуславливает увеличение срока хранения из-за уменьшения микробиологической порчи и процессов гниения. Эффективность хранения обработанных плодов препаратом Xtend доказана в упаковочных системах из полимерных сырьевых материалов [161].

В России и за рубежом в последние десятилетия не снижается актуальность проблемы сохранения качества свежей плодоовощной продукции при транспортировании и хранении. Существующие методы (хранение в контролируемой атмосфере, вентилирование складских помещений, контроль температуры и влажности в овощехранилище и др.) не позволяют эффективно сохранять качество продукта из-за биологических особенностей плодов и овощей – они продолжают взаимодействовать с кислородом атмосферы даже после сбора

урожая, поэтому основной задачей сохранения качества является замедление процессов дыхания [157].

Выводы к аналитическому обзору

Проведенный анализ литературных источников свидетельствует о большом количестве факторов, оказывающих влияние на качество свежей плодоовощной продукции.

Большое значение в жизненном цикле свежей плодоовощной продукции играют логистические аспекты, в частности, транспортировка и хранение. Влияющие факторы транспортной логистики, которые должны приниматься во внимание в методиках сокращения потерь качества в совокупности, на практике совместно не рассматриваются. Существующие методики сохранения качества плодоовощной продукции недостаточно эффективны и не обеспечивают сокращения потерь продукции в связи с коротким сроком ее хранения, о чем свидетельствует большой процент потерь данного вида продукции.

Эффективными инструментами поиска и анализа причин потерь являются инструменты управления качеством: QFD, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, диаграмма рассеивания, – с помощью которых возможно рассмотрение жизненного цикла томатов.

В связи с выше изложенным, вопрос совершенствования технологий сохранения качества для свежей плодоовощной продукции с точки зрения системного и комплексного рассмотрения является актуальным на сегодняшний день.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в ФГБНУ Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия (г. Краснодар). Исследование по изучению изменения биохимических показателей, товарного качества, органолептических показателей и общих потерь томатов при хранении проводили в 2014–2015 гг.

Экспериментальные исследования титруемой кислотности; массовой концентрации винной, яблочной, янтарной, лимонной кислот; содержания сахаров (сахарозы, глюкозы, фруктозы); витамина С проводились в трехкратной повторности. Определение растворимых сухих веществ – в двукратной повторности. Для обработки экспериментальных данных использовали программу Microsoft Excel.

Исследования проводились согласно схеме, приведенной на рисунке 12.

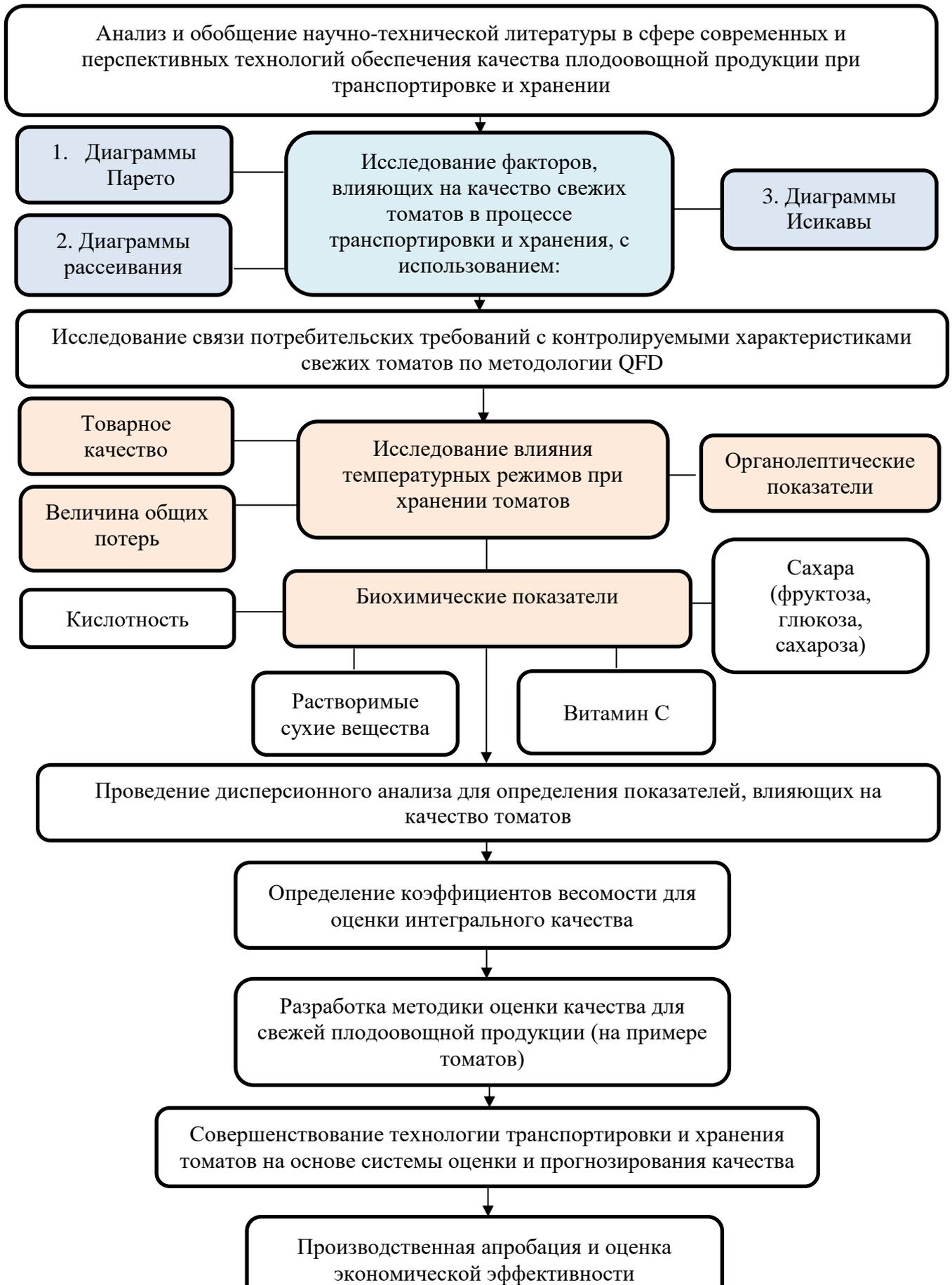


Рисунок 12 – Структурная схема исследования

2.1 Объекты исследований

Объектами исследования являлись импортные томаты сорта «Горбаш» (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 упакованные в ящики из гофрированного картона (по ГОСТ 9142–2014), хранение 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 жизни от 14 до 18 суток.

2.2 Методы исследований

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. В компании АО «Тандер» установленный срок годности томатов истекает через 14 дней от момента отгрузки на распределительный центр, цикл непрерывного проведения испытаний в лабораторных условиях составил 10 дней. Измерения показателей качества продукта проводили каждые 48 часов [162].

2.2.1 Статистические методы контроля качества

Исследование факторов, влияющих на качество свежих томатов в процессе транспортировки и хранения, проводили путем их классификации по жизненному циклу продукта, с использованием диаграмм Парето, рассеивания, Исикавы.

Исследование связи потребительских требований с контролируемыми характеристиками свежих томатов осуществляли по методологии QFD.

2.2.2 Методы определения товарного качества

Показатели качества свежих томатов определяли экспертным методом по партиям томатов количеством 10 штук в соответствии со стандартом ЕЭК ООН FFV-36, касающимся сбыта и контроля товарного качества томатов [163]. Качество сорта и количественные потери, выраженные в %, оценивали 7 экспертов [164].

2.2.3 Методы определения органолептических показателей

Оценку органолептических показателей томатов по партиям томатов количеством 10 штук с применением 10-балльной шкалы проводили 7 экспертов; оценивали форму, внешний вид, окраску, запах, свежесть, вкус и целостность [165]. Описание балльной шкалы представлено в таблице 2:

Таблица 2 – Балльная шкала оценки органолептических показателей свежих томатов

Баллы	Показатели						
	Внешний вид	Форма	Окраска	Запах	Свежесть	Вкус	Целостность
10	Безупречный	Безупречная	Безупречная	Очень ароматный (характерный для культурного сорта, особенно заметный возле плодоножки)	Безупречная	Безупречный	Безупречная

Продолжение таблицы 2

9	Характерный для культурного сорта	Характерная для культурного сорта	Характерная для культурного сорта	Ароматный	Очень хорошая	Характерный для культурного сорта	Очень хорошая
8	Очень хороший	Очень хорошая	Очень хорошая	Аромат менее яркий, но явно заметный	Хорошая	Очень хороший	Хорошая
7	Хороший	Хорошая	Хорошая	Аромат менее яркий, но явно заметный (более всего у плодоножки)	80% всех плодов в партии обладают свежестью	Хороший	10% всех плодов в партии имеют незначительный дефект кожицы (незарубцевавшиеся трещины отсутствуют)
6	100% всех плодов соответствуют минимальным требованиям	100% всех плодов соответствуют минимальным требованиям	90% всех плодов в партии имеют однородную окраску	40% всех плодов в партии имеют слабый аромат	60% всех плодов в партии обладают свежестью	Без постороннего привкуса	20% всех плодов в партии имеют дефект кожицы (незарубцевавшиеся трещины отсутствуют)

Продолжение таблицы 2

5	60% всех плодов в партии соответствуют минимальным требованиям	20% всех плодов в партии деформированы	60% всех плодов в партии имеют однородную окраску	60% всех плодов в партии имеют слабый аромат	40% всех плодов в партии обладают свежестью	Присутствует слабый посторонний привкус	40% всех плодов в партии имеют дефект кожицы, возможно наличие незарубцевавшихся трещин
4	40% всех плодов в партии соответствуют минимальным требованиям	40% всех плодов в партии деформированы	40% всех плодов в партии имеют однородную окраску	90-100% всех плодов в партии имеют слабый аромат	20% всех плодов в партии обладают свежестью	Присутствует заметный посторонний привкус	60% всех плодов в партии имеют дефект кожицы, возможно наличие незарубцевавшихся трещин
3	20% всех плодов в партии соответствуют минимальным требованиям	60% всех плодов в партии деформированы	20% всех плодов в партии имеют однородную окраску	Отсутствует	Плохая	Присутствует явно выраженный посторонний привкус	80% всех плодов в партии имеют дефект кожицы, возможно наличие незарубцевавшихся трещин
2	Плохой	Плохая	Плохая	Кисловатый	Очень плохая	Плохой	Плохая
1	Очень плохой	Очень плохая	Очень плохая	Кислый	Отсутствует	Очень плохой	Очень плохая

2.2.4 Методы определения биохимических показателей

Содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013 [166]; кислотность контролировали титриметрическим методом в присутствии цветного индикатора по ГОСТ ISO 750-

2013 (результаты представляли в пересчете на преобладающую лимонную кислоту) [167]; витамин С определяли йодометрическим титрованием [168]; содержание сахаров (фруктозы, глюкозы, сахарозы) контролировали методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» 104 Р по утвержденной методике СКФНЦСВВ [169].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Исследование факторов, влияющих на качество томатов в процессе транспортировки и хранения

В процессе исследования были установлены факторы, влияющие на качество томатов в процессе хранения и транспортировки (рисунок 13).

Временные факторы, оказывающие влияние на поставляемую свежую плодоовощную продукцию можно классифицировать по видам:

- формирующие факторы – факторы, оказывающие влияние на качество до сбора урожая (минеральные удобрения, количество солнечного света, температура, влажность воздуха, период созревания плодов и др.);
- сохраняющие факторы – факторы, оказывающие влияние на качество продукции к моменту ее доставки конечному потребителю (температура при доставке, время в пути и др.).

Сохраняющие факторы, в свою очередь, можно разделить по месту возникновения:

- факторы, возникающие в транспортной логистической деятельности;
- факторы, возникающие в складской логистической деятельности.

Факторы, возникающие в транспортной логистической системе, различаются по виду логистических операций: транспортировка; погрузка/разгрузка.

Необходимо также отметить, что разгрузка товара на таможенной границе и разгрузка товара из транспортного средства на склад будут отличаться ввиду того, что в таможенных органах используются специфические объекты транспортной инфраструктуры – контейнерные терминалы [170].

3.2 Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы Парето

На основе данных месячной отчетности АО «Тандер» по поставкам томатов был проведен анализ причин возникновения брака. Были выбраны партии, у которых величина дефекта на конечном распределительном центре значительна (более 3%). Из данных отчетности были выделены причины дефектов, по которым имелась возможность проведения анализа и была построена диаграмма Парето (рисунок 14):

- 1) нарушение температуры – отклонение значения температуры от нормальной (плюс 7°C /плюс 8°C) при доставке от поставщика по данным с транзитного распределительного центра;
- 2) класс партии – значение 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.

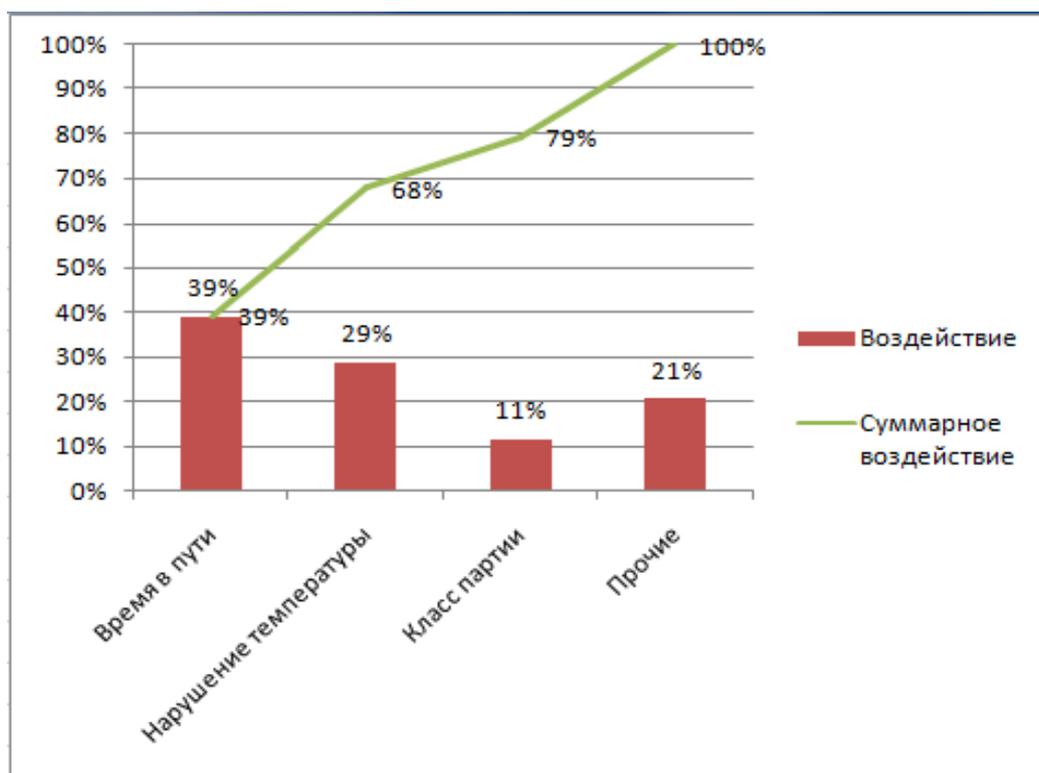


Рисунок 14 – Диаграмма Парето по причинам ухудшения качества свежих томатов

Диаграмма Парето свидетельствует о наибольшем влиянии на появление брака времени в пути между транзитным и конечным распределительными центрами, наименьшее влияние нарушения температурного режима от таможни до транзитного склада и класса партии. Однако имеется значительная доля прочих факторов, которые не учитываются в статистике. К таким факторам относятся: наличие отсортировки товара от брака на транзитном складе, выпадение конденсата при нарушении температуры, учет товарного соседства (для зрелых томатов данный параметр не значим, т.к. не восприимчивы к выделению этилена) [75].

3.3 Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы рассеивания

Другой инструмент управления качеством – диаграмма рассеивания – по значению коэффициентов корреляции показывает связь срока жизни продукта на

конечном складе и класса партии (брака) продукта на транзитном складе с нарушениями температурного режима (рисунки 15, 16), а также остаточного срока жизни по приходу на конечный склад и наличия бракованного товара на этом же распределительном центре (рисунок 17).

На последних двух диаграммах (рисунки 16, 17) 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 15).

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 (рисунки 18 и 19).

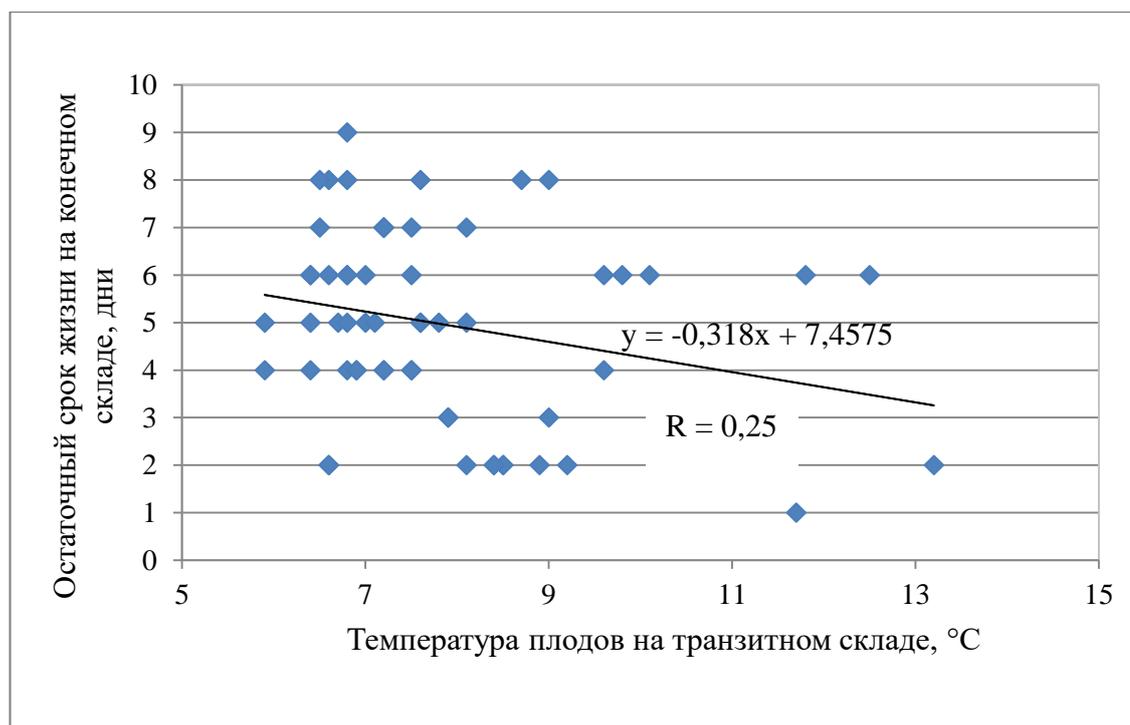


Рисунок 15 – Зависимость остаточного срока жизни (времени в пути) от температуры плодов на транзитном складе

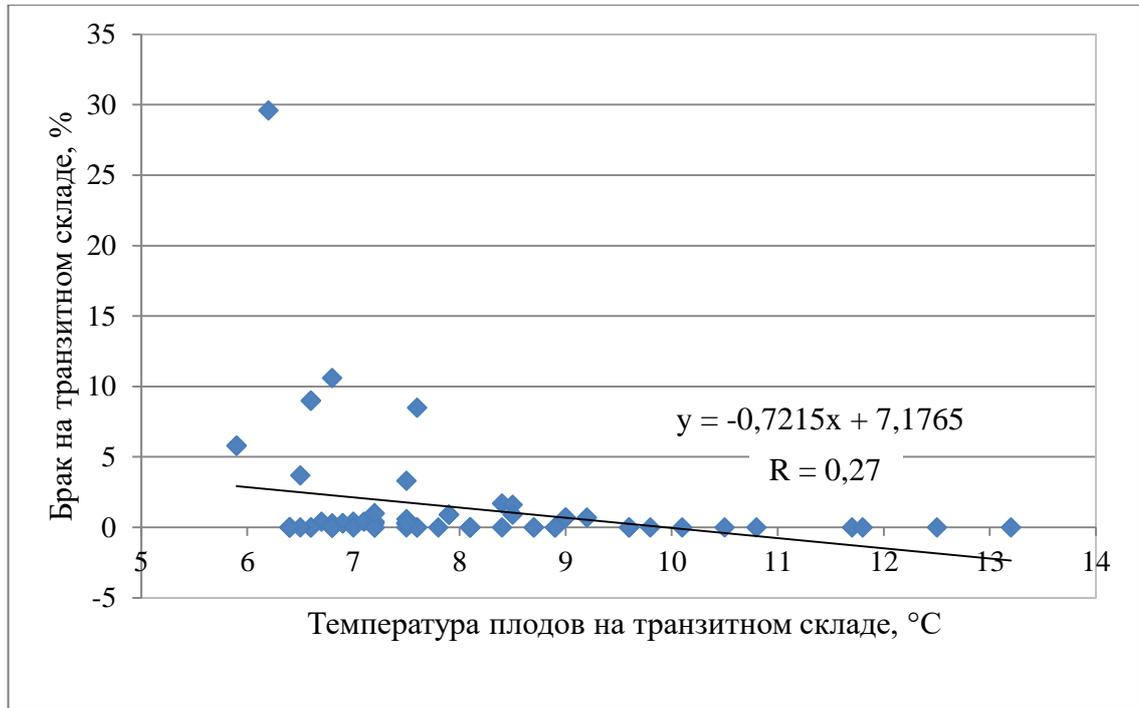


Рисунок 16 – Зависимость брака на транзитном складе от температуры плодов на транзитном складе

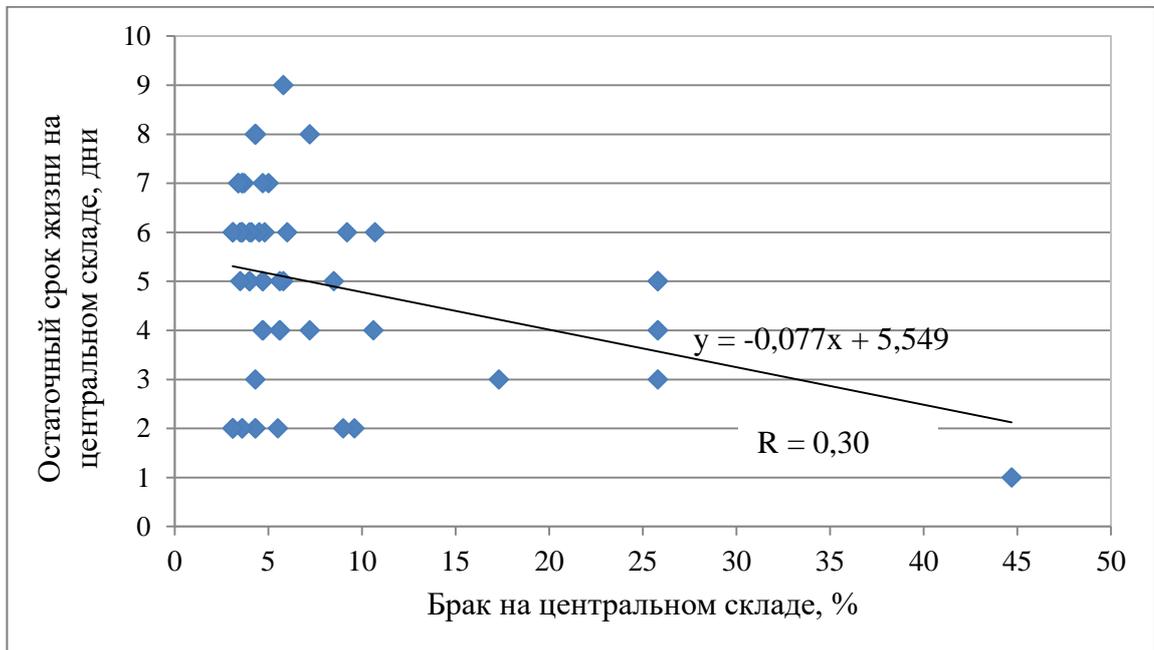


Рисунок 17 – Зависимость остаточного срока жизни на центральном складе от брака на центральном складе

По диаграммам Парето и рассеивания можно сделать 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 [75].

3.4 Исследование связи потребительских требований с контролируемыми характеристиками свежих томатов по методологии QFD

Для определения связи потребительских требований с контролируемыми характеристиками свежих томатов построен «Дом качества» по методологии QFD (приложение А).

По результату опроса покупателей в торговой сети были выделены приоритетные потребительские требования и осуществлена их экспертная оценка по 5-ти балльной шкале, где 5 – очень важно, 4 – важно; 3 – недостаточно важно; 2 – маловажно; 1 – не важно. В столбец «Важность для потребителя» занесены средние значения по результату опроса 44 человек (экспертная оценка потребительских требований представлена в приложении Б). Наиболее важную роль для потребителей помимо вкусовых качеств играет питательный состав веществ, который преобладает над степенью зрелости и сроком жизни. А из свойств с возможным негативным воздействием на здоровье – микробиологический состав по сравнению с механическими повреждениями.

Теснота связи между потребительскими требованиями и техническими характеристиками в таблице обозначается символами: Θ – сильная связь; \circ – средняя; \blacktriangle – слабая. Вес связи равен соответственно 9, 3, 1. Из матрицы корреляций («крыша дома») следует сильная положительная связь соблюдения технологий выращивания с температурными и влажностными режимами; положительная связь прослеживается также с соблюдением фитосанитарных норм.

Абсолютная и относительная важность требований потребителей и технических требований рассчитывались по формулам 1, 2, 3.

Определение целевых значений технических характеристик и оценка относительной технической трудности достижения каждой технической характеристики осуществлялось по 10-ти балльной шкале.

По значению относительного веса были установлены технические требования, которые оказывают наибольшее влияние на качество томатов, это температура со значением относительного веса 19,4%; время в пути и соблюдение фитосанитарных норм, доля каждого из которых в общем значении качества составляет соответственно 15,7%; 15,6% [162].

3.5 Исследование факторов, влияющих на качество томатов, с использованием диаграммы Исикавы

Для классификации факторов, влияющих на качество свежей плодоовощной продукции (на примере томатов), была использована диаграмма «Причина-результат» (рисунок 20).

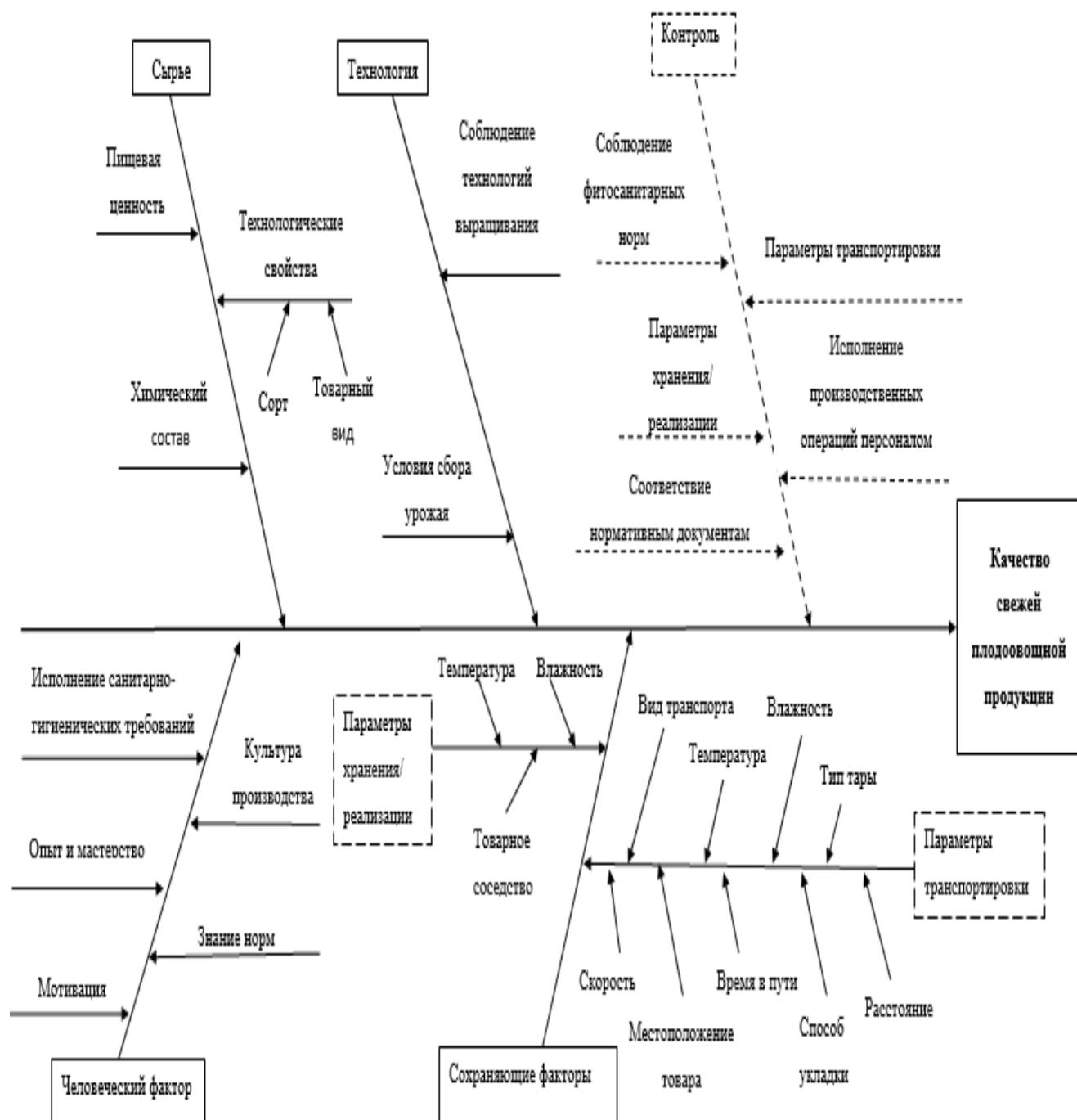


Рисунок 20 – Диаграмма «Причина-результат» для факторов, влияющих на качество свежей плодовоовощной продукции (на примере томатов)

Как видно из диаграммы, в блоке сохраняющих факторов выявлено их многообразие. Ввиду этого важно контролировать и соблюдать технические требования этих параметров для сохранения качества свежей плодовоовощной продукции [171].

3.6 Исследование зависимости товарного качества томатов от режимов хранения

В таблице 3 представлены средние значения, иллюстрирующие товарное качество свежих томатов сорта «Торбаш» (процент выхода стандартной и не стандартной продукции, абсолютный отход) по 12 партиям при хранении в температурных режимах от плюс 4°C до плюс 22°C с шагом 2°C в течение 10 дней. Под стандартной продукцией понимается продукция первого и второго сорта согласно стандарту ЕЭК ООН FFV-36 по сбыту и реализации свежих томатов [163]. До закладки на хранение весь томат относился к категории первого сорта, т.е. его товарное качество составляло 100% категории «стандарт».

Таблица 3 – Товарное качество свежих томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

Температура хранения, °C		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	-

Продолжение таблицы 3

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

По результатам проведенных исследований из таблицы видно, что наилучшее товарное качество свежие томаты сохраняют на 2-е сутки хранения при температурных режимах от плюс 4 до плюс 12°C (по причине отсутствия образования класса «не стандарт» и «абсолютный отход»). Наибольшее количество абсолютного отхода на 2-е сутки зафиксировано при температуре плюс 20°C – 6,8%, а образование не стандартной продукции при плюс 22°C – 10,1%. На 10-е сутки хранения абсолютный отход отсутствовал при температурных режимах от

плюс 6 до плюс 12°C, наибольшее его количество образовалось при плюс 14°C – 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°C и составило 24,6% [164].

3.7 Исследование влияния температурного режима хранения на величину потерь томатов

На следующем этапе исследования представляло интерес изучить влияние температуры хранения на величину потерь свежих томатов. В таблице 4 представлены средние значения, иллюстрирующие потери свежих томатов сорта «Горбаш» по 12 партиям на 10-е сутки при хранении в различных температурных режимах.

Таблица 4 – 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

Таким образом, было установлено, 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 22°С [164].

3.8 Исследование влияния температурного режима хранения на органолептические показатели

Результаты исследования средних значений органолептических показателей качества свежих томатов при хранении в течение 10 суток в различных температурных режимах приведены в таблице 5 (оценка показателей производилась через каждые 2-е суток, в таблице представлен диапазон изменений показателей со 2-го по 10-й день хранения). 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.

Таблица 5 – Органолептические показатели томатов при различных температурных режимах хранения

Температура, °C		Показатели						
		Запах	Вкус	Внешний вид	Окраска	Форма	Целостность	Свежесть
4	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	8,0	7,0	9,8	10,0	9,2	10,0	9,8
6	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	8,8	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,7
8	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	9,7	8,0	9,7	10,0	10,0	9,8	9,7
12	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	9,2	8,2	9,5	9,7	9,8	9,7	9,6
14	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	7,8	5,7	7,2	8,0	8,2	8,3	7,3

Продолжение таблицы 5

16	2-е сутки хранения	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	9,0	8,0	8,0	8,2	9,8	9,3	9,4
18	2-е сутки хранения	9,8	8,8	9,5	9,6	9,7	10,0	10,0
	10-е сутки хранения	7,8	6,8	7,4	7,5	7,4	8,4	8,4
20	2-е сутки хранения	9,5	8,5	9,5	9,8	9,8	9,9	9,7
	10-е сутки хранения	7,5	6,7	7,5	7,3	7,3	7,2	6,5
22	2-е сутки хранения	9,0	9,0	9,2	9,4	9,4	10,0	9,6
	10-е сутки хранения	5,0	-	5,2	5,4	6,3	6,3	6,4

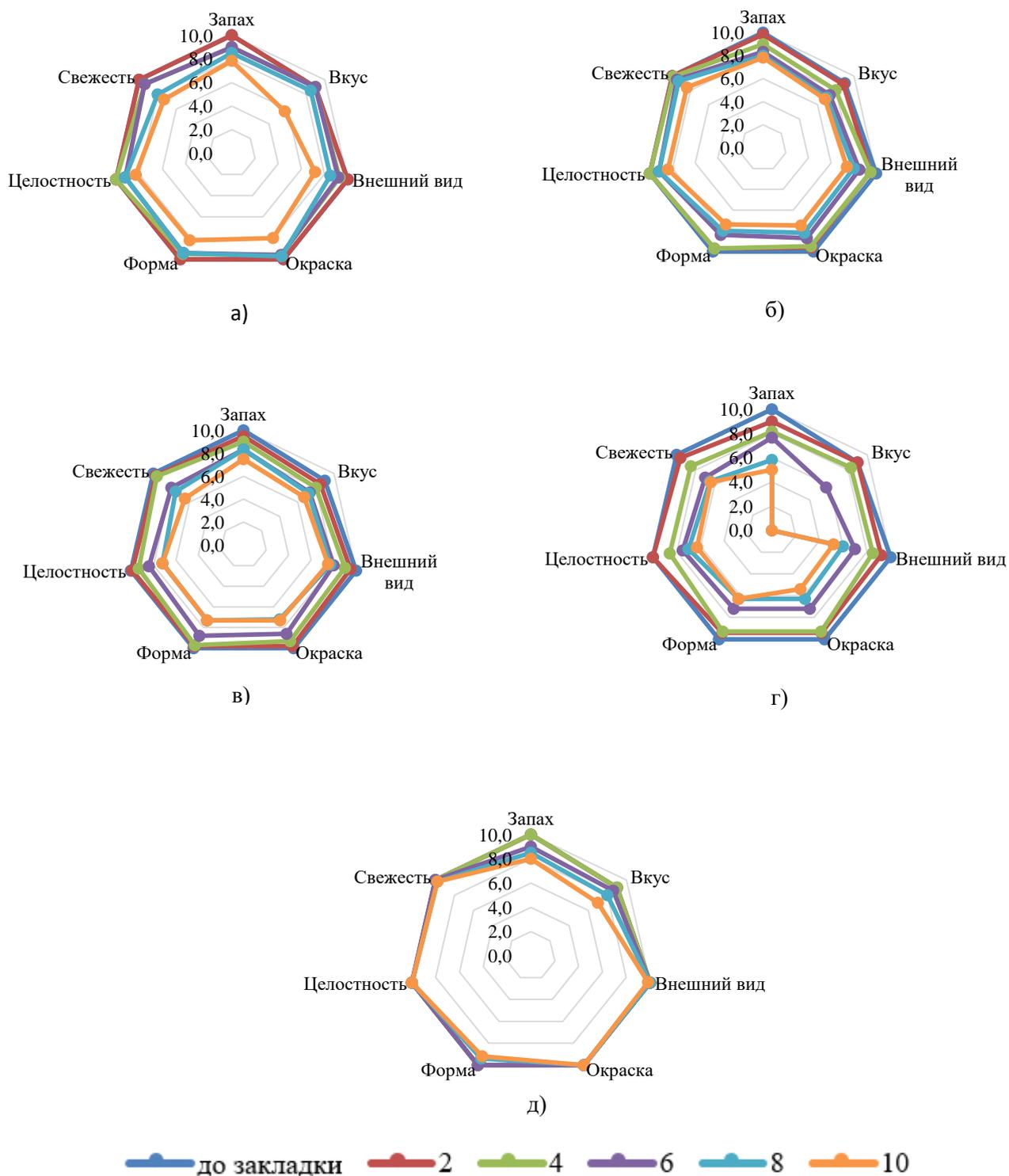
Оценка вкуса была возможна не во всем периоде хранения по причине ухудшения физиологического состояния плодов и появления микробиологической порчи.

Из приведенных табличных данных следует, что на 2-е сутки хранения наилучшее качество по всем органолептическим показателям наблюдалось 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 сохраняют свою стабильность до 6-го–8-го дня периода хранения.

При высоких температурах (плюс 22, плюс 20°С) наблюдалось наибольшее изменение органолептических показателей на 10-е сутки в процессе хранения.

Максимальное изменение балльной оценки в 5,0 единиц наблюдалось по запаху во временном промежутке от момента до закладки на хранение и в конце периода хранения (10-е сутки) в температурном режиме плюс 22°C, несколько меньше (4,8 баллов) при этой же температуре хранения данное отклонение у плодов по внешнему виду.

На рисунке 21 представлены профилограммы по органолептическим показателям томатов, имеющим балльную оценку менее 8 при хранении в различных температурах [164].



а) – при температуре плюс 14°С; б) – при температуре плюс 18°С; в) – при температуре плюс 20°С; г) – при температуре плюс 22°С; д) – при температуре плюс 4°С

Рисунок 21 – Динамика изменения значений органолептических показателей качества томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

3.9 Обоснование выбора биохимических показателей томатов, влияющих на качество, и оценка степени их взаимосвязи

В таблице 6 представлен диапазон средних значений показателей, полученных в результате экспериментальных исследований (12 партий томатов) – от момента до закладки на хранение до последней точки измерения показателей.

Как видно, значительных изменений кислотности в пределах одного температурного режима не наблюдается. Из всех сахаров в томатах преобладает фруктоза, на втором месте глюкоза, содержание сахарозы крайне незначительное (менее 1,49 г/кг) либо она отсутствует.

Полученные данные (таблица 6) несколько отличаются от результатов исследований по контролю изменения показателей качества томатов при хранении в оптимальных условиях [141, 148, 172]. Это можно объяснить влиянием на характеристики продукта перепадов температур, влажности при доставке, а также сортовыми особенностями, которые вызывают такое изменение биохимических показателей.

Таблица 6 – 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
4		0,6-0,5		4,6-3,9		17,3-22,5		2,23-1,98		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		0,048-0,027
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	0,6-0,4	3,7	3,2-2,8	16,2	14,8-15,5	1,25	1,00-0,16	1,12	0,35-0,18	0,034	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

По содержанию органических кислот в свежих томатах преобладает лимонная кислота (исследовались томаты до закладки на хранение в температурные режимы) (рисунок 22).

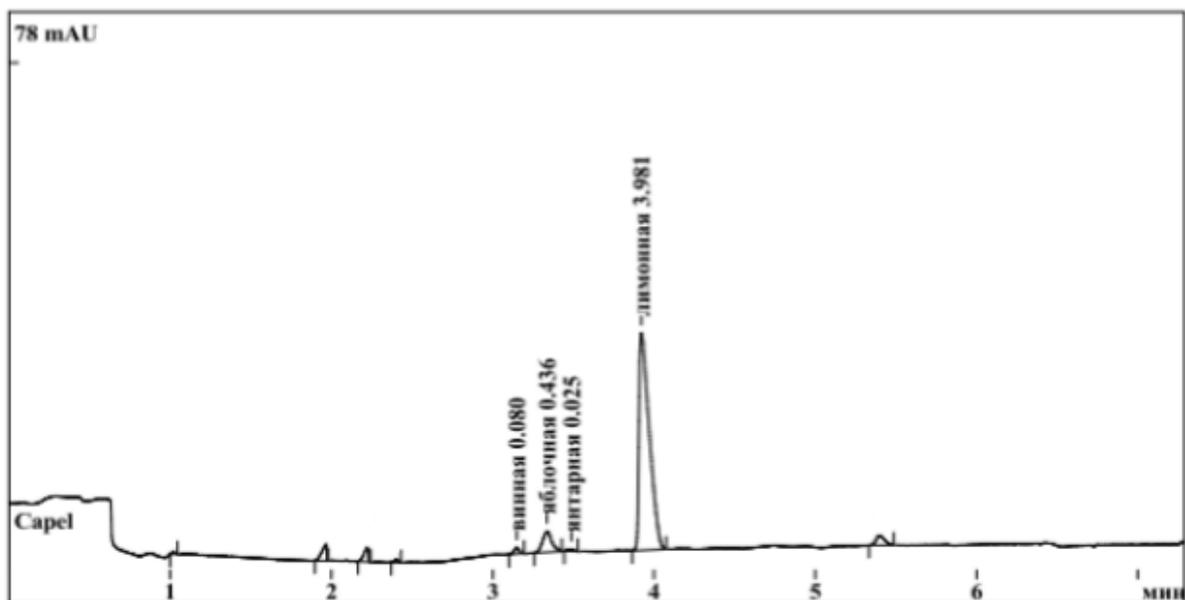


Рисунок 22 – Содержание органических кислот в свежих томатах

Наибольшие изменения показателей качества в зависимости от температуры наблюдались по витамину С, растворимым сухим веществам, глюкозе и фруктозе (рисунок 23).

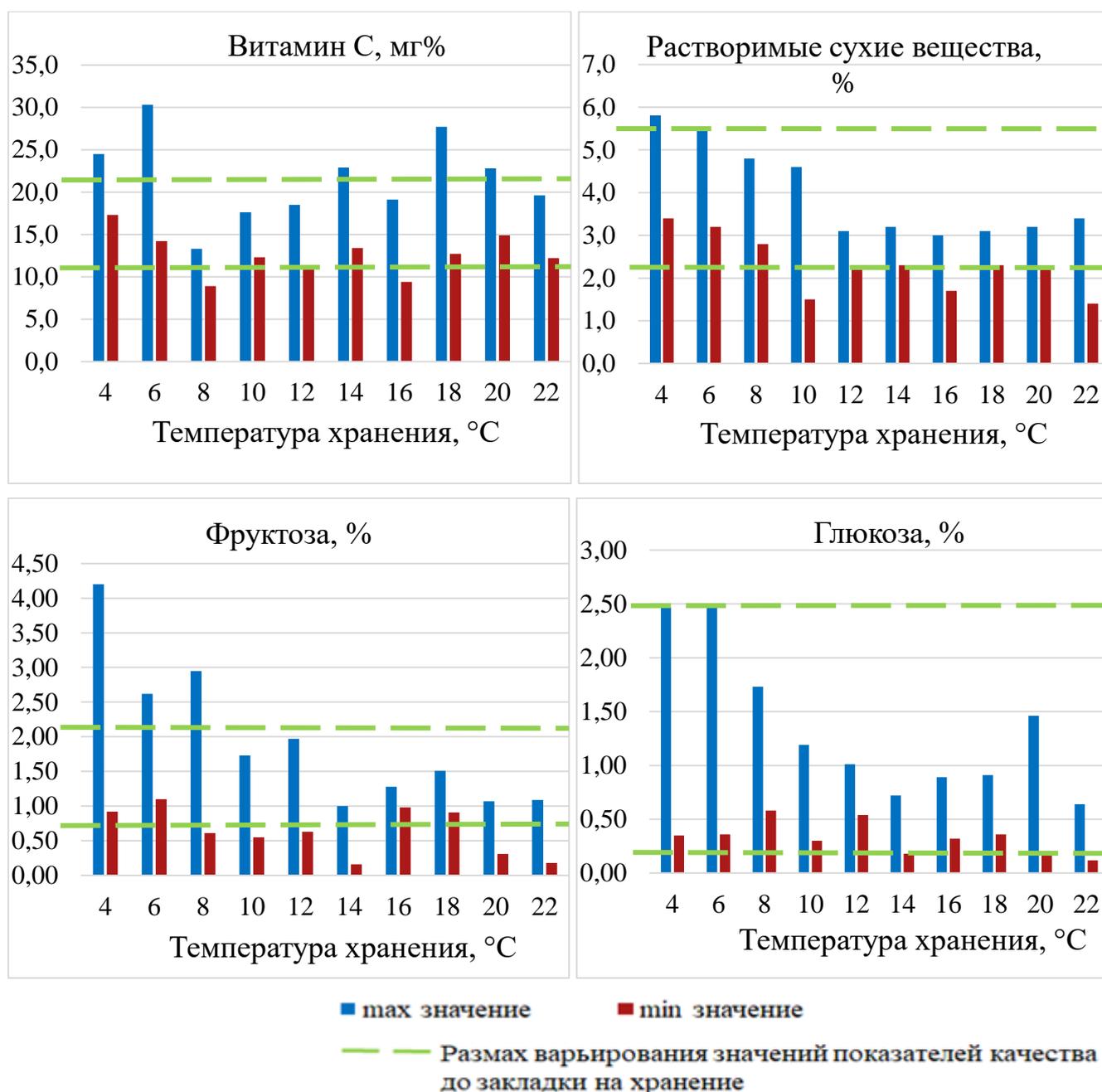


Рисунок 23 – Динамика изменения значений показателей качества томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

Содержание витамина С в период эксперимента изменялось от 30,3 до 8,9 мг% при температурах 6 и 8°C соответственно. Это объясняется тем, что витамин С не стабилен, быстро окисляется при повышении температур переходит в дегидроаскорбиновую кислоту и не титруется [173]. По растворимым сухим веществам максимальное значение зафиксировано при температуре 4°C, а минимальное при 22°C. Наибольшие содержания глюкозы и фруктозы

наблюдались при температурах 4 и 6°C, а наименьшие – при 22°C и 14°C. Значительные изменения по сахарам можно объяснить реакциями взаимопревращений [174, 175]. Наличие патогенных микроорганизмов на поверхности плодов и внутри пульпы также может оказывать влияние на биохимические показатели качества томатов.

Дисперсионный анализ по первой выборке (в одной группе были значения, полученные при плюс 8°C, в другой – при температурах, отличных от нормальной) показал, что различия в группах имеются по витамину С, глюкозе, сумме сахаров, кислотности (критический уровень значимости = 0,05, таблица 7).

Таблица 7 – Дисперсионный анализ по показателям качества свежих томатов в выборке с классификацией групп по нормальной температуре хранения и отличной от нее

Показатели	р уровень F-статистики	Однородность дисперсии	Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями Значение p	Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями		Вывод
				t статистика	t критическое двухстороннее	
Витамин С	0,07	Однородна	0,003	-	-	Различия в выборках имеются
Фруктоза	0,15	Однородна	0,09	-	-	Различий в выборках нет
Глюкоза	0,51	Однородна	0,04	-	-	Различия в выборках имеются
Сахароза	0,30	Однородна	0,78	-	-	Различий в выборках нет
Сумма сахаров	0,21	Однородна	0,04	-	-	Различия в выборках имеются
Растворимые сухие вещества	0,26	Однородна	0,15	-	-	Различий в выборках нет
Кислотность	0,26	Однородна	0,003	-	-	Различия в выборках имеются

По второй выборке (в одной группе находились значения, полученные при температурах ниже нормальной, в другой – выше нормальной) различия в группах установлены по витамину С, глюкозе, сумме сахаров, фруктозе, растворимым сухим веществам.

Перед определением t-теста по кислотности проводили F-тест на равенство средних для определения однородности дисперсий. По второй выборке (классифицировали по значениям ниже/выше нормальной температуры) полученный p уровень F-статистики дает значение 0,045. Поскольку он меньше критического уровня значимости 0,05, вероятность ошибки первого рода (гипотеза о равенстве дисперсий) отвергается. Для того, чтобы сделать вывод о верности гипотез о равенстве средних, провели анализ по двухвыборочному t-тесту с различными дисперсиями. Так как t статистика меньше t критического двухстороннего, то нулевую гипотезу необходимо принять, т.е. различие значений в группе с данными при температурах ниже плюс 8°C и значений в группе с данными при температурах выше плюс 8°C не значимо, и кислотность при изменении температур не оказывает влияние на изменение качества томатов. Для повышения достоверности выбранного уровня значимости представляется целесообразным принять ошибку первого рода о равенстве дисперсий и провести анализ по двухвыборочному t-тесту с одинаковыми дисперсиями. Вероятность отклонения правильной гипотезы (вероятность ошибки первого рода) слишком мала (1,38%), поэтому нулевая гипотеза отвергается, т.е. значения кислотности при температурах ниже и выше плюс 8°C различаются, и кислотность оказывает влияние на изменение качества томатов в зависимости от температур (критический уровень значимости = 0,05, таблица 8).

Таблица 8 – Дисперсионный анализ по показателям качества свежих томатов в выборке с классификацией групп по температуре ниже/выше нормальной

Показатели	р уровень F-статистики	Однородность дисперсии	Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями	Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями		Вывод
				Значение p	t статистика	
Витамин С	0,34	Однородна	0,004	-	-	Различия в выборках имеются
Фруктоза	$1,6 \cdot 10^{-5}$	Неоднородна	-	3,948	2,179	Различия в выборках имеются
Глюкоза	$1,3 \cdot 10^{-6}$	Неоднородна	-	2,592	0,024	Различия в выборках имеются
Сахароза	-	-	-	-	-	-
Сумма сахаров	$5,9 \cdot 10^{-6}$	Неоднородна	-	3,760	2,179	Различия в выборках имеются
Растворимые сухие вещества	0,15	Однородна	$5,4 \cdot 10^{-12}$	-	-	Различия в выборках имеются
Кислотность	0,045	Неоднородна	-	2,083	2,145	Различий в выборках нет
Кислотность	0,045	Однородна	0,014	-	-	Различия в выборках имеются

Таким образом, в обеих выборках различия имеются по витамину С, глюкозе, кислотности и сумме сахаров при всех температурах и временных интервалах. Эти параметры были отобраны для дальнейшего корреляционного анализа. Степень корреляции определялась по таблице Чеддока [176].

Корреляционный анализ изменения содержания витамина С и глюкозы на пятой точке после закладки на хранение (через 240 часов) при изменяющемся факторе «температура» показал умеренную положительную корреляцию (коэффициент Пирсона 0,45). Анализ данных при фиксированном факторе «время хранения» показал высокую корреляцию этих показателей при температуре плюс 18°C (рисунок 24), при плюс 22°C корреляция умеренная (коэффициенты Пирсона 0,76 и 0,33 соответственно), при остальных температурах корреляция слабая (при плюс 4°C коэффициент корреляции Пирсона 0,22, при плюс 8°C – 0,23, при плюс 16°C – 0,14, при плюс 20°C – 0,23) или отсутствует (при плюс 6°C коэффициент корреляции Пирсона 0,04, при плюс 10°C – 0,08, при плюс 12°C – 0,02, при плюс 14°C – 0,02).

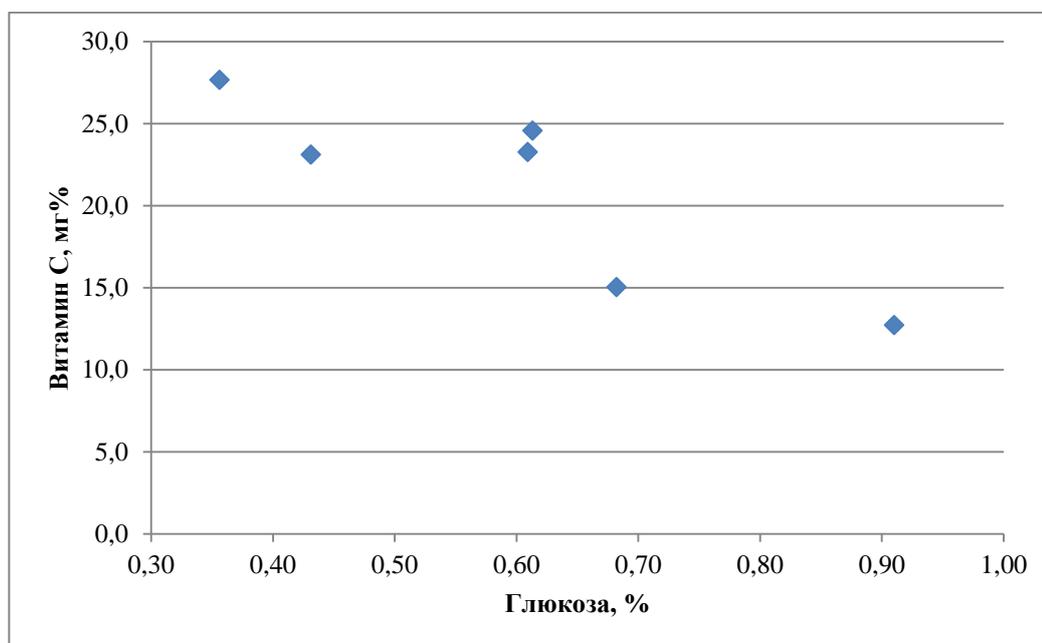


Рисунок 24 – Корреляционный анализ витамина С и глюкозы при плюс 18°C

Корреляционный анализ содержания витамина С и суммы сахаров дает тот же результат: лишь на пятой точке наблюдается умеренная положительная корреляция (коэффициент Пирсона 0,48). Умеренная корреляция наблюдается при плюс 16°C (коэффициент корреляции Пирсона 0,45); при плюс 4°C и 18°C проявляется заметная корреляция (коэффициенты корреляции Пирсона соответственно 0,55; 0,68) (рисунки 25, 26), при остальных температурах корреляция слабо выражена (при плюс 8°C коэффициент корреляции Пирсона 0,22,

при плюс 20°C – 0,30) или отсутствует (при плюс 6°C коэффициент корреляции Пирсона 0,01, при плюс 10°C – 0,04, при плюс 12°C – 0,02, при плюс 14°C – 0,05, при плюс 22°C – 0,05).

Результаты корреляционного анализа связи содержаний витамина С и глюкозы и витамина С и суммы сахаров согласуются.

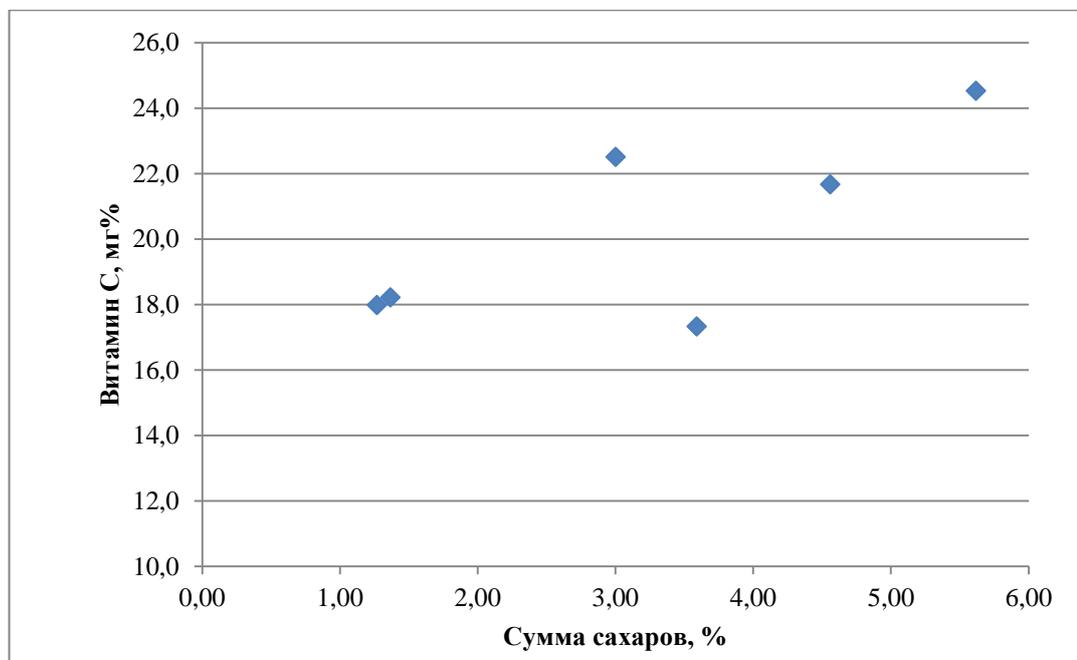


Рисунок 25 – Корреляционный анализ витамина С и суммы сахаров при плюс 4°C

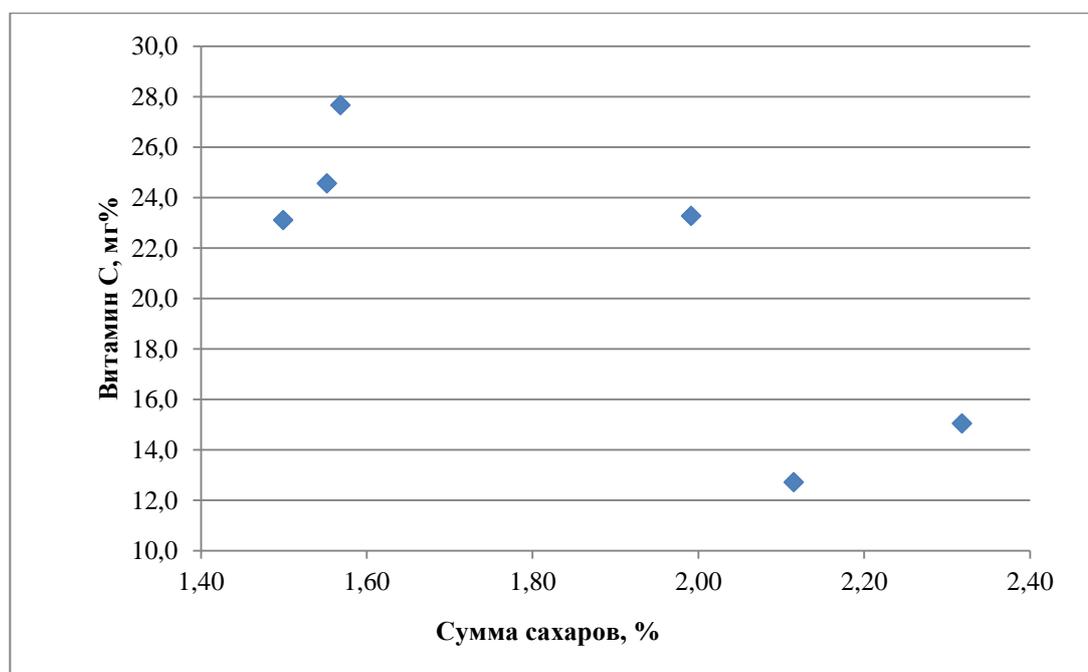


Рисунок 26 – Корреляционный анализ витамина С и суммы сахаров при плюс плюс 18°C

Параметр «сахарокислотный индекс» (соотношение сахаров к кислотам) характеризует качество продукции для консервирования томатов, данное значение для переработки томатов должно быть не ниже 6 и чем выше показатель, тем лучше вкусовые свойства плодов [177, 178]. По результатам нашего эксперимента была оценена возможность использования данного параметра для оценки качества томатов при влиянии температуры: линейной зависимости не было выявлено, только при плюс 4, плюс 8, плюс 10, плюс 12, плюс 22°C на четвертой точке (через 144 часа после закладки на хранение) наблюдается рост сахарокислотного индекса за счет значительного увеличения содержания сахара (рисунок 27). Это можно объяснить усилением дыхания и обменных процессов, активизирующих протекание окислительно-восстановительных реакций внутри плода, приводящих к перераспределению минеральных веществ. По-видимому, сахарокислотный индекс не может служить параметром оценки качества томатов в процессе хранения, это доказывает слабая корреляция или ее отсутствие при температурах выше плюс 8°C (при плюс 10°C коэффициент Пирсона составил 0,23, при плюс 12°C – 0,00, при плюс 14°C – 0,03, при плюс 16°C – 0,16, при плюс 18°C – 0,22, при плюс 20°C – 0,15, при плюс 22°C – 0,19), причем корреляция между суммой сахаров и кислотностью при нормальной температуре хранения весьма заметная – коэффициент Пирсона 0,69. При температурах ниже плюс 8°C: при плюс 4°C наблюдается слабая корреляция (коэффициент Пирсона составляет 0,24), при плюс 6°C умеренная корреляция – 0,38 [179].

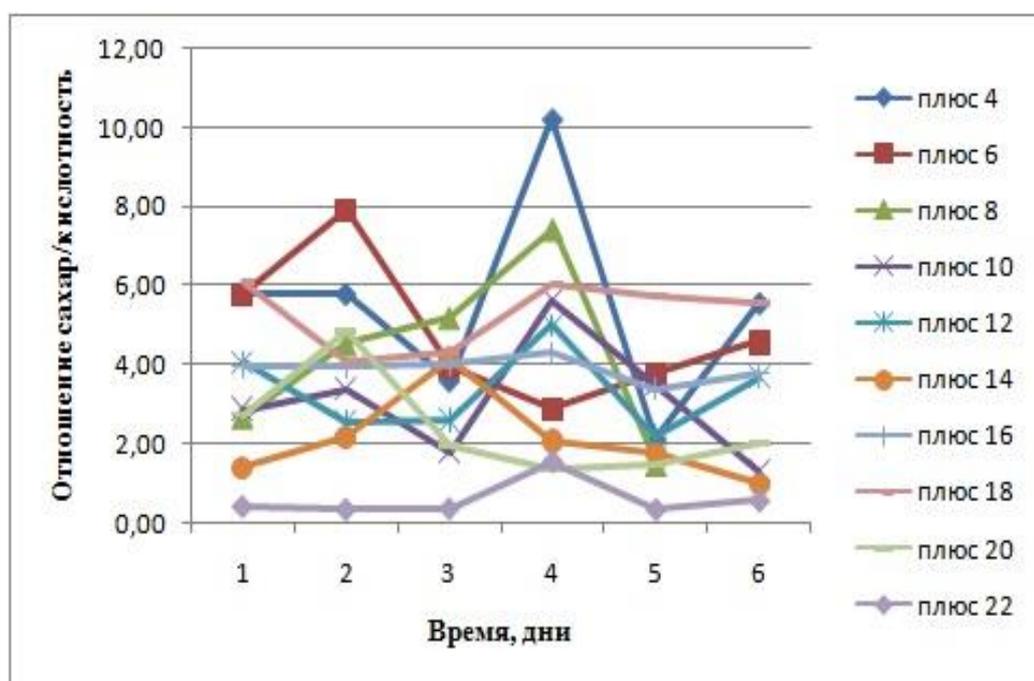
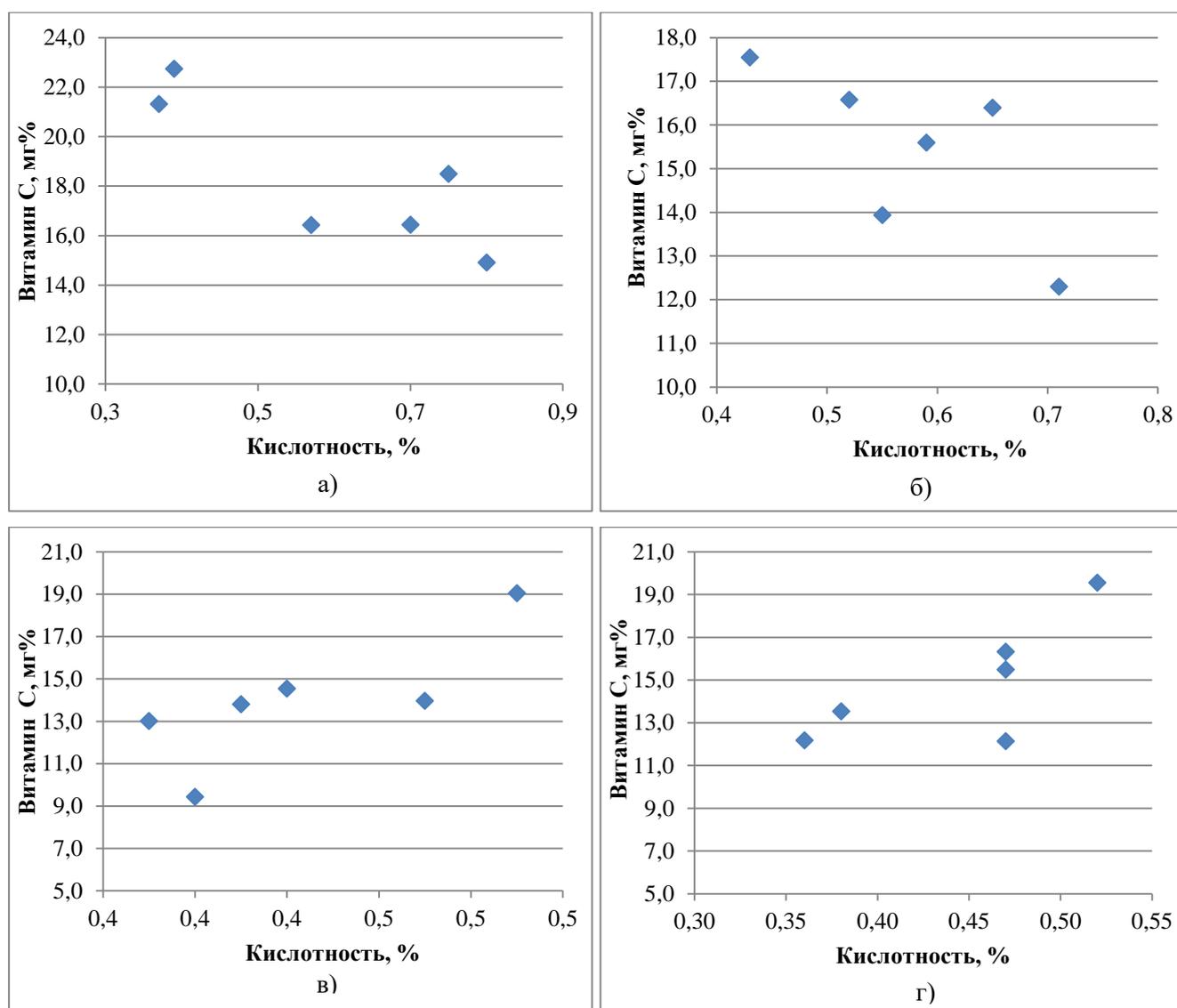


Рисунок 27 – Изменение сахарокислотного индекса томатов в процессе хранения при различных температурных режимах

Рассмотрим взаимосвязь кислотности с содержанием витамина С и глюкозы (зависимость кислотности с суммой сахаров рассмотрена ранее по сахарокислотному индексу).

Корреляционный анализ содержания витамина С и кислотности при изменяющемся факторе «температура» через 48 и 144 часов после закладки на хранение показал умеренную отрицательную корреляцию (коэффициенты Пирсона соответственно 0,45 и 0,36). Анализ данных при фиксированном факторе «время хранения» выявил тесную корреляцию при плюс 20°C (коэффициент корреляции Пирсона 0,72) (рисунок 28 а)), заметная корреляция наблюдалась при плюс 10°C (рисунок 28 б)), плюс 16°C (рисунок 28 в)), плюс 22°C (рисунок 28 г)) (при плюс 10°C коэффициент корреляции Пирсона 0,51, при плюс 16°C – 0,62, при плюс 22°C – 0,55), при плюс 18°C корреляция умеренная (коэффициент Пирсона 0,42), при плюс 12°C корреляция слабая (коэффициент Пирсона 0,21), при остальных температурах корреляция отсутствует (при плюс 4°C коэффициент корреляции Пирсона 0,03, при плюс 6°C – 0,02, при плюс 8°C – 0,00, при плюс 14°C – 0,04).



а) – при температуре плюс 20°C; б) – при температуре плюс 10°C; в) – при температуре плюс 16°C; г) – при температуре плюс 22°C

Рисунок 28 – Корреляционный анализ содержания витамина С и кислотности

Корреляционный анализ кислотности и содержания глюкозы при изменяющемся факторе «температура» через 240 часов после закладки на хранение показал умеренную положительную корреляцию (коэффициент корреляции Пирсона 0,46). Анализ данных при фиксированном факторе «время хранения» выявил заметную корреляцию при плюс 4°C и плюс 8°C (коэффициенты корреляции Пирсона соответственно 0,64; 0,70) (рисунки 29, 30), умеренная корреляция наблюдалась при плюс 18°C (коэффициент корреляции Пирсона 0,39),

при остальных температурах корреляция слабая (при плюс 6°C коэффициент корреляции Пирсона 0,24, при плюс 10°C – 0,29, при плюс 14°C – 0,13, при плюс 20°C – 0,19, при плюс 22°C – 0,18) или отсутствует (при плюс 12°C коэффициент корреляции Пирсона 0,00, при плюс 16°C – 0,00) [162].

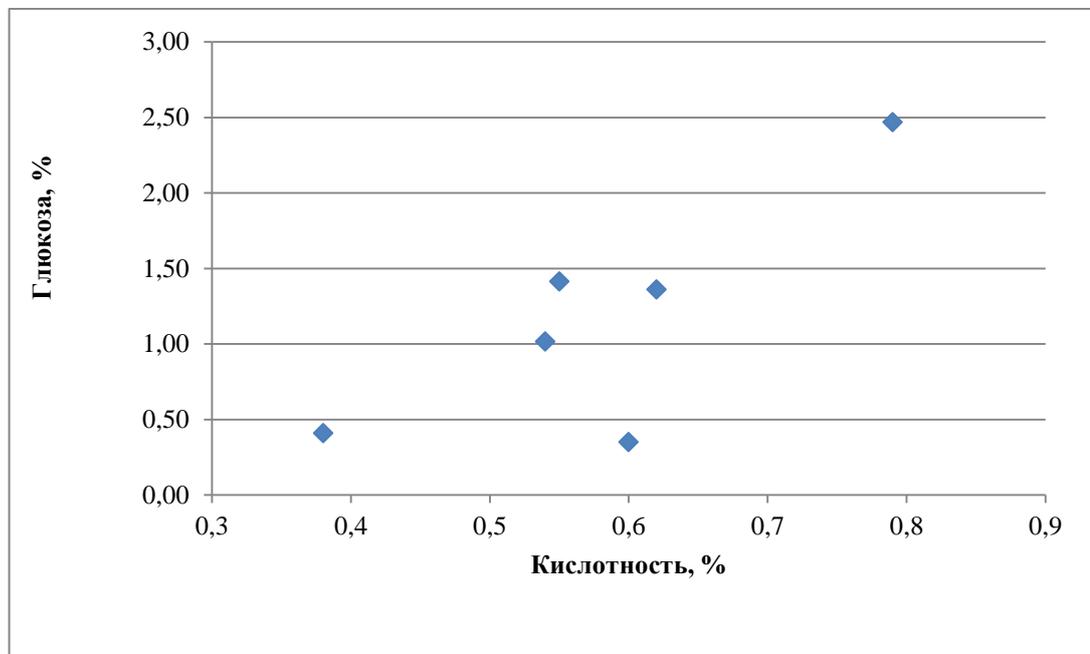


Рисунок 29 – Корреляционный анализ кислотности и содержания глюкозы при плюс 4°C

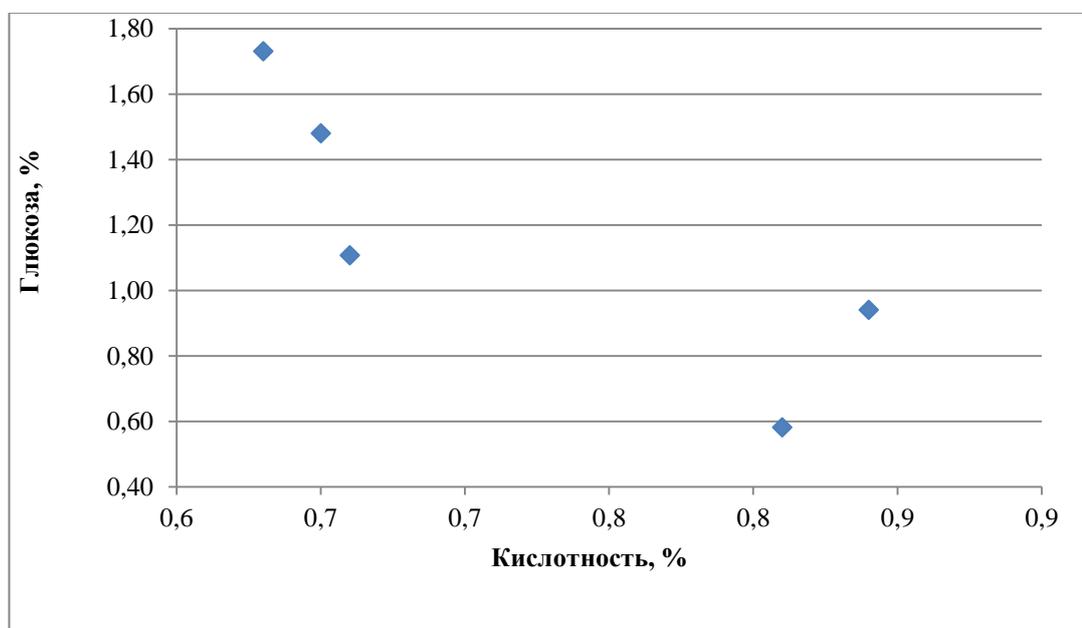


Рисунок 30 – Корреляционный анализ кислотности и содержания глюкозы при плюс 8°C

3.10 Определение коэффициентов весомости для оценки интегрального качества томатов

Была осуществлена оценка влияние каждого показателя на качество свежих томатов при разных температурных режимах. Из всех коэффициентов корреляций пар показателей при каждой температуре отобрали те, у которых степень корреляции по таблице Чеддока оказалась от 0,11 и выше (в таблице 9 выделены полужирным шрифтом).

Таблица 9 – Корреляционные зависимости показателей качества томатов

Температура хранения, °С	Корреляционные зависимости показателей				
	Витамин С – глюкоза	Витамин С – сумма сахаров	Кислотность – витамин С	Кислотность – глюкоза	Кислотность – сумма сахаров
4	0,22	0,55	0,03	0,64	0,24
6	0,04	0,01	0,02	0,24	0,38
8	0,23	0,22	0,00	0,70	0,69
10	0,08	0,04	0,51	0,29	0,23
12	0,02	0,02	0,21	0,00	0,00
14	0,02	0,05	0,04	0,13	0,03
16	0,14	0,45	0,62	0,00	0,16
18	0,76	0,68	0,42	0,39	0,22
20	0,23	0,30	0,72	0,19	0,15
22	0,33	0,05	0,55	0,18	0,19

По каждому показателю качества, который участвует 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°С) (в таблице 10).

Таблица 10 – Отклонения показателей качества от нормальной температуры хранения томатов

Температура хранения, °С	Показатели качества			
	Витамин С	Глюкоза	Сумма сахаров	Кислотность
4	1,89	1,00	1,12	0,81
6	-	0,93	1,02	0,88
10	1,43	0,58	0,58	0,80
12	1,29	-	-	0,77
14	-	0,30	-	0,69
16	1,30	0,53	0,59	0,62
18	1,95	0,51	0,64	0,49
20	1,71	0,51	0,47	0,83
22	1,38	0,29	0,36	0,62

Назначение коэффициентов весомости производили на основании экспериментальных данных методом ранжирования [180] (оценку нескольких экспертов не использовали):

1. По величине отклонения средних температур от нормальной температуры хранения (плюс 8°С) на основании таблицы 10 при каждом температурном интервале назначали коэффициенты весомости таким образом, чтобы сумма всех коэффициентов весомости показателей качества была равна 1 (таблица 11). Там, где отличий не было или отличие от эталонного значения (1,00 при плюс 8°С) наблюдалось в сотых долях, считали, что данные значения не вносят вклад в изменение качества (по глюкозе при плюс 4°С изменения качества отсутствуют, так как значение отклонения равно 1,00, по сумме сахаров при плюс 6°С – 1,02). Таким образом, можно видеть, что наибольший вклад в изменение качества томатов вносит содержание витамина С для всех температурных режимов.

Таблица 11 – Коэффициенты весомости, установленные по значениям отклонений от нормальной температуры хранения томатов

Температура хранения, °С	Коэффициенты весомости показателей качества				Сумма коэффициентов весомости
	Витамин С	Глюкоза	Сумма сахаров	Кислотность	
4	0,40	-	0,30	0,30	1
6	-	0,50	-	0,50	1
8	0,25	0,25	0,25	0,25	1
10	0,40	0,15	0,15	0,30	1
12	0,60	-	-	0,40	1
14	-	0,30	-	0,70	1
16	0,40	0,15	0,15	0,30	1
18	0,45	0,16	0,25	0,14	1
20	0,45	0,15	0,15	0,25	1
22	0,40	0,12	0,18	0,30	1

1. 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) (в таблице 12 выделены полужирным шрифтом коэффициенты весомости, к которым дополнительно было добавлено 0,05). Если выявлялись параметры, у которых число участий в зависимостях с другими показателями было одинаково, то наиболее весомый показатель определяли по его наибольшей степени корреляции. Данное правило применимо к температурным режимам плюс 18°C, 20°C. После увеличения экспертной оценки 0,05 проводили нормировку коэффициентов весомости (т.е. делили на полученную сумму каждый коэффициент), чтобы их сумма была 1 (таблица 13).

Таблица 12 – Коэффициенты весомости показателей качества с учетом числа
участий в корреляционных зависимостях

Температура хранения, °С	Коэффициенты весомости показателей качества				Сумма коэффициентов весомости
	Витамин С	Глюкоза	Сумма сахаров	Кислотность	
4	0,40	-	0,30	0,30	1
6	-	0,50	-	0,55	1,05
10	0,40	0,15	0,15	0,35	1,05
12	0,60	-	-	0,40	1
14	-	0,30	-	0,70	1
16	0,45	0,15	0,15	0,30	1,05
18	0,50	0,16	0,25	0,14	1,05
20	0,45	0,15	0,15	0,25	1
22	0,40	0,12	0,18	0,35	1,05

Таблица 13 – Коэффициенты весомости показателей качества с учетом
нормировки

Температура хранения, °С	Коэффициенты весомости показателей качества				Сумма коэффициентов весомости
	Витамин С	Глюкоза	Сахара	Кислотность	
6	-	0,476	-	0,524	1
10	0,381	0,143	0,143	0,333	1
16	0,429	0,143	0,143	0,286	1
18	0,476	0,152	0,238	0,133	1
22	0,381	0,114	0,171	0,333	1

При плюс 6°С и 10°С добавили значимость кислотности, при плюс 16°С – содержания витамина С, при плюс 18°С учли более высокие степени корреляции содержания витамина С и соответственно увеличили его коэффициент весомости на 0,05 (в таблице 12 выделено полужирным шрифтом). Одинаковое количество

участий витамина С и кислотности наблюдается при плюс 20°С в зависимостях с другими показателями, соответственно дополнительную весомость не назначили ни одному показателю в рамках данной температуры. При плюс 22°С наиболее весомым показателем является кислотность, значимость которого была увеличена на 0,05 в рамках данного температурного режима (таблица 14).

Таблица 14 – Определение наиболее весомого показателя при различных температурах

Показатели качества	Значение степеней корреляций																	
	6°С		10°С			16°С			18°С			20°С			22°С			
Витамин С	-	-	З	-	-	С	У	З	Т	З	У	С	С	Т	У	З	-	
Глюкоза	С	-	С	-	-	С	-	-	Т	У	-	С	С	-	У	С	-	
Сумма сахаров	У	-	С	-	-	У	С	-	З	С	-	С	С	-	С	-	-	
Кислотность	С	У	З	С	С	З	С	-	У	У	С	Т	С	С	З	С	С	

Условные обозначения силы связи: С – слабая; У – умеренная; З – заметная; Т – тесная.

Корректность описанного подхода к выбору наиболее значимого показателя качества с учетом числа участия в корреляционных зависимостях и значений весомостей показателей доказывается наличием прямой взаимозависимости между коэффициентами корреляций данного показателя и коэффициентами весомости соответствующих биохимических показателей качества, исключение составляет лишь при плюс 18°С значений содержаний глюкозы и суммы сахаров, вероятно, из-за малой разницы коэффициентов корреляций содержания витамина С с содержанием глюкозы 0,76 и содержания витамина С с суммой сахаров – 0,68, где разница между показателями составляет 0,08.

Изменение качества томатов на основании комплексного изменения биохимических параметров представляет научный интерес. Для этого провели оценку вклада каждого показателя в суммарное изменение качества путем определения «предварительного интегрального качества».

Например, при плюс 4°C предварительное интегральное качество $I_t = 1,89*0,40 + 1,12*0,30 + 0,81*0,30 = 1,335$ (с учетом данных в таблицах 10, 11).

Далее рассчитали отклонения интегрального качества при температурах, отличных от плюс 8°C, 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 15 представлено изменение интегрального качества от меньшего к большему.

Таблица 15 – Интегральное качество томатов при различных температурных режимах хранения

Температура хранения, °C	10	12	6	16	20	22	18	4	14
Интегральное качество	0,023	0,082	0,096	0,106	0,124	0,173	0,224	0,335	0,427

Экспериментальное исследование показало, что линейная зависимость от времени хранения по каждому показателю качества не обнаружена, а оценку изменения качества томатов допустимо делать по интегральному качеству, которое включает в себя коэффициенты весомости всех показателей на основании их отклонений от нормальной температуры хранения, учет корреляционных зависимостей и степень их корреляции. По величине отклонения интегрального качества от значения при нормальной температуре хранения (плюс 8°C) можно оценить изменение качества за сутки. Поскольку значение интегрального качества рассчитано по экспериментальным данным по изменению значений биохимических показателей томатов при хранении в течение 10 суток, можно оценить изменение качества в % за 1 сутки (таблица 16). Данный параметр рассчитываем в %, и для модели прогнозирования это и будет коэффициент

ухудшения качества $K_{у.к.}$, на основании которого есть возможность оценить качество товара к моменту его доставки [162].

Таблица 16 – Температурная динамика ухудшения качества томатов

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

Как видно, наибольшее изменение биохимических параметров качества томатов происходит при температурах плюс 22, 18, 14 и 4°С, а в диапазоне температур от плюс 6 до 14°С они сохраняют свою стабильность, что может стать основой для оптимизации условий хранения.

3.11 Разработка методики оценки качества для свежей плодоовощной продукции (на примере томатов)

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), который показывает изменение интегрального качества в % за одни сутки (формула 4).

$$I = |I_t - 1| * 100/n \quad (4),$$

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 5).

$$I_t = \sum k_i f_i \quad (5),$$

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.

Выбор биохимических показателей, влияющих на качество в условиях хранения при различных температурах, предлагается осуществлять на основе результатов эксперимента по наличию различий в значениях каждого показателя в двух выборках данных (в одной выборке разделяли данные по признаку нормальной температуры хранения и отличной от нее, в другой классифицировали по значениям ниже/выше нормальной температуры) с помощью дисперсионного анализа. Отбор характеристик, влияющих на качество, проводили по корреляционным зависимостям на основе критерия Пирсона (от 0,11 и выше) и оценки степени их взаимосвязи по таблице Чеддока.

Назначение коэффициентов весомости осуществляли следующим образом:

1. По величине отклонения средних температур от нормальной температуры хранения в каждом температурном интервале назначали коэффициенты весомости таким образом, чтобы сумма всех коэффициентов весомости показателей качества была равна единице. Если отличий не было или отличие от эталонного значения наблюдалось в сотых долях, считали, что данные значения не вносят вклад в изменение качества.
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 [162].

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

Из всех способов доставки импортной скоропортящейся продукции можно выделить два, при которых свежая плодоовощная продукция поставляется достаточно быстро при умеренных затратах на поставку:

1) морской способ доставки: судна – порт – таможенный контроль – центральные склады – точки продаж;

2) сухопутный способ доставки: автомобили – таможенный контроль – центральные склады – точки продаж;

Для свежей плодоовощной продукции можно выделить следующие определяющие параметры, значительно влияющие на качество:

- категория товара;
- срок жизни;
- температура;
- точка росы;
- отбраковка;
- товарное соседство.

Исходя из логистической цепи поставки и параметров, по которым ведется учет, можно составить методику оценки качества (рисунок 31), в которой контроль качества 1 – это точка контроля за границей РФ (до таможенного органа), прогнозы качества 2, 3 включают контроль в порту/транзитных складах, прогноз качества 4 учитывает сформированный маршрут доставки.

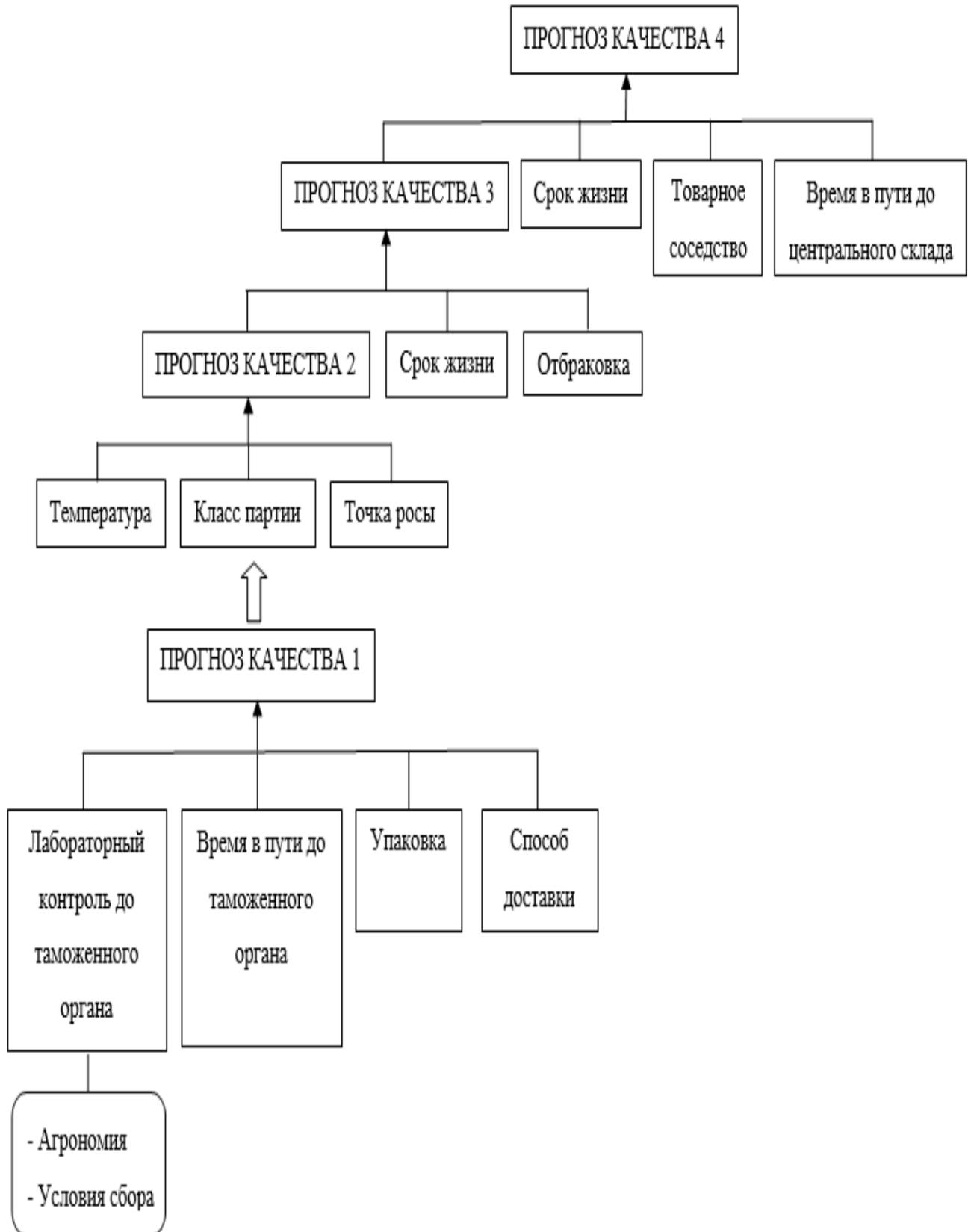


Рисунок 31 – Методика оценки качества плодоовощной продукции
(на примере томатов)

Категория товара – показатель, который специалисты по качеству оценивают визуально, на основе статистической выборки, категорию товара присваивают в процентном соотношении в рамках одной партии поставленного товара согласно нормативным документам.

В определении партии товара не используют товар высшего сорта, который менее всего подвержен ухудшению качества и влиянию на ухудшение реализации, чем другие категории товара, а также встречается в исключительных случаях к моменту доставки товара в таможенные органы. Для прогноза качества всей партии товара необходимо определить число классов и ввести обобщающую характеристику класса партии:

- 1) партия 1-го класса – наличие товара 1-ой категории более 75%;
- 2) партия 2-го класса – наличие товара 2-ой категории более 20%;
- 3) некондиционная партия (брак) – наличие товара категории «брак» более 2%.

Цифровые показатели при определении партии товара – значения контрольных параметров, индивидуальных для каждой организации. Нами введены 3 класса партии, возможно расширение числа классов по различным комбинациям категорий товаров индивидуально для каждого предприятия [171, 181].

Классификацию по категориям 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 [163] по сбыту и реализации свежих томатов регламентированы недопустимые дефекты, по которым возможны допуски с учетом особых положений, предусмотренных для каждого сорта:

1. Повреждения или нарушения, ухудшающие качество продукта;
2. Различимая помятость (мягкие участки поверхности), приводящая к порче мякоти, вследствие небрежной погрузки/разгрузки и/или чрезмерно плотной упаковки;
3. Свежие трещины, вызываемые небрежной погрузкой и разгрузкой;

4. Незарубцевавшиеся трещины (концентрические или радиальные), вызываемые особенностями созревания;
5. Незарубцевавшиеся повреждения, вызываемые градом, проявляющиеся в форме глубоких язвин или опробковелых шероховатых образований;
6. Повреждения, вызываемые болезнями;
7. Повреждения, вызываемые низкими температурами;
8. Видимые следы земли, пыли, остатков химических веществ или другие видимые посторонние вещества;
9. Признаки увядания или утраты плотности мякотью;
10. Наличие насекомых или других вредителей;
11. Повреждения, вызываемые насекомыми-вредителями;
12. Повышенная поверхностная влажность (требование не относится к конденсации на продукте, возникающей после прекращения холодного хранения или перевозки в рефрижераторе);
13. Наличие постороннего запаха и/или привкуса [182].

Рассмотрим каждый прогноз качества товара, обозначенный на модели.

Прогноз качества 1

По контролю качества до границы РФ имеется возможность отследить нарушения, при наличии которых уже до перевозки можно отказаться от товара, не отвечающего установленным стандартам качества, в соответствии с условиями поставки, минимизируя таким образом финансовые риски потребителя. На основании данного контроля есть возможность сделать вывод о приемлемости/неприемлемости отклонений в продукции к моменту доставки на границу.

Прогноз качества 2

Прогноз качества на данном этапе 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.

Необходимыми параметрами для составления прогноза являются класс партии, температура и точка росы. Информацию об этих данных предоставляет таможенный терминал. Для каждого класса партии и вида товара температурные отклонения будут индивидуальны (таблица 17). Немаловажным является учет параметра нарушения температурного режима, который должен иметь место лишь в случае отсутствия дозаривания товара при перевозке.

Параметр «точка росы» – достижение такого уровня температуры, при которой водяной пар конденсируется в жидкость.

Таблица 17 – Прогноз качества 2 свежей плодоовощной продукции (на примере томатов)

Условие	Прогнозируемое состояние качества
1) партия 1-го класса, t в норме 2) партия 2-го класса, t в норме 3) некондиционная партия, t в норме	Снижение качества не прогнозируется
1) партия 1-го класса, t не соответствует норме 2) партия 2-го класса, t не соответствует норме 3) некондиционная партия, t не соответствует норме 4) любая из классов партий с достигнутым значением точки росы (значение t не учитывается – может как соответствовать норме, так и не соответствовать)	Имеется вероятность снижения качества

Прогноз качества 3

Данный прогноз качества дает представление о качестве товара к концу срока его жизни, но не позволяет охарактеризовать его качество к моменту доставки на центральный склад (таблица 18).

Таблица 18 – 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 4). На значение параметра $K_{у.к.}$ будут оказывать влияние отсутствие переборки товара от брака, товарное соседство (в прогнозе качества 3), и проявление данных параметров приведет к увеличению $K_{у.к.}$. Но поскольку данные параметры трудно оценимы в числовом эквиваленте, то они могут свидетельствовать только о направлении изменения качества, в данном случае его уменьшении [171, 181].

Прогноз качества 4

Прогноз качества на данном этапе довольно точный и позволяет получить представление о качестве товара к моменту доставки его на центральный склад (формула 6), а в случае неудовлетворительных результатов скорректировать маршрут (выбор другого центрального склада) или время проведения товара в пути (таблица 19).

Таблица 19 – 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) × время в пути = % ухудшения качества к моменту доставки на центральный склад	1) товар просрочен 2) малый срок годности товара 3) достаточный срок годности товара

$$t = S_1/S_2 \quad (6),$$

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

S_2 может быть реальным или максимальным (специалисты должны осуществлять выбор, исходя из прогноза качества 3). Под максимальным расстоянием понимается расстояние, которое водитель может проехать без остановок на отдых либо с минимальным количеством остановок на отдых [181].

Товарное соседство – зависимость продукции от влияния выделяемого этилена товарами, находящимися вблизи, при хранении/транспортировке. Если продукт чувствителен, то на значение качества это также окажет влияние. Доля влияния данного параметра должна варьироваться от количества времени нахождения этилен-чувствительных товаров с товарами-катализаторами их вызревания, и для каждого товара данный параметр должен быть индивидуален [171].

Совершенствование технологии хранения на основе системы оценки и прогнозирования качества для свежей плодоовощной продукции, реализуемой торговыми предприятиями, обеспечит возможность контроля качества продукции и гибкое управление логистическими маршрутами на основе прогнозных данных

об ухудшении продукции, а потребителю обеспечит доставку свежей продукции с высоким качеством.

5 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Усовершенствованная технология транспортировки и хранения на основе системы оценки и прогнозирования качества свежей плодоовощной продукции, базирующаяся на измерении ключевых биохимических показателей плодов при хранении в определенных температурных режимах (плюс 6, плюс 10 – плюс 16°C), была апробирована на предприятии общественного питания ООО «Анприс». Применение данной методики обеспечивает возможность прогнозирования качества свежих томатов в процессе хранения и своевременного применения продукции надлежащего качества в производстве на предприятиях общественного питания.

Апробацию методики оценки качества свежей плодоовощной продукции проводили на свежих томатах сорта «Торбаш» объемом 400 кг, период хранения составил 21 день. Подготовка к хранению включала такие технологические процессы, как сортировка партии по классу, сроку жизни плодов и калибровка.

Экономический эффект внедрения методики оценки качества для свежих томатов в процессе хранения при различных температурах приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Экономический эффект внедрения методики оценки качества свежей плодоовощной продукции на примере томатов в процессе хранения

Показатель	Методика хранения	
	Традиционная	Разработанная
Закупочная цена 1 тонны томатов, тыс. руб.	47,5	47,5
Общая сумма затрат организации общественного питания на реализацию 1 тонны томатов, тыс. руб.	5,3	5,3
Величина потерь, тыс. руб. на тонну томатов	7,0	2,2
Полная себестоимость тонны реализуемой продукции, тыс. руб.	58	58
Розничная цена тонны, тыс. руб.	72	70
Прибыль до налогообложения	23,3	30,5
Экономический эффект, тыс. рублей на 1 тонну	-	7,2

Из данных в таблице 20 следует, что экономический эффект от внедрения методики оценки качества одной тонны свежих томатов составит 7,2 тыс. руб. Данный экономический эффект будет достигнут за счет сокращения величины потерь томатов от микробиологической порчи и естественной убыли из-за возможности прогнозирования срока жизни плодов при хранении в определенном температурном режиме и своевременной переработки или употребления свежей продукции в пищу.

Применение усовершенствованной технологии обеспечивает эффективное хранение томатов на предприятиях общественного питания за счет сокращения издержек в результате снижения величины потерь томатов в процессе хранения и реализации.

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 «Гандер». 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°C, на 10-е сутки хранения отмечено отсутствие абсолютного отхода при температурных режимах от плюс 6 до плюс 12°C, а наибольшее количество потерь было зафиксировано при плюс 14°C – 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°C во временном интервале от закладки на хранение до 6-го–8-го дня хранения. При высоких температурах (плюс 22, плюс 20°C) наибольшее изменение органолептических показателей наблюдалось на 10-е сутки хранения.

5. Показано, что хранение свежих томатов при температурах плюс 4, плюс 16 – плюс 22°C приводит к преобладанию микробиологических потерь над потерями в результате естественной убыли. Максимальное значение по микробиологическим потерям зафиксировано при плюс 18°C – 9,4%, минимальное – при плюс 16°C (5,5%). Наибольшее количество потерь от естественной убыли наблюдалось при плюс 14°C, минимальное – при 22°C.

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 квалиметрической 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°C. 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сутормина, А. В. Влияние степени зрелости на сохраняемость и качество плодов томата сорта Яхонт / А. В. Сутормина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 14.
2. Чиркова, И.Г. Социально-экономические аспекты развития тепличного овощеводства с целью импортозамещения / И.Г. Чиркова, А.Д. Болгов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 3(43). – С. 244.
3. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy
4. ГОСТ 34298-2017 Томаты свежие. Технические условия. – Введ. 01.07.2018. – М.: Стандартиформ, 2018. – 9 с.
5. ГОСТ 1725-2019 Томаты свежие для промышленной переработки. Технические условия. – Введ. 01.07.2020. – М.: Стандартиформ, 2017. – 8 с.
6. Маслова, Г.М. Конъюнктура рынка свежих плодов / Г.М. Маслова // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2016. – № 1(9). – С. 69.
7. Обзор агропродовольственной аграрной политики в постсоветских странах 2014–15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/documents/card/ru/c/404ec1e0-0a31-4134-8390-a02dea6c9d24/>
8. Кравченко, Л.И. Итоги государственной политики импортозамещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusrand.ru/docconf/itogi-gosudarstvennoj-politiki-importozameshenija>
9. Минаков, И.А. Проблемы обеспечения населения овощной продукцией и пути их решения / И.А. Минаков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 133.
10. Тимирчинская, О. Эмбарго не помогло: почему России не хватает еды. Почему Россия провалила импортозамещение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/business/2019/07/19/12508183.shtml>

11. Полякова, Е.В. Агропродовольственная политика РФ в условиях санкций / Е.В. Полякова // «Молодежь и системная модернизация страны»: сборник научных статей 2-й Международной научной Конференции студентов и молодых ученых. – 2017, Курск. – Т. 1. – С. 389.

12. Porat, R. Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications, causes, and means of prevention / R. Porat, A. Lichter, L. A. Terry, et. al. // *Postharvest Biology and Technology*. – 2018. – P. 135.

13. Валеева, Ю.С. Экономическое содержание интенсивного развития услуг розничных торговых сетей / Ю.С. Валеева, О.В. Мартынова // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. – 2013. – № 5. – С. 87.

14. Сытова, А.Ю. Современные тенденции предпринимательской деятельности на рынке товаров и услуг: региональный аспект / А.Ю. Сытова, С.В. Тарасов // *Социально-экономические явления и процессы*. – 2014. – № 3(61). – С. 121.

15. Розничная торговля и услуги населению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/retail/#

16. Магомедова, А.Н. Розничные торговые сети: особенности и тенденции развития / А.Н. Магомедова // *Инновации и инвестиции*. – 2013. – №7. – С. 240.

17. Леонов, Д.И. История и прогноз развития розничных торговых сетей в России / Д.И. Леонов, М.Б. Бурмистров // *Управление каналами дистрибуции*. – 2012. – № 01(29). – С. 28.

18. Котова, З.П. Влияние агротехнических факторов на формирование урожайности картофеля в условиях европейского севера / З.П. Котова // *Аграрный Вестник Урала*. – 2013. – №4 (110). – С. 50-52.

19. Григоров, М.С. Оптимизация агротехнических приемов выращивания томатов для безопасного питания / М.С. Григоров, Ю.В. Кузнецов // *Известия*

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профильное образование. – 2009. – № 4(16). – С. 25-30.

20. Гарба, М.Б. Результаты экспериментальных исследований процесса однозернового высева семян овощных культур в кассеты барабанно-вакуумным высевающим аппаратом / М.Б. Гарба, А.А. Шупилов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – С. 127.

21. Зволинский, В.П. Влияние условий минерального питания на урожайность культуры томат в условиях Нижнего Поволжья / В.П. Зволинский, Л.П. Ионова, А.А. Шершнева // Известия Нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профильное образование. – 2012. – №4(28). – С. 1-3.

22. Гусейнов, Ю.А. Эффективность возделывания ранних сортов томата / Ю.А. Гусейнов, К.И. Алиев, С.М. Якубов, Г.К. Алемсетова // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 2(10). – С. 16-21.

23. Борисова, А.В. Экспериментальное определение физико-химических и антиоксидантных показателей четырех видов овощей / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 1-5.

24. Шамилов, М.Ш. Отдельные элементы мерчендайзинга сельскохозяйственной продукции на предприятиях розничной торговли / М.Ш. Шамилов // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 2(56). – С. 39-40.

25. Успенский, И.А. Возможности повышения эффективности уборочно–транспортного процесса плодоовощной продукции / И.А. Успенский, И.А. Юхин, В.А. Шафоростов и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 110(06). – С. 1-7.

26. Резго, Г.Я. Физические процессы, происходящие при хранении продовольственных товаров / Г.Я. Резго, М.А. Николаева // Сибирский торгово–экономический журнал. – 2010. – № 10. – С. 83-88.

27. Гудковский, В.А. Инновационные технологии хранения плодов / В.А. Гудковский, Л.В. Кожина, А.Е. Балакирев, Ю.Б. Назаров // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – С. 72.

28. Колобов, С.В. Товароведение и экспертиза плодов и овощей: учебное пособие / С.В. Колобов, В.К. Памбухчиянц. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2014. – 126 с.

29. Елисеева, Л.Г. Товароведение однородных групп продовольственных товаров: учеб. для бакалавров / Л.Г. Елисеева, Т.Г. Родина, А.В. Рыжакова и др.; под ред. д-ра техн. Наук, проф. Л.Г. Елисеевой. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2014. – 44-47 с.

30. Закирова, А.Ш. Влияние биополимерного покрытия на микрофлору и органолептические свойства клубники и малины / А.Ш. Закирова, З.А. Канарская, С.К. Зариповаи др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 157-162.

31. Матвиенко, А.Н. Технологии хранения фруктов и овощей для производства консервированной продукции / А.Н. Матвиенко, В.В. Лисовой, М.А. Казиминова и др. // Новые технологии. – 2014. – № 1. – С. 22-28.

32. Шмарков, С.В. Факторы, влияющие на качество продовольственных товаров / С.В. Шмарков // Экономическая среда. – 2015. – № 3(13). – С. 80.

33. Джиоев, А.З. Инновации в системах управления контейнерными терминалами // Системный анализ и логистика. – 2013. – № 10. – С. 4.

34. Мальцева, С. Перспективные подходы и информационные технологии для управления логистикой и автотранспортом (Часть II) / С. Мальцева, А. Дорофеев, В. Корнилов // Логистика. – 2014. – № 10(95). – С. 40.

35. Гладкий, В.Р. Роль транспортного обслуживания в логистических системах / В.Р. Гладкий // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2018. – № 3. – С. 294.

36. Гулягина, О.С. Эффективный путь развития экономики – формирование цепей поставок. Теоретический аспект / О.С. Гулягина // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Логистические системы в глобальной экономике». – Красноярск, 2017. – С. 114.

37. Ковалев, М.Н. Сетевая модель цепей поставок / М.Н. Ковалев // Логистические системы в глобальной экономике. – 2014. – № 4. – С. 123-125.
38. Носаченко, Н.Н. Логистическая оптимизация цепей поставок товаротранспортной сети региона / Н.Н. Носаченко // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2014. – № 1(45). – С. 57-58.
39. Гаджинский, А.М. Логистика: учебник для бакалавров / А.М. Гаджинский. – Изд. 21-е. – М.: Дашков и К, 2013. – 420 с.
40. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров / В.И. Сергеев. – М.: ЮРАЙТ, 2014. – 479 с.
41. Канке, А.А. Логистика: учебник / А.А. Канке, И.П. Кошечая. – М.: Форум: Инфра-М, 2008. – 384 с.
42. Брутян, М.М. К вопросу оценки уровней готовности логистики при реализации высокотехнологичных инновационных проектов / М.М. Брутян // Креативная экономика. – 2014. – № 4(88). – С. 101.
43. Негомедзянов, Г.Ю. Координация развития звеньев цепи поставок (на примере фокусной компании и логистического посредника) / Г.Ю. Негомедзянов, Ю.А. Негомедзянов // Логистика сегодня. – 2013. – № 1. – С. 50.
44. Самылина, В.А. Управление качеством продукции – гарантия ее преимущества в конкурентной борьбе / В.А. Самылина // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2014. – № 2(7). – С. 40.
45. Исимова, Н.О. Транспортная логистика / Н.О. Исимова, Г.И. Шепелин // Наука через призму времени. – 2018. – № 6(15). – С. 73.
46. Адамова, А.А. Транспорт как базовый элемент в современных транспортно–логистических системах / А.А. Адамова // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 4–1(13). – С. 9.
47. Eriksson, M. Food losses in six Swedish retail stores: Wastage of fruit and vegetables in relation to quantities delivered / M. Eriksson, I. Strid, P. Hansson // Resources, Conservation and Recycling. – 2012. – № 68. – P. 14.

48. Минаева, Т.В. Рассмотрение процесса хранения продуктов, разработка и расчет аппарата кратковременного хранения плодов и овощей сферической формы / Т.В. Минаева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 146.

49. Lebersorger, S. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures / S. Lebersorger, F. Schneider // Waste Management. – 2014. – № 34. – P. 1911.

50. Ghezavati, V. R. A Benders' decomposition algorithm for optimizing distribution of perishable products considering postharvest biological behavior in agri–food supply chain: a case study of tomato / V.R. Ghezavati, S. Hooshyar, R. Tavakkoli–Moghaddam // Central European Journal of Operations Research. – 2017. – Vol. 25, № 1. – P. 29-51.

51. Tao, Y. Neuro–fuzzy modeling to predict physicochemical and microbiological parameters of partially dried cherry tomato during storage: effects on water activity, temperature and storage time / Y. Tao, Y. Li, R. Zhou, et. al // Journal of Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 53, № 10. – P. 3685-3694.

52. East, A.R. Accelerated libraries to inform batch sale scheduling and reduce postharvest losses of seasonal fresh produce / A.R. East // Biosystems Engineering. – 2011. – № 109. – P. 1.

53. Blackburn, J.D. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce / J.D. Blackburn, G.D. Scudder // Production and Operations Management. 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 129-137.

54. Li, D. Sustainable food supply chain management / D. Li, X. Wang, H. Chan, R. Manzini // Production Economics. – 2014. – № 152. – P. 1-8.

55. Bechini, A. Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e–business / A. Bechini, M.G. Cimino, F. Marcelloni, et. al // Information and Software Technology. – 2008. – № 50(4). – P. 342-359.

56. Wilson, T.P. Food safety and traceability in the agricultural supply chain: using the internet to deliver traceability / T.P. Wilson, W.R. Clarke // Supply Chain Management: An International Journal. – 1998. – № 3(3). – P. 127-133.

57. Angeles, R. RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues / R. Angeles // *Information System Management*. – 2005. – № 22(1). – P. 51
58. Karkkainen, M. Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging / M. Karkkainen // *Retail Distribute Management*. – 2003. Vol. 31, № 10. – P. 529-536.
59. Kelepouris, T., Pramataris K., Doukidis G. RFID-enabled traceability in the food supply chain // *Industrial Management & Data Systems*. – 2007. – Vol. 107, № 2. – P. 183-200.
60. Tajima, M. Strategic value of RFID in supply chain management / M. Tajima // *Journal of Purchasing and Supply Management*. – 2007. – Vol. 13, № 4. – P. 261-273.
61. Visich, J.K. Empirical evidence of RFID impacts on supply chain performance / J.K. Visich, L. Suhong, B.M. Khumawala, et. al. // *International Journal of Operations & Production Management*. – 2009. – Vol. 29, № 12. – P. 1290-1315.
62. Zhang, Y. Design of fresh food sensory perceptual system for cold chain logistics / Y. Zhang, R. Cheng, S. Chen // *4th Annual International Conference on Wireless Communication and Sensor, Network, 2018*. – P. 1-6.
63. Овермайер, Л. Взаимодействующие разнонаправленные мелкомасштабные модули для интралогистических операций / Л. Овермайер, К. Венц, С. Фалькенберг // *Логистика сегодня*. – 2011. – № 05 – С. 47.
64. Imran, M. Active food packaging evolution: transformation from micro – to nanotechnology / M. Imran, A.-M. Revol-Junelles, A. Martyn, et.al. // *Crit Rev Food Sci Nutr*. – 2010. – № 50(9). – P. 799-821.
65. Lopez-Rubio, A. Overview of active polymer based technologies for food application / A. Lopez-Rubio, E. Almenar, P. Hernandez-Munoz, et.al. // *Food Revolution International*. – 2004. – Vol. 20, № 4. – P. 357-387.
66. Ozdemir, M. Active food package ingtechnologies / M. Ozdemir, J.D. Floros // *Critical Reviews in Food Science Nutrition*. – 2004. – Vol. 44, № 3. – P. 185-193.

67. Снижение товарных потерь по группе овощи–фрукты // Время бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.camcomp.com/snizhenie-tovarnyih-poter-po-gruppe-ovoschi-fruktyi.html>
68. Fritz, M. Food chain management for sustainable food system development: a European research agenda / M. Fritz, G. Schiefer // *Agribusiness*. – 2008. – Vol. 24, № 4. – P. 440-452.
69. Jones, P. Moving towards sustainable food retailing? / P. Jones, D. Comfort, D. Hiller // *International Journal of Retail & Distribution Management*. – 2008. – Vol. 36, № 12. – P. 995-1001.
70. Wang, X. Optimisation of traceability and operations planning: an integrated model for perishable food production / X. Wang, D. Li, C. O'Brien // *International Journal of Production Research*. – 2009. – Vol. 47, № 11. – P. 2865-2886.
71. Wang, X. Adding value of food traceability to businesses: a supply chain management approach / X. Wang, D. Li, L. Li // *International Journal of Services Operations and Informatics*. – 2009. – Vol. 4, № 3. – P. 232-257.
72. Wognum, P.M. Systems for sustainability and transparency of food supply chains – current status and challenges / P.M. Wognum, H. Bremmers, J.H. Trienekens // *Advanced Engineering Informatics*. – 2011. – № 25. – P. 65-76.
73. Zanoni, S. Chilled or frozen? Decision strategies for sustainable food supply chains / S. Zanoni, L. Zavanella // *International Journal of Production Economics*. – 2012. – № 140. – P. 731-736.
74. Wang, X. A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains / X. Wang, D. Li // *Omega: The International journal of Management Science*. – 2012. – № 40. – P. 906-917.
75. Степнова, А.С. Анализ причин потерь и оптимизация системы контроля и управления качеством свежей плодовоовощной 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.

76. Rajesh, G. Supplier Selection Based on ANP QFD Methodology / G. Rajesh, P. Malliga // *Procedia engineering*. – 2013. – № 64. – P. 1284
77. Ковшов, М.А. Применение метода QFD в строительстве / М.А. Ковшов, Л.А. Олюнина // *Материалы IV Международной научно–практической конференции. Нижегородский филиал «Современные концепции научных исследований»*. – Нижний Новгород, 2015. – С. 255.
78. Вашуков, Ю.А. QFD: Разработка продукции и технологических процессов на основе требований и ожиданий потребителей: Методические указания / Ю.А. Вашуков, А.Я. Дмитриев, Т.А. Митрошкина. – Самара: Изд–во Самар. гос. аэрокосм. ун–та, 2012. – 4-5 с.
79. Приймак, Е.В. Применение метода QFD для улучшения качества продукции хлебобулочной промышленности / Е.В. Приймак, А.М. Мухаметшина, Т.Н. Шигабиев // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2011. – Т. 208. – С. 99-104.
80. Дворянинова, О.П. QFD методология как комплексный инструмент улучшения качества рыбных полуфабрикатов / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, О.А. Тураева, А.В. Алехина // *«Управление качеством в образовании и промышленности»: сборник статей Всероссийской научно–практической конференции*. – 2017, Севастополь – С. 49.
81. Ким, С.О. Методология QFD для решения проблем ухудшения качества хлебобулочной и кондитерской продукции / С.О. Ким, И.В. Бадяев // *Материалы международной научно–практической конференции «Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров»*. – Курск, 2015. – С. 94-98.
82. Kowalska, M. Implementation of QFD method in quality analysis of confectionery products / M. Kowalska, M. Pazdzior, A. Krzton–Maziopa // *Journal of Intelligent Manufacturing*. – 2018. – № 29. – P. 439-447.

83. Жебо, А.В. Планирование качества функциональных майонезных продуктов на основе QFD–анализа / А.В. Жебо, А.И. Окара // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 5. – С. 92–95.

84. Смердова, С.Г. Повышение конкурентоспособности питьевого молока ОАО «Вамин Татарстан Россия» с использованием метода менеджмента качества QFD / С.Г. Смердова, Н.Г. Николаева, Г.И. Сибгатуллина, Л.Б. Чернова, Л.В. Петухова // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 13. – С. 168-174.

85. Качанина, Л.М. Создание нового биопродукта с использованием QFD–методологии / Л.М. Качанина, Н.А. Замбалова, И.С. Хамагаева // Вестник ВСГУТУ. – 2017. – № 2(65). – С. 70-76.

86. Naspetti, S. Quality Function Deployment in the Organic Animal Food Sector: Application to Poultry Meat / S. Naspetti, F. Alberti, F. Solfanelli // Italian Journal of Animal Science. – 2015. – Vol. 14. – P. 543-550.

87. Djekic, I. Nastasijevic Transformation of quality aspects throughout the chicken meat supply chain / I. Djekic, D. Skunca, I. Nastasijevic // British Food Journal. – 2018. Vol. 120, № 5. – P. 1132-1150.

88. Шарашкина, Т.П. Применение QFD метода в целях повышения эффективности управления процессом проектирования и разработки продукции / Т.П. Шарашкина // Системное управление. – 2013. – № 2(19). – С. 1-11.

89. Серенков, П.С. Реализаций технологии «Структурирования функции качества» при проектировании норм точности изделий механического типа / П.С. Серенков, В.Л. Соломахо, М.Г. Киселев // Вестник Могилевского государственного технического университета. – 2006. – № 1(10). – С. 243-251.

90. Смирнова, О.Е. Принятие управленческих решений при применении QFD-метода в строительстве / О.Е. Смирнова, В.С. Селихова // Сборник научных трудов 4-й Международной молодежной научно-практической конференции «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование». – Курск, 2017. – С. 38-41.

91. Haron, N.A. Quality function deployment modelling to enhance industrialised building system adoption in housing projects /N.A. Haron, A.–R. Hamzah, C. Wang, et. al. // Total quality management & Business excellence. – Vol. 26, № 7–8. – P. 703-718.

92. Ignatius, J. An integrated fuzzy ANP–QFD approach for green building assessment / J. Ignatius, A. Rahman, M. Yazdani, et. al. //Journal of civil engineering and management. – 2016. – № 22(4). – P. 551-563.

93. Черников, Б.В. Анализ современных методов управления качеством и их применение к области высшего образования / Б.В. Черников, З.Д. Дащицыренов // Материалы Десятой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем». – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2017. – Т. 2. – С. 217-219.

94. Варченко, Е.И. Моделирование программы управления качеством образования в образовательном учреждении / Е.И. Варченко // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 4. – С. 123-125.

95. Спиридонова, А.А. Приоритетность процессов и их показателей в СМК университета / А.А. Спиридонова, Е.Г. Хомутова // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2016. – Т. 2. – С. 123.

96. Игнатенко, Б.В. Создание кваса с заданными свойствами на основе метода QFD / Б.В. Игнатенко, М.Н. Елисеев // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2016. – № 3(87). – С. 154-158.

97. Ahmadabadi, H.Z. Development of a New Sesame Product using QFD and DOE methods: A Case Study of Sesame Product in Yazd / H.Z. Ahmadabadi, F. Zamzam, F.R. Meybodi, et. al. // Montenegrin Journal of Economics. – 2018. – Vol. 14. – № 1. – P. 27-44.

98. Макаров, Ю.И. Диаграмма Парето как инструмент анализа причин отказов технических средств / Ю.И. Макаров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 8–2(19–2). – С. 278.

99. Голубева, О.А. Анализ причин брака на производстве при помощи методов управления качеством / О.А. Голубева, Н.Д. Букаев, А.Н. Тхазалиева // Материалы международной научно–практической конференции «Наука сегодня: проблемы и перспективы развития». – Вологда, 2017. – С. 30-31.

100. Баумгартен, Л.В. Управление качеством в туризме. Практикум: учеб. пособие / Л.В. Баумгартен. – М.: КНОРУС, 2015. – 164 с.

101. Салахов, Ф.Н. Диаграмма Парето и ABC–анализ – эффективный инструмент управления качеством продукции / Ф.Н. Салахов // Вестник Курганского государственного университета. – 2008. – № 13. – С. 78-79.

102. Оробинский, С.С. Использование принципа Парето в банковской деятельности / С.С. Оробинский // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2009. – № 1. – С.70-77.

103. Дробышевская, О.А. Модель формирования Парето–оптимального портфеля финансовых инвестиций: автореф. дис. ...канд. эконом. наук: 08.00.10 / О.А. Дробышевская. – М., 2009. 1 с.

104. Гатчин, Ю.А. Метод определения Парето оптимальных проектных решений в авионике / Ю.А. Гатчин, П.П. Парамонов // Научно–технический вестник Санкт–Петербургского Государственного Университета информационных технологий, механики и оптики. – 2010. – № 3(67). – С. 63-66.

105. Мельник, В.Ю. Применение неметрического метода Парето для задачи планирования технического обслуживания и ремонта / В. Ю. Мельник, В.А. Камаев, А.В. Кизим // Известия Волгоградского Государственного технического университета. – 2011. – № 11(84). – С. 103-106.

106. Основский, В.А., Инжиниринг сварочных процессов / В.А. Основский, Н.Ю. Бербасова // Вестник белорусско–российского университета. – 2008. – № 4(21). – С. 107-114.

107. Булаев, В.Г. Идентификация экологических аспектов с помощью диаграмм Парето и Исикавы / В.Г. Булаев, Э.А. Рябухин // Транспорт Урала. – 2015. – № 1(44). – С. 67-72.

108. Qin, R. A Pareto optimal mechanism for demand-side platforms in real time bidding advertising markets / R. Qin, Y. Yuan, F.-Y. Wang // *Information Sciences*. – 2018. – № 469. – P. 119-140.

109. Нуриев, Н.К. Методика организации бизнес-команд инженеров по Парето / Н.К. Нуриев, С.Д. Старыгина // *Вестник казанского технологического университета по Парето*. – 2010. – № 12. – С. 244-249.

110. Brusco, M.J. Partitioning methods for pruning the Pareto set with application to multiobjective allocation of a cross-trained workforce / M.J. Brusco // *Computers & Industrial Engineering*. – 2017. – Vol. 111. – P. 29-38.

111. Смирнова, О.Ю. Причинно-следственная диаграмма Исикавы качества доставки груза / Смирнова О.Ю. // «Проблемы эксплуатации автомобилей, строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин»: межвузовский сборник научных трудов. – 2001, Тюмень – С. 56-57.

112. Демиденко, А.А. Анализ методов оценки и управления процессом контроля качества на производстве / А.А. Демиденко, И.Н. Омельченко, Д.И. Коршунов // *Организатор производства*. – 2015. – № 3(66). – С. 39-41.

113. Кузьмин, А.В. Диаграмма Исикавы / А.В. Кузьмин // *Методы менеджмента качества*. – 2006. – № 3. – С. 27.

114. Шумилин, П.Е. Применение диаграммы Исикавы для анализа влияния факторов на соотношение выручка/себестоимость торгового предприятия / П.Е. Шумилин, Е.С. Поддубная // *Наука и мир*. – 2017. – № 2. – С. 2.

115. Логунова, Л.Н. Оптимизация процессов аптечной организации с помощью статистических методов контроля качества / Л.Н. Логунова, Л.В. Устинова // *Дальневосточный медицинский журнал*. – 2013. – № 4. – С. 71-74.

116. Крот, К.В. Фармакоэкономический анализ регионального фармацевтического рынка психотропных лекарственных препаратов / К.В. Крот, С.Ю. Мешалкина, Е.В. Слободенюк // *Дальневосточный медицинский журнал*. – 2013. – № 4. – С. 68-71.

117. Abuelsoud, N. Pharmacy quality improvement project to enhance the medication management process in pediatric patients / N. Abuelsoud // *Irish Journal of Medical Science*. – 2018. – P. 1-10.

118. Wong, K.C. Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature / K.C. Wong // *Journal of Medical Case Reports*. – 2011. – Vol. 5, № 120. – P. 1-3.

119. Kaestli, L.-Z. Prospective risk analysis and incident reporting for better pharmaceutical care at paediatric hospital discharge / L.-Z. Kaestli, L. Cingria, C. Fonzo-Christe, et.al. // *International Journal of Clinical Pharmacy*. – 2014. – Vol. 36, № 5. – P. 353-362.

120. Садченко, Ю.В. Менеджмент рисков как основа планирования процессов машиностроительного предприятия / Ю.В. Садченко // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. – 2016. – Т. 2. – № 12. – С. 204-206.

121. Стринковская, А.С. Диагностика экономического потенциала автотранспортного предприятия / А.С. Стринковская // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. – 2017. – № 7(25). – С. 205-210.

122. Иноземцев, А.Н. Повышение эффективности технической эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий / А.Н. Иноземцев, А.В. Анцев // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2010. – № 2–1. – С. 60-66.

123. Гозбенко, В.Е. Анализ уровня надежности и устойчивости организационно–технических систем перевозочного процесса железнодорожного транспорта / В.Е. Гозбенко, Ю.И. Белоголов, В.А. Оленцевич // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2018. – № 1(57). – С. 147-156.

124. Suarez–Warden, F. Problem solving in transference of procedural knowledge aided by AR to support aeronautical transportation decisions / F. Suarez–Warden, E. Gonzalez Mendivil // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. – 2018. – Vol. 12, № 1. – P. 337-344.

125. Suman, H.K. A Review of Service Assessment Attributes and Improvement Strategies for Public Transport / H.K. Suman, N.B. Bolia // *Transportation in Developing Economies*. – 2018. – P. 1-17.

126. Пономарев, В.М. Обеспечение безопасности труда на железнодорожном транспорте / В.М. Пономарев // *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экологии*. – 2011. – № 1(32). – С. 44-46.

127. Гаранин, М.А. Корреляционное исследование влияния причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма / М.А. Гаранин, А.М. Завьялов, Ю.В. Дементьева // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 501-512.

128. Gorny, A. The use of Ishikawa diagram in occupational accidents analysis // *9th International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO)*. – Guimaraes, 2013. – P. 224-226.

129. Кем, А.Ю. Использование методики функционального анализа для повышения экологической безопасности процессов порошковой металлургии алюминия / А.Ю. Кем, Л.А. Жадько // *Вестник донского государственного технологического университета*. – 2009. – № S1. – С. 30-37.

130. Медведев, П.В. Регулирование воздействий хлебопекарного производства на окружающую среду / П.В. Медведев, А.С. Степанов // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2004. – № 2(27). – С. 122-126.

131. Иванов, Н.Б. Статистические методы управления качеством в производстве стоматологического инструмента / Н.Б. Иванов, И.Ю. Суркова, Т.П. Евсеева // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 277-280.

132. Salvador, C.G., Goldfarb N. Ishikawa cause and effect diagrams: a useful tool in designing economic analyses / C.G. Salvador, N. Goldfarb // *Value in health*. Vol. 7, № 3. – P. 301-302.

133. Кузнецова, Н.В. Управление качеством: учебное пособие. – М.: ФЛИНТА, 2016. – 166 – 168 с.

134. Пименов, А.А. Теория конвергенции – методический базис улучшения функционирования машиностроительного предприятия / А.А. Пименов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 9(45). – С. 1-16.

135. Ким, Е.В. Использование статистических методов при разработке многофазных рецептур на кондитерские изделия / Е.В. Ким, Е.А. Саввина // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2015. – № 7–2. С. 151-159.

136. Бондарев, С.А. Кардиальная патология у машинистов железнодорожного транспорта / С.А. Бондарев, В.С. Василенко // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). – 2011. – Т. 26. – № 2–1. – С. 116-121.

137. Иванов, В.К. Исследование дозовой зависимости неонкологических заболеваний щитовидной железы для населения Калужской области, подвергшегося в детстве облучению радиоактивными изотопами йода вследствие чернобыльской аварии / В.К. Иванов, С.Ю. Чекин, М.А. Максютов и др. // Радиация и риск (бюллетень национального радиационно–эпидемиологического реестра). – 2006. – Т. 15. – № 1–2. – С. 22-37.

138. Sebei, A. Hydrochemical characterization and geospatial analysis of groundwater quality in Cap Bon region, northeastern Tunisia / A. Sebei, T. Slama, M. A. Helali // Environmental Earth Sciences. – 2018. – № 77. – P. 557.

139. George, C.H. Updating the guidelines for data transparency in the British Journal of Pharmacology – data sharing and the use of scatter plots instead of bar charts: Editorial / C. H. George, S. C. Stanford, S. Alexander, et.al. // British Journal of Pharmacology. – 2017. –Vol. 174, № 17. – P. 2801-2804.

140. Масловский, С.А. Качество и пригодность к кратковременному хранению новых сортов и гибридов томата / С.А. Масловский, Т.А. Терешонкова, М.И. Ушакова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 1–1. – С. 64.

141. Мамаева, Б.М. Изменение томатов и томатной пульпы при транспортировке и хранении: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 1966. – 5, 8–9 с.

142. Санникова, Т.А. Разработка методов хранения и транспортировки плодов традиционных салатных и деликатесных сортов томата / Т.А. Санникова, В.А. Мачулкина, А.Ю. Авдеев и др. // Селекции, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – № 1(1). – С. 99.

143. Важенин, Е.И. Влияние обработки электромагнитным полем крайне низкой частоты на сохранность и показатели качества томатов / Е.И. Важенин, Г.И. Касьянов, А.М. Гаджиева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 1. – С. 81.

144. Широков, Е.П. Технология хранения плодов и овощей с основами стандартизации / Е.П. Широков. – М.: Агро–промиздат, 1988. – 319 с.

145. Трушина А.В. Режимы хранения и качество помидоров / А.В. Трушина // Хранение плодоовощной продукции и картофеля. – М.: 1983. – 131–134 с.

146. Marangoni, A.G. Studies on the long-term storadge of tomato and other solonaceous fruit during chilling / A.G. Marangoni, P.W. Stanley // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1991. – Vol. 66, № 1. – P. 81-84.

147. Pinheiro, J. Temperature effect on stored tomato (*lycopersicum esculentum* l.) quality parameters/ J. Pinheiro, C. Alegria, M. Abreu, et. al [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/6227>

148. Cantwell, M. Impact of Storage Conditions on Grape Tomato Quality / M. Cantwell, X. Nie, G. Hong // 6th ISHS Postharvest Symposium Antalya. – 2009. – P. 1-6.

149. Znidarcic, D. Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / D. Znidarcic, D. Ban, M.

Oplanic, et. al. // Journal of Food, Agriculture & Environment. – 2010. – № 8(1). – P. 21-24.

150. Watkins, C.B. Production Guide for Storage of Organic Fruits and Vegetables / C.B. Watkins, J.F. Nock // NYS IPM Publication. – № 10. – 2012. 52-53 p.

151. Калмыкова Е.В. Разработка комплексной системы хранения, предпродажной подготовки и транспортировки томатов салатных сортов и гибридов / Е.В. Калмыкова, О.В. Калмыкова // Материалы Международной научно–практической конференции «Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения». – Мичуринск, 2016 – С. 180.

152. Магомедов, Р.К. Снижение потерь овощей от болезней при хранении в регулируемой газовой среде / Р.К. Магомедов // Защита и карантин растений. – 2014. – С. 21–22.

153. Ильинский, А.С. Исследовательский комплекс для моделирования условий хранения в регулируемой атмосфере / А.С. Ильинский, С.Б. Карпов, В.Ю. Пугачев и др. // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2011. – № 2–2. – С. 56.

154. Копылов, С.И. Хранение плодов и овощей в регулируемой атмосфере / С.И. Копылов, Е.Ю. Каменева // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2012. – № 12(17). – С. 54-55.

155. Петров, Е.Т. Особенности экспериментального и предпроектного исследования камер фруктоовощехранилищ с регулируемой газовой средой / Е.Т. Петров, А.А. Круглов, А.Ф. Опалихин // Вестник международной академии холода. – 2016. – № 3. – С. 62-63.

156. Бузоверов, С.Ю. Перспективы использования модифицированных газовых средств в процессе хранения пищевых продуктов / С.Ю. Бузоверов, Н.В. Постникова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – С. 107.

157. Потороко, И.Ю. Научные подходы в обеспечении качества и безопасности плодов и овощей в процессе хранения. Мировой опыт. Часть 1. /

И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, А.А. Руськина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5. – № 1. – С. 14-15.

158. Мищенко, С.В. Обеспечение длительного хранения плодово-овощной продукции вакуумным способом с предварительной обработкой озоном / С.В. Мищенко, В.Г. Однолько, Ю.В. Воробьев и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2007. – С. 600-601.

159. Литвинов, С.С. Овощи, качество, здоровье / Литвинов С.С., Борисов В.А. // «Овощи – качество – здоровье»: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2014. – Вып. 1. – С. 19.

160. Андреев, С.П. Исследование влияния регулируемой газовой среды на хранимоспособность овощей и фруктов в условиях экспериментального стенда / С.П. Андреев, Е.О. Большаков // Труды XIII международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество». – Красноярск, 2016. – С. 62.

161. Гудковский, В.А. Эффективность применения ингибитора этилена «Фитомаг» и полимерных упаковок при хранении плодов томата / В.А. Гудковский, Д.В. Акишин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 08. – С. 74, 76.

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

163. Стандарт ЕЭК ООН FFV-36, касающийся сбыта и контроля товарного качества томатов. – Нью-Йорк и Женева, 2017. – 1-10 с.

164. 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>

165. Николаева, М.А. Товароведение плодов и овощей. – М.: Экономика, 1990. – 288 с.

166. ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2014. – 2-4 с.

167. ГОСТ ISO Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2014. – 2-4 с.

168. Влащик, Л.Г. Определение витамина С: Методические указания / Л.Г. Влащик, Л.Я. Родионова. – Краснодар, 2011. – 8-9 с.

169. Современные инструментально–аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие / под общей редакцией Н.И. Ненько. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – 17 с.

170. 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. 70-71.

171. 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.

172. Турбина, Е. С. Оценка содержания витамина С в растениеводческой продукции / Е. С. Турбина // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом–Алейхема. – 2016. – № 3(24). – С. 66-71.

173. Мурашев, С.В. Изменение содержания аскорбиновой кислоты при хранении и переработке / С.В. Мурашев // Известия Санкт–Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – С. 64-68.

174. Слугина, М.А. Структура, вариабельность и экспрессия новых гомологов генов углеводного метаболизма TAI, LIN7, SUS1, PHO1a дикорастущих и культивируемых видов томата (*Solanum* секция *Lycopersicon*): дис. ... канд. биол. наук: 03.01.03. – Москва, 2018. – 6-8с.

175. Джум Т.А. Воздействие на сохранность овощей электромагнитных полей крайне низких частот / Т.А. Джум, Э.А. Исагулян // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 12-13.

176. Сизова, Т.М. Статистика: учеб. пособие / Т.М. Сизова. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – 121 с.

177. Мачулкина, В.А., Качество консервированных томатов / В. А Мачулкина., Т. А. Санникова, М. Ю. Пучков и др. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2014. – № 3. – С. 6-9.

178. Павлов, Л.В. Томаты продовольственные. Оригинальные сорта (типовой технологический процесс) / Л.В. Павлов, И.Ю. Кондратьева, М.Ю. Пучков и др. // Овощи России. –2014. – № 3(24). – С. 56.

179. Пикалева, А.С. Температурная динамика показателей качества свежего томата в процессе хранения / А.С. Пикалева // Овощи России. – 2018. – № 2. – С. 88-92.

180. Хамханова, Д.Н. Основы квалиметрии: учеб. пособие. Улан–Удэ: Издательство ВСГТУ, 2003. – 86-88 с.

181. 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.

182. International Standards for Fruit and Vegetables: Tomatoes. – Paris: OECD, 2019. 352 p.10-12.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО – акционерное общество

АЭС – атомная электростанция

ВНИИО – Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства

ЕС – Европейский союз

ЕЭК ООН – Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций

ООО – Общество с ограниченной ответственностью

РГС – регулируемая газовая среда

РФ – Российская Федерация

РЭУ им. Г.В. Плеханова – Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова

США – Соединенные штаты Америки

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Организации Объединенных Наций

ФГБНУ – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

ФГБОУ ВО «КубГУ» – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет»

FEFO – First Expire, First Out (правило ротации товара, в соответствии с которым первым в продажу должен поступать товар с наименьшим сроком годности «первый истекает – первый выходит»)

FIFO – First In, First Out (правило ротации товара, в соответствии с которым первым в продажу должен поступать товар с наиболее ранним временем прибытия «первым пришел – первым ушел»)

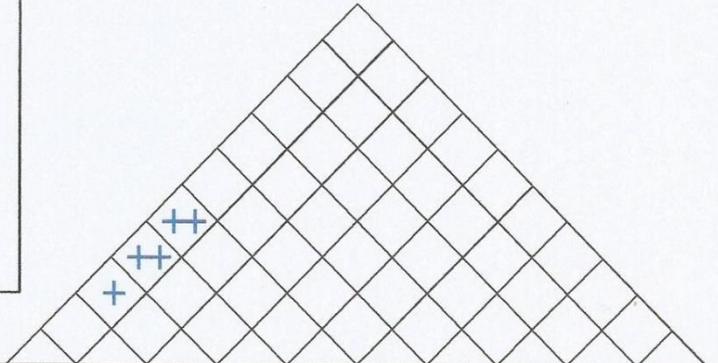
LIFO – Last In, First Out (правило ротации товара, в соответствии с которым первым в продажу должен поступать товар с наиболее поздним временем прибытия «последним пришел – первым ушел»)

RFID – Radio Frequency IDentification (технология радиочастотной идентификации)

QFD – Quality Function Deployment (развертывание функций качества)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

История	
⊙	Сильная связь
○	Умеренная связь
▲	Слабая связь
++	Сильная положительная связь
+	Положительная связь
-	Отрицательная связь
▼	Сильная негативная связь
▲	Целью является минимизация
▲	Целью является максимизация
X	Целью является попадание в цель



Ряд	Максимальное значение связи в ряду	Относительный вес	Важность для потребителя	Требования потребителей	Технические требования	Столбец										
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Направление по улучшению: Минимизация (▼), Максимизация (▲) или Соответствие (X)						X	X	X	X	X	▲		▼	X	X	
						Соблюдение технологий выращивания		Условия сбора	Соблюдение фито-санитарных норм	Температура	Влажность	Скорость доставки	Местоположение товара	Время в пути	Тип тары	Способ укладки
1	9	19,1	4,2	Степень зрелости		⊙		○	⊙	○				○		
2	9	21,4	4,7	Питательный состав веществ		⊙		○	⊙	○				⊙		
3	9	19,5	4,3	Срок жизни			⊙	⊙	⊙	⊙				⊙	○	○
4	9	20,9	4,6	Микробиологический состав		○		⊙	○	○				○		
5	9	19,1	4,2	Механические повреждения			⊙					⊙	○			○
Цель или предельное значение									8 °C	85 % - 90 %						
Сложность реализации требований (0-легко, 10-чрезвычайно сложно)						3	6	3	7	7	3			3	0	0
Максимальное значение связи в столбце						9	9	9	9	9	9	3	9	3	3	
Вес/Важность						426,8	347,7	485,5	602,7	360,0	171,8	57,3	488,2	58,6	115,9	
Относительный вес						13,7	11,2	15,6	19,4	11,6	5,5	1,8	15,7	1,9	3,7	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Эксперт	Потребительские требования к свежему помидору				
	Степень зрелости	Питательный состав веществ	Срок жизни	Микробиологический состав	Механические повреждения
№1	4	4	4	5	5
№2	5	5	5	5	4
№3	3	5	5	5	4
№4	4	5	4	5	4
№5	4	4	3	4	4
№6	5	5	4	3	5
№7	4	3	5	4	3
№8	4	5	3	3	4
№9	5	5	4	4	4
№10	3	4	5	3	4
№11	4	5	4	4	5
№12	5	5	4	4	3
№13	3	5	5	4	4
№14	5	4	5	5	5
№15	4	3	4	5	5
№16	3	5	3	5	4
№17	5	5	4	4	4
№18	5	4	4	5	4
№19	5	5	4	4	3
№20	5	3	5	5	4
№21	4	4	5	5	4
№22	4	5	4	5	4
№23	4	5	5	5	5
№24	4	5	4	5	4
№25	5	5	5	5	5
№26	4	5	5	4	4
№27	4	5	4	5	5
№28	4	4	4	5	5
№29	5	5	4	4	5
№30	4	5	4	5	4
№31	3	4	4	5	4
№32	5	5	4	4	3
№33	5	5	5	5	4
№34	5	5	5	5	4
№35	3	5	5	5	4
№36	4	5	4	5	4
№37	4	4	5	5	4
№38	4	5	4	4	5
№39	4	5	4	5	4
№40	4	5	4	5	5
№41	3	5	4	5	4
№42	4	5	5	5	5
№43	4	5	3	5	4
№44	5	5	4	5	4
Среднее значение	4,2	4,7	4,3	4,6	4,2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО «КубГУ»

М.Б. Астапов

астапов 2019 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СВЕЖЕЙ ПЛОДО-
ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПА-
РАМЕТРОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТОМАТОВ

Руководитель УНПК «Аналит»

З.А. Темердашев
З.А. Темердашев
« 16 / сентября 2019 г.

Краснодар
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Справка

о согласовании результатов диссертационного исследования Степновой А.С.
«Совершенствование технологии транспортировки и хранения томатов на
основе системы оценки и прогнозирования качества»

Настоящим удостоверяем, что Методические рекомендации по оценке качества свежей плодоовощной продукции на основе изменения ее биохимических параметров в процессе хранения на примере томатов, а также усовершенствованная технология транспортировки и хранения томатов с использованием системы оценки и прогнозирования качества согласованы и рекомендованы к применению в учебном процессе кафедры технологии торговли и общественного питания Краснодарского филиала Российского Экономического Университета им. Г.В. Плеханова. Методические рекомендации могут быть использованы при проведении лабораторных работ или прикладных научных исследований в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

К.т.н., доцент кафедры технологии торговли
и общественного питания Краснодарского филиала
РЭУ им. Г.В. Плеханова

 Т.Б. Брикота

Подпись к.т.н., доцента кафедры технологии
торговли и общественного питания
Краснодарского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова
заверяю зав. отделом кадров



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый

Т.А. Хагуров

20 18 г.

Акт

**внедрения результатов научно-исследовательской работы
в учебно-методический комплекс**

1. Наименование научно-исследовательской работы:
«Совершенствование технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества»
2. Автор: Пикалева Алевтина Сергеевна, аспирант кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»
3. Научный руководитель: Киселева Наталия Владимировна, доцент, к.х.н.
4. Наименование результатов, использованных в учебном процессе.

Научно-исследовательская работа содержит методический подход по оценке качества свежей плодовоовощной продукции (томатов) на основе изменения биохимических параметров качества в процессе хранения при различных температурных режимах, включающий инструменты его квалиметрической оценки.

5. Место, объем и дата начала использования результатов научно-исследовательской работы в учебном процессе: лекция по дисциплине «Квалиметрия» с применением технических средств в марте 2018 г.

6. Использование результатов научно-исследовательской работы позволило совершенствовать качество учебного процесса при подготовке студентов по направлению бакалавриата 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Использование результатов НИР подтверждаем:

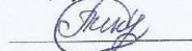
Декан факультета химии
и высоких технологий, к.х.н.

 Т.В. Костырина

Зав. кафедрой аналитической химии, д.х.н.

 З.А. Темердашев

Работу сдала, аспирантка

 А.С. Пикалева

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Анприс»

Приходько Г.Н.

2021 г.



Акт внедрения

результатов научно-исследовательской работы «Совершенствование технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества», выполненной Степновой А.С.

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы «Совершенствование технологии транспортировки и хранения томатов на основе системы оценки и прогнозирования качества», выполненной Степновой А.С., под руководством Н.В. Киселевой внедрены в производство ООО «Анприс».

Внедрение усовершенствованной технологии транспортировки и хранения на основе системы оценки и прогнозирования качества свежей плодоовощной продукции при хранении в определенных температурных режимах (плюс 6, плюс 10 – плюс 16°C) по свежим томатам сорта «Торбаш» обеспечило снижение потерь на 13% за счет прогнозирования качества томатов в процессе хранения и своевременного пуска в производство продукции надлежащего качества.

Экономический эффект от внедрения методики оценки качества составил 22 руб. на 1 кг томатов.

Объем внедрения – 400 кг.

Социальный и научно-технический эффект результатов заключается в эффективном хранении томатов на предприятиях общественного питания за счет сокращения издержек в результате снижения величины потерь томатов в процессе хранения и реализации.

А.С. Степнова

Н.В. Киселева

И.Г. Тимакова