

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В КОНСЕРВАХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА, И КОНТРОЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ ШУХАРТА

Тимофеева В.Н.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Арбекова Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Могилевский государственный университет продовольствия,

<sup>2</sup> Полесский государственный университет

## THE IDENTIFICATION OF THE OPTIMUM CONTENT OF SODIUM CHLORIDE IN TINNED PRODUCTS USED FOR PREVENTIVE DIETING OF ELDERLY PEOPLE AND ITS CONTROL WITH SHEWHART CONTROL CHARTS

Timofeyeva V. N.<sup>1</sup>, Arbekova Yu. A.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Mogilev State Food University, the Republic of Belarus

<sup>2</sup> The Polesky State University, the Republic of Belarus

### Ключевые слова:

массовая доля хлоридов, ранговый метод, контрольные карты Шухарта, контрольные границы

### Реферат

Представлены результаты исследования образцов консервированных продуктов с различным содержанием поваренной соли. В качестве объекта исследования выступали образцы мясосодержащих консервов для профилактического питания людей пожилого возраста, в состав которых входил топинамбур. Оценка оптимального количества поваренной соли проводилась методом органолептического анализа, основанного на присвоении изучаемым образцам рангов в порядке возрастания предпочтительных признаков. Степень согласованности мнений экспертов устанавливалась расчетным путем с помощью коэффициента множественной ранговой корреляции (коэффициента конкордации) и  $\chi_p^2$  — распределения. В ходе проведенных испытаний было определено, что массовая доля хлоридов в консервах может варьироваться в пределах  $(1 \pm 0,2)$  %. С целью поддержания процесса производства консервов на приемлемом уровне был использован метод статистической обработки, базирующийся на построении контрольных карт Шухарта. Для исследования был применен случай карт с заданными стандартными значениями. Проведенный таким образом анализ стабильности процесса производства консервов по показателю «массовая доля хлоридов» позволит оценивать все выпускаемые партии консервов путем их сравнения и графического представления в течение выбранного промежутка времени.

### Keywords:

sodium chloride mass fraction, ranking method, Shewhart control charts, action limits

### Summary

This article dwells on the research results of tinned product samples with different content of sodium chloride. The object of the research was the samples of meat-containing tinned products for preventive dieting of elderly-aged people, which included Jerusalem artichoke as a component. The evaluation of the optimum content of sodium chloride was carried out with the help of organoleptic analysis method, which is based on the appropriation of ranks in ascending order of preferred signs to the samples under study. The interactivity degree of the experts' opinion is established by calculation with the help of multiple rank correlation coefficient (the coefficient of concordance) and  $\chi_p^2$  — distribution. Under the conducted research it was defined that sodium chloride mass fraction can vary within the limits of  $(1 \pm 0,2)$  %. The method of statistical interpretation based on making Shewhart control charts was used in order to support the process of tinned-food production at the acceptable level. The case of charts with given standard numbers was used for the research. The conducted analysis of stability of tinned-food production process at the index «sodium chloride mass fraction» will allow to assess all produced lots of cans by their comparison and graphical representation within a particular period of time.

## Введение

Разработка продуктов питания, предназначенных для людей пожилого возраста, является очень актуальной проблемой, поскольку, с одной стороны, наблюдается активное внедрение новых медицинских технологий, приводящее к улучшению качества жизни людей, но, с другой стороны, увеличивается и количество заболеваний, связанных с характером питания. Изобилие в современных пищевых продуктах пищевых добавок, в том числе ароматизаторов, красителей, усилителей вкуса, а также поваренной соли оказывает негативное влияние на состояние здоровья, вызывая постепенные нарушения в организме человека. В этих условиях востребованным является выпуск продукции, не содержащей искусственных пищевых добавок и ограниченной по содержанию соли. Вместе с тем, проблема диетических продуктов заключается в том, что в процессе их производства могут возникать отклонения содержания поваренной соли, которые необходимо оценить как допустимые или нет. Для решения данной задачи хорошо подходят способы статистической обработки, основанные на анализе выпускаемых партий продукции в течение определенного временного отрезка и имеющие графическое представление полученных результатов.

Целью представленных исследований являлось установление оптимального значения массовой доли хлоридов в продукте, определение критериев оценки массовой доли хлоридов и степени приемлемости возможных отклонений с использованием контрольных карт Шухарта.

## Материалы и методы исследований

Для проведения испытаний были использованы образцы консервов, приготовленные с различным содержанием поваренной соли двух наименований — консервы паштетные мясосодерживающие для профилактического питания лиц пожилого возраста с печенью говяжьей и топинамбуром, а также консервы паштетные мясосодерживающие для профилактического питания лиц пожилого возраста с мясом куриным и топинамбуром. Минимальное количество поваренной соли, внесенное в образец № 1, составило 0,4 %, максимальное количество было внесено в образец № 7 и составило 1,6 %.

Исследование массовой доли хлоридов проводилось аналитическим методом согласно [2]. Абсолютное расхождение результатов при определении массовой доли хлоридов в лаборатории устанавливалось на уровне предела сходимости, регламентируемого в документе.

Оптимальное содержание поваренной соли в образцах консервов утверждалось по итогам органолептических испытаний с применением рангового метода. Полученные в ходе исследований результаты брались за основу содержания поваренной соли в продукте. Акцент на органолептические испытания в выборе образцов обусловлен тем, что главным экспертом, оценивающим готовый продукт, является потребитель, и именно он определяет, удовлетворяет ли продукция его запросам или нет.

Для оценки степени согласованности мнений дегустационной комиссии использовался коэффициент

множественной ранговой корреляции (коэффициент конкордации) и  $\chi_p^2$  — распределение [1, 3].

Для контроля отклонений массовой доли хлоридов непосредственно в процессе производственного цикла были использованы методы статистики В. Шухарта, основанные на построении контрольных карт [4, 6]. С учетом того, что возможные колебания показателя массовой доли поваренной соли определяются в первую очередь качеством проведения технологического процесса, он более статичен и управляем. В этой связи, для рассматриваемого конкретного случая был применен тип карт Шухарта, используемый для количественных данных с заданными стандартными значениями. Вместе с тем, необходимо отметить то, что все представленные для исследования образцы консервов были изначально приготовлены с содержанием поваренной соли, входящей в установленный диапазон значений. Однако в условиях потокового производства, всегда существует опасность возникновения нарушений в технологическом процессе. Использование карт Шухарта позволит оперативно отследить возникшее нарушение и устранить его.

## Экспериментальная часть исследований

В ходе испытаний дегустаторам предлагалось выставить всем представленным образцам оценки от 1 до 7 в порядке возрастания предпочтительных признаков, так, чтобы наивысшую оценку получил наиболее понравившийся образец. Выставленная оценка принималась как соответствующий ранг продукта. Если в ходе испытаний один и тот же дегустатор выставлял разным образцам одинаковые оценки, то, в таком случае, всем этим образцам присваивался и одинаковый ранг.

Результаты ранжирования образцов консервов с печенью говяжьей и топинамбуром представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты органолептических исследований образцов консервов с печенью говяжьей и топинамбуром

Номер эксперта	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7
Эксперт №1	1	2	7	5	6	4	3
Эксперт №2	1	4	6	7	6	3	2
Эксперт №3	1	3	5	6	7	4	2
Эксперт №4	1	3	5	7	6	4	2
Эксперт №5	2	3	5	7	6	4	1
Эксперт №6	1	3	6	6	5	4	2
Сумма рангов	7	18	34	38	36	23	12
Отклонение $d_j$	-17	-6	10	14	12	-1	-12
Квадрат отклонений $d_j^2$	289	36	100	196	144	1	144

Среднее таблицы рангов:

$$a = \frac{1}{2} m \times (n + 1) = 24$$

Сумма квадратов отклонений:

$$S(d_j^2) = \sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m a_{ij} - a)^2 = 910$$

Коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \times S(d_j^2)}{m^2 \times (n^3 - n)} = \frac{12 \times 910}{36 \times (343 - 7)} = 0,90$$

$\chi_p^2$  — распределение:

$$\chi_p^2 = m \times (n - 1) \times W_p = 6 \times (7 - 1) \times 0,90 = 32,4$$

При числе степеней свободы  $f = 6$  и уровне значимости  $q = 0,05$  табличное значение  $\chi_t^2 = 12,59$ . Соответственно выполняется условие  $\chi_p^2 > \chi_t^2$ , что свидетельствует о согласованности мнений экспертов.

Таким образом, в соответствии с проведенными органолептическими испытаниями, максимальное количество ранговых оценок было присвоено образцу № 4 (сумма рангов равна 38), содержащему 1 % поваренной соли. Близкое значение к этому результату имеет образец № 5, содержащий 1,2 % поваренной соли, сумма рангов которого равна 36. Менее предпочтительным, но приемлемым является образец № 3, сумма рангов которого равна 34 и содержание поваренной соли в котором установлено в 0,8 %.

При числе степеней свободы  $f = 6$  и уровне значимости  $q = 0,05$  табличное значение  $\chi_t^2 = 12,59$ . Соответственно выполняется условие  $\chi_p^2 > \chi_t^2$ , что свидетельствует о согласованности мнений экспертов.

Подобным способом проводилось исследование и образцов консервов, в состав которых входило куриное мясо. Результаты их исследований представлены в таблице 2.

Среднее таблицы рангов:

$$a = \frac{1}{2} m \times (n + 1) = 24$$

Сумма квадратов отклонений:

$$S(d_j^2) = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m a_{ij} - a \right)^2 = 906$$

Коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \times S(d_j^2)}{m^2 \times (n^3 - n)} = \frac{12 \times 906}{36 \times (343 - 7)} = 0,90$$

$\chi_p^2$  — распределение:

$$\chi_p^2 = m \times (n - 1) \times W_p = 6 \times (7 - 1) \times 0,90 = 32,4$$

Соответственно, выполняется условие  $\chi_p^2 > \chi_t^2$ , что свидетельствует о согласованности мнений экспертов.

Выбор дегустационной комиссией образцов консервов с куриным мясом аналогичен их выбору в отношении образцов с печенью говяжьей. Как и в первом случае, наибольшая сумма рангов равная 39 присвоена образцу № 4, содержащему 1 % поваренной соли. Чуть меньшую сумму рангов (38) имеет образец № 5. Также менее предпочтительным, но приемлемым был признан образец № 3 (сумма рангов 35).

Таким образом, по результатам всех органолептических испытаний наиболее предпочтительными для дегустаторов оказались образцы с содержанием поваренной соли 1 % (образец № 4). Менее предпочтительными, но приемлемыми были признаны образцы консервов с содержанием поваренной соли 0,8 % и 1,2 % (образцы № 3 и № 5).

В связи с этим, было принято решение о том, что содержание поваренной соли в представленных консервах может варьироваться на уровне  $1 \pm 0,2$ .

Для исследования образцов консервов с применением карт Шухарта была взята общая выборка образцов, состоящая из нескольких образцов каждого наименования консервов, приготовленных в разное время и характеризующаяся различным содержанием поваренной соли. Для построения карт Шухарта все образцы консервов каждой из групп были объединены в 3 подгруппы. Это было сделано для того, чтобы задать внутригрупповой разброс соответствующий ограничению  $\pm 0,2$  и при этом проследить тенденцию изменений от подгруппы к подгруппе.

Характеристики — карты:

Центральная линия  $CL = 1,0 \%$ ;

Верхняя граница  $UCL = X_0 + A \sigma_0 = 1 + (2,121 \times 0,2) = 1,42$ ;

Нижняя граница  $LCL = X_0 - A \sigma_0 = 1 - (2,121 \times 0,2) = 0,58$ .

Для расчета взято по 3 выборки объемом  $n = 2$

Характеристики R — карты:

Центральная линия  $CL = d_2 \times \sigma_0 = 1,128 \times 0,2 = 0,23$ ;

Верхняя граница  $UCL = D_2 \times \sigma_0 = 3,686 \times 0,2 = 0,74$ ;

Таблица 2. Результаты органолептических исследований образцов консервов с мясом куриным и топинамбуром

Номер эксперта	Выставленная оценка (ранг образца)						
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7
Эксперт №1	3	2	5	7	6	4	2
Эксперт №2	1	4	6	6	7	5	3
Эксперт №3	2	3	5	7	6	4	1
Эксперт №4	1	3	7	5	7	4	2
Эксперт №5	3	4	7	7	6	2	1
Эксперт № 6	1	3	5	7	6	4	2
Сумма рангов	11	19	35	39	38	23	11
Отклонения $d_j$	-13	-5	11	15	14	-1	-13
Квадрат отклонений $d_j^2$	169	25	121	225	196	1	169

Нижняя граница  $LCL = 0$  (т.к. число измерений в каждой из подгрупп  $n < 7$ , нижняя граница отсутствует); Коэффициенты для расчетов взяты для  $n = 2$ .

Результаты определения массовой доли хлоридов в образцах консервов приведены в **таблице 3**.

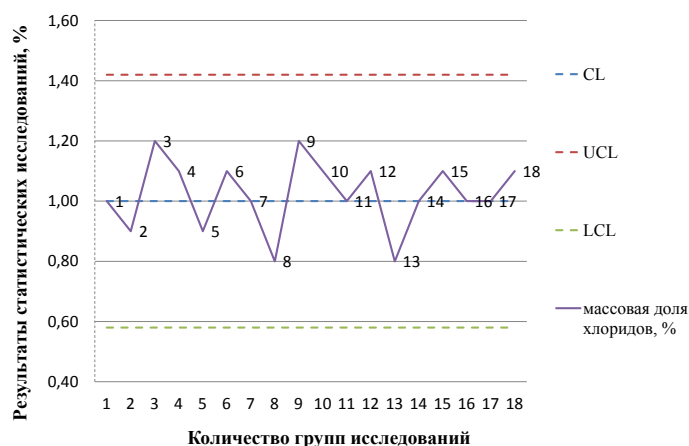
**Таблица 3. Результаты статистических исследований определения массовой доли хлоридов в образцах консервов с мясом куриным и печенью говяжьей для построения карт Шухарта**

Наименование показателя	Значения изучаемых величин в подгруппах					
	Консервы с печенью говяжьей и топинамбуром			Консервы с мясом куриным и топинамбуром		
Массовая доля хлоридов, %	1,0	1,1	1,0	1,1	0,8	1,0
	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0
	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1
Среднее подгруппы	1,03	1,03	1,0	1,07	0,97	1,03
Скользкий размах R	0,3	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1

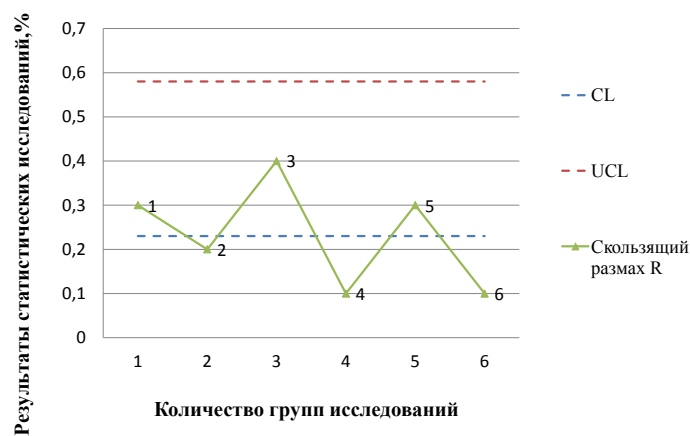
На основании полученных результатов исследования построены контрольные карты средних значений и скользящих размахов (карты и R статистик), приведенные на **рисунке 1**.

Как видно из графика результатов исследований, представленного на **рисунке 1 а)**, все полученные значения массовой доли хлоридов лежат в пределах контрольных границ и не пересекают их. Также отсутствуют «критерии для особых причин», наличие которых говорило бы о статистической неуправляемости процесса производства консервов. Таким образом, можно говорить о стабильности процесса.

Значения внутригрупповых размахов, представленные на **рисунке 1 б)**, также лежат в пределах контрольных границ и являются приемлемыми.



а) — карта статистики;



б) — карта R статистики

**Рисунок 1. Контрольные карты Шухарта для отслеживания статистической управляемости технологического процесса при определении массовой доли хлоридов в образцах консервов с мясом куриным и печенью говяжьей**

## Заключение

В результате проведенных исследований было определено оптимальное содержание поваренной соли в образцах консервов, предназначенных для профилактического питания людей пожилого возраста. Использование для этих целей органолептического метода анализа дало возможность оценить готовые консервы с точки зрения вкусового восприятия и привлекательности вкусовых ощущений и выбрать оптимальные варианты.

В ходе испытаний было установлено, что удовлетворительное содержание поваренной соли в консервах находится в диапазоне  $(1 \pm 0,2)$  %. Наиболее предпочтительными оказались образцы консервов с содержанием поваренной соли в 1 %.

Исследование стабильности процесса производства консервов в значениях «массовой доли хлоридов» с применением контрольных карт Шухарта показало отсутствие «критериев для особых причин», а также нестандартных результатов, выходящих за рамки установленных контрольных границ. В связи с этим, можно сделать вывод о том, что все полученные результаты являются приемлемыми и на них можно ориентироваться при долгосрочном анализе партий продукции, выпускаемых в производственных условиях.

## 📞 КОНТАКТЫ:

Тимофеева Валентина Николаевна

Арбекова Юлия Анатольевна

✉ [y.arbekova@mail.ru](mailto:y.arbekova@mail.ru)



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Бондарь, А.Г. Планирование эксперимента при оптимизации химической технологии / А.Г. Бондарь, Г.А. Статюха, Н.А. Потяженко. – Киев: Вища школа, 1980. – 264 с.
2. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов: ГОСТ 26186 – 1984. – Введ. 07.05.1984. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1984 – 6 с.
3. Ромашкина, Г.Ф. Коэффициент конкордации в анализе статистических данных / Г.Ф. Ромашкина, Г.Г. Татарова // Социология. – 2005. – № 20. – С.131 – 158.
4. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта: ГОСТ Р 50779.42 – 99. – Введ. 01.01.2000. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 20 с.
5. Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего: ГОСТ Р 50779.22 – 2005. – Введ. 01.07.2005. – М.: Изд-во стандартов, 2005 – 11 с.
6. Уилер, Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс. – М.: Альпина Бизнес букс, 2009. – 409 р.

**REFERENCES:**

1. Bondar, A.G. Planirovanie eksperimenta pri optimizacii himicheskoy tehnologii [Planning of experiments while optimizing chemical technology] / A.G Bondar, G.A. Statyuha, N.A. Potyazhenko // Kiev: High school, 1980. – 264 p.
2. Produkty pererabotki plodov i ovoschey, konservy myasnye i myasorastitel'nye. Metody opredeleniya hloridov [Fruit and vegetable products, meat and meat-vegetable cans. Methods of determination of chloride content]: GOST 26186 – 1984. – Introduced 07.05.1984. – M.: IPK publishing standards, 1984. – 6 p.
3. Romashkina G.F. Koefficient konkordacii v analize statisticheskikh dannyh [The coefficient of concordance in statistical data analysis] / G.F. Romashkina, G.G. Tatarova // Social science. – 2005. – № 20. –131 – 158 pp.
4. Statisticheskie metody. Kontrol'nye karty Shuharta [Statistical methods. Shewhart control charts]: GOST R 50779.42 – 99. – Introduced 01.01.2000. – M.: IPK publishing standards, 1999. – 20 p.
5. Statisticheskie metody. Statisticheskoe predstavlenie dannyh. Tochechnaya otsenka i do-veritel'ny interval dlya srednego [Statistical methods. Statistical representation of data. Dotted evaluation and confidence interval for the average]: GOST R 50779.22 – 2005. – Introduced 01.07.2005. – M.: IPK publishing standards, 2000. – 11 p.
6. Wheeler D. Statisticheskoe upravlenie processami. Optimizaciya biznesa s ispol'zovaniem kontrol'nyh kart Shuharta [Statistical Process Control. Business Optimization Using Shewhart Control Charts] / D. Wheeler, Ch. Chambers. – M.: Alpina Business books, 2009. – 409 p.

# 19–21 ОКТАБРЯ



## ВЫСТАВКА РОСТОВ ГОСТЕПРИИМНЫЙ

**Выставка «Ростов Гостеприимный» - это ваша возможность**

• внедрения современного оборудования и упаковки в производство продуктов питания и напитков

• ознакомления с новинками продуктового производства



• расширения продуктового ассортимента торгового магазина

**ОПТ  
И  
РОЗНИЦА**

<b>План работы Учебного центра ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» на 2016 год</b> .....	<b>3</b>
<b>К Юбилею ТК 226 «Мясо и мясная продукция»</b> .....	<b>4</b>
Лисицын А.Б., Семенова А.А., Кузнецова О.А., Гутник Б.Е., Юрчак З.А., Лисина Т.Н.	
<b>Проблема нормирования характеристик качества мясной продукции, отражаемых в маркировке</b> .....	<b>8</b>
Кузнецова О.А., Юрчак З.А., Устьянов Д.А.	
<b>Практическое использование квалиметрических моделей для оценки органолептических свойств и разработки «идеального» продукта</b> .....	<b>11</b>
Лазарев А.А., Кузнецова Т.Г.	
<b>Унификация методов контроля качественных характеристик мяса и мясных продуктов</b> .....	<b>18</b>
Юшина Ю.К., Куликовский А.В., Становова И.А.	
<b>Формирование показателей качества свинины</b> .....	<b>22</b>
Насонова В.В., Кузнецова Т.Г., Лебедева Л.И., Милеенкова Е.В., Лазарев А.А.	
<b>Вернуть деликатесам доброе имя</b> .....	<b>27</b>
Прохоренко С.Ю.	
<b>Исследование in vitro биологически активных веществ животного происхождения</b> .....	<b>30</b>
Федулова Л.В., Кашинова Э.Б.	
<b>Аналитические возможности определения пероксидного окисления белков животного происхождения</b> .....	<b>34</b>
Куликовский А.В., Николаева А.С., Насонова В.В., Иванкин А.Н.	
<b>Определение оптимального содержания поваренной соли в консервах для профилактического питания людей пожилого возраста, и контроль с использованием карт Шухарта</b> .....	<b>38</b>
Тимофеева В.Н., Арбекова Ю.А.	
<b>Инновации мясной отрасли</b> .....	<b>43</b>
Захаров А.Н., Трифонов М.В.	
<b>Алгоритм создания инновационных мясных продуктов гипоаллергенной направленности</b> .....	<b>46</b>
Калтович И.В.	
<b>Трансфер знаний в мясной отрасли</b> .....	<b>51</b>
Трифонов М.В.	
<b>Традиционные виды колбас у башкир (тултырма, казы)</b> .....	<b>54</b>
Мигранова Э.В.	