

Научная статья

УДК 664.8/9

DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-4-38-48

Оценка потребительских предпочтений сублимированных йогуртов методом hierarchy analysis method

И.С. Краснова^{1*}, М.А. Никитина², Г.В. Семенов¹

¹Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

Россия, Москва, *ira3891@mail.ru

²Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН

Россия, Москва

Аннотация. Оценивали возможность применения метода анализа иерархий для определения предпочтений сублимированных йогуртов среди респондентов, не имеющих опыта в дегустационном анализе. Йогурты оценивали по цвету, вкусу, запаху, консистенции и внешнему виду. Иерархическая структура органолептической оценки фруктовых йогуртов состояла из двух уровней: оценка важности каждого органолептического показателя для респондента во время дегустации и ранжирование предпочтения респондентов среди исследуемых сублимированных йогуртов. Методика анализа предполагала последовательное определение для каждого уровня средневзвешенной оценки предпочтений респондентов и определение векторов их приоритетов. Показано, что респонденты в первую очередь обращали внимание на вкус, затем на консистенцию и внешний вид, и меньше всего ориентировались на цвет и запах продукта. Среди всех йогуртов респонденты отдали предпочтение сублимированному йогурту, содержащему по 10% трех видов фруктовых пюре. Рецептура йогурта, содержащая три вида пюре в количестве 5%, получила меньшее предпочтение. Рецептуры йогуртов, содержащие по два вида пюре, респонденты распределили на последних ступенях иерархии предпочтений. Оценка однородности и согласованности суждений респондентов показала, что результаты исследований являлись согласованными и давали объективную информацию по органолептической оценке. Примененный метод анализа иерархий можно рекомендовать для проведения аналогичных органолептических исследований продуктов питания и для более сложных исследований по выбору наиболее рациональных показателей качества продуктов и технологий их производства.

Ключевые слова: метод анализа иерархий; органолептическая оценка; сублимированные йогурты; средневзвешенная оценка предпочтений; вектор приоритетов; потребительские предпочтения

Original article

Assessment of consumer preferences for freeze-dried yoghurt by the hierarchy analysis method

Irina S. Krasnova^{1*}, Marina A. Nikitina², Gennadiy V. Semenov¹

¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russia, *ira3891@mail.ru

²V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

Abstract. The purpose of the research was to evaluate the possibility of using the hierarchy analysis method to determine the preferences for freeze-dried yoghurts among respondents who do not have experience in tasting analysis. Yoghurts were judged on colour, taste, smell, texture, and appearance. The hierarchical structure for the sensory evaluation of fruit yoghurts consisted of two levels. The first level evaluated the importance of each sensory index for the respondent during the tasting. The second level ranked respondents' preferences among the freeze-dried yoghurts under investigation. For each level, the analysis methodology assumed a consistent determining the weighted average assessment of the respondents' preferences and the determining the vectors of their priorities. The hierarchy analysis method showed that the respondents first of all paid attention to the taste, then to the texture and appearance, and least of all focused on the colour and smell of the product. Among all yoghurts, according to the calculations, respondents preferred freeze-dried yoghurt containing 10% of three types of fruit puree. A yoghurt recipe containing three types of puree in an amount of 5% received less preference among the respondents. Recipes of yoghurts containing two types of puree were ranked by the respondents at the last steps of the hierarchy of preferences. Evaluation of the homogeneity and consistency of respondents' opinions showed that the results of the research were consistent and provided objective information on sensory evaluation. The applied hierarchy analysis method can be recommended for similar sensory research of food products and for more complex research on the choice of the most rational properties of the quality of products and their production technologies.

Keywords: hierarchy analysis method; sensory assessment; freeze-dried yogurts; weighted average preference assessment; priority vector; consumer preferences

Введение

Оценка уровня качества пищевых продуктов реально является сложной многофакторной задачей. На практике наибольшее применение получили различные методы органолептической оценки [1, 2]. Здесь обычно реализуется два подхода. В первом случае используют квалифицированных специально подготовленных экспертов, зачастую международного уровня, перед которыми ставится задача выявить наиболее тонкие различия между близкими по своим свойствам продуктами. Например, процедура дегустационной оценки вина или кофе. С другой стороны, если цель дегустации состоит в анализе предпочтения массовых потребителей при оценке уровня сходства продуктов питания, то выбор дегустаторов проводят из неподготовленных потребителей, ранжированных по возрасту, полу или другим социально-демографическим параметрам. Например, при создании рецептур кисломолочных продуктов массового потребления. В этом случае дегустационная оценка может иметь следующие недостатки:

- дегустаторы каждый показатель оценивают в соответствие со своим предпочтением, не учитывая опыт дегустатора в принятии решений;
- не учитывается эффект насыщения дегустатора при оценке большого количества образцов и разнообразия оценочных признаков;
- один и тот же продукт в разное время одним и тем же дегустатором может оцениваться по-разному. Как следствие, анализ полученных органолептических оценок не позволяет правильно связать факторы, изменяющиеся при подготовке образцов, с их соответствующим органолептическим воздействием [3, 4].

Для повышения объективности и систематизации дегустационных оценок возникает необходимость применять методы, обеспечивающие объективную и всестороннюю обработку результатов дегустации. В общепринятой практике в нашей стране результаты дегустационного анализа оцениваются либо методом психологического эксперимента (с определением согласованности мнений дегустаторов с использованием коэффициента конкордации Кендалла (значимость по кси-квадрату) [5–7], либо профильно-дескрипторным методом (с применением однофакторного дисперсионного анализа и использованием критерия Фишера–Сnedока) [8–11]. Одним из перспективных и пока редко применяемых в отечественной практике является метод анализа иерархий (МАИ), который представляет собой процедуру на основе математики и психологии для предписания правильного решения в соответствии с множеством влияющих факторов [12, 13]. Метод разработан американским математиком Томасом Саати, широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира [14–17]. Он позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку их альтернативных вариантов.

МАИ основан на парных сравнениях альтернативных вариантов по различным критериям с использованием пяти-, семи-, девятибалльной шкалы и последующим ранжированием набора альтернатив по всем критериям и целям. Шкала Т. Саати построена на основе объективно действующего психофизического закона Вебера–Фехнера и содержит число от 1 до 9 (или от 1 до 5, если шкала пятибалльная, или от 1 до 7, если шкала семибалльная) [18–20].

Одной из причин редкого использования данного метода в России является отсутствие стандартного программного обеспечения, позволяющего анализировать данные, полученные в результате работы дегустационных комиссий. Такая программа может позволить учитывать динамические входные данные, например количество показателей исследуемого продукта и количество экспертов.

В связи с изложенным, целью работы являлась разработка программы на основе метода анализа иерархий и ее практического использования для определения потребительских предпочтений сублимированных йогуртов среди респондентов, не имеющих опыта в дегустационном анализе.

Материалы и методы

Органолептическую оценку сублимированных фруктовых йогуртов выбрали в качестве примера для анализа принятия и предпочтения потребителей с помощью метода МАИ. Свежие йогурты вырабатывали термостатным способом с применением закваски, полученной на основе новых штаммов молочнокислых бактерий, обладающих комплексом технологических и функциональных свойств. В йогурты добавляли растительные пюре из клубники, банана и яблока. Эти пюре были выбраны

благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, их общепринятому положительному влиянию на здоровье и доступность для производителей. Рецептуры йогуртов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рецептуры йогуртов

Table 1. Yoghurt recipes

№ рецептуры	Массовая доля йогурта, %	Массовая доля пюре клубники, %	Массовая доля пюре банана, %	Массовая доля пюре яблока, %
1	85	5	5	5
2	70	15	0	15
3	70	15	15	0
4	70	0	15	15
5	70	10	10	10

Далее образцы замораживали и подвергали вакуумной сублимационной сушке. Для получения мелкокристаллической структуры йогуртов их замораживали в морозильной камере при температуре минус 40°C и интенсивной циркуляции воздуха. Затем подносы с замороженным продуктом помещали в лабораторную вакуумную сублимационную установку СВП-0,36 [21]. Вакуумную сублимационную сушку вели при температуре сублимации минус 25°C. Температура досушки составляла 38–40°C. Критерием окончания сушки служила конечная влажность высушенных образцов кисломолочных продуктов не более 4%, определяемая по результатам пяти повторов.

Сублимированные йогурты восстанавливали водой комнатной температуры до исходного содержания сухих веществ. Полученные образцы органолептически оценивали по следующим сенсорным характеристикам: цвет; вкус; запах и аромат; консистенция; общее впечатление. В дегустационной оценке принимало участие девять экспертов, которые использовали структурированную пятибалльную шкалу (таблица 2).

Таблица 2. Шкала парных сравнений [11]

Table 2. Pairwise comparison scale

Интенсивность интереса, балл	Характеристика
1	оба показателя одинаково важны
2	один показатель немного важнее другого
3	один показатель важнее другого
4	один показатель явно более важен, чем другие показатели
5	один показатель абсолютно важнее других показателей если при сравнении в матрице показателей получали число a_{ij} , то в противоположной части матрицы показатель вычисляли с использованием свойства обратной совместности ($a_{ji} = 1/a_{ij}$).
противоположные значения	

Иерархическая структура органолептической оценки фруктовых йогуртов состояла из двух уровней: оценка важности для респондента каждого органолептического показателя (цвет, вкус, запах, консистенция, внешний вид) во время дегустации; оценка предпочтений среди фруктовых йогуртов для каждого респондента.

Для каждого уровня иерархии последовательно определяли средневзвешенную оценку предпочтений в виде матрицы парных сравнений

$$A = (a_{ij})_{n \cdot n} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

где элемент матрицы парных сравнений a_{ij} показывал во сколько раз вес объекта A_i больше (или меньше) веса объекта A_j . В результате выполнения $\frac{n(n-1)}{2}$ попарных сравнений объектов формировали часть матрицы $A = (a_{ij})_{n \times n}$, расположенную выше главной диагонали. На главной диагонали выставляли единицы, а элементы, расположенные ниже главной, вычисляли с использованием свойства обратной совместности $\left(a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \right)$.

По полученной матрице вычисляли вектор приоритетов. Для этого определяли сумму столбцов матрицы $X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$, $j = \overline{1, n}$ в виде вектора-строки и делили каждый элемент столбца на эту сумму. По вектору приоритетов оценивали значимость каждого отдельного показателя (цвет, вкус, запах, консистенция, внешний вид) в общей характеристике восприятия йогурта и приоритеты респондентов в восприятии йогуртов.

Объективность органолептической оценки и логику суждений респондентов оценивали по следующим показателям. Определяли максимальное собственное значение λ_{max} матрицы парных сравнений A и решали однородную систему линейных уравнений $(A - \lambda_{max} E) \cdot W = 0$ относительно вектора W . Найденный таким способом вектор W имел положительные компоненты и являлся искомым вектором весов.

Для оценки однородности суждений респондента определяли отклонение величины максимального собственного значения λ_{max} от порядка матрицы n . Согласованность суждения оценивали индексом однородности (ИО) или отношением однородности (ОО) по следующим формулам:

$$\text{ИО} = \text{ИС} = \frac{\lambda_{max}}{n-1},$$

$$\text{ОО} = \text{ОС} = \frac{\text{ИО}}{M_{(ио)}},$$

где $M_{(ио)}$ – среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений, которое основано на экспериментальных данных выбранных из таблицы 3 [11].

Таблица 3. Среднее значение индекса однородности в зависимости от порядка матрицы

Table 3. Average value of the uniformity index depending on the matrix order

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$M_{(ио)}$	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Если значение индекса однородности для матрицы парных сравнений превышало значение 0,1, то считали, что логика суждений, допущенная респондентом при заполнении матрицы, нарушена. В этом случае респонденту предлагали пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

По полученным расчетным данным ранжировали важность каждого органолептического показателя для респондентов и их предпочтения среди фруктовых йогуртов.

Результаты и обсуждение

Результаты расчета средневзвешенной оценки важности для респондента каждого органолептического показателя (цвет, вкус, запах, консистенция, внешний вид) и главный вектор приоритета представлены в таблице 4.

Для оценки значимости каждого отдельного показателя в общей характеристике восприятия йогурта каждый элемент столбца из таблицы 4 делили на соответствующий ему главный вектор и определяли векторы приоритетов. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 4. Средневзвешенная оценка предпочтений респондентов
Table 4. Weighted average assessment of the respondents' preferences

a_{ij}	Цвет	Вкус	Запах	Консистенция	Внешний вид
цвет	1	1/4	2	1/3	1/2
вкус	4	1	5	2	3
запах	1/2	1/5	1	1/4	1/3
консистенция	3	1/2	4	1	2
внешний вид	2	1/3	3	1/2	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	10,50	2,28	15,00	4,08	6,83

Таблица 5. Оценка значимости каждого отдельного показателя в общей характеристике восприятия продукта

Table 5. The importance of each sensory index in sensory evaluation

a_{ij}	Цвет	Вкус	Запах	Консистенция	Внешний вид	Вектор приоритетов $X_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}$
цвет	0,095	0,109	0,133	0,082	0,073	0,099
вкус	0,381	0,438	0,333	0,490	0,439	0,416
запах	0,048	0,088	0,067	0,061	0,049	0,062
консистенция	0,286	0,219	0,267	0,245	0,293	0,261
внешний вид	0,190	0,146	0,200	0,122	0,146	0,161

Вектор приоритета показал, что при оценке продукта респонденты в первую очередь обращали внимание на его вкус. Весовой коэффициент этого показателя (0,416) составлял 41,6% от общего восприятия продукта. В меньшей степени эксперты полагались на консистенцию (0,261) и внешний вид (0,161). Их весовые коэффициенты составили 26,1 и 16,1% от общего восприятия продукта. И меньше всего эксперты ориентировались на цвет (0,099) и запах йогуртов (0,062), что составляло 9,9 и 6,2%, соответственно от общего восприятия йогуртов.

Вкус оказался наиболее важным фактором в сравнении с другими органолептическими показателями, что совпадает с данными разных исследователей. Известно, что вкус является основным фактором, определяющим понравится или не понравится потребителю продукт. Каждый продукт имеет особый вкус, который варьируется в зависимости от используемых компонентов и метода обработки. Считается, что вкус пищи состоит из трех компонентов: обоняния, вкуса и вкусовой стимуляции. Общий вкус оцениваемой пищи служит единицей взаимодействия между этими свойствами, поэтому потребители будут отказываться от еды с плохим вкусом, даже если ее цвет и аромат приемлемы в категории «хорошо» [22, 23].

Отклонение величины максимального собственного значения λ_{\max} составило 5,09, индекс однородности ИО = 0,023, а отношение однородности ОО = 0,02. Поскольку значение индекса однородности $0,02 < 0,1$, то результаты эксперимента считали объективными, следовательно, логика суждений экспертов не была нарушенной, и полученные данные можно было применять для оценки предпочтительного фруктового йогурта для каждого эксперта и получения второго уровня иерархии.

Результаты средневзвешенной оценки предпочтительного фруктового йогурта для каждого респондента, представлены в таблице 6.

Таблица 6. Средневзвешенная оценка предпочтительного фруктового йогурта для каждого респондента по каждому органолептическому показателю

Table 6. Weighted average assessment of the fruit yoghurt preferred by each respondent for each sensory index

№ рецептуры	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4	Рецептура 5
<i>Цвет</i>					
рецептура 1	1	2	4	3	1/2
рецептура 2	1/2	1	3	2	1/3
рецептура 3	1/4	1/3	1	1/2	1/5
рецептура 4	1/3	1/2	2	1	1/4
рецептура 5	2	3	5	4	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	4,08	6,83	15,00	10,50	2,28
<i>Вкус</i>					
рецептура 1	1	2	3	4	1/2
рецептура 2	1/2	1	2	3	1/3
рецептура 3	1/3	1/2	1	2	1/4
рецептура 4	1/4	1/3	1/2	1	1/5
рецептура 5	2	3	4	5	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	4,08	6,83	10,50	15,00	2,28
<i>Запах</i>					
рецептура 1	1	2	3	4	1/2
рецептура 2	1/2	1	2	3	1/3
рецептура 3	1/3	1/2	1	2	1/3
рецептура 4	1/4	1/3	1/2	1	1/5
рецептура 5	2	3	3	5	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	4,08	6,83	9,5	15,00	2,37
<i>Консистенция</i>					
рецептура 1	1	2	3	4	1/2
рецептура 2	1/2	1	2	3	1/3
рецептура 3	1/3	1/2	1	2	1/4
рецептура 4	1/4	1/3	1/2	1	1/5
рецептура 5	2	3	4	5	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	4,08	6,83	10,50	15,00	2,28
<i>Внешний вид</i>					
рецептура 1	1	2	3	4	1/2
рецептура 2	1/2	1	2	3	1/3
рецептура 3	1/3	1/2	1	2	1/4
рецептура 4	1/4	1/3	1/2	1	1/5
рецептура 5	2	3	4	5	1
главный вектор					
$X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$	4,08	6,83	10,50	15,00	2,28

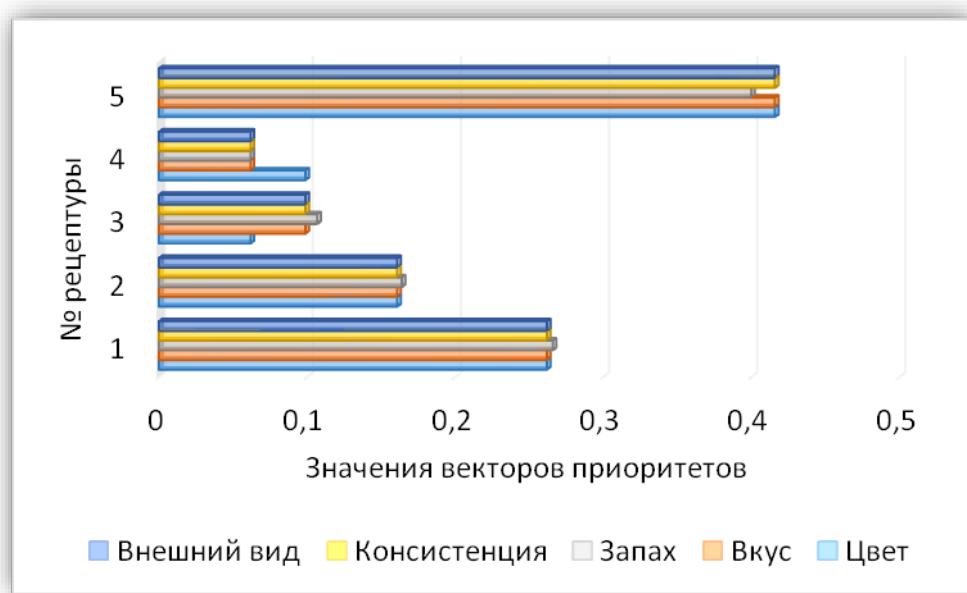
После деления каждого элемента в таблице на соответствующий главный вектор, как при формировании иерархии первого уровня, получены данные по значимости каждого йогурта для респондентов и векторы их приоритетов.

Таблица 7. Оценка значимости йогуртов для респондентов по каждому органолептическому показателю
Table 7. The preference of yoghurt for respondents for each sensory index

№ рецептуры	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4	Рецептура 5	Вектор приоритетов	λ_{\max}	ИО	ОС
<i>Цвет</i>									
рецептура 1	0,245	0,293	0,267	0,286	0,219	0,262			
рецептура 2	0,122	0,146	0,200	0,190	0,146	0,161			
рецептура 3	0,061	0,049	0,067	0,048	0,088	0,062	5,09	0,023	0,02
рецептура 4	0,081	0,073	0,133	0,095	0,109	0,099			
рецептура 5	0,490	0,439	0,333	0,381	0,438	0,416			
<i>Вкус</i>									
рецептура 1	0,245	0,292	0,286	0,267	0,219	0,262			
рецептура 2	0,122	0,146	0,190	0,200	0,146	0,161			
рецептура 3	0,082	0,073	0,095	0,133	0,109	0,099	5,09	0,023	0,02
рецептура 4	0,061	0,049	0,048	0,067	0,088	0,062			
рецептура 5	0,490	0,439	0,381	0,333	0,438	0,416			
<i>Запах</i>									
рецептура 1	0,245	0,293	0,316	0,267	0,211	0,266			
рецептура 2	0,122	0,146	0,211	0,200	0,141	0,164			
рецептура 3	0,082	0,073	0,105	0,133	0,141	0,107	5,11	0,028	0,025
рецептура 4	0,061	0,049	0,053	0,067	0,085	0,063			
рецептура 5	0,490	0,439	0,316	0,333	0,426	0,400			
<i>Консистенция</i>									
рецептура 1	0,245	0,293	0,286	0,267	0,219	0,262			
рецептура 2	0,122	0,146	0,190	0,200	0,146	0,161			
рецептура 3	0,082	0,073	0,095	0,133	0,109	0,099	5,09	0,023	0,02
рецептура 4	0,061	0,049	0,048	0,067	0,088	0,062			
рецептура 5	0,490	0,439	0,381	0,333	0,438	0,416			
<i>Внешний вид</i>									
рецептура 1	0,245	0,293	0,286	0,267	0,219	0,262			
рецептура 2	0,122	0,146	0,190	0,200	0,146	0,161			
рецептура 3	0,082	0,073	0,095	0,133	0,109	0,099	5,09	0,023	0,02
рецептура 4	0,061	0,049	0,048	0,067	0,088	0,062			
рецептура 5	0,490	0,439	0,381	0,333	0,438	0,416			

Из таблицы 7 видно, что отклонение величины максимального значения λ_{\max} составило 5,09 и 5,11 для каждого органолептического показателя, индекс однородности ИО = 0,023 и 0,028, а отношения однородности ОО = 0,02 и 0,025. Поскольку значения индекса однородности 0,02 < 0,1 и 0,025 < 0,1, то результаты эксперимента так же, как и при анализе иерархии первого уровня, можно считать объективными и, следовательно, логика суждений респондентов не нарушена и полученные данные являются объективными.

Для наглядности векторы приоритетов из таблицы 7 представлены на рисунке в виде весовых коэффициентов по каждому показателю органолептической оценки.



*Рисунок – Векторы приоритеты для каждой рецептуры йогурта
Figure. Vector-priorities for every yoghurt recipe*

Данные рисунка свидетельствуют, что согласно результатам органолептической оценки, первое место эксперты отдали рецептуре йогурта № 5. Далее их предпочтения были отданы последовательно рецептограмм № 1 и № 2, и меньше всего предпочтений получили рецептуры № 3 и № 4.

Проранжировав, рецептуры йогуртов, получаем следующую иерархию:

- 1 место – рецептура 5
- 2 место – рецептура 1
- 3 место – рецептура 2
- 4 место – рецептура 3
- 5 место – рецептура 4

Полученный результат показывает, что для потребительских предпочтений основной массы людей, доминирующую роль играет вкусовое восприятие, сформированное сочетанием нескольких видов фруктов (или например, овощей) в каждом конкретном пищевом продукте. Метод МАИ показал, что респонденты отдали предпочтение образцу йогурта, содержащему пюре клубники, банана и яблока в количестве 10%. Следующий выбранный вариант содержал эти же пюре в количествах 5% соответственно. Наименьшее предпочтение получили рецептуры йогуртов, содержащие только два вида пюре.

Выводы

Таким образом, в работе предложена процедура расчета весовых коэффициентов, коэффициентов значимости каждого показателя в отдельности с последующим установлением, какая рецептура будет наиболее предпочтительной для потребителей.

Применение метода анализа иерархий при проведении органолептической оценки позволило сделать несколько важных выводов. Во-первых, анализ иерархий показал, что наиболее важным показателем, который следует учитывать при установлении веса органолептического приоритета при восприятии йогурта, является показатель вкуса. Его весовой коэффициент (0,416) составлял 41,6% от общего восприятия продукта и намного опережал другие органолептические показатели. Далее респонденты отдали предпочтение консистенции (0,261) и внешнему виду (0,161). Наименьшие весовые коэффициенты получили цвет (0,099) и запах йогуртов (0,062).

Во-вторых, метод анализа иерархий помог выявить наиболее предпочтительный йогурт с рецептурой № 5 для экспертов и ранжировать предпочтения экспертов согласно остальным рецептограммам.

Также, метод показывает согласованность оценок респондентов и дает понимание в объективности полученных данных.

Следует отметить, что данный метод можно применять при разработке продуктов питания не только для анализа органолептических показателей, но также применять для более сложных исследований, с учетом технологии производства продукта, показателей его качества, сроков хранения, и т.д.

Литература

1. Ramírez-Rivera E.J., Morales-Carrera U.A., Limón-Rivera R., Castillo-Martínez S.I., Hernández-Salinas G., Ramírez-Sucre M.O., Herrera-Corredor J.A. Analytic hierarchy process as an alternative for the selection of vocabularies for sensory characterization and consumer preference. *Journal of Sensory Studies*. 2020, V. 35, Is. 1, article e12547. DOI: 10.1111/joss.12547
2. Worch T., Le S., Punter P., Pagés J. Ideal profile method (IPM): The ins and outs. *Food Quality and Preference*. 2013, V. 28, Is. 1, pp. 45–59. DOI: 10.1016/j.foodqual.2012.08.001
3. Ramirez-Rivera E.J., Juárez-Barrientos J.M., Rodríguez-Miranda J., Ramírez-García S.A., Villa-Ruano N., Ramón-Canul L.G. Comparison of preference mapping through quantitative descriptive analysis and flash profile in hamburgers. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2016, V. 3, no. 7, 103–112.
4. Sahmer K., Qannari, E.M. Procedures for the selection of a subset of attributes in sensory profiling. *Food Quality and Preference*. 2008, V. 19, no. 2, pp. 141–145. DOI: 10.1016/j.foodqual.2007.03.007
5. Kendall M. *Rank correlation methods*. London: Griffin, 1970. 272 p.
6. Лубенец Ю.В. О модифицированном коэффициенте конкордации, учитывающем в большей степени согласованность лучших альтернатив // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 10. С. 32–39. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-10-32-39
7. Авчухова Е.В. Оценка согласованности экспертов при отборе персонала // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия «Психология». 2018. № 1. С. 136–150.
8. Чугунова О.В., Заворожина Н.В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами: монография. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2010. 148 с.
9. Заворожина Н.В., Чугунова О.В. Потенциал дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2. № 2. С. 58–63.
10. Никитина М.А., Захаров А.Н., Кузнецова Т.Г., Лазарев А.А. Цифровые технологии в оценке и анализе результатов дегустации пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2018. № 3. С. 12–19. DOI: 10.17586/2310-1164-2018-11-3-12-19
11. Кузнецова Т.Г., Лазарев А.А. Профильно-дескрипторные методы и органолептическая оценка мясных продуктов // Мясная индустрия. 2016. № 5. С. 20–25.
12. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*. 2008, V. 1, no. 1, pp. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590
13. Saaty T.L. *Mathematical principles of decision making (Principia Mathematica Decernendi)*. Houston: RWS Publishing, 2010. 531 p.
14. Еришова Н.М. Принятие решений на основе метода анализа иерархий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2015. № 9. С. 39–46.
15. Никитина М.А., Чернуха И.М. Применение метода анализа иерархий при оценке качества продуктов питания // Все о мясе. 2019. № 5. С. 38–40. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-5-38-40
16. Upadhyay K. Application of analytical hierarchy process in valuation of best sewage treatment plant. *International Journal of Science and Research*. 2017, V. 6, no. 6, pp. 259–264.
17. Miftahun M., Yuliarty P. Analisis penilaian daya saing produk oil pastel dengan menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) di PT. Sumari Karya Global. *Journal PASTI*. 2017, V. 11, no. 1, pp. 45–54.
18. Саати Т.Л. Об измерении неосознанного. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Cloud Science. 2015. Т. 2. № 1. С. 5–39.
19. Wichchukita S., O'Mahony M. The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: some reappraisals and alternatives. *J. Sci. Food Agric.* 2015, V. 95, Is. 11, pp. 2167–2178. DOI: 10.1002/jsfa.6993
20. Lim J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*. 2011, V. 22, Is. 8, pp. 733–747. DOI: 10.1016/j.foodqual.2011.05.008
21. Семенов Г.В., Краснова И.С. Сублимационная сушка: монография. М.: ДeЛи плюс, 2021. 326 с.
22. Mikasari W., Hidayat T., Ivanti L. Organoleptic quality and value added of pulpy rimau Gerga Lebong (*Citrus nobilis* SP.) orange juice with extraction and dye addition). *Journal Agroindustri*. 2015, V. 5, Is. 2, pp. 75–84. DOI: 10.31186/j.agroind.5.2.75-84.
23. Fadhil R., Agustina R., Mustaqimah M., Pradyta S. Sensory analysis of pliek u using the analytical hierarchy process (AHP) method. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*. 2022, V. 17, no. 4, pp. 601–606. DOI: 10.18280/ijdne.170415.

References

1. Ramírez-Rivera E.J., Morales-Carrera U.A., Limón-Rivera R., Castillo-Martínez S.I., Hernández-Salinas G., Ramírez-Sucre M.O., Herrera-Corredor J.A. Analytic hierarchy process as an alternative for the selection of vocabularies for sensory characterization and consumer preference. *Journal of Sensory Studies*. 2020, V. 35, Is. 1, article e12547. DOI: 10.1111/joss.12547
2. Worch T., Le S., Punter P., Pagés J. Ideal profile method (IPM): The ins and outs. *Food Quality and Preference*. 2013, V. 28, Is. 1, pp. 45–59. DOI: 10.1016/j.foodqual.2012.08.001
3. Ramirez-Rivera E.J., Juárez-Barrientos J.M., Rodríguez-Miranda J., Ramírez-García S.A., Villa-Ruano N., Ramón-Canul L.G. Comparison of preference mapping through quantitative descriptive analysis and flash profile in hamburgers. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2016, V. 3, no. 7, 103–112.
4. Sahmer K., Qannari, E.M. Procedures for the selection of a subset of attributes in sensory profiling. *Food Quality and Preference*. 2008, V. 19, no. 2, pp. 141–145. DOI: 10.1016/j.foodqual.2007.03.007
5. Kendall M. *Rank correlation methods*. London: Griffin, 1970. 272 p.
6. Lubenets Yu.V. On modified coefficient of concordance better considering coherence of best alternatives. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2017, V. 21, no. 10, pp. 32–39. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-10-32-39. (In Russian)
7. Avchukhova E.V. Assessment of coherence of experts at selection of personnel. *The Bulletin of the Samara Humanitarian Academy. Series: Psychology*. 2018, V. 1, no. 23, pp. 136–150. (In Russian)
8. Chugunova O.V., Zavorokhina N.V. *The use of tasting analysis methods in modeling food formulations with specified consumer properties*. Ekaterinburg, Ural State University of Economics Publ., 2010. 148 p. (In Russian)
9. Zavorokhina N.V., Chugunova O.V. Potential of the descriptive and profile method of degustation analysis. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2014, V. 2, no. 2, pp. 58–63 (In Russian)
10. Nikitina M.A., Zakharov A.N., Kuznetsova T.G., Lazarev A.A. Digital technologies in assessment and analysis of the food tasting results. *Processes and Food Production Equipment*. 2018, no. 3, pp. 12–19. DOI: 10.17586/2310-1164-2018-11-3-12-19 (In Russian)
11. Kuznetsova T.G., Lazarev A.A. Comparative characterization of sensory profiles of cooked sausage samples for child nutrition. *Meat Industry*. 2016, no. 5, pp. 28–33. (In Russian)
12. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*. 2008, V. 1, no. 1, pp. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590
13. Saaty T.L. *Mathematical principles of decision making* (Principia Mathematica Decernendi). Houston: RWS Publishing, 2010. 531 p.
14. Ershova N.M. Making desitions on the base of analysis hierarchy method. *Bulletin of the Dnipro State Academy of Construction and Architecture*. 2015, no. 9, pp. 39–46. (In Russian)
15. Nikitina M.A., Chernukha I.M. Using the method of hierarchy analysis in assessment of food quality. *Vsy o myase*. 2019, no. 5, pp. 38–40. (In Russian) DOI: 10.21323/2071-2499-2019-5-38-40
16. Upadhyay K. Application of analytical hierarchy process in valuation of best sewage treatment plant. *International Journal of Science and Research*. 2017, V. 6, no. 6, pp. 259–264.
17. Miftahun M., Yuliarty P. Analisis penilaian daya saing produk oil pastel dengan menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) di PT. Sumari Karya Global. *Journal PASTI*. 2017, V. 11, no. 1, pp. 45–54.
18. Saati T.L. On the measurement of the intangible. An approach to relative measurements based on the principal eigenvector of the pairwise comparison matrix. *Cloud of Science*. 2015, V. 2, no. 1, pp. 5–39. (In Russian)
19. Wichchukita S., O'Mahony M. The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: some reappraisals and alternatives. *J. Sci. Food Agric*. 2015, V. 95, Is. 11, pp. 2167–2178. DOI: 10.1002/jsfa.6993
20. Lim J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*. 2011, V. 22, Is. 8, pp. 733–747. DOI: 10.1016/j.foodqual.2011.05.008
21. Semenov G.V., Krasnova I.S. Freeze-drying. Moscow, DELI plyus Publ., 2021. 326 p. (In Russian)
22. Mikasari W., Hidayat T., Ivanti L. Organoleptic quality and value added of pulpy rimau Gerga Lebong (*Citrus nobilis* SP.) orange juice with extraction and dye addition). *Journal Agroindustri*. 2015, V. 5, Is. 2, pp. 75–84. DOI: 10.31186/j.agroind.5.2.75–84.
23. Fadhil R., Agustina R., Mustaqimah M., Pradyta S. Sensory analysis of pliek u using the analytical hierarchy process (AHP) method. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*. 2022, V. 17, no. 4, pp. 601–606. DOI: 10.18280/ijdne.170415.

Информация об авторах

Ирина Станиславовна Краснова – канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории сублимационной сушки
Марина Александровна Никитина – д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель направления Центра
«Экономико-аналитических исследований и информационных технологий»
Геннадий Вячеславович Семенов – д-р техн. наук, профессор, руководитель лаборатории сублимационной сушки

Information about the authors

Irina S. Krasnova, Ph.D., Senior Researcher of Freeze-drying Laboratory
Marina A. Nikitina, D. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, Head of the Center for Economic-Analytical Research and Information Technologies
Gennadiy V. Semenov, D. Sci., Professor, Head of Freeze-drying Laboratory

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 01.11.2022

Одобрена после рецензирования 28.11.2022

Принята к публикации 02.12.2022

The article was submitted 01.11.2022

Approved after reviewing 28.11.2022

Accepted for publication 02.12.2022