

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ПЕРЦЕПЦИИ

Золотин А.Ю., Вайнерман Е.С., Симоненко С.В., Симоненко Е.С.

*НИИ детского питания – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Истра,
e-mail: info@niidp.ru*

В статье рассматривается практический подход к исследованию органолептического восприятия в аспекте методики решения внешней задачи органолептической перцепции. Основной позицией методики является алгоритм варьирования органолептических параметров продукта. Экспериментальные исследования проведены в рамках плана полного факторного эксперимента. Переменными плана являются параметры вкуса, запаха, консистенции, цвета; параметрами отклика – органолептическое восприятие продукта или восприятие его отдельных органолептических параметров. Органолептическое восприятие оценивается по гедонической шкале в граничных номинациях «приятный» – «неприятный». Объектом исследований является органолептическое восприятие модельных продуктов в качестве которых рассматриваются соус майонезный, напиток ореховый, продукт творожный, десерт ореховый. Изменение органолептического восприятия достигается варьированием состава продуктов посредством комбинирования ингредиентов и изменения их количественного соотношения. Для конкретного модельного продукта диапазоны изменения органолептических параметров ассоциируются с диапазонами изменения массовых долей и соотношений ингредиентов. Определение выходных параметров (органолептического восприятия) проведено в соответствии с матрицей плана эксперимента. Результаты реализации практического подхода рассмотрены на примере создания рецептуры соуса майонезного для детей дошкольного и школьного возраста. В результате проведения двухступенчатого эксперимента получено соотношение массовых долей «вкусовых» ингредиентов, обеспечивающее позитивное восприятие продукта: сахар-песок – 1,6% мас.; соль поваренная – 1,2% мас.; сок лимонный – 5,5% мас.

Ключевые слова: органолептическое восприятие, модальность, планирование эксперимента, общие переменные, частные переменные, параметры отклика

A PRACTICAL APPROACH TO THE STUDY OF ORGANOLEPTIC PERCEPTION

Zolotin A. Yu., Vaynerman E. S., Simonenko S. V., Simonenko E. S.

Scientific research Institute of baby nutrition – branch of the Federal research centre of nutrition and biotechnology, Istra, e-mail: info@niidp.ru

This article considers a practical approach to the study of organoleptic perception in the light of the method of solving the external problem of organoleptic perception. The main point of the method is the algorithm of varying the organoleptic parameters of a food product. Experimental studies have been carried out within the framework of a full factor experiment. The variables of the design are the parameters of taste, smell, consistency, and color; the parameters of the response are organoleptic perception of the product or the perception of its individual organoleptic parameters. Organoleptic perception is estimated on a hedonic scale in the limiting nominations of «agreeable» – «disagreeable». The object of the study is the organoleptic perception of model products, such as mayonnaise sauce, nut drink, curd product, and nut dessert. The change in organoleptic perception is achieved through varying the products composition by combining its ingredients and changing their quantitative ratio. For a specific model product, ranges of changes in organoleptic parameters are associated with ranges of changes in mass fractions and the ratio of ingredients. Determination of the output parameters (organoleptic perception) has been carried out in accordance with the experiment design matrix. The results of implementing the practical approach are considered on the example of creating a formula of mayonnaise sauce for preschool and school children. As a result of a two-step experiment, we obtained the ratio of mass fractions of «flavoring» ingredients that provides a positive perception of the product: granulated sugar: 1.6% wt.; common salt: 1.2% wt.; and lemon juice: 5.5% wt.

Keywords: organoleptic perception, modality, experiment design, common variables, particular variables, response parameters

Исследование характера органолептического восприятия пищевого продукта требует одновременного изменения нескольких параметров, определяющих восприятие, варьирование которых должно быть структурировано в рамках определенной схемы проведения эксперимента.

Цель работы: обоснование возможности и целесообразности использования методов планирования эксперимента при исследовании органолептического восприятия в практическом аспекте разработки пищевых продуктов.

Материалом исследования являются образцы модельного продукта.

В работе использованы методы органолептического анализа и планирования эксперимента.

Результаты исследования и их обсуждение

Практический подход к исследованию органолептического восприятия в аспекте решения внешней задачи органолептической перцепции реализуется в методике исследований и результатах ее применения к разработке продуктов.

Схематично в методике выделяются следующие позиции:

- выбор модельного продукта;

- варьирование органолептических параметров модельного продукта согласно определенному алгоритму;

- определение методов оценки органолептического восприятия и обработки результатов оценки;

- выявление органолептического восприятия модельного продукта при его органолептических испытаниях;

- обработка и обобщение полученных результатов.

Основной позицией следует считать алгоритм варьирования органолептических параметров продукта.

Органолептические параметры можно рассматривать в качестве денотата понимания модальности как вида чувствительности (зрения, осязания, обоняния, вкуса, слуха), согласно которой возникают определённые ощущения и формируется восприятие внешнего вида, цвета, текстуры, консистенции, запаха, вкуса продукта. В рамках одной модальности имеют место различия в восприятии, обусловленные признаками модальности (например, признаки вкуса: сладкий, солёный, кислый, горький). Степень проявления признака определяется как интенсивность признака (например, кислый вкус по интенсивности может быть охарактеризован как слабо-, умеренно-, сильнокислый).

Вкусовая, обонятельная, осязательная, зрительная модальности, признаки модальностей, интенсивность признаков, формирующие органолептическое восприятие продукта, создаются и изменяются посредством комбинации и варьирования количественных соотношений «вкусовых», «пахучих», «текстурных» («консистентных»), «цветовых» ингредиентов в рецептуре продукта.

В рецептуре всегда можно выделить ингредиенты, оказывающие прямое и косвенное воздействие на модальности (органолептические параметры), признаки модальностей, восприятие признаков модальностей и органолептическое восприятие продукта. Так, сахара определяет сладкий вкус и восприятие продукта как «сладкого» (прямое воздействие); органические кислоты в сочетании с сахарозой деформируют сладкий вкус (косвенное воздействие) трансформируют восприятие сладкого в восприятие, например, кисло-сладкого (или сладко-кислого).

Экспериментальные исследования целесообразно проводить с привлечением положений, принятых в теории и практике планирования эксперимента [1, 2].

Учитывая комплексное воздействие ингредиентов на органолептическое восприятие продукта, постановку эксперимента на начальном этапе исследований целесо-

образно формулировать в рамках плана полного факторного эксперимента ПФЭ 2^n , так как этот план при своей простоте позволяет, в определенной мере учесть эффекты межфакторных взаимодействий.

Общее число опытов при реализации плана $N = 2^n$, где n – число значимых факторов (переменных), учитываемых в эксперименте.

Матрица плана в двоичной системе кодирования приведена в табл. 1.

Общие переменные могут быть представлены через частные переменные:

$$\bar{X}_1 \rightarrow \{X_{11}, X_{12} \dots X_{1n}\}; \bar{X}_2 \rightarrow \{X_{21}, X_{22} \dots X_{2n}\};$$

$$\bar{X}_3 \rightarrow \{X_{31}, X_{32} \dots X_{3n}\}; \bar{X}_4 \rightarrow \{X_{41}, X_{42} \dots X_{4n}\}.$$

Смысл частных и общих переменных заключается в следующем.

Какой-либо признак модальности (например, сладкий вкус), восприятие признака и, в целом, органолептическое восприятие продукта, как правило, формируют несколько ингредиентов. Интенсивность признака модальности конкретного (n -го) ингредиента является частной переменной X_n . Общая переменная объединяет несколько частных переменных $X \rightarrow \{X_1, X_2 \dots X_n\}$.

В случае, если в формировании признака модальности, восприятия признака или органолептического восприятия продукта участвует одна переменная (или, что более вероятно, если можно сделать такое допущение), понятие общей и частной переменной совпадают $\bar{X}_n \leftrightarrow X_n$.

Параметром отклика является органолептическое восприятие продукта или восприятие его отдельных органолептических параметров (вкус, запах, текстура, цвет). Для оценки параметра отклика он должен быть качественно или количественно охарактеризован.

Вопрос количественной характеристики органолептического восприятия в настоящей работе не обсуждается; органолептическое восприятие продукта оценивается качественно по шкале предпочтений (гедонической шкале) в граничных номинациях «вкусный» – «невкусный» или «приятный» – «неприятный».

Формализация оценочных шкал признаков модальностей индивидуальна и определяется характером признака, отраженного в конкретном продукте.

При определении интервалов изменений общих и частных переменных необходимо обеспечить выполнение двух основных условий:

- нижний и верхний уровни интервалов не должны выходить за пределы интервалов допустимого варьирования переменных;

Таблица 1

Матрица плана полного факторного эксперимента

Номер опыта	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3	\bar{X}_4	Y
1	0	0	0	0	Y ₁
2	1	0	0	0	Y ₂
3	0	1	0	0	Y ₃
4	1	1	0	0	Y ₄
5	0	0	1	0	Y ₅
6	1	0	1	0	Y ₆
7	0	1	1	0	Y ₇
8	1	1	1	0	Y ₈
9	0	0	0	1	Y ₉
10	1	0	0	1	Y ₁₀
11	0	1	0	1	Y ₁₁
12	1	1	0	1	Y ₁₂
13	0	0	1	1	Y ₁₃
14	1	0	1	1	Y ₁₄
15	0	1	1	1	Y ₁₅
16	1	1	1	1	Y ₁₆

В таблице применяются следующие обозначения:

$\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4$ – общие переменные вкуса, запаха, текстуры (консистенции), цвета, соответствующие основным модальностям;

Y – параметр отклика;

0; 1 – нижний и верхний уровни интервалов изменения общих переменных.

———— контур матрицы двухфакторного плана (2^2);

----- контур матрицы трехфакторного плана (2^3);

----- контур матрицы четырехфакторного плана (2^4).

• переход с нижнего на верхний уровень интервалов изменения частных переменных должен сопровождаться распознаваемым изменением параметра отклика (признаков вкуса, запаха, текстуры, цвета).

Пределы интервалов допустимого варьирования переменных определяются:

• нормативными ограничениями содержания в продукте тех или иных веществ, входящих в состав ингредиентов;

• фактическим опытом использования ингредиентов в части их влияния на свойства продукта;

• субъективно, соображениями здравого смысла или интуицией.

Планы последующих этапов экспериментальных исследований выстраиваются после обработки результатов реализации плана полного факторного эксперимента на первом этапе.

Контекстуальные понятия модальности, признаков модальности, интенсивности признаков модальности актуализируются в модельном продукте, органолептическое восприятие которого является объектом экспериментальных исследований. При выборе модельных продуктов должны учитываться возрастные, социальные, этнические, возможно, гендерные факторы, что позволяет повысить достоверность исследований, приблизив их к реальному потребителю.

Анализ ассортимента продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста, тенденций его развития, связанных с расширением номенклатуры используемых ингредиентов, позволил выделить инновационную группу продуктов, сырьевой основой которых являются жидкая (экстракт) или твердая (шрот) фракции семян сосны сибирской кедровой (кедрового ореха) [3, 4].

В качестве модельных продуктов данной группы рассматриваются соус майонезный, напиток ореховый, продукт творожный, десерт ореховый, состав которых удовлетворяет критериям выбора модельных продуктов, в соответствии с которыми:

- предпочтительно совместное использование возможно большего числа модальностей (критерий вовлеченности);

- желательна оперирование возможно широкими диапазонами изменения признаков и интенсивности признаков одной модальности (критерий вариабельности);

- допустимо широкое изменение признаков различных модальностей, не приводящих к антагонистическим проявлениям (критерий совместимости).

Изменение органолептического восприятия продуктов является следствием варьирования их состава посредством комбинирования ингредиентов и изменения их количественных соотношений.

Перечень ингредиентов, входящих в состав продуктов, представлен в табл. 2.

Использование фракций семян сосны сибирской кедровой в составе продуктов вносит элемент неординарности в органолептическое восприятие, обусловленный оригинальностью оттенков вкуса и запаха, привносимыми в продукт экстрактом или шротом семян. Экспериментирование с указанными продуктами позволяет варьировать в широком диапазоне текстуру – органолептический показатель, оценка которого неоднозначна, а нормативная дефиниция вызывает вопросы [5].

Каждый из ингредиентов, приведенных в табл. 2, в той или иной степени оказывает влияние на восприятие определенного органолептического параметра соответствующего продукта (табл. 3).

Для исследуемого модельного продукта в рамках конкретных модальностей, формализованных значимыми органолептическими признаками модальностей (органолептических параметров) и диапазоны изменения интенсивности признаков (органолептических параметров), ассоциированы с диапазоном изменения массовых долей и соотношений ингредиентов, поставленных в соответствие с определенной модальностью (органолептическим параметром).

В соответствии с матрицей плана (табл. 1) проводится серия опытов по определению выходных параметров – органолептического восприятия продукта, которое фиксируется в категориях принятой оценочной шкалы. Метод обработки результатов исследований в значительной степени определяется характером полученных результатов и стратегией дальнейших исследований.

Рассмотренный план полного факторного эксперимента, в принципе, предполагает многостадийность исследований. В этом случае полученные результаты рассматриваются в качестве исходных данных для построения последующего плана.

Практически проведение серии опытов является не чем иным, как проведением испытаний образцов продукта, полученных по определенным рецептурам при варьировании количественных и/или качественных характеристик ингредиентов. В этом случае, в матрице плана (табл. 1) общие переменные $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4$ представляют собой количественные или качественные характеристики ингредиентов, оказывающих значимое влияние на органолептическое восприятие продукта, опосредованное его вкусом, запахом, цветом, текстурой (консистенцией).

Таблица 2

Ингредиентный состав модельных продуктов.

Наименование продукта	Ингредиенты
Соус майонезный	Вода питьевая; сыворотка молочная; экстракт семян сосны сибирской кедровой; масло растительное; гидроколлоиды; порошок желтка куриного яйца; соль поваренная; сахар-песок; сок (лимонный, апельсиновый, мандариновый), лимонная кислота
Напиток ореховый	Экстракт семян сосны сибирской кедровой; гидроколлоиды; сок фруктовый (ягодный); какао-порошок; сахар-песок; ароматизаторы
Продукт творожный	Творог; шрот семян сосны сибирской кедровой; экстракт семян сосны сибирской кедровой; сливки; гидроколлоиды; наполнители овощные (укроп, петрушка, эстрагон, базилик, орегано, лук зеленый); соль поваренная
Десерт ореховый	Шрот семян сосны сибирской кедровой; наполнители овощные (укроп, лук зеленый (чеснок); наполнители фруктовые (ягодные); сахар-песок; соль поваренная

Таблица 3

Качественная корреляция ингредиентов и воспринимаемых органолептических параметров

Продукт	Воспринимаемый параметр	Ингредиенты
Соус майонезный	Вкус	Экстракт семян сосны сибирской кедровой Сыворотка молочная Масло растительное Сахар, соль Лимонная кислота, сок фруктовый
	Текстура	Экстракт семян сосны сибирской кедровой Сыворотка молочная Масло растительное Порошок желтка куриного яйца Гидроколлоиды
Напиток ореховый	Вкус	Экстракт семян сосны сибирской кедровой Сахар Сок фруктовый (ягодный) Какао-порошок
	Запах Текстура	Экстракт семян сосны сибирской кедровой Какао-порошок Ароматизаторы
	Цвет	Экстракт семян сосны сибирской кедровой Гидроколлоиды Сок фруктовый (ягодный)
Продукт творожный	Вкус	Творог Шрот семян сосны сибирской кедровой Экстракт семян сосны сибирской кедровой
	Текстура	Сливки Наполнители овощные Соль поваренная Творог Шрот семян сосны сибирской кедровой Экстракт семян сосны сибирской кедровой Сливки Наполнители овощные Гидроколлоиды
Десерт ореховый	Вкус	Шрот семян сосны сибирской кедровой Наполнители овощные, фруктовые, ягодные Сахар Соль поваренная
	Текстура	Шрот семян сосны сибирской кедровой Наполнители овощные, фруктовые, ягодные
	Цвет	Шрот семян сосны сибирской кедровой Наполнители овощные, фруктовые, ягодные

Результаты практического применения изложенного метода рассмотрим на примере создания рецептуры соуса майонезного для детей дошкольного и школьного возраста.

На основе анализа информации по ассортименту и вопросам разработки майонезных соусов, ранее полученных результатов разработки подобных продуктов принят базовый состав продукта, в который входят следующие ингредиенты: экстракт семян сосны сибирской кедровой, масло растительное, концентрат сывороточных белков, сахар-песок, соль поваренная, сок лимонный.

Концентрат сывороточных белков оказывает прямое воздействие на формирование консистенции и восприятие текстуры про-

дукта, косвенно оказывая влияние на восприятие вкуса через изменение текстуры.

Экстракт и растительное масло формируют как вкус, так и текстуру.

Сахар-песок, поваренная соль, сок лимонный являются чисто «вкусовыми» ингредиентами.

В рецептуре продукта массовая доля растительного масла (0,6) принята как для высокожирного продукта; массовая доля концентрата сывороточных белков (0,05) – из соображений адекватности замены порошка желтка куриного яйца.

Массовая доля экстракта является вынужденной и определяется разностью $1 - \sum m$, где $\sum m$ – сумма массовых долей ингредиентов (за исключением экстракта).

Сумма массовых долей «вкусовых» ингредиентов подлежит определению в процессе органолептических испытаний образцов продукта в аспекте выявления характера органолептического восприятия.

В табл. 4 приведены диапазоны изменения массовых процентов «вкусовых» ингредиентов на первой ступени эксперимента.

Таблица 4

Граничные значения диапазонов изменения массовых процентов «вкусовых» ингредиентов на первой ступени эксперимента

Массовый процент	Нижний уровень (0)	Верхний уровень (1)
M_1	1,2	2,0
M_2	0,8	1,2
M_3	5,0	6,0

M_1 – массовый процент сахара-песка;
 M_2 – массовый процент поваренной соли;
 M_3 – массовый процент лимонного сока.

Матрица эксперимента согласно табл. 1 представлена в табл. 5.

Таблица 5

Матрица первой ступени эксперимента

Номер образца (опыта)	M_1	M_2	M_3
1	1,2	0,8	5,0
2	2,0	0,8	5,0
3	1,2	1,2	5,0
4	2,0	1,2	5,0
5	1,2	0,8	6,0
6	2,0	0,8	6,0
7	1,2	1,2	6,0
8	2,0	1,2	6,0

В каждом из восьми опытов испытателями оценивалось органолептическое восприятие образцов. На основании оценки образцы ранжировались каждым испытателем от лучшего к худшему с присвоением образцам баллов от 1 (лучший образец) до 8 (худший образец). По данным ранжирования для каждого образца рассчитывается суммарный оценочный балл по формуле

$$B = \sum_{i=1}^n m_i k_i, \quad (1)$$

где m_i – дискретное значение оценочного балла от $i = 1$ до $i = n$ (место образца в цепочке ранжирования, сформированной каждым испытателем);
 k_i – число оценок, приходящихся на i -й оценочный балл.

По наименьшему численному значению оценочного балла определяется лучший образец.

По результатам эксперимента, реализованного в соответствии с планом изменения массовых процентов ингредиентов, приведенных в табл. 5, наименьший суммарный балл (при участии в эксперименте шести испытателей) имеет образец № 6:

$$B = 1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 3 + 4 \times 1 = 16. \quad (2)$$

На второй ступени эксперимента одним из уровней диапазона изменения массовых процентов ингредиентов явилось среднее значение между нижним и верхним уровнем изменения массовых процентов на первой ступени.

Другой уровень определялся тенденцией изменения органолептического восприятия в позитивную сторону при уменьшении или увеличении массового процента соответствующего ингредиента, выявленной на первой ступени эксперимента.

Установлено, что органолептическое восприятие имеет позитивную тенденцию при увеличении в принятом диапазоне массовых процентов сахара-песка и лимонного сока и уменьшении массового процента поваренной соли.

С учетом полученных данных в табл. 6 приведены диапазоны изменения массовых процентов «вкусовых» ингредиентов на второй ступени эксперимента.

Таблица 6

Граничные значения диапазонов изменения массовых процентов «вкусовых» ингредиентов на второй ступени эксперимента

Массовый процент	Нижний уровень (0)	Верхний уровень (1)
M_1	1,2	2,0
M_2	0,8	1,2
M_3	5,0	6,0

Матрица эксперимента представлена в табл. 7.

Таблица 7

Матрица второй ступени эксперимента

Номер образца (опыта)	M_1	M_2	M_3
1	1,6	0,8	5,5
2	2,0	0,8	5,5
3	1,6	1,0	5,5
4	2,0	1,0	5,5
5	1,6	0,8	6,0
6	2,0	0,8	6,0
7	1,6	1,0	6,0
8	2,0	1,0	6,0

Оценка органолептического восприятия образцов проводилась по вышеизложенной схеме.

По результатам эксперимента, реализованного в соответствии с планом изменения массовых процентов ингредиентов, приведенного в табл. 7, наименьший суммарный балл (при участии в эксперименте шести испытателей) имеет образец № 3:

$$B = 1 \times 2 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 1 = 13. \quad (3)$$

Сопоставление численных значений рассчитанного суммарного балла (формулы (2) и (3)) показывает, что лучшим образцом с точки зрения его органолептического восприятия является образец № 3 второй ступени эксперимента, в котором массовые проценты «вкусовых» ингредиентов имеют следующие значения: сахар-песок – 1,6% мас, соль поваренная – 1,2% мас, сок лимонный 5,5% мас.

Полученное соотношение массовых долей «вкусовых» ингредиентов обеспечивает позитивное восприятие данного вида майонезного соуса.

Заключение

Рассмотренный метод планирования эксперимента на примере конкретного пищевого продукта позволяет структурировать проведение экспериментальных исследований при разработке про-

дукта, предполагающих одновременное варьирование нескольких независимых параметров и получение их значений, обеспечивающих позитивный характер органолептического восприятия продукта. Примененный метод не является единственным при планировании эксперимента, но обладает преимуществом простоты и наглядности.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. по направлению № 0529-2014-0204.

Список литературы

1. Блинова И.П. Планирование и организация эксперимента. Минск: БГТУ, 2010. 130 с.
2. Спиринов Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: конспект лекций. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 257 с.
3. Вайнерман Е.С., Золотин А.Ю., Голубева Л.Н., Шахайло Н.А. Кедровый орех – реальная альтернатива импорту // Пищевая промышленность. 2016. № 3. С. 48–51.
4. Золотин А.Ю., Дмитриева С.Е., Вайнерман Е.С., Сидорова Е.В. Роль некоторых факторов в технологии продуктов здорового питания // III Балтийский морской форум «Инновации в технологии здорового питания»: сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции (отв. редактор И.М. Титова). 2015. С. 271–278.
5. ГОСТ Р ИСО 5492-2014. Органолептический анализ. Словарь. М.: Стандартиформ, 2015. 52 с.