

УДК 658.562.3

***ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ПРОЦЕССА  
ПРОИЗВОДСТВА КЕКСА С ИЗЮМОМ***

***Мешкова Н.О.,***

*студентка гр.СиМ-41,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства  
Россия, г. Пенза*

***Жегера К.В.,***

*к.т.н.,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства  
Россия, г. Пенза*

**Аннотация.** В статье рассмотрено определение количественной оценки возможностей стабильного процесса на основе индексов воспроизводимости. В качестве объекта исследования выбран кекс с изюмом. Приведены результаты расчетов и сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** кекс с изюмом, индекс воспроизводимости, процесс, стабильность, массовая доля сахара, показатель, качество.

***TO ASSESS THE STABILITY AND REPRODUCIBILITY OF THE  
MANUFACTURING PROCESS OF PLUMCAKE***

***Meshkova N.O.,***

*student,*

*Penza state University architecture and construction  
Russia, Penza*

***Zhegera K.V.,***

*Candidate of Engineering Sciences,*

*Penza state University architecture and construction  
Russia, Penza*

**Annotation.** The article describes the definition of a quantitative assessment of the possibilities of a stable process based on reproducibility indices. As the object of study selected cake with raisins. The results of calculations are given and the corresponding conclusions are made.

**Key words:** raisin cake, reproducibility index, process, stability, sugar mass fraction, indicator, quality.

В современном мире существует достаточное количество различных методик, оценивающих качество изделия и среди них есть показатели, позволяющие оценить стабильность и воспроизводимость процесса которые будут рассмотрены в данной статье.

Стабильность процесса можно оценить путем построения и анализа контрольной карты Шухарта [1]. Если на карте нет нарушения заданных критериев стабильности, то процесс является стабильным.

Воспроизводимость, или другими словами способность процесса удовлетворить допуск, в свою очередь, характеризуется двумя величинами - настройкой и разбросом. Эти величины используются при расчете индексов, которые называются индексами (воспроизводимости) возможности процесса и которые говорят о способности процесса удовлетворять установленным требованиям.

Индексы воспроизводимости были впервые внедрены японскими фирмами, а в 1986 году применены в США фирмой «Форд моторс» во взаимоотношениях с поставщиками и с тех пор успешно применяются во всем мире [2].

Удобство использования индекса воспроизводимости заключается в том, что эта безразмерная величина, во многих случаях универсальна и легко понятна для количественной характеристики процесса. Следует отметить, что при исследовании принимается гипотеза о нормальности распределения.

Различают 4 возможных случая:

1. Процесс стабилен и воспроизводим – вмешательство в прогресс не требуется;
2. Процесс стабилен и не воспроизводим – требует вмешательства высшего руководства;
3. Процесс не стабилен, но воспроизводим – требует вмешательства линейного персонала с целью обнаружения этой специальной причины вариабельности и её скорейшего устранения;
4. Процесс не стабилен и не воспроизводим – требуется вмешательство линейного персонала для обнаружения причин специальных вариаций и приведение процесса в статистически управляемые условия, затем можно проводить мероприятия, направленные на изменение системы со стороны высшего руководства.

Рассмотрим применение индекса воспроизводимости на примере производства пищевой продукции, а именно – кекса с изюмом. В качестве исследуемого показателя выбрана массовая доля общего сахара, являющийся одним из важнейших показателей качества кекса с изюмом. В соответствии с ГОСТ 15052-2014 массовая доля общего сахара (по сахарозе) должна быть в пределах от 13 до 25% [3].

Имеются две важнейшие характеристики, которые отражают результат исследований: одна из них описывает среднее положение наблюдаемых значений, а другая – отклонения единичных измерений от средней. Если в результате  $n$  измерений получены значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , то средняя арифметическая величина вычисляется по формуле 1 [4].

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (1)$$

Другая статистическая характеристика ряда наблюдаемых значений показывает как тесно группируются отдельные значения вокруг средней арифметической или как они рассеиваются вокруг этой средней. Часто

применяют среднее квадратическое отклонение  $S$ . Оно имеет ту же размерность, что и средняя арифметическая  $\bar{x}$ , и вычисляется по формуле 2:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

В таблице 1 приведены статические данные массовой доли общего сахара кекса с изюмом за 2018 год, а также средние арифметические значения выборок и среднее квадратическое отклонение.

Таблица 1 – Статистические данные массовой доли общего сахара

| №               | Номер выборки          |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| $x_1$           | 17                     | 21   | 21   | 13   | 18   | 17   | 23   |
| $x_2$           | 15                     | 17   | 23   | 17   | 17   | 18   | 19   |
| $x_3$           | 17                     | 19   | 20   | 15   | 16   | 17   | 20   |
| $x_4$           | 18                     | 14   | 19   | 16   | 15   | 20   | 18   |
| $x_5$           | 15                     | 17   | 15   | 20   | 16   | 15   | 16   |
| $x_6$           | 20                     | 19   | 18   | 19   | 18   | 18   | 15   |
| $x_7$           | 15                     | 22   | 18   | 23   | 20   | 19   | 17   |
| $x_8$           | 18                     | 19   | 20   | 16   | 21   | 16   | 18   |
| $x_9$           | 13                     | 13   | 22   | 18   | 20   | 18   | 17   |
| $x_{10}$        | 20                     | 17   | 25   | 15   | 19   | 20   | 19   |
| $\bar{x}$       | 16,8                   | 17,8 | 20,1 | 17,2 | 18,0 | 17,8 | 18,2 |
|                 | $\bar{\bar{x}} = 18,0$ |      |      |      |      |      |      |
| $s$ :           | 2,3                    | 2,8  | 2,8  | 2,9  | 2    | 1,6  | 2,3  |
| $\sum s = 16,7$ |                        |      |      |      |      |      |      |

Далее найдем истинное значение стандартного отклонения совокупности, которая вычисляется по формуле 3:

$$\sigma = \frac{\sum S_i}{k C_4} \quad (3)$$

где  $C_4=0,9727$  – табличное значение, зависящее от количества выборок, при  $n=10$ ;

$S$ - стандартное отклонение;

$k$  – количество подгрупп объема  $n$ .

$$\sigma = \frac{16,7}{7 \cdot 0,9727} = 2,45$$

Рассчитаем параметр изменчивости по формуле 4:

$$\Delta = 6 \cdot \sigma \quad (4)$$

$$\Delta = 6 \cdot 2,45 = 14,7$$

Индекс воспроизводимости рассчитаем по формуле 5:

$$C_p = \frac{U-L}{\Delta}, \quad (5)$$

где U - верхний предел допуска;

L – нижний предел допуска.

$$C_p = \frac{25 - 13}{14,7} = 0,82$$

Верхний индекс воспроизводимости рассчитывается по формуле 6

$$C_{pku} = \frac{U - X_{mid}}{\Delta_u}, \quad (6)$$

где  $\Delta_u$ - верхний параметр изменчивости и равен  $3\sigma$

$$C_{pku} = \frac{25 - 18,0}{7,35} = 0,95$$

Нижний индекс воспроизводимости рассчитывается по формуле 7:

$$C_{pkL} = \frac{X_{mid}-L}{\Delta_L}, \quad (7)$$

где  $X_{mid}$ - параметр положения (среднее значение);

$\Delta_L$ - нижний параметр изменчивости и равен  $3\sigma$

$$C_{pkL} = \frac{18,0 - 13}{7,35} = 0,68$$

Следовательно, меньший индекс воспроизводимости равен:

$$C_{pk} = \min(C_{pkL})$$

Полученные значения индекса воспроизводимости процесса приведены в Таблице 2.

Таблица 2 – Отчет об индексе воспроизводимости процесса

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Индекс воспроизводимости процесса</b>         | $C_p=0,82$      |
| <b>Меньший индекс воспроизводимости процесса</b> | $C_{pk} = 0,68$ |
| <b>Метод вычисления*</b>                         | $M_{3,3}$       |

|  |    |
|--|----|
| <b>Количество значений</b>             | 70 |
| * Согласно ГОСТ Р ИСО 22514-2-2015 [4] |    |

Получившийся индекс воспроизводимости ( $C_p$ )  $< 1$ , следовательно, процесс производства кекса с изюмом по показателю массовой доли общего сахара не воспроизводим и необходимо предпринять действия для исправления.

### Библиографический список

1. Мухаметшина А.М. Применение контрольных карт Шухарта для определения стабильности пищевых производств / А.М. Мухаметшина, Т.Н. Шигабиев, Е.В. Приймак // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – №1 (217). – С 174-180.
2. Логанина В.И. Статистическое управление качеством продукции: учебно-методическое пособие // Пенза: ПГУАС. – 2016. – С.10.
3. ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия. – 01.01.2016. – М.: Стандартиформ. – 2015.
4. ГОСТ Р ИСО 22514-2-2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 2. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса на основе модели его изменения во времени. – 01.07.2016. – М.: Стандартиформ. – 2015.

*Оригинальность 70%*