ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53159— 2008 (ИСО 4120:2004)

Органолептический анализ. Методология

МЕТОД ТРЕУГОЛЬНИКА

ISO 4120:2004
Sensory analysis — Methodology — Triangle test
(MOD)

Издание официальное

БЗ 11—2008/441

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности» (ГНУ ВНИИКОП) на основе аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 335 «Методы испытаний агропромышленной продукции на безопасность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 597-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 4120:2004 «Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника (ISO 4120:2004 «Sensory analysis — Methodology — Triangle test»). При этом дополнительные слова, фразы, включенные в текст стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации, выделены курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

© Стандартинформ, 2009

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Принцип . . . 2
5 Общие условия проведения теста . . . 2
6 Испытатели . . . 3
6.1 Квалификация . . . 3
6.2 Число испытателей . . . 3
7 *Проведение испытаний* . . . 4
8 Анализ и интерпретация результатов . . . 4
8.1 Испытания на различие . . . 4
8.2 Испытания на подобие . . . 5
9 Отчет по испытаниям . . . 5
10 Прецизионность метода и смещение *(систематическая погрешность)* . . . 5
Приложение А (обязательное) *Статистические* таблицы . . . 6
Приложение В (справочное) Примеры . . . 10
Библиография . . . 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Органолептический анализ. Методология

МЕТОД ТРЕУГОЛЬНИКА

Organoleptic analysis — Methodology — Triangle test

Дата введения — 2010—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает *метод*, позволяющий определить, существует или нет заметное *органолептическое* различие или подобие между образцами двух продуктов. В основе метода лежит процедура принудительного выбора. Метод применим независимо от того, существует ли различие между продуктами по одной или по нескольким характеристикам.

С точки зрения математической статистики данный метод более эффективен, чем метод «дуо-трио» [1], но имеет ограниченное применение в отношении продуктов, обладающих сильным или стойким флейвором.

Метод применим даже в тех случаях, когда природа различия между продуктами неизвестна (т. е. не устанавливают ни степень и направление различия между образцами продукта, ни то, какие именно *органолептические* свойства ответственны за различие в продуктах). Метод применим только тогда, когда продукты сравнительно однородны.

Метод эффективен:

а) когда необходимо установить

- что имеется заметное различие между продуктами («метод треугольника при проверке различия») или

- что не имеется заметного различия между продуктами (метод треугольника при проверке подобия) после изменения, например ингредиентного состава или технологии производства продукта, или его упаковки, или условий хранения и обращения;

б) для отбора, обучения и проверки испытателей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 53180—2008 Органолептический анализ. Общее руководство по отбору, обучению и контролю испытателей. Часть 1. Отобранные испытатели (ИСО 8586-1:1993, MOD)

ГОСТ Р 53181—2008 Органолептический анализ. Общее руководство по отбору, обучению и контролю испытателей. Часть 2. Испытатели (ИСО 8586-2:1994, MOD)

ГОСТ Р ИСО 5492—2005 Органолептический анализ. Словарь (ИСО 5492:1992, IDT)

ГОСТ Р ИСО 8589—2005 Органолептический анализ. Руководство по проектированию помещений для исследований (ИСО 8589:1988, IDT)

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января

Издание официальное

текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р ИСО 5492, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **альфа-риск (α-риск):** Вероятность сделать заключение о наличии заметного различия между образцами тогда, когда это различие не существует.

Примечание — В равной мере применимы термины: вероятность ошибки I рода, уровень значимости или частота получения ложноположительных заключений.

3.2 **бета-риск (β-риск):** Вероятность сделать заключение об отсутствии заметного различия между образцами тогда, когда это различие существует.

Примечание — В равной мере применимы термины: вероятность ошибки II рода или частота получения ложноотрицательных заключений.

3.3 **различие:** Ситуация, при которой образцы продукта могут быть отличены друг от друга на основе их *органолептических* характеристик.

Примечание — Долю оценок, когда было отмечено заметное различие между двумя образцами продукта, обозначают символом p_d.

3.4 **продукт:** Оцениваемый материал.

3.5 **образец:** Единица продукта, подготовленная, предоставленная испытателям и оцениваемая ими при проведении теста.

3.6 **чувствительность:** Обобщенный термин, используемый для того, чтобы суммарно обозначить условия проведения теста.

Примечание — С точки зрения математической статистики чувствительность теста определяется величинами α, β, p_d.

3.7 **подобие:** Ситуация, при которой любые возможные различия между образцами продукта настолько малы, что продукты можно рассматривать как взаимозаменяемые.

3.8 **триада:** Три образца продукта, предоставляемые испытателю для оценки по методу треугольника.

Примечание — В методе треугольника каждый из образцов помечают отдельным кодом. Два образца подобны друг другу (так как представляют собой один и тот же продукт), а один образец отличен от них (взят из другого продукта).

4 Принцип

Число испытателей выбирают, исходя из желаемой чувствительности теста (см. 6.2 и пояснения в А.3, приложение А).

Каждый испытатель получает комплект из трех образцов продукта (т. е. триаду образцов) и информацию о том, что два образца подобны друг другу, а третий отличен от них. Задача испытателя — указать, какой именно образец отличен от двух других даже в том случае, если его выбор будет основан только на догадках.

Затем подсчитывают суммарное число правильных ответов и определяют значимость результата испытаний со ссылкой на *соответствующую* статистическую таблицу.

5 Общие условия проведения теста

5.1 Четко, в письменной форме указывают цель испытаний.

5.2 Испытания проводят в условиях, которые исключают возможность обмена информацией между испытателями, пока все оценки не будут ими выполнены; для этого используют оборудование и помещения для испытаний, соответствующие требованиям *ГОСТ Р ИСО 8589*.

5.3 Образцы для испытаний готовят в отсутствие испытателей одинаковым способом: применяют одинаковые оборудование, посуду и берут равные порции продукта.

5.4 Испытатели не должны получить никакой информации для идентификации образца исходя из способа подготовки и представления им образцов продукта. Например, если исследуют только вкусовую характеристику продукта, то нужно избегать какой-либо разницы во внешнем виде образцов; для этого следует замаскировать разницу в цвете образцов, используя при освещении светофильтры или обеспечивая приглушенное освещение.

5.5 Посуду, в которой подают образцы, кодируют одинаковым способом; в качестве кодов предпочтительно использовать трехзначные числа, выбирая их случайным образом для каждого из образцов, подаваемых испытателям. Каждая триада состоит из трех образцов, и каждый из них имеет свой собственный код. Предпочтительно, чтобы в данной серии испытаний для всех испытателей использовались разные коды образцов. Однако допускается использовать и три одних и тех же кода образцов для всех испытателей, если при этом каждый код используют для данного испытателя лишь единожды в течение данной серии испытаний (например, если в одной серии испытаний метод треугольника используют для нескольких различных продуктов).

5.6 Количество (объем) продукта, предоставляемое испытателю, должно быть одинаковым во всех образцах триады, как должно быть одинаковым и во всей серии испытаний данного вида продукта. Количество (объем) проб продукта, которые испытатель должен использовать при опробовании, можно установить заранее. Если это не сделано, то следует, тем не менее, указать испытателям, что они должны использовать одинаковые количества продукта при оценивании пробы каждого из сравниваемых образцов.

5.7 Температура образцов продукта в каждой триаде должна быть одинакова; это касается также всех других образцов в серии испытаний данного вида продукта. Желательно предоставлять испытателям образцы продукта при той температуре, при которой данный продукт обычно потребляют.

5.8 Испытателей следует уведомить, должны ли они проглатывать пробу продукта или могут поступать по своему усмотрению. В этом последнем случае испытатели должны быть предупреждены, что следует поступать одинаковым образом в отношении всех испытуемых образцов продукта.

5.9 В течение всей серии испытаний до того момента, пока все испытания не будут завершены, необходимо избегать возможности получения испытателями какой-либо информации, которая может помочь в идентификации пробы продукта, в определении возможных эффектов от той или иной обработки или способа изготовления продукта.

6 Испытатели

6.1 Квалификация

Все испытатели должны обладать одинаковым уровнем квалификации, и этот уровень должен быть выбран, исходя из цели испытаний (см. *ГОСТ Р 53180 и ГОСТ Р 53181)*. Практический опыт и предварительное знакомство с продуктом могут положительно сказаться на качестве работы испытателя и тем самым увеличить вероятность обнаружения значимых различий при сопоставлении образцов продукта. Проводимая время от времени проверка *квалификации* испытателей может быть полезна для улучшения их чувствительности.

Все испытатели должны быть хорошо знакомы с сущностью метода треугольника (с характером испытаний, задачей испытаний, процедурой и правилами оценки).

6.2 Число испытателей

Число испытателей выбирают исходя из того, какую чувствительность теста желательно обеспечить (пояснения в А.3, приложение А). Использование большого числа испытателей является предпосылкой успеха в выявлении незначительных различий между продуктами. Однако на практике выбор числа испытателей часто определяется обстоятельствами материального плана (например, ограниченное время, отпущенное на проведение теста, имеющееся в наличии число подходящих испытателей или выделенное для теста количество продукта). При проведении теста на различие число испытателей составляет примерно 24—30 человек. При проведении теста на отсутствие заметного различия (т. е. теста на подобие) для обеспечения эквивалентной чувствительности теста число испытателей должно быть примерно удвоено (т. е. приблизительно должно составлять 60 человек).

По мере возможности следует избегать выполнения параллельных оценок в одном тесте одним и тем же испытателем. Однако если параллельные оценки все-таки предполагается использовать, чтобы обеспечить достаточное общее число оценок, то должны быть предприняты все возможные усилия к

тому, чтобы все испытатели провели равное число параллельных оценок. Например, если имеются только 10 испытателей, то каждый из них должен провести оценки трех триад так, чтобы общее число оценок равнялось 30.

Примечание — Если проводят тест на подобие и используют данные таблицы А.2, *приложение А*, то рассмотрение полученных 10 испытателями в трех повторностях 30 оценок как независимых результатов не является правомочным. Однако когда проводится тест на различие с использованием данных таблицы А.1, *приложение А*, то применение параллельных оценок правомочно ([2] и [3]). В некоторых недавних публикациях [4] и [5] по вопросу использования параллельных оценок при различительных испытаниях предлагаются альтернативные подходы к статистической обработке результатов испытаний.

7 Проведение испытаний

7.1 Перед проведением испытаний заготавливают бланки рабочих листов и протоколов (В.1, В.2, *приложение В*) в предположении, что будет использовано требуемое число триад, в равной мере представляющих каждый из шести возможных способов подачи проб двух продуктов А и В: АВВ; ААВ; АВА; ВАА; ВВА; ВАВ.

Распределяют каждую такую группу из шести триад случайным образом среди шести испытателей (т. е. распределяют первый комплект из шести триад среди первых шести испытателей, затем распределяют следующий комплект из шести триад — среди следующих шести испытателей и т. д.). Это позволяет свести к минимуму возможный *дисбаланс*, если число испытателей не кратно 6.

7.2 Испытателю подают по три образца каждой триады одновременно (если это только возможно), используя одно и то же правило пространственного расположения образцов (например, триада образцов, установленных в одну линию для проведения опробования в обычном порядке слева направо, или триада образцов, расположенных в вершинах треугольника, и т. п.). Испытателям, если они пожелают, обычно разрешается проводить повторные опробования образцов, но только в пределах одной триады (в том случае, конечно, когда природа продукта позволяет повторять опробование).

7.3 Испытателей просят проводить оценку триад образцов в том порядке, в каком они были поданы. Испытателям сообщают, что в каждой триаде два образца являются одинаковыми, а один — отличен от двух остальных. Каждый испытатель должен определить, какой именно из трех образцов в триаде является отличным от других.

7.4 Каждый рабочий лист рассчитан на сообщение результата опробования одной триады. Если испытатель будет выполнять испытания более чем одной триады образцов в течение одной серии испытаний, то следует получить от него заполненный бланк рабочего листа и убрать со стола остатки продуктов, прежде чем предлагать ему следующую триаду образцов. Испытатель никогда не должен возвращаться к предыдущей триаде образцов и никогда не должен изменять свой вердикт относительно результата ранее проведенного испытания.

7.5 Не следует задавать испытателю какие-либо вопросы относительно предпочтительности, приемлемости или степени различия после того, как он сделал свой выбор «непарного» образца. Выбор, который был им только что сделан, может оказать влияние на ответы на последующие дополнительные вопросы. Ответы на такие вопросы можно получить в отдельных испытаниях на предпочтение, приемлемость, степень различия и т. п. [6]. Для того чтобы испытатель мог пояснить, почему он сделал тот или иной выбор, в рабочий лист может быть введен раздел «Примечания».

7.6 Метод треугольника является тестом, в котором предусмотрена процедура принудительного выбора: испытателям не разрешается использовать такой вариант ответа, как «нет различия». Испытателя нужно проинформировать, что если он не сумеет обнаружить различия между образцами продукта, то должен просто выбрать наугад один из образцов и в разделе «Примечания» в рабочем листе отметить, что его выбор является не более чем догадкой.

8 Анализ и интерпретация результатов

8.1 Испытания на различие

При анализе данных, полученных методом треугольника, используют таблицу А.1, *приложение А*. Если число правильных ответов не меньше числа, указанного в таблице А.1 (для соответствующего числа испытателей и уровня α-риска, выбранного при проведении теста), то делают вывод, что между образцами продукта существует заметное различие (см. В.1, *приложение В*).

При желании можно вычислить доверительный интервал для доли испытателей, способных различить образцы продукта. Методика расчета описана в В.3, *приложение В*.

8.2 Испытания на подобие[1)]

При анализе данных, полученных методом треугольника, используют таблицу А.2, *приложение А*. Если число правильных ответов меньше или равно числу, указанному в таблице А.2, приложение А (для соответствующего числа испытателей, уровня β-риска и значения p_d, выбранных при проведении теста), то делают вывод, что между образцами продукта нет существенного различия (В.2, *приложение В*). Если предполагается сопоставлять результаты, получаемые в разных тестах, то для всех тестов выбирают одно и то же значение p_d.

При необходимости можно вычислить доверительный интервал для доли тех, кто способен различить образцы продукта. Методика расчета описана в В.3, *приложение В*.

Нельзя сделать какие-либо заключения, если максимальное число правильных ответов меньше, чем $n/3$.

9 Отчет по испытаниям

Сообщают цель испытаний, результаты испытаний и заключения.

Рекомендуется внести в отчет следующую дополнительную информацию:

- задача испытаний и характер изучаемой обработки продукта;
- подробные сведения для идентификации испытуемых образцов продукта: их происхождение, способ подготовки, количество, форма, хранение перед испытаниями, количество продукта, предоставленного испытателям, температура продукта (эта информация, касающаяся образцов, должна свидетельствовать о проведении всех операций их хранения, обработки и подготовки таким образом, что можно утверждать, что различие между образцами, если оно обнаружено, может быть вызвано только теми изменениями в их характеристиках, которые связаны с изучаемой причиной);
- число испытателей, число правильных ответов и результаты статистической обработки (включая значения величин α, β, p_d, которые использовались при испытаниях);
- сведения об испытателях (их практический опыт в проведении *органолептических* испытаний, знакомство с продуктом и с образцами продукта, подвергавшегося испытаниям), возраст и пол (см. *ГОСТ Р 53180 и ГОСТ Р 53181)*;
- любые специальные сведения и рекомендации, предоставленные испытателям в связи с проводившимися испытаниями;
- условия при проведении испытаний: использовавшиеся средства испытаний, как осуществлялась подача образцов испытателям — одновременно или последовательно, была ли после проведения испытаний предоставлена информация, позволяющая идентифицировать образцы, и если была предоставлена, то каким образом;
- место проведения испытаний, дата, фамилия руководителя испытаний.

10 Прецизионность метода и смещение (*систематическая погрешность*)

Поскольку результаты *органолептических* различительных испытаний зависят от индивидуальной чувствительности испытателей, не представляется возможным сделать общее заключение относительно воспроизводимости результатов, которое было бы применимо по отношению к любой группе испытателей. Прецизионность, связанная с конкретной группой испытателей, возрастает по мере увеличения числа участников испытания и по мере повышения их квалификации, а также зависит от подвергаемого испытаниям продукта.

Поскольку используется процедура принудительного выбора, получаемые данным методом результаты не содержат систематической погрешности (смещения), если полностью соблюдены требования раздела 7.

[1)] В настоящем стандарте «подобный» не означает «идентичный». Этот термин означает, скорее, что два продукта достаточно схожи, чтобы можно было использовать один вместо другого. Невозможно доказать, что два продукта являются идентичными. Однако можно продемонстрировать, что любое различие, какое существует между продуктами, так мало, что не имеет практического значения.

Приложение А
(обязательное)

Статистические таблицы

А.1 Значения, приведенные в таблице А.1, — это минимальное число правильных ответов, требуемое для признания значимости результата при выбранных значениях уровня α-риска (см. соответствующую графу) и числа испытателей (см. соответствующую строку). Гипотеза «нет различий» отвергается, если число правильных ответов больше или равно числу, указанному в таблице А.1.

Таблица А.1 — Минимальное число правильных ответов, необходимое для заключения о существовании заметного различия между сравниваемыми объектами на основании результатов треугольного теста

n	*Необходимое минимальное число правильных отчетов при уровне α-риска*					*n*	*Необходимое минимальное число правильных отчетов при уровне α-риска*				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
6	4	5	5	6	—	26	12	13	14	15	17
7	4	5	5	6	7	27	12	13	14	16	18
8	5	5	6	7	8	28	12	14	15	16	18
9	5	6	6	7	8	29	13	14	15	17	19
10	6	6	7	8	9	30	13	14	15	17	19
11	6	7	7	8	10	31	14	15	16	18	20
12	6	7	8	9	10	32	14	15	16	18	20
13	7	8	8	9	11	33	14	15	17	18	21
14	7	8	9	10	11	34	15	16	17	19	21
15	8	8	9	10	12	35	15	16	17	19	22
16	8	9	9	11	12	36	15	17	18	20	22
17	8	9	10	11	13	42	18	19	20	22	25
18	9	10	10	12	13	48	20	21	22	25	27
19	9	10	11	12	14	54	22	23	25	27	30
20	9	10	11	13	14	60	24	26	27	30	33
						66	26	28	29	32	35
21	10	11	12	13	15	72	28	30	32	34	38
22	10	11	12	14	15	78	30	32	34	37	40
23	11	12	12	14	16	84	33	35	36	39	43
24	11	12	13	15	16	90	35	37	38	42	45
25	11	12	13	15	17	96	37	39	41	44	48
						102	39	41	43	46	50

Примечания

1 Значения, указанные в таблице, являются точными, поскольку рассчитаны по формуле биномиального распределения. Для значений *n*, отсутствующих в таблице, могут быть найдены приближенные значения, рассчитанные по приведенной ниже формуле, основанной на аппроксимации биномиального распределения нормальным: минимальное число правильных ответов (x) равняется ближайшему целому числу, большему, чем

$$x = (n/3) + \sqrt{2n/9}\,,$$

где значение z зависит от уровня значимости следующим образом: $z = 0{,}84$ для $\alpha = 0{,}20$; $z = 1{,}28$ для $\alpha = 0{,}10$; $z = 1{,}64$ для $\alpha = 0{,}05$; $z = 2{,}33$ для $\alpha = 0{,}01$; $z = 3{,}09$ для $\alpha = 0{,}001$.

2 Значения $n < 18$ обычно не рекомендуется использовать в случае испытаний на выявление различия, проводимых по методу треугольника.

3 Таблица взята из ссылки [7].

А.2 Значения, приведенные в таблице А.2, представляют собой максимальное число правильных ответов, требуемое для подтверждения «подобия» сравниваемых объектов при выбранных значениях p_d, β и n. Допущение «нет различия» принимается при уровне значимости $100(1-\beta)$ %, если число правильных ответов не более числа, указанного в таблице А.2.

Таблица А.2 — Максимальное число правильных ответов, необходимое для заключения, что два сравниваемых объекта подобны друг другу, на основании результатов треугольного теста

n	β	Необходимое максимальное число правильных ответов при p_d					n	β	Необходимое максимальное число правильных ответов при p_d				
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %			10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
18	0,001	0	1	2	3	5	66	0,001	14	18	22	26	31
	0,01	2	3	4	5	6		0,01	16	20	25	29	34
	0,05	3	4	5	6	8		0,05	19	23	28	32	37
	0,10	4	5	6	7	8		0,10	20	25	29	33	38
	0,20	4	6	7	8	9		0,20	22	26	31	35	40
24	0,001	2	3	4	6	8	72	0,001	15	20	24	29	34
	0,01	3	5	6	8	9		0,01	18	23	28	32	38
	0,05	5	6	8	9	11		0,05	21	26	30	35	40
	0,10	6	7	9	10	12		0,10	22	27	32	37	42
	0,20	7	8	10	11	13		0,20	24	29	34	39	44
30	0,001	3	5	7	9	11	78	0,001	17	22	27	32	38
	0,01	5	7	9	11	13		0,01	20	25	30	36	41
	0,05	7	9	11	13	15		0,05	23	28	33	39	44
	0,10	8	10	11	14	16		0,10	25	30	35	40	46
	0,20	9	11	13	15	17		0,20	27	32	37	42	48
36	0,001	5	7	9	11	14	84	0,001	19	24	30	35	41
	0,01	7	9	11	14	16		0,01	22	28	33	39	45
	0,05	9	11	13	16	18		0,05	25	31	36	42	48
	0,10	10	12	14	17	19		0,10	27	32	38	44	49
	0,20	11	13	16	18	21		0,20	29	34	40	46	51
42	0,001	6	9	11	14	17	90	0,001	21	27	32	38	45
	0,01	9	11	14	17	20		0,01	24	30	36	42	48
	0,05	11	13	16	19	22		0,05	27	33	39	45	52
	0,10	12	14	17	20	23		0,10	29	35	41	47	53
	0,20	13	16	19	22	24		0,20	31	37	43	49	55
48	0,001	8	11	14	17	21	96	0,001	23	29	35	42	48
	0,01	11	13	17	20	23		0,01	26	33	39	45	52
	0,05	13	16	19	22	26		0,05	30	36	42	49	55
	0,10	14	17	20	23	27		0,10	31	38	44	50	57
	0,20	15	18	22	25	28		0,20	33	40	46	53	59
54	0,001	10	13	17	20	24	102	0,001	25	31	38	45	52
	0,01	12	16	19	23	27		0,01	28	35	42	49	56
	0,05	15	18	22	25	29		0,05	32	38	45	52	59
	0,10	16	20	23	27	31		0,10	33	40	47	54	61
	0,20	18	21	25	28	32		0,20	36	42	49	56	63
60	0,001	12	15	19	23	27	108	0,001	28	34	41	48	55
	0,01	14	18	22	26	30		0,01	31	37	45	52	59
	0,05	17	21	25	29	33		0,05	34	41	48	55	63
	0,10	18	22	26	30	34		0,10	36	43	50	57	65
	0,20	20	24	28	32	36		0,20	38	45	52	60	67

Примечания

1 Величины, указанные в таблице, являются точными значениями, поскольку рассчитаны по формуле биномиального распределения. Для значений n, отсутствующих в таблице, верхний доверительный интервал для p_d при уровне значимости $100(1 - \beta)$ % может быть определен по формуле, основанной на аппроксимации биномиального распределения, нормальным:

$$[1{,}5(x/n - 0{,}5)] + 1{,}5z_\beta \sqrt{(nx - x^2)/n^3} ,$$

где x — число правильных ответов;

n — число испытателей;

z_β — изменяется следующим образом:

0,84 для $\beta = 0{,}20$; 1,28 для $\beta = 0{,}10$; 1,64 для $\beta = 0{,}05$; 2,33 для $\beta = 0{,}01$; 3,09 для $\beta = 0{,}001$.

Окончание таблицы А.2

Если расчетное значение меньше, чем выбранное граничное значение p_d, то заявляют, что сравниваемые объекты подобны друг другу на уровне значимости β.

2 Значения $n < 30$ обычно не рекомендуется использовать в случае испытаний на подтверждение подобия, проводимых по методу треугольной пробы.

3 Взято из ссылки [7].

А.3 Таблица А.3 иллюстрирует результаты статистического подхода к решению задачи определения необходимого числа испытателей. Статистическая чувствительность теста является функцией трех величин: α-риска, β-риска и p_d[1] — максимально допустимой доли испытателей, способных почувствовать различие между двумя объектами испытаний. Значения α, β и p_d выбирают до начала проведения испытаний, используя приведенные ниже рекомендации.

Согласно общепринятым правилам, статистически значимый результат

- при риске α от 10 % до 5 % (т. е. от 0,10 до 0,05) представляет собой недостаточное основание для заявления, что различие между объектами испытаний существует,
- при риске α от 5 % до 1 % (т. е. от 0,05 до 0,01) является умеренной степени основанием для заявления, что различие между объектами испытаний существует,
- при риске α от 1 % до 0,1 % (т. е. от 0,01 до 0,001) является веским основанием для заявления, что различие между объектами испытаний существует,
- при риске α менее 0,1 % (т. е. < 0,001) является очень веским основанием для заявления, что различие между объектами испытаний существует.

В случае β-рисков весомость оснований для заявления о том, что различие между объектами испытаний не существует, оценивают по этим же правилам, заменяя слово «существует» на слова «не существует».

Значения максимально допустимой доли тех, кто способен почувствовать различие между двумя объектами испытаний p_d принято подразделять на три диапазона:

- значения $p_d < 25$ % рассматривают как небольшие значения,
- значения 25 % < p_d < 35 % рассматривают как средние значения,
- значения $p_d > 35$ % рассматривают как большие значения.

Число испытателей выбирают так, чтобы получить требуемый уровень чувствительности теста. В таблице А.3 находят выбранное значение p_d и графу, соответствующую выбранному значению β. Минимальное требуемое число испытателей находят в строке, соответствующей выбранному значению α. Таблицу А.3 можно также использовать для нахождения значений p_d, α и β таких, при которых обеспечивается достаточная чувствительность теста и практически приемлемое число испытателей. Такой подход подробно описан в [9].

Значения, приведенные в таблице А.3, — это минимальное число испытателей, требуемых для выполнения испытаний методом треугольника с заданной чувствительностью, определяемой величинами p_d, α и β. Находят в таблице необходимое значение p_d и графу, соответствующую выбранному значению β. Минимально необходимое число испытателей находят в строке, соответствующей выбранному значению α.

Таблица А.3 — Число испытателей, необходимых для проведения испытаний по методу треугольной пробы.

α	p_d, %	*Число испытателей при β-риске*				
		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
0,20	50	7	12	16	25	36
0,10		12	15	20	30	43
0,05		16	20	23	35	48
0,01		25	30	35	47	62
0,001		36	43	48	62	81
0,20	40	12	17	25	36	55
0,10		17	25	30	46	67
0,05		23	30	40	57	79
0,01		35	47	56	76	102
0,001		55	68	76	102	130

[1] В настоящем стандарте вероятность правильного ответа p_c рассчитывается как $p_c = p_d + (1/3)(1 - p_d)$, где p_d — это доля совокупности испытателей, которые могут обнаружить различие между двумя объектами испытаний. К тесту треугольной пробы применима также психометрическая модель процесса принятия решения экспертом, такая как модель Turstoun-Ura (см. [8]).

Окончание таблицы А.3

α	p_d, %	*Число испытателей при* β*-риске*				
		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
0,20	30	20	28	39	64	97
0,10		30	43	54	81	119
0,05		40	53	66	98	136
0,01		62	82	97	131	181
0,001		93	120	138	181	233
0,20	20	39	64	86	140	212
0,10		62	89	119	178	260
0,05		87	117	147	213	305
0,01		136	176	211	292	397
0,001		207	257	302	396	513
0,20	10	149	238	325	529	819
0,10		240	348	457	683	1011
0,05		325	447	572	828	1181
0,01		525	680	824	1132	1539
0,001		803	996	1165	1530	1992

Примечание — Таблица взята из [9].

Приложение В
(справочное)

Примеры

В.1. Пример 1 — Треугольный тест для подтверждения существования различия между объектами испытаний

В.1.1 Исходные данные

Пивоваренный завод разработал технологию производства безалкогольного пива, обладающего сниженным уровнем нежелательного «зернового» флейвора. Процесс требует вложений в новое оборудование. Перед тем как проводить крупномасштабные испытания на предпочтение с участием потребителей, ведущий пивовар желает получить подтверждение, что экспериментальное безалкогольное пиво отличается от безалкогольного пива, выпускаемого компанией в настоящий момент. Ведущий пивовар желает, чтобы вероятность вывода о наличии различия между продуктами, в то время как это различие не существует, была минимальной. В то же время он готов принять большую степень риска не обнаружить различие между продуктами, хотя оно и существует, поскольку имеются альтернативные способы ведения технологического процесса.

В.1.2 Цель испытаний

Цель испытаний состоит в том, чтобы перед тем, как предоставить на суд потребителей новый вид безалкогольного пива, самим удостовериться, что новый технологический процесс обеспечивает производство напитка, действительно отличающегося от ранее выпускаемого.

В.1.3 Число испытателей

Во избежание ошибочных выводов о том, что существует различие между продуктами (в отсутствие такого различия), руководитель органолептических испытаний предлагает принять α равным 0,05. Чтобы упростить проведение теста, выбрав сбалансированное число испытателей, руководитель испытаний решает привлечь к работе 24 испытателя. Если обратиться к таблице А.3, то можно видеть, что выбор 24 испытателей также гарантирует, что тест обеспечивает 95 %-ную вероятность [т. е. $100(1-\beta)$ %] выявить тот случай, когда 50 % испытателей способны обнаружить различие между анализируемыми образцами продукта. Из таблицы А.3 видно, что при $\alpha = 0{,}05$, $\beta = 0{,}05$ и $p_d = 50$ % необходимое число испытателей составляет 23 человека.

В.1.4 Проведение испытаний

Образцы для испытаний (36 стаканов с пивом «А» и 36 стаканов с пивом «В») кодируют с помощью неповторяющихся случайных чисел. Каждая из триад ABB, BAA, AAB, BBA, ABA и BAB будет представлена четыре раза, и таким образом оказываются в равной мере охвачены все 24 испытателя, которым триады подают в произвольном порядке. Пример используемого рабочего протокола испытаний приведен на рисунке В.1.

Треугольный тест

Испытатель № _____ Ф.И.О. _____ Дата _____

Инструкции:

Образцы продукта следует дегустировать в порядке их расположения — слева направо. Два образца подобны друг другу, а один отличен от них. В соответствующем поле бланка (см. ниже) укажите номер образца, который отличается от двух остальных. Если Вы не уверены полностью в наличии различия между образцами, то укажите номер того образца, который Вам представляется наиболее подходящим на роль отличного от других; в поле бланка «Примечания» Вы можете указать, что Ваш выбор сделан наугад.

Образец, отличающийся от двух остальных _____

Примечания _____

_____

Рисунок В.1 — Бланк рабочего протокола при проведении треугольного теста в примере 1

В.1.5 Анализ и интерпретация результатов

14 испытателей правильно идентифицировали непарный образец. В таблице А.1, приложение А, в строке, соответствующей числу испытателей n, равному 24, и в графе, соответствующей риску α, равному 0,05, руководитель органолептических испытаний находит, что 13 правильных ответов достаточны для заключения о том, что два вида пива имеют статистически значимое различие.

Кроме того, руководитель испытаний может вычислить односторонний нижний доверительный интервал для доли совокупности испытателей, которые способны обнаружить различие между образцами продукта (см. также В.3):

$$[1,5(14/24 - 0,5] - 1,5 \cdot 1,64 \sqrt{(14/24[1-(14/24)]/24} = 0,13.$$

Руководитель испытаний имеет основания заявить, что с 95 %-ной доверительной вероятностью можно считать, что не менее 13 % популяции способны почувствовать различие между образцами сравниваемых продуктов.

В.1.6 Отчет по испытаниям и заключение

Руководитель органолептических испытаний сообщает, что продукт, выпускаемый по новой технологии, фактически отличаем от ранее выпускавшегося продукта группой испытателей ($n = 24$, $x = 14$) на 5 %-ном уровне значимости. Он может указать в протоколе, что при 95 %-ном доверительном интервале по крайней мере 13 % испытателей могут различить два сравниваемых вида пива. Опытные образцы пива, изготовленного по новой технологии, могут быть предоставлены на суд потребителей в соответствии с рисунком В.1.

В.2 Пример 2 — Треугольный тест для подтверждения подобия между объектами испытаний

В.2.1 Исходные данные

Изготовитель кондитерских изделий планирует использовать новый упаковочный материал, потому что он предоставляет большие возможности для графического оформления этикетки. Однако новый материал должен обеспечивать прежнюю сохраняемость продукта. Изготовитель отдает себе отчет, что невозможно доказать, что два продукта являются идентичными, но он хочет быть полностью уверен в том, что только очень небольшая часть общей совокупности потребителей будет способна выявить различие (если оно имеет место) между образцами продукта в старой и новой упаковках после 3 мес их хранения. С другой стороны, он склонен согласиться со сравнительно большим риском принятия неверного заключения о том, что хранившиеся продукты различны, в то время как это различие отсутствует, потому что ныне используемый упаковочный материал в достаточной мере приемлем с точки зрения качества этикетирования, а обеспечение сохраняемости продукта — более важный критерий для его изготовителя.

В.2.2 Цель испытаний

Цель испытаний состоит в определении, является ли продукт в новой упаковке после 3 мес его хранения подобным продукту в прежней упаковке, хранившемуся такой же срок.

В.2.3 Число испытателей

Руководитель органолептических испытаний совместно с изготовителем продукта должны принять решение относительно того, какие уровни риска приемлемы при проведении испытаний. Они решают, что максимально допустимая доля тех, кто способен отметить различие между продуктами, должна составлять 20 %: $p_d = 20$ %. Изготовитель согласен принять риск β равным 0,10 — шанс ошибиться при оценке тех, кто способен почувствовать различие между продуктами. Поскольку изготовитель не особенно озабочен возможностью ошибочного заключения о том, что различие существует, тогда как оно фактически отсутствует, руководитель испытаний выбирает риск α равным 0,20. Обратившись к таблице А.3, руководитель органолептических испытаний находит, что при α равном 0,20, β равном 0,10 и p_d равном 20 %, n = 64, т. е. число испытателей, привлекаемых для проведения теста, должно составлять 64 человека.

В.2.4 Проведение испытаний

Руководитель испытаний заготавливает бланки вспомогательного протокола, который приведен на рисунке В.2, и рабочего протокола, приведенного на рисунке В.3. Подготавливают 10 комплектов триад ABB, BAA, AAB, BBA, ABA и BAB, которые предназначены для 60 первых испытателей. Затем он выбирает наугад еще четыре триады — для испытателей 61—64.

Дата: 4 октября 1993 г. Кодовый номер теста: 587-FF03

Кодовый номер образцов продукта при проведении треугольного теста и вспомогательный протокол

Этот листок должен находиться на рабочем месте, где осуществляется подготовка образцов для испытаний. Маркировку образцов с помощью кодов проводят заблаговременно.

Вид продукта: Сладкие плитки «Канди»
Данные для идентификации образцов:

Образец № 1 — Упаковка 4736 (выпускаемая ныне продукция)

Образец № 2 — Упаковка 3983 (продукция нового вида)

Контейнеры кодированы следующим образом:

Испытатель	Коды образцов			Испытатель	Коды образцов		
1	1-108	1-795	2-140	33	2-360	1-303	1-415
2	1-189	2-168	1-733	34	2-134	2-401	1-305
3	2-718	1-437	1-488	35	2-185	1-651	2-307
4	2-535	2-231	1-243	36	1-508	2-271	2-465
5	2-839	1-402	2-619	37	1-216	1-941	2-321
6	1-145	2-296	2-992	38	1-494	2-783	1-414
7	1-792	1-280	2-319	39	2-151	1-786	1-943
8	1-167	2-936	1-180	40	2-423	2-477	1-164
9	2-689	1-743	1-956	41	2-570	1-772	2-887
10	2-442	2-720	1-213	42	1-398	2-946	2-764
11	2-253	1-444	2-505	43	1-747	1-286	2-913
12	1-204	2-159	2-556	44	1-580	2-558	1-114
13	1-142	1-325	2-632	45	2-345	1-562	1-955
14	1-472	2-762	1-330	46	2-385	2-660	1-856
15	2-965	1-641	1-300	47	2-754	1-210	2-864
16	2-582	2-659	1-486	48	1-574	2-393	2-753
17	2-429	1-884	2-499	49	1-793	1-308	2-742
18	1-879	2-891	2-404	50	1-147	2-395	1-434
19	1-745	1-247	2-724	51	2-396	2-629	1-957
20	1-344	2-370	1-355	52	1-147	2-395	1-434
21	2-629	1-543	1-951	53	2-525	1-172	2-917
22	2-482	2-120	1-219	54	1-325	2-993	2-736
23	2-259	1-384	2-225	55	1-771	1-566	2-376
24	1-293	2-459	2-681	56	1-585	2-628	1-284
25	1-849	1-382	2-192	57	2-354	1-526	1-595
26	1-294	2-729	1-390	58	2-358	2-606	1-586
27	2-165	1-661	1-336	59	2-548	1-201	2-684
28	2-281	2-409	1-126	60	1-475	2-339	2-573
29	2-434	1-384	2-948	61	1-739	1-380	2-472
30	1-819	2-231	2-674	62	1-417	2-935	1-784
31	1-740	1-397	2-514	63	2-127	2-692	1-597
32	1-354	2-578	1-815	64	1-157	2-315	1-594

Рисунок В.2 — Вспомогательный протокол для примера 2

Треугольный тест	Кодовый номер теста: 587-FF03
Дегустатор номер 21 Ф.И.О. _____ Дата: _____ Вид продукта: Сладкие плитки «Канди»	
Инструкции: Дегустируйте образцы в порядке слева направо, как они расположены в лотке. Два образца подобны друг другу, а один — отличен от них. Выберите непарный (т. е. отличающийся от двух других) образец и отметьте его, поставив X в соответствующем квадратике.	
Лоток с образцами	Укажите непарный образец / Примечания
629	☐ _____
543	☐ _____
951	☐ _____
Если Вы хотите сообщить обоснование Вашего выбора образца или дать комментарии относительно его характеристик, то можете указать эти сведения в разделе «Примечания».	

Рисунок В.3 — Бланк к примеру 2

В.2.5 Анализ и интерпретация результатов

В тесте 24 испытателя из 64 правильно идентифицировали непарный образец. Обратившись к таблице А.2, руководитель испытаний обнаруживает, что в ней нет числа испытателей $n = 64$. Тогда он использует уравнение, приведенное в примечании 1 к таблице А.2, приложение А, чтобы определить, можно ли заключить, что сравниваемые продукты подобны друг другу, и находит:

$$[1{,}5(24/64) - 0{,}5] + 1{,}5 \cdot 1{,}28 \sqrt{(64 \cdot 24 - 24^2)/64^3} = 0{,}1787.$$

Таким образом, руководитель испытаний может быть на 90 % уверен, что не более 18 % испытателей могут почувствовать различие между образцами сравниваемых продуктов. Он делает заключение, что новая упаковка отвечает критерию изготовителя — о необходимости 90 %-ной уверенности (т. е. $\beta = 0{,}10$) в том, что не более 20 % популяции ($p_d = 20$ %) способны выявить различие между образцами продукта. Имеющийся упаковочный материал можно заменить новым.

В.3 Пример 3 — Доверительные интервалы в треугольном тесте

В.3.1 Исходные данные

При желании руководитель испытаний может вычислить доверительные интервалы для доли членов популяции, которые способны почувствовать различие между испытуемыми образцами продукта. Расчеты выполняют с использованием следующих исходных данных: x — общее число правильных ответов, n — общее число испытателей по формулам:

- p_c (доля правильных ответов) = x/n;
- $\hat{p}_d$ (доля тех, кто способен почувствовать разницу) = $1{,}5\, p_c - 0{,}5$;
- s_d (стандартное отклонение величины $\hat{p}_d$) = $1{,}5 \sqrt{p_c(1-p_c)/n}$;
- верхний доверительный предел = $\hat{p}_d + z_\alpha s_d$;
- нижний доверительный предел = $\hat{p}_d - z_\alpha s_d$,

где z_α — критическое значение для нормированного нормального распределения.

Для 90 %-ного доверительного интервала $z_\alpha = 1{,}28$; для 95 %-ного доверительного интервала $z_\alpha = 1{,}28$; для 99 %-ного доверительного интервала $z_\alpha = 2{,}33$.

В.3.2 Анализ и интерпретация результатов

Если рассматривать данные примера 2 (см. выше), где $x = 24$, $n = 64$, то:

- p_c (доля правильных ответов) = 24/64 = 0,375;
- $\hat{p}_d$ (доля испытателей, воспринимающих разницу между образцами) = $1{,}5 \cdot 0{,}375 - 0{,}5 = 0{,}0625$;

- s_d (стандартное отклонение величины $\hat{p}_d$) = 1,5 $\sqrt{0{,}375(1-0{,}375)/64}$ = 0,0908;
- 90 %-ный верхний доверительный предел = 0,0625 + 1,28 · 0,0908 = 0,18;
- 90 %-ный нижний доверительный предел = 0,0625 – 1,28 · 0,0908 = – 0,05.

Если выполнялся тест на подтверждение подобия, то руководитель испытаний может быть на 90 % уверен, что реальная доля тех, кто может различить образцы испытуемых продуктов, не превышает 18 %. С другой стороны, если проводился тест на подтверждение различия, то поскольку оказалось, что нижний доверительный предел представляет собой отрицательное значение и p_d = 0 % лежит внутри доверительного интервала, т. е. является возможным значением, то, следовательно, поддерживается заключение об отсутствии заметного различия между образцами продукта.

Если рассматривать нижний и верхний доверительные интервалы вместе, то поскольку каждый из них допускает 10 %-ную вероятность ошибки, организатор испытаний может быть на 80 % уверен в том, что истинное значение доли тех, кто способен почувствовать различие между образцами сравниваемых продуктов, находится в интервале от 0 % до 18 %. В зависимости от цели испытаний исследователь может использовать односторонний верхний доверительный предел, односторонний нижний доверительный предел или в их комбинации двусторонний доверительный предел.

Библиография

[1] ISO 10399:2004 Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test

[2] Künert, J. and Meyners, M. On the triangle test with replications. Food Quality and Preference, 10, 1999

[3] Künert, J. On repeated difference testing. Food Quality and Preference, 12, 2001, pp. 385—391

[4] Brockhoff, P.B. and Schlich, P. Handling replications in discrimination tests. Food Quality and Preference, 9 (5), 1998, pp. 303—312

[5] Ennis, D.M. and Bi, J. The Beta-Binomial Model: Accounting for Inter-trial Variation in Replicated Difference and Preference Tests. Journal of Sensory Studies, 13 (4), 1998, pp. 389—412

[6] ISO 6658:2005 Sensory analysis. Methodology. General guidance

[7] Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. Sensory Evaluation Techniques, 2nd Edition, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 1991, p. 338

[8] Frijters, J.E.R. Three-Stimulus Procedure in Olfactory Psycholophysics: An Experimental Comparison of Thurston-Ura and Three-Alternative Forced-Choice Models of Signal Detection Theory. Perception& Psychophysics, 28 (5), 1980, pp. 390—397

[9] Schlich, P. Risk Tables for Discrimination Tests. Food Quality and Preference, 4, 1993, pp. 141—151

УДК 633.11:006.354 ОКС 67.240 Н91

Ключевые слова: органолептический анализ, органолептические испытания, испытания на различие, испытания на подобие, метод треугольника, треугольный тест

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 22.06.2009. Подписано в печать 05.08.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 243 экз. Зак. 479.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru