УДК 664.68

Сенсорные свойства и потребительское восприятие начинки для вишнёвого пирога

Фролов Д.И., Будаев Е.И.

Аннотация. В статье изучены сенсорные характеристики начинки для вишнёвого пирога, значимые для потребительского восприятия кондитерских изделий. Применяли описательный сенсорный анализ со словарём из 14 атрибутов, потребительское тестирование по 9-балльным гедоническим шкалам и шкалам соответствия, обобщённый прокрустов анализ, метод главных компонент, множественную линейную регрессию и кластерный анализ методом K-средних с внешним картированием предпочтений. Объектами исследования служили шесть образцов начинки, представленных на российском рынке, и 12 образцов рулетов с вишнёвой начинкой на дрожжевом и слоёном тесте. Установлено, что выраженная кислотность, вишнёвый вкус, низкая вязкость геля, слабое разрыхление фруктов и низкая адгезивность начинки были основными факторами симпатии потребителей. Значимых различий по общей приемлемости между образцами не выявлено, все образцы признаны недостаточно сладкими. Новизна работы состоит в комплексной оценке взаимосвязи описательных сенсорных характеристик начинки и потребительского восприятия методом внешнего картирования предпочтений, что позволяет целенаправленно оптимизировать рецептуру начинок.

Ключевые слова: начинка для вишнёвого пирога, сенсорный анализ, потребительское восприятие, картирование предпочтений, кондитерские изделия.

Для цитирования: Фролов Д.И., Будаев Е.И. Сенсорные свойства и потребительское восприятие начинки для вишнёвого пирога // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 4. С. 65–72.

Sensory properties and consumer perception of cherry pie filling

Frolov D.I., Budaev E.I.

Abstract. This article examines the sensory characteristics of cherry pie filling that are significant for consumer perception of confectionery products. We used descriptive sensory analysis with a 14-attribute dictionary, consumer testing using 9-point hedonic and conformity scales, generalized Procrustes analysis, principal component analysis, multiple linear regression, and K-means cluster analysis with external preference mapping. The study subjects were six filling samples available on the Russian market and 12 cherry-filled rolls on yeast and puff pastry. It was found that pronounced acidity, cherry flavor, low gel viscosity, weak fruit loosening, and low filling adhesiveness were the main factors in consumer acceptance. No significant differences in overall acceptability were found between the samples; all samples were deemed insufficiently sweet. The novelty of this study lies in its comprehensive assessment of the relationship between descriptive sensory characteristics of the filling and consumer perception using external preference mapping, which enables targeted optimization of filling recipes.

Keywords: cherry pie filling, sensory analysis, consumer perception, preference mapping, confectionery.

For citation: Frolov D.I., Budaev E.I. Sensory properties and consumer perception of cherry pie filling. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 4. pp. 65–72. (In Russ.).

Введение

Сенсорный анализ используют для изучения органолептических характеристик пищевых продуктов и оценки изменений, обусловленных составом, технологической обработкой и условиями хранения. Потребительские гедонические испытания позволяют определить степень предпочтения продукта, оценить последствия изменения его рецептуры и выявить направления оптимизации [1]. Способность предприятия выпускать продукт, удовлетворяющий сенсорным требованиям потребителей, даёт явное преимущество для успеха и прибыльности [2], а сенсорный тест помогает понять атрибуты продукта, которые потребитель считает критически важными для его принятия. Пищевая промышленность использует сенсорный анализ для разработки продукта, контроля качества, оценки срока хранения, рассмотрения жалоб потребителей, поэтому целесообразно собирать и учитывать сенсорную информацию как от обученной панели (особенно описательной), так и от потребителей.

Данные потребителей можно анализировать отдельно, но совместное использование сенсорных и потребительских методов даёт лучшее понимание сенсорных атрибутов, важных для потребителей. Метод перцептивного картирования, дающий графическое отображение гедонических данных, называется картированием предпочтений [1]. Картирование предпочтений определяется как методология исследования потребительской симпатии к серии продуктов с использованием статистических методов картирования, таких как метод главных компонент, регрессия главных компонент, проекция на латентные структуры или аналогичные методы [3]. Помимо информации о том, какие продукты в наборе образцов наиболее и наименее любимы, изучение взаимосвязи между данными потребителей и обученной панели позволяет ответить на вопросы [3, 4]:

- какие сенсорные атрибуты, измеренные обученной панелью, важны для того, насколько потребителю нравится или не нравится продукт (движущие факторы симпатии и антипатии);
- какие потребители предпочитают какие образцы (сегментация) и что характеризует различные сегменты потребителей (демография, привычки, отношения);
- как перевести термины, которые потребители используют для описания продуктов, в термины, используемые обученной описательной панелью.

Линейные методы картирования предпочтений основаны на линейной модели взаимосвязи между сенсорными данными и данными о приемлемости для каждого потребителя и в целом разделяются на две методологии, основанные на одних и тех же базовых методах (метод главных компонент и линейная регрессия): внутреннее и внешнее картирование предпочтений [2, 3]. Внутреннее картирование основано на первом применении метода главных компонент к данным потребителей, а затем на применении модели линейной регрессии для регрессии всех сенсорных атрибутов, оценённых с помощью описательного анализа, на оценённые баллы главных компонент из данных потребителей. Внешнее картирование основано на первом применении метода главных компонент к описательным сенсорным данным, а затем на применении модели линейной регрессии для регрессии данных о приемлемости для каждого потребителя на оценённые баллы главных компонент из описательных данных. В отечественной литературе рассматриваются влияние рецептурных изменений на текстурные и сенсорные свойства хлеба, а также влияние основных ингредиентов на текстурные свойства печенья [10, 11].

Целью настоящего исследования являлось изучение сенсорных атрибутов, измеренных сенсорной панелью, которые важны для потребительского восприятия начинки для вишнёвого пирога в кондитерских изделиях, с использованием метода внешнего картирования предпочтений. В статье последовательно рассматриваются методы исследования, полученные результаты, их обсуждение в контексте существующих знаний, а также выводы и перспективы дальнейших исследований.

Объекты и методы исследования

Шесть коммерчески доступных начинок для вишнёвого пирога от разных производителей были приобретены на местном рынке. Все образцы были упакованы в пластиковые банки и после покупки хранились при 5–8 °C. Содержание фруктов и сухих веществ в образцах составляло соответственно: A – 35 и 44 %; B – 40 и 55 %; C – 40 и 35 %; D – 40 и 50 %; E – 50 и 50 %; F – 40 и 35 %. Эти образцы использовались в качестве объектов описательного сенсорного анализа.

Для целей тестирования приемлемости в местной пекарне было приготовлено 12 различных образцов кондитерских рулетов с вишнёвой начинкой с использованием 6 начинок для вишнёвого пирога и 2 типов теста (дрожжевого и слоёного). Все кондитерские рулеты оценивались в течение первых 6 часов после выпечки и последующего темперирования при комнатной температуре. Оба типа образцов (начинки и рулеты с начинкой) были маркированы случайными трёхзначными кодами.

Описательный анализ проводился 8 сотрудниками и студентами университета. Было проведено четыре двухчасовых тренировочных сессии в течение 2 недель с использованием различных начинок для пирогов и списка возможных дескрипторов с определениями, которые можно было использовать для описания продукта. В течение первых двух сессий дегустаторы достигли консенсуса по 14 атрибутам внешнего вида, вкуса и текстуры, которые в ка-

кой-то мере различали образцы. Список терминов с их определениями представлен в таблице 1.

Выбранные сенсорные атрибуты оценивались всеми дегустаторами по их интенсивности с использованием 15-сантиметровых линейных шкал в бумажных бюллетенях. Шкалы имели словесные якоря на обоих концах (таблица 1), и дегустаторам была предоставлена свобода выбора в их использовании. Оценки проводились в сенсорных кабинах в лаборатории сенсорного тестирования университета. Все 6 образцов начинки были представлены каждому дегустатору одновременно с использованием латинского квадрата порядка 6, который создаётся циклическим развитием начальной строки, совпадающей по порядку с первым столбцом (A–B–C–D–E–F, B–C–D–E–F–A и т.д.) [5]. Дегустаторы оценивали интенсивность выбранных атрибутов, сравнивая образцы друг с другом. Для очистки вкусовых рецепторов использовалась бутилированная вода с низким содержанием натрия.

Тестирование приемлемости. Сто студентов были протестированы на степень приемлемости начинок для вишнёвого пирога как неотъемлемой части выпеченных рулетов с начинкой. Студенты выбирались, если они являлись потребителями такого рода хлебобулочных изделий. Одна половина из них (50 студентов) получила 6 образцов рулетов с начинкой из дрожжевого теста, а другая половина попробовала образцы из слоёного теста. Образцы кондитерских рулетов оценивались по симпатии к продукту в целом, к начинке для вишнёвого пирога и к вишнёвому вкусу с использованием 9-балльной гедонической шкалы (1 – очень не нравится, 5 – ни нравится, ни не нравится, 9 – очень нравится), а также по интенсивности кислотности, сладости, содержания фруктов и консистенции начинки для вишнёвого пирога с использованием 9-балльных шкал соответствия (1 – слишком мало, 5 – в самый раз, 9 – слишком много). В данной рукописи рассматриваются только гедонические оценки начинки для вишнёвого пирога.

Пары наборов гедонических данных для начинки для вишнёвого пирога для рулетов из дрожжевого и слоёного теста с одинаковыми образцами начинки первоначально были подвергнуты парному t-тесту. Результаты показали отсутствие статистически значимых различий ($p > 0,01$) во всех шести парах кондитерских рулетов, что обосновало решение рассматривать все гедонические оценки начинки для вишнёвого пирога (100 в общей сложности на образец начинки) как данные, полученные из одной популяции.

Статистический анализ. Расстояния от левого конца шкал до отметок, сделанных дегустаторами, измерялись вручную. Для проведения многомерного и одномерного дисперсионного анализа исходные данные для каждой переменной для каждого оценщика сначала стандартизировались, то есть масштабировались до единичной дисперсии и нулевого среднего [6]. Однофакторный многомерный дисперсионный анализ с «образцами» в качестве основного эффекта (фиксированный фактор) применялся к стандартизированным данным для проверки значимости многомерного эффекта для образцов. Для выявления сенсорных атрибутов, которые значимо различают образцы, применялся

Таблица 1 – Определения атрибутов, использованных в сенсорной оценке начинки для вишнёвого пирога

Атрибут	Определение
Внешний вид	
Описание цвета	Цвет образца от вишнёво-красного до коричневого
Вязкость геля	Вязкость образца (жидкая – густая)
Количество вишнёвых плодов*	Количество вишнёвых плодов в начинке (нет – много)
Степень разрыхления фруктов	Степень, в которой вишнёвые плоды разрыхлены (целые – разрыхлённые)
Запах	
Вишнёвый запах	Интенсивность вишнёвого запаха (нет – интенсивный)
Посторонний запах	Интенсивность постороннего запаха (нет – интенсивный)
Вкус	
Вишнёвый вкус	Сила всех вишнёвых вкусов (нет – интенсивный)
Посторонний вкус	Интенсивность постороннего вкуса (нет – интенсивный)
Сладость*	Вкус, стимулируемый сахарами (нет – интенсивный)
Кислотность	Вкус, стимулируемый кислотами (нет – интенсивный)
Текстура	
Скользкость*	Степень, в которой продукт скользит по языку (сопротивление – скольжение)
Твёрдость фруктов	Сила, необходимая для сжатия между языком и нёбом (мягкие – твёрдые)
Адгезивность	Величина силы для удаления образца с нёба (нет силы – высокая сила)
Остаточное ощущение	
Обволакивание рта*	Количество частиц, оставшихся на поверхности рта (нет – много)

Примечание. * – исключены из дальнейшего анализа снижения размерности.

трёхфакторный дисперсионный анализ к стандартизированным данным с основными эффектами «образцы», «оценщики» и «повторности» и всеми двухфакторными взаимодействиями («образцы» – фиксированный фактор; «оценщики» и «повторности» – случайные факторы). Когда основной эффект был значимым, использовался тест Тьюки честно значимой разницы для разделения средних значений для образцов.

Сенсорные атрибуты, которые значимо не различали образцы, были исключены из последующего статистического анализа. Остальные атрибуты были подвергнуты обобщённому прокрустову анализу и методу главных компонент. Обобщённый прокрустов анализ применялся к исходным (сырым) данным, разделённым на 16 персональных конструктных сеток (8 оценщиков × 2 повторности). Матрица консенсусных данных, полученная путём применения обобщённого прокрустова анализа, которая была построена из 6 строк (6 образцов) и 10 столбцов (10 сохранённых атрибутов), была подвергнута методу главных компонент. Извлечённые главные компоненты использовались в качестве объясняющих переменных (предикторов) в дальнейшем множественном линейном регрессионном анализе (векторная модель) против данных о приемлемости (гедонических) для начинки для вишнёвого пирога. Этот метод отображения данных о приемлемости для каждого потребителя на существующую перцептивную карту продуктов называется внешним картированием предпочтений [2, 3]. Коэффициенты регрессии (то есть баллы потребителей), полученные из модели линейной регрессии, были сегментированы с использованием кластерного анализа методом K-средних. Стандартизация данных, обобщённый прокрустов анализ и метод главных компонент были выполнены с использованием программного обеспечения Idiogrid версии 2.4/2008 [7]. Остальные статистические анализы были выполнены с использованием пакета SPSS Statistics 10. Уровень статистической значимости был установлен на 0,05.

Результаты и их обсуждение

Стандартизированные данные 14 сенсорных атрибутов первоначально были подвергнуты многомерному дисперсионному анализу, который выявил значимый многомерный эффект для «образцов». Лямбда Уилкса была значимой при $p < 0,001$. Последующий трёхфакторный дисперсионный анализ показал, что 4 из 14 атрибутов («количество вишнёвых плодов», «сладость», «скользкость» и «обволакивание рта») значимо не различали образцы ($p > 0,05$). Эти четыре атрибута были исключены из дальнейшего анализа снижения размерности. Ни один из атрибутов, оставшихся после удаления четырёх, не показал статистически значимой разницы между оценщиками. Эффект повторности был значимым ($p < 0,05$) только для «вязкости геля». Взаимодействие оценщик × повторность было значимым ($p < 0,05$) для «степени разрыхления фруктов», «вишнёвого запаха», «постороннего запаха», «вишнёвого вкуса» и «кислотности».

Обобщённый прокрустов анализ был выполнен на исходных сенсорных данных, разделённых на 16 персональных конструктных сеток (8 оценщиков × 2 повторности). Результаты анализа дали долю консенсуса 0,91, что указывает на сильное согласие между 16 индивидуальными повторностями. Рандомизационный тест [8] показал, что наблюдаемая доля консенсуса была статистически значимой на уровне 0,05 (наблюдаемое $p < 0,01$). Значения индивидуального изотропного масштабирования [8] были относительно близки к единице (в диапазоне от 0,81 до 1,21), что указывает на то, что индивидуальные различия в общей изменчивости сеток были относительно небольшими. Центральная фигура обобщённого прокрустова анализа – матрица консенсусных данных, полученная путём применения анализа к исходным данным, была далее подвергнута методу главных компонент. Был выбран варимакс-поворот, поскольку он показал наилучшее расположение значений нагрузок по сравнению с поворотами квартимакс и эквамакс, а также невращённым решением.

Первые три извлечённые главные компоненты имели собственные значения больше 1 (3,1, 2,9 и 2,5 соответственно) и поэтому, согласно правилам Кайзера и «каменистой осыпи», были сохранены для описания объектов в новом трёхмерном пространстве главных компонент. Первые три компоненты объяснили 85,1 % дисперсии в значениях матрицы данных. Согласно рекомендациям для проверки значимости нагрузок атрибутов, предоставленным авторами [9], атрибут считался сильно нагрузочным на данную компоненту, если значение нагрузки было равно или больше 0,72. В общей сложности 9 атрибутов сильно нагрузочны на три компоненты: первая компонента была сильно связана с «вишнёвым вкусом», «посторонним вкусом» и «кислотностью»; вторая – с «вязкостью геля», «степенью разрыхления фруктов» и «вишнёвым запахом»; третья – с «посторонним запахом», «твёрдостью фруктов» и «адгезивностью».

На рисунке 1 показаны графики нагрузок и баллов первых трёх извлечённых главных компонент. Индивидуальные баллы для образцов сначала усреднялись, а затем наносились на график. Образец A представлен вишнёвым запахом, низкой вязкостью геля, низкой степенью разрыхления фруктов, наличием постороннего запаха и низким уровнем твёрдости фруктов и адгезивности. Образец B представлен посторонним вкусом, адгезивностью, твёрдостью фруктов и низким уровнем кислотности и вишнёвого вкуса. Образцы C и E представлены вишнёвым вкусом, кислотностью и отсутствием постороннего вкуса. Образец D представлен адгезивностью и твёрдостью фруктов, а образец F – густой вязкостью геля, более высокой

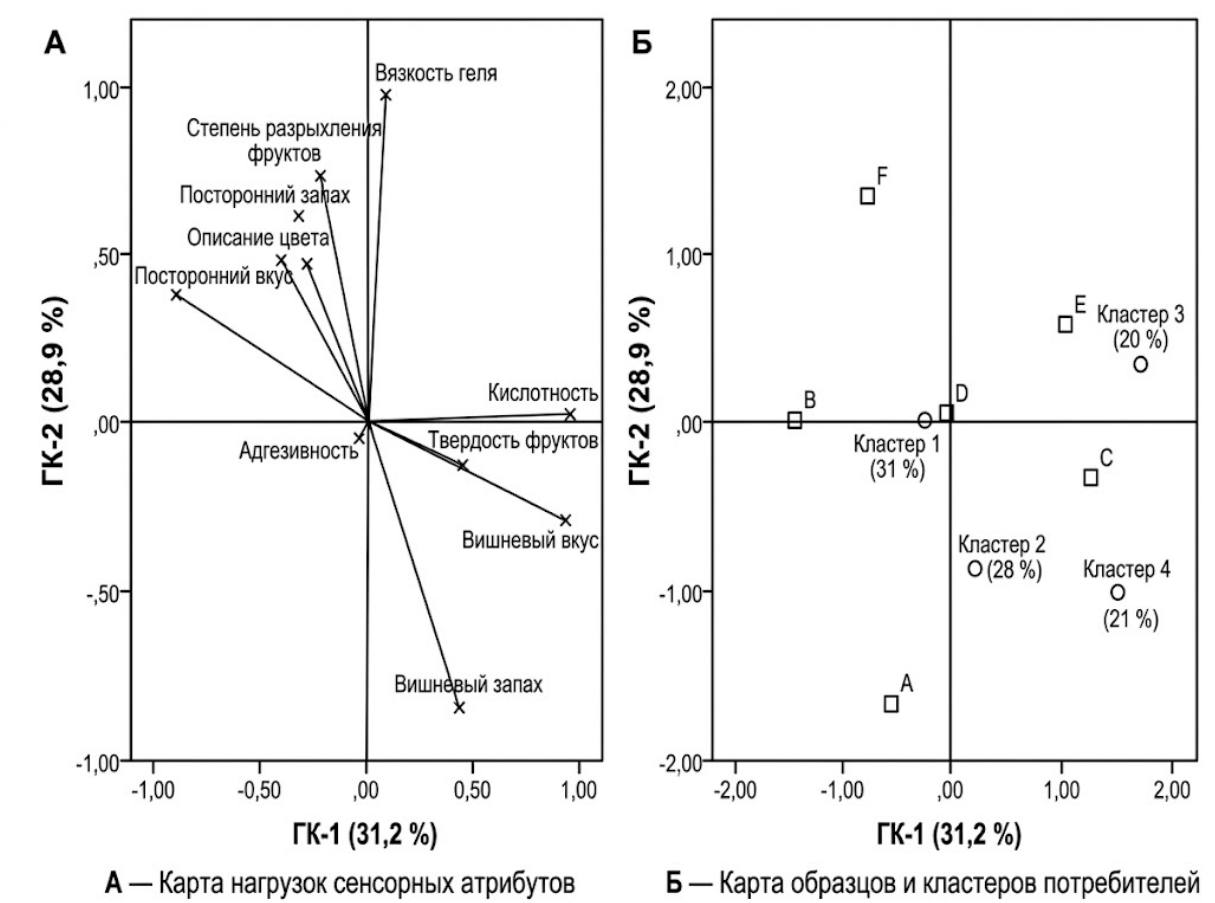


Рис. 1. Внешнее картирование предпочтений для образцов начинки для вишнёвого пирога на плоскости первых двух главных компонент (ГК-1 – 31,2 % и ГК-2 – 28,9 %): А – карта нагрузок сенсорных атрибутов (описательные характеристики); Б – совмещенная карта баллов исследуемых образцов (обозначены буквами A–F) и центроидов потребительских кластеров (обозначены как Кластер 1–4, где Кластер 1 – 31 %; Кластер 2 – 28 %; Кластер 3 – 20 %; Кластер 4 – 21 % респондентов)

степенью разрыхления фруктов, посторонним запахом, посторонним вкусом и низкими уровнями вишнёвого вкуса, адгезивности и твёрдости фруктов.

Средние гедонические оценки для начинки для вишнёвого пирога кондитерских рулетов с начинкой показаны в таблице 2. Были обнаружены значимые различия, и были выделены два однородных подмножества оценок. В целом оценки приемлемости были ниже для образцов, характеризующихся посторонним вкусом и низкими уровнями вишнёвого вкуса (образцы F и B). Что касается оценок общей приемлемости (данные не показаны), ни один из образцов кондитерских изделий не получил значительного преимущества перед другими. Согласно оценкам по шкалам соответствия (данные не показаны), все образцы кондитерских изделий были признаны потребителями недостаточно сладкими ($p < 0,05$; доля потребителей > 20 %).

Индивидуальные гедонические оценки начинки для вишнёвого пирога потребителей были подвергнуты регрессии против первых трёх извлечённых главных компонент описательного анализа (линейная регрессия). Графики картирования предпочтений были построены с использованием коэффициентов регрессии в качестве координат. Коэффициенты регрессии для отдельных потребителей были кластеризованы с использованием кластерного анализа методом K-средних, усреднены по кластерам и нанесены на трёхмерное пространство главных компонент (рисунок 1, график B). Было идентифицировано четыре кластера, пронумерованных от 1 до 4, с индивидуальными долями респондентов ≥ 20 % (31 %, 28 %, 20 % и 21 % соответственно). Потребители в кластерах 3 и 4 любили начинки для вишнёвого пирога, которые положительно нагрузочны на первую компоненту (образцы E и C), то есть образцы, характеризующиеся вишнёвым вкусом, кислотностью и отсутствием постороннего вкуса. Кластеры 4 и 1 также показали предпочтение образца A, который положительно нагрузочен на третью компоненту и отрицательно на вторую. Это означает, что большинство респондентов любят начинку для вишнёвого пирога с отчётливым вишнёвым вкусом и кислотностью, низкой вязкостью геля, низкой степенью разрыхления фруктов и низким уровнем адгезивности. Первичной характеристикой предпочтения начинок для вишнёвого пирога для кластера 2 была третья компонента. Эта группа потребителей предпочитала продукт D, характеризующийся твёрдостью фруктов, адгезивностью и отсутствием постороннего запаха. Как видно на графиках картирования предпочтений (рисунок 1), ни один из кластеров

Таблица 2 – Средние оценки потребительской приемлемости начинок для вишнёвого пирога

Образец	Средние гедонические оценки (n = 100) Однородные подмножества для α = 0,05*		Стандартное отклонение
	1	2	
F	4,77		2,3
B	4,98		2,46
A		6,11	2,03
D		6,22	2,03
C		6,48	2,01
E		6,49	2,2

потребителей не показал предпочтения образца F. В отношении оценённых сенсорных характеристик образец F был полностью отделён от других образцов. Образец F был продуктом с наивысшей степенью разрыхления фруктов, наличием постороннего вкуса и с наименьшим уровнем вишнёвого вкуса, кислотности и твёрдости фруктов, который был оценён потребителями как неприемлемый (таблица 2).

Полученные результаты согласуются с данными литературы о важности сенсорных атрибутов для потребительского восприятия продуктов. В исследовании авторов [1] отмечается, что сенсорные тесты часто проводятся для изучения того, как изменения продукта создают воспринимаемые изменения для человека-оценщика. Наши результаты показывают, что выраженная кислотность, вишнёвый вкус, низкая вязкость геля, низкая степень разрыхления фруктов и низкий уровень адгезивности начинки были движущими факторами симпатии для большинства опрошенных потребителей.

Согласно авторам [3], картирование предпочтений является методологией для исследования потребительской симпатии к серии продуктов с использованием статистических методов картирования. В нашей работе применение внешнего картирования предпочтений позволило выявить сегменты потребителей с различными предпочтениями. Кластеры 3 и 4 (49 % потребителей) предпочитали образцы с вишнёвым вкусом, кислотностью и отсутствием постороннего вкуса (образцы E и C). Кластеры 4 и 1 также показали предпочтение образца A с низкой вязкостью геля и низкой степенью разрыхления фруктов. Кластер 2 (28 % потребителей) предпочитал продукт D с твёрдостью фруктов и адгезивностью. Ни один из кластеров не показал предпочтения образца F, который характеризовался высокой степенью разрыхления фруктов, наличием постороннего вкуса и низкими уровнями вишнёвого вкуса, кислотности и твёрдости фруктов.

Эти результаты согласуются с данными авторов [4], которые показали, что изучение взаимосвязи между данными потребителей и обученной панели позволяет ответить на вопросы о том, какие сенсорные атрибуты важны для потребительской симпатии и какие потребители предпочитают какие образцы. Наши результаты также согласуются с данными авторов [6] о необходимости стандартизации данных для устранения различий в использовании шкал оценщиками.

Что касается общей приемлемости, ни один из образцов кондитерских изделий не получил значительного преимущества перед другими, и все образцы были признаны потребителями недостаточно сладкими. Это указывает на необходимость оптимизации рецептуры начинок для вишнёвого пирога с целью повышения их сладости без ущерба для других важных сенсорных атрибутов, таких как вишнёвый вкус и кислотность.

Выводы

Среди 10 сенсорных атрибутов образцов начинки для вишнёвого пирога, измеренных сенсорной панелью и подвергнутых анализу снижения размерности, отчётливый вишнёвый вкус, выраженная кислотность, низкая вязкость геля, низкая степень разрыхления фруктов и низкий уровень адгезивности были движущими факторами симпатии для большинства опрошенных потребителей. Характеристиками начинок для вишнёвого пирога, которые оказались неприемлемыми для потребителей, были высокая степень разрыхления фруктов, наличие постороннего вкуса и низкие уровни вишнёвого вкуса, кислотности и твёрдости фруктов. Практическая значимость исследования заключается в обосновании возможности целенаправленной оптимизации рецептуры начинок для кондитерских изделий с учётом выявленных движущих факторов потребительской симпатии. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением влияния различных рецептурных факторов на сенсорные характеристики начинок и с проведением потребительских тестов с более широкой и репрезентативной выборкой.

Литература

[1] Родина, Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Товароведение и экспертиза товаров» и др. технол. специальностям пищевого профиля / Т. Г. Родина ; Т.Г. Родина. – Москва : Academia, 2004. – (Высшее профессиональное образование. Пищевое производство). – ISBN 5-7695-1380-2. – EDN QNFSYX.

[2] Вытовтов, А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080401 «Товароведение и экспертиза товаров» / А. А. Вытовтов ; А. А. Вытовтов. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2010. – 232 с. – ISBN 978-5-98879-113-3. – EDN QNHVVV.

[3] Næs T., Brockhoff P. B., Tomic O. Statistics for sensory and consumer science. – John Wiley & Sons, 2011.

[4] ГОСТ ISO 11136–2017. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по проведению гедонических испытаний потребителями в контролируемой зоне.

[5] Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных / пер. с англ. — Л.: Судостроение, 1980. — 384 с.

[6] Боровиков В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. — 2-е изд. — М.: Питер, 2003. — 688 с.

[7] Grice J. W. Idiogrid: Software for the management and analysis of repertory grids //Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. – 2002. – Т. 34. – №. 3. – С. 338-341.

[8] Grice J. W., Assad K. K. Generalized procrustes analysis: a tool for exploring aggregates and persons // Applied Multivariate Research. – 2009. – Т. 13. – №. 1. – С. 93-112.

[9] Наследов, А. Д. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 416 с. – ISBN 978-5-496-00107-6. – EDN TBMLGF.

[10] Белякова К. Н., Фролов Д. И. Влияние микроэмульсии виноградного масла на текстурные и сенсорные свойства хлеба //Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9. – №. 1. – С. 5-9.

[11] Юрна Д. А., Фролов Д. И. Влияние основных ингредиентов на текстурные свойства печенья // Инновационная техника и технология. – 2023. – Т. 10. – №. 1. – С. 44-47.

References

[1] Rodina, T. G. Sensory Analysis of Food Products: A Textbook for University Students Majoring in «Commodity Science and Product Expertise» and Other Technological Specialties in the Food Profile / T. G. Rodina; T. G. Rodina. – Moscow: Academia, 2004. – (Higher Professional Education. Food Production). – ISBN 5-7695-1380-2. – EDN QNFSYX.

[2] Vytovtov, A. A. Theoretical and Practical Foundations of Organoleptic Analysis of Food Products: A Textbook for University Students Majoring in 080401 «Commodity Science and Product Expertise» / A. A. Vytovtov; A. A. Vytovtov. – St. Petersburg: GIORD, 2010. – 232 p. – ISBN 978-5-98879-113-3. – EDN QNHVVV.

[3] Næs T., Brockhoff P. B., Tomic O. Statistics for sensory and consumer science. – John Wiley & Sons, 2011.

[4] GOST ISO 11136–2017. Sensory analysis. Methodology. General guidelines for conducting hedonic testing by consumers in a controlled area.

[5] Montgomery D. K. Experimental design and data analysis / translated from English. – Leningrad: Sudostroenie, 1980. – 384 p.

[6] Borovikov V. P. STATISTICA. The art of data analysis on a computer. – 2nd ed. – Moscow: Piter, 2003. – 688 p.

[7] Grice J. W. Idiogrid: Software for the management and analysis of repertory grids // Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. - 2002. - Vol. 34. - No. 3. - Pp. 338-341.

[8] Grice J. W., Assad K. K. Generalized procrustes analysis: a tool for exploring aggregates and persons // Applied Multivariate Research. - 2009. - Vol. 13. - No. 1. - Pp. 93-112.

[9] Nasledov, A. D. IBM SPSS Statistics 20 and AMOS: professional statistical data analysis / A. D. Nasledov. - St. Petersburg: Piter, 2013. - 416 p. - ISBN 978-5-496-00107-6. - EDN TBMLGF.

[10] Belyakova K. N., Frolov D. I. Effect of grape oil microemulsion on textural and sensory properties of bread // Innovative equipment and technology. - 2022. - Vol. 9. - No. 1. - Pp. 5-9.

[11] Yurna D. A., Frolov D. I. Effect of main ingredients on textural properties of cookies // Innovative equipment and technology. - 2023. - Vol. 10. - No. 1. - Pp. 44-47.

Сведения об авторах	**Information about the authors**
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **Тел.:** +7(937) 408-35-28 **E-mail:** surr@bk.ru	**Frolov Dmitriy Ivanovich** PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University **Phone:** +7(937) 408-35-28 **E-mail:** surr@bk.ru
Будаев Егор Ильич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **E-mail:**	**Budaev Yegor Ilyich** undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University **E-mail:**