

МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНТРОЛЯ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА И ЖИРА КОНСЕРВОВ ПАШТЕТНЫХ МЯСОСОДЕРЖАЩИХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Ю.А. АРБЕКОВА¹, В.Н. ТИМОФЕЕВА²

¹*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

²*Могилевский государственный университет продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Введение. Современные тенденции пищевой промышленности предполагают выпуск качественной конкурентоспособной продукции, соответствующей всем требованиям безопасности. С учетом растущего спроса на «здоровые продукты» и совершенствования пищевых технологий все более востребованным становится выпуск специализированных продуктов питания, предназначенных для профилактического питания определенных категорий населения, в том числе и для питания людей пожилого возраста. Требования к технологическому процессу производства таких продуктов довольно высоки и предполагают использование только тех технологических операций, которые направлены на производство продукции, удовлетворяющей всем положениям диетического питания. В то же время, существует опасность возникновения нарушений в технологическом потоке. Причин таких нарушений может быть множество, начиная от неудовлетворительного качества сырья, поступившего на предприятие до непосредственных сбоев технологического процесса.

Целью исследований являлось определение критериев оценки количественного нутриентного состава (на примере массовой доли белка и жира) новых консервированных продуктов для профилактического питания людей пожилого возраста и установление значимости полученных расхождений.

Методика и объекты исследований. Массовую долю белка определяли по методу Къельдаля с помощью полуавтоматического анализатора белка Kjeltac 2200 [1].

Массовую долю жира определяли по методу, основанному на экстракции жира органическим растворителем в аппарате Сокслета [2].

Для оценки степени разброса значений изучаемого нутриентного состава были использованы методы статистики, разработанные В.Шухартом.

В качестве объекта исследований выступали образцы готовых мясосодержащих консервов для профилактического питания людей пожилого возраста. В состав исследованных образцов консервов входили мясные компоненты (куриное мясо или печень говяжья), молоко, компоненты растительного происхождения, в том числе растительное масло, топинамбур, морская капуста. Образцы консервов, предназначенные для исследований, отбирались через равные промежутки времени на протяжении всего срока хранения консервов.

Результаты и их обсуждение. Как известно, сбалансированность готового продукта по незаменимым факторам питания достигается за счет подбора сырья, обладающего оптимальным содержанием требуемых питательных веществ, компоновкой ингредиентного состава рецептур, а также использованием соответствующих режимов производства и технологических операций, предотвращающих потери питательных веществ. Вместе с тем, даже при соблюдении всех этих требований полученное содержание нутриентов в продукте может несколько отличаться в пределах одной партии. А с учетом современного потокового производства довольно трудоемко производить расчеты сбалансированности каждой партии консервов, выпущенной предприятием-изготовителем и, следовательно, оценить возможные колебания химического состава. Кроме того, важно понять, насколько эти колебания существенны и, в целом, как содержание нутриентов в каждой выпускаемой партии консервов отличается от общей тенденции. Очень хорошо для этих целей подходят методы статистической обработки, имеющие графическое представление результатов. Вместе с тем, использование карт Шухарта для оценки содержания нутриентов в готовом продукте не дает ответа на вопрос, какова причина этих отклонений. Однако данные карты позволяют выявить те партии консервов, которые не соответствуют заданным значениям нутриентного

состава, а в этом случае легче провести анализ проявившихся нарушений. Преимущества использования карт Шухарта при проектировании консервов заключается еще в том, что на всех этапах разработки консервированных продуктов можно ввести ограничения, использование которых позволяет еще в самом начале задать необходимый нутриентный баланс.

В ходе проведенных исследований изначально были определены критерии оценки количественного нутриентного состава готовых консервов в соответствии с принципами диетического питания. В качестве исследуемых показателей рассматривалось содержание нутриентов в готовых консервах.

На самом начальном этапе работы были заданы желаемые прогнозируемые значения содержания нутриентов в готовом продукте и компонентный состав рецептур в соответствии с ограничением вида:

$$X_{j\min} \leq X_j \leq X_{j\max}, \quad (1)$$

где $X_{j\min}$ – минимально возможное содержание j – го нутриента в исследуемом образце;

X_j – непосредственное содержание нутриента в исследуемом образце;

$X_{j\max}$ – максимально возможное содержание j – го нутриента в исследуемом образце.

Использование данного ограничения позволило «создать» определенные рамки, отклонения от которых в ту или иную сторону являются нежелательными. Поскольку содержание белка в рационе питания регулируется его оптимальным суточным содержанием, а количество белка в рецептурах влияет на соотношение белок : жир, максимальное содержание белка в консервах было установлено исходя из этих двух параметров.

Заключительным этапом работы являлась оценка готовых консервов различных партий на соответствие стабильности нутриентного состава с применением карт Шухарта.

В этом случае используемое ограничение (1) трансформируется в следующий вид:

$$LCL \leq CL \leq UCL, \quad (2)$$

где CL – центральная линия, соответствующая полученным результатам исследования;

LCL – нижняя центральная граница, соответствующая минимально возможному значению содержания нутриентов;

UCL – верхняя центральная граница.

В ходе анализа с помощью карт Шухарта верхняя и нижняя контрольные линии были заданы в пределах $\pm 3\sigma$ от центральной линии. В тоже время, в соответствии с некоторыми тенденциями, эти границы можно сузить до $\pm 2\sigma$. В этом случае наличие точек попадающих в диапазоне от $\pm 2\sigma$ до $\pm 3\sigma$ рассматривается как «предупреждающий» сигнал [3]. Однако использование такого суженного диапазона, в рассматриваемом случае, не имеет смысла, поскольку в производстве сбалансированных продуктов питания существует очень много факторов, способных повлиять на конечный результат. Данный суженный диапазон в пищевой промышленности применим преимущественно в случае контроля «инородных» химических веществ, вносимых в продукт в ходе технологического процесса, например, пищевых добавок, в том числе поваренной соли. Также использование данного диапазона подойдет для контроля массы продукта.

Вместе с тем, установление границ в пределах $\pm 3\sigma$ дает возможность расширить диапазон значений количественного состава готового продукта, что очень важно для его внедрения в производство, поскольку в производственных условиях довольно трудно получать продукт конкретного заданного количественного нутриентного состава в течение длительного времени.

В связи с тем, что основная разница массовой доли белка в исследованных консервах обеспечивается за счет разницы мясного компонентного состава рецептур, все исследуемые образцы консервов были разделены на две группы – первая группа составляла образцы консервов с мясом куриным, а вторая группа – образцы консервов с печенью говяжьей.

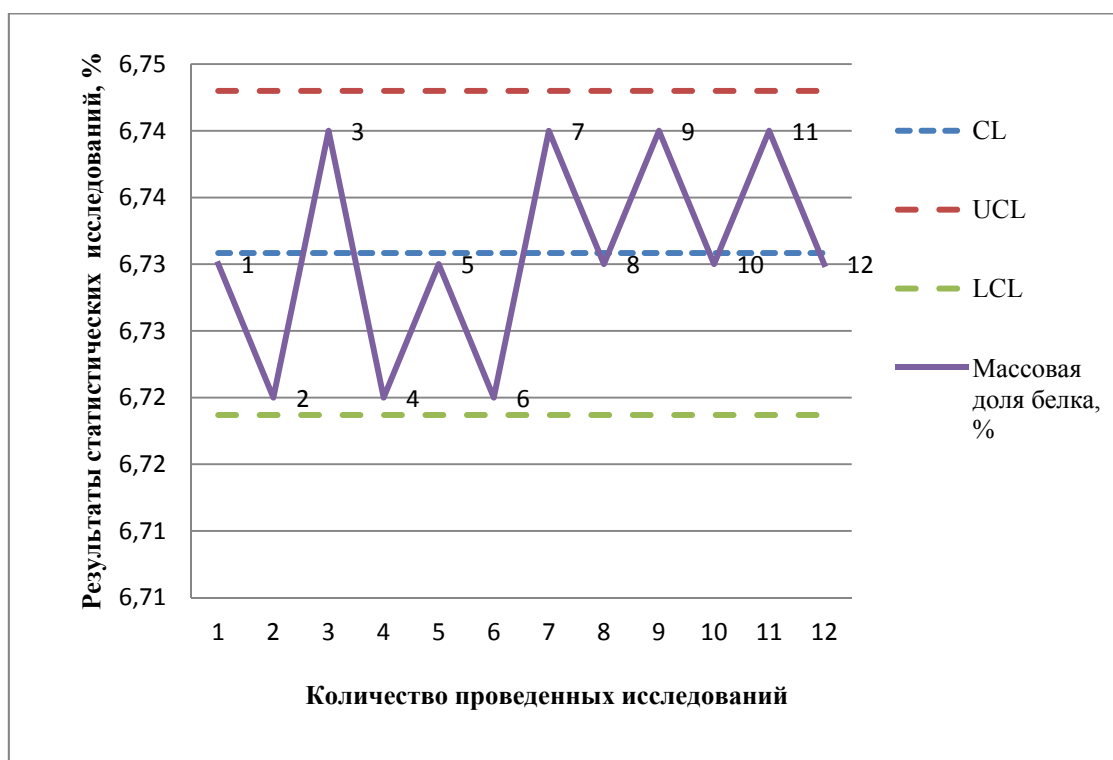
Результаты исследований массовой доли белка и жира в консервах, содержащих куриное мясо и печень говяжьей, используемые для построения карт Шухарта, представлены в таблицах 1 – 4 и на рисунках 1 – 4.

Таблица 1 – Результаты статистических исследований определения массовой доли белка в консервах с мясом куриным для построения карт Шухарта

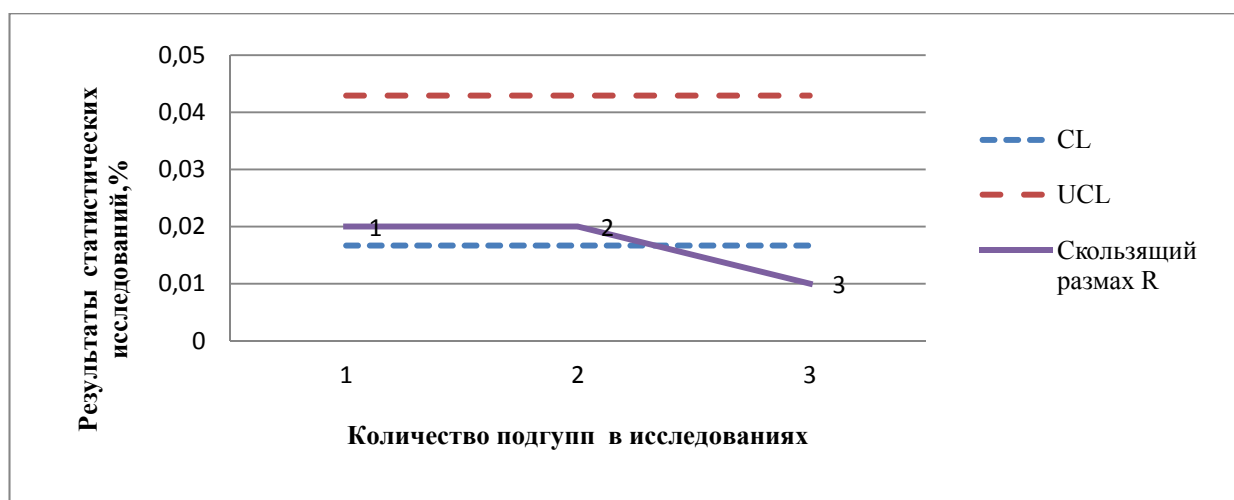
Наименование показателя	Значения изучаемых величин в подгруппах		
	С куриным мясом, топинамбуром и морской капустой	С куриным мясом и топинамбуром	С куриным мясом и морской капустой
Массовая доля белка, %	6,73	6,73	6,74
	6,72	6,72	6,73
	6,74	6,74	6,74
	6,72	6,73	6,73
Среднее подгруппы \bar{X}	6,73	6,73	6,74
Скользящий размах R	0,02	0,02	0,01
Среднее средних для всех подгрупп $\bar{\bar{X}}$	6,73		
Среднее значение размахов для всех подгрупп \bar{R}	0,017		

Характеристики \bar{X} – карты: Центральная линия CL = 6,73; Верхняя граница UCL = 6,74; Нижняя граница LCL = 6,72.

Характеристики R – карты: Центральная линия CL = 0,017; Верхняя граница UCL = 0,04; Нижняя граница LCL = 0 (т.к. число измерений в каждой из подгрупп $n < 7$, нижняя граница отсутствует); Коэффициенты D_3 и D_4 взяты для $n = 4$.



а)



б)

а) – карта \bar{X} статистики; б) – карта R статистики

Рисунок 1 – Контрольные карты Шухарта для отслеживания статистической управляемости процессом при определении массовой доли белка в консервах с куриным мясом

Как видно из представленного рисунка 1а, все полученные значения лежат в границах контрольных линий и не выходят за их пределы. Вместе с тем, часть точек расположена вблизи нижней и верхней контрольных границ, но при этом не пересекают их. Отсутствуют и последовательные ряды из 9 и более точек, лежащих выше или ниже центральной линии. Последовательность расположения рассматриваемых точек такова, что можно говорить об отсутствии «критериев для особых причин», что говорит о приемлемости рассматриваемого процесса.

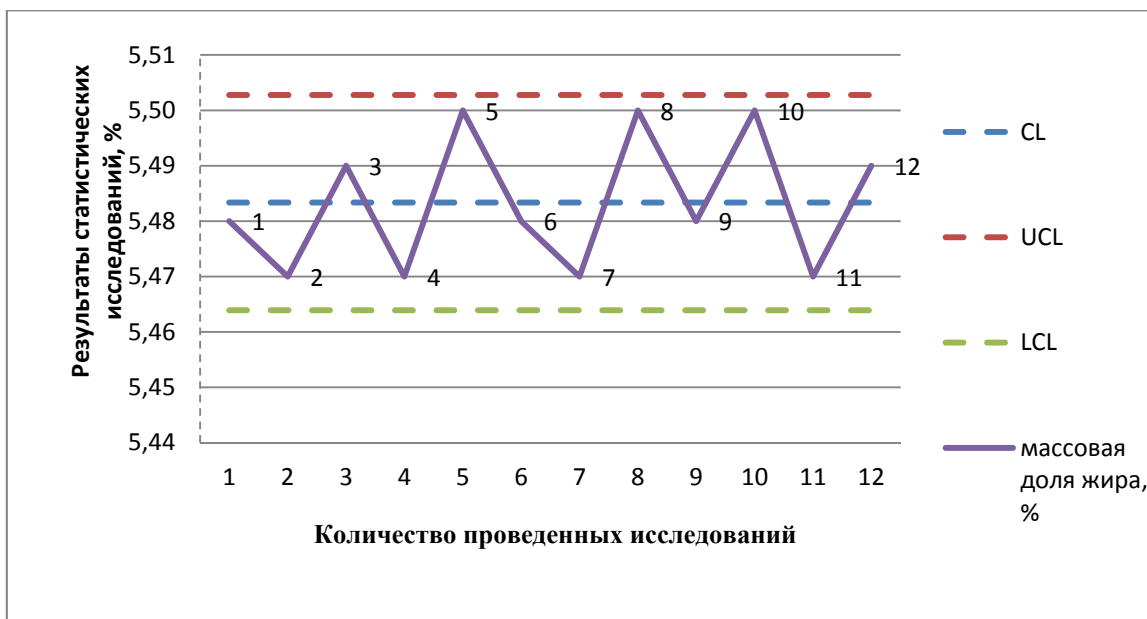
Приемлемо и расположение точек, показанное на карте R (рисунок 1б).

Таблица 2 – Результаты статистических исследований определения массовой доли жира в консервах с мясом куриным для построения карт Шухарта

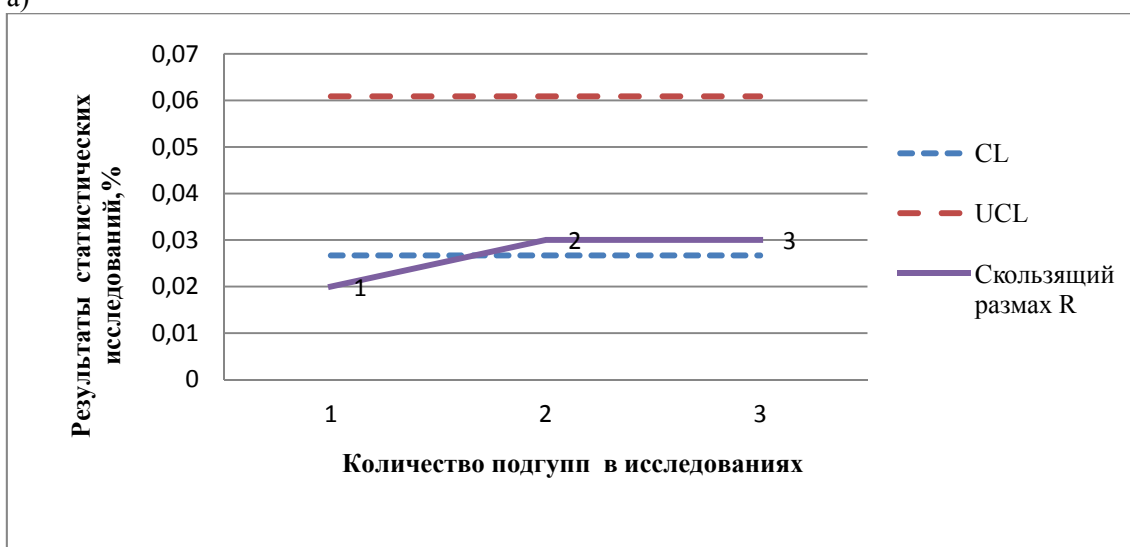
Наименование показателя	Значения изучаемых величин в подгруппах		
	С куриным мясом, топинамбуром и морской капустой	С куриным мясом и топинамбуром	С куриным мясом и морской капустой
Массовая доля жира, %	5,48	5,50	5,48
	5,47	5,48	5,50
	5,49	5,47	5,47
	5,47	5,50	5,49
Среднее подгруппы \bar{X}	5,48	5,49	5,49
Скользящий размах R	0,02	0,03	0,03
Среднее средних для всех подгрупп $\bar{\bar{X}}$	5,48		
Среднее значение размахов для всех подгрупп R	0,027		

Характеристики \bar{X} – карты: Центральная линия CL = 5,48; Верхняя граница UCL = 5,50; Нижняя граница LCL = 5,46.

Характеристики R – карты: Центральная линия CL = 0,027; Верхняя граница UCL = 0,06; Нижняя граница LCL = 0 (т.к. число измерений в каждой из подгрупп $n < 7$, нижняя граница отсутствует); Коэффициенты D_3 и D_4 взяты для $n=4$.



а)



б)

а) – карта \bar{X} статистики; б) – карта R статистики

Рисунок 2 – Контрольные карты Шухарта для отслеживания статистической управляемости процессом при определении массовой доли жира в консервах с куриным мясом

Все представленные значения, показанные на рисунке 2а, так же, как и в случае со значениями массовой доли белка, лежат в пределах контрольных границ и не выходят за установленные рамки. При этом часть точек также лежит вблизи контрольных границ, но не пересекает их, и, в целом, процесс стабилен и приемлем.

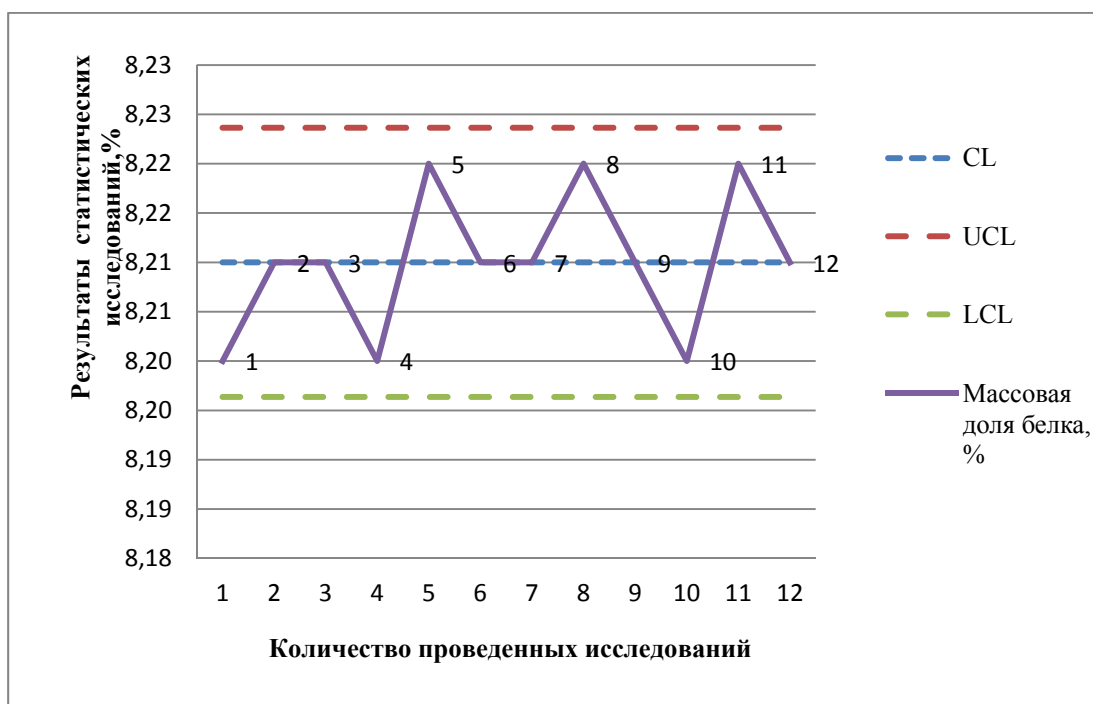
Оптимальным является и разброс на R – карте, показанный на рисунке 2а.

Таблица 3 – Результаты статистических исследований определения массовой доли белка в консервах с печенью говяжьей для построения карт Шухарта

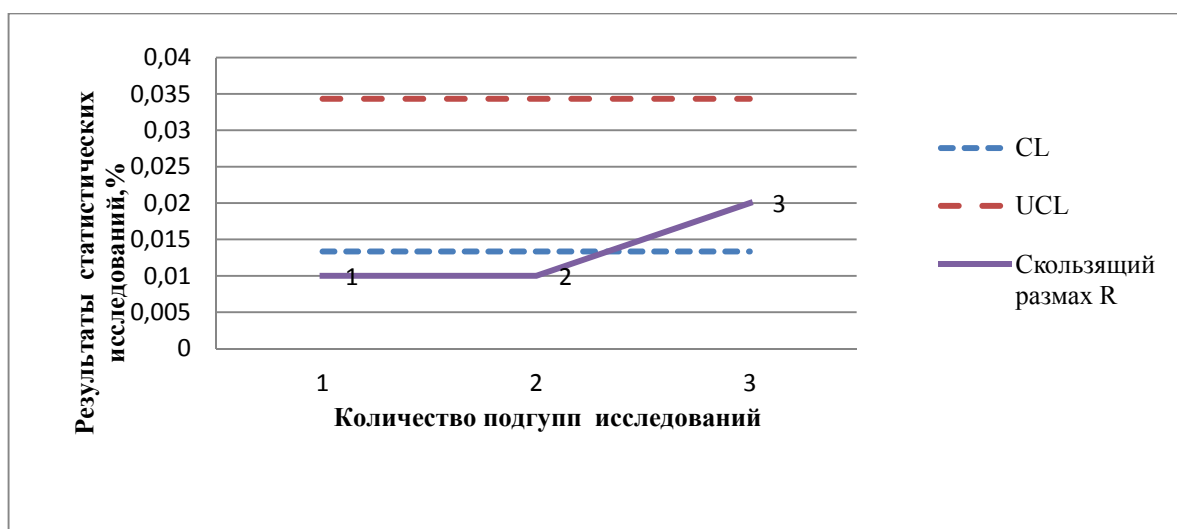
Наименование показателя	Значения изучаемых величин в подгруппах		
	С печенью говяжьей, топинамбуром и морской капустой	С печенью говяжьей и топинамбуром	С печенью говяжьей и морской капустой
Массовая доля белка, %	8,20	8,22	8,21
	8,21	8,21	8,20
	8,21	8,21	8,22
	8,20	8,22	8,21
Среднее подгруппы \bar{X}	8,20	8,22	8,21
Скользящий размах R	0,01	0,01	0,02
Среднее средних значений подгрупп $\bar{\bar{X}}$	8,21		
Среднее значение для всех подгрупп \bar{R}	0,013		

Характеристики \bar{X} - карты: Центральная линия CL = 8,21; Верхняя граница UCL = 8,22; Нижняя граница LCL = 8,20.

Характеристики R – карты: Центральная линия CL = 0,013; Верхняя граница UCL = 0,093; Нижняя граница LCL = 0 (т.к. число измерений в каждой из подгрупп $n < 7$, нижняя граница отсутствует); Коэффициенты D_3 и D_4 взяты для $n=4$.



а)



б)

а) – карта \bar{X} статистики; б) – карта R статистики

Рисунок 3 – Контрольные карты Шухарта для отслеживания статистической управляемости процессом при определении массовой доли белка в консервах с печенью говяжьей

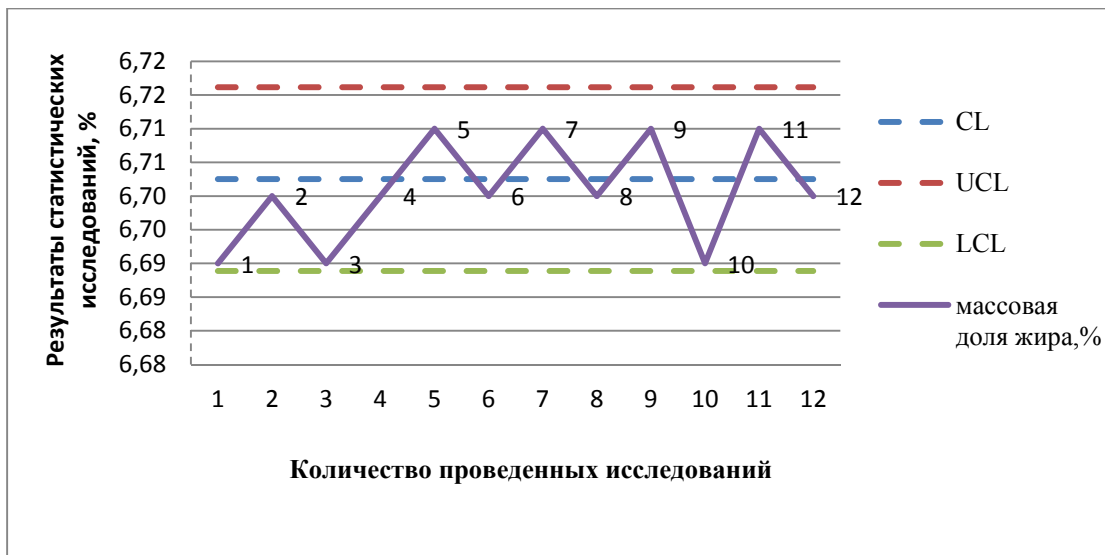
Как видно из рисунка 3 а, представленное расположение точек также не выходит за установленные рамки. Часть точек (2,3 и 6,7) расположена последовательно, но такое расположение не является нарушением, поскольку все они лежат на центральной линии, а не близко к контрольным границам. Приемлем и групповой разброс на карте 3 б.

Таблица 4 – Результаты статистических исследований определения массовой доли жира в консервах с печенью говяжьей для построения карт Шухарта

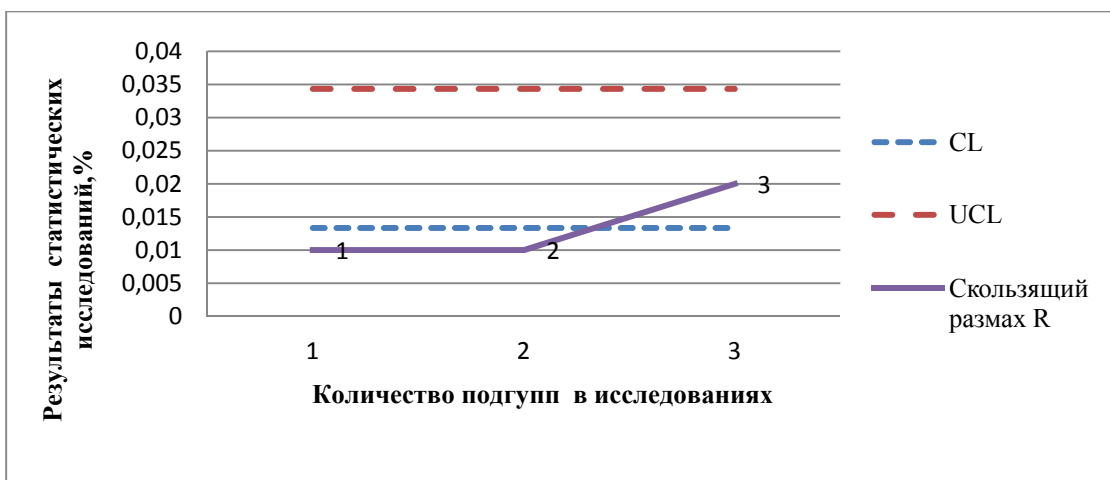
Наименование показателя	Значения изучаемых величин в подгруппах		
	С печенью говяжьей, топинамбуром и морской капустой	С печенью говяжьей и топинамбуром	С печенью говяжьей и морской капустой
Массовая доля жира, %	6,69	6,71	6,71
	6,70	6,70	6,69
	6,69	6,71	6,71
	6,70	6,70	6,70
Среднее подгруппы \bar{X}	6,70	6,71	6,70
Скользящий размах R	0,01	0,01	0,02
Среднее средних значений подгрупп \bar{X}	6,70		
Среднее значение для всех подгрупп R	0,01		

Характеристики \bar{X} – карты: Центральная линия CL = 6,70; Верхняя граница UCL = 6,72; Нижняя граница LCL = 6,69.

Характеристики R – карты: Центральная линия CL = 0,01; Верхняя граница UCL = 0,03; Нижняя граница LCL = 0 (т.к. число измерений в каждой из подгрупп $n < 7$, нижняя граница отсутствует); Коэффициенты D_3 и D_4 взяты для $n=4$.



а)



б)

а) – карта \bar{X} статистики; б) – карта R статистики

Рисунок 4 – Контрольные карты Шухарта для отслеживания статистической управляемости процессом при определении массовой доли жира в консервах с печенью говяжьей

В соответствии с рисунком 4 а, расположение точек на карте является приемлемым, несмотря на то, что три точки (1,3,10) лежат очень близко к контрольным границам. Тем не менее, эти точки расположены не последовательно и точно также, как и предыдущих случаях, отсутствуют «критерии для особых причин». В соответствии с рисунком 4 б, внутригрупповой размах каждой из трех подгрупп незначителен и также не выходит за установленные рамки.

Выводы. Проведенный анализ с применением статистики Шухарта показал отсутствие нестандартных результатов, выходящих за установленные контрольные границы $\pm 3\sigma$, а также «критериев для особых причин» в значениях массовой доли белка и жира исследуемых образцов консервов. Это свидетельствует о том, что все образцы соответствуют заявленным требованиям по содержанию белка и жира, технологический процесс производства консервов не нарушен, находится на приемлемом уровне, а также отсутствуют факторы, оказывающие существенное влияние на конечный результат процесса получения готового продукта заданного нутриентного состава. Таким образом, на данном этапе эксперимента все полученные результаты являются удовлетворительными и их можно использовать для оценки степени отклонений нутриентного состава готовых консервов от установленных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка: ГОСТ 25011 – 81. – Введ.01.01.1983. – М.:Изд-во стандартов, 1983. – 8 с.
2. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения жира: ГОСТ 26183 – 1984. – Введ. 29.04.1984. – М.:Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
3. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта: ГОСТ Р 50779.42 – 99. – Введ. 01.01.2000. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 20 с.

THE APPLICATION OF STATISTICAL METHODS PROCESSING TO CONTROL MASS FRACTION OF PROTEIN AND FAT OF CANNED FOOD TO CONTAIN A PASTE FOR PREVENTIVE NUTRITION OF THE ELDERLY AGE

YU.A. ARBEKOVA, V.N. TIMOFEYEVA

Summary

The aim of this work was determination of quantitative criteria for the evaluation of the nutrient composition of the new diet of canned products and establishment of significance of the obtained differences. For analysis was used statistics, based on the construction of the Shewhart control charts. Using Shewhart control charts all the test results were presented graphically. For mapping were established warning limits (upper action and lower action limits), beyond which suggests that the method is out of control. To conduct the study were used samples of canned dietetics products of animal and plant origin with topinambur and laminaria. As investigated nutrient composition was studied the content in the finished product mass fraction of protein and fat.

© Арбекова Ю.А., Тимофеева В.Н.

Поступила в редакцию 28 сентября 2015г.