

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

О.А. ЛЕОНОВ, Н.Ж. ШКАРУБА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Стандарт ГОСТ Р ИСО 22000 акцентирует внимание на рисках, которые могут влиять на безопасность продуктов питания, обеспечивает выявление этих рисков и позволяет уменьшить их влияние или устранить его. Одним из факторов, влияющих на увеличение рисков, является неправильно назначенные методы и средства измерений для контроля параметров критических контрольных точек. Для оценки соответствия требований к метрологическому обеспечению критических контрольных точек предложено использовать метод метрологической оценки качества измерений, в основу которого положен анализ измерительных систем (MSA).

Предложенный метод апробирован на производстве варено-копченых колбас. Проведены исследования изменчивости результатов измерения температуры, в толще охлажденного и размороженного мясного сырья в условиях реального производства. На первом этапе с помощью контрольных карт установлено, что измерительный процесс находится в стабильном состоянии. На втором этапе рассчитано абсолютное и относительное значение смещения измерительного процесса. На третьем этапе проведена оценка составляющих изменчивости результатов измерения. На заключительном этапе при ранжировании полученных значений определены приоритетные пути снижения изменчивости измерительного процесса.

Проведенный анализ показал, что измерительный процесс требует улучшения. Наибольший вклад в изменчивость измерительного процесса температуры в толще мясного сырья имеет изменчивость образца (охлажденного и размороженного). На втором месте по влиянию на изменчивость измерительного процесса находится сходимость результатов измерений. На это значение наибольшее влияние оказывает средство и метод измерения, поэтому для снижения изменчивости следует изменить метод измерения или выбрать более точное средство измерений. Долю влияния оператора на изменчивость можно считать несущественной.

Предложенный подход анализа метрологического обеспечения в критических контрольных точках системы ХАССП позволяет минимизировать риск от несоответствия элементов измерительной системы, что приводит к уменьшению ложных решений при контроле качества продукции и к снижению частоты технологического регулирования процесса производства.

Ключевые слова: *качество, изменчивость результатов измерений, измерительный процесс, метрологическое обеспечение, рабочий лист ХАССП, средство измерений, мониторинг.*

Введение

Современный подход к деятельности предприятий основан на процессах управления качеством [11]. При внедрении системы менеджмента качества (СМК) и международных стандартов ИСО 9000 [9] формируются экономические требования к качеству. Перерабатывающие предприятия ежегодно тратят огромные суммы на контроль и обеспечение качества своей продукции, но на данный момент этого становится недостаточно [8], так как Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС - 021 - 2011), обязательный для исполнения всеми производителями пищевых продуктов, предписывает производителям внедрение принципов ХАССП. В настоящее время в РФ в качестве национального стандарта введен в действие ГОСТ ИСО 22000-2007. Этот стандарт интегрирует принципы системы ХАССП, и требования стандарта ИСО 9001 «Системы менеджмента качества». Таким образом, внедрение ГОСТ Р ИСО 22000 – 2007 на пищевых производствах становится обязательным [5].

С другой стороны, формируются особые требования к метрологическому обеспечению производства. Возрастает контроль качества продуктов питания со стороны потребителей, при этом необходимо обеспечивать не только сочетание вкусовых качеств, но и полезных свойств [12]. Безопасность продуктов питания возводится в важнейший показатель качества [2]. Формируются и создаются системы отслеживания при производстве [1].

Критические контрольные точки (ККТ), разработанные в системе ХАССП, формируются как управляемые этапы обеспечения безопасности пищевой продукции, цель создания которых заключается в устранении, предупреждении или сведении к приемлемому уровню опасностей, представляющих угрозу безопасности [1]. Поэтому важным этапом разработки и внедрения системы ХАССП является определение контролируемых параметров в критических контрольных точках [6] и создание системы их мониторинга [7]. Система мониторинга включает в себя разработку мер, методов и средств измерения, позволяющих обеспечить наблюдение за критическими контрольными точками. Выбранные средства и методы измерения должны обеспечивать требуемую точность получаемых результатов [11]. В связи с этим, актуальной задачей при разработке системы мониторинга является метрологическое обеспечение критических контрольных точек.

Задача метрологического обеспечения измерений в критических контрольных точках сложная и многоступенчатая, решается на различных этапах производственного цикла. На этапе планирования производства необходимо определить перечень критериев оценки уровня метрологического обеспечения для каждого элемента жизненного цикла продукции, далее сформировать совокупность требований к методам и средствам измерений.

На следующем этапе ведется разработка измерительных процессов, с учетом установленных на предыдущем этапе требований.

На этапе производства продукции важнейшей задачей, от решения которой зависит достоверность получаемой измерительной информации, является метрологическое подтверждение пригодности методов и средств измерений на заданных критических контрольных точках.

Заключительным этапом является анализ состояния метрологического обеспечения критических контрольных точек. Анализ направлен на выявление возможных причин снижения качества продукции и оценку показателей уровня метрологического обеспечения. Результаты анализа служат основой для принятия решений о совершенствовании системы мониторинга. Для эффективного анализа метрологи-

ческого обеспечения критических контрольных точек необходимо разработать методику, которая будет давать оценку приемлемости измерительных процессов в условиях реального производства. В основу предлагаемого метода может быть положен анализ измерительных систем (MSA).

Методика исследования

Анализ приемлемости измерительного процесса критической контрольной точки включает в себя четыре этапа:

- анализ стабильности измерительного процесса, который проводится с использованием контрольных карт Шухарта [3];

- анализ правильности результатов измерений в критической контрольной точке. За критерий правильности принимаем относительное значение смещения измерительного процесса. Приемлемым значением является смещение среднего арифметического пяти результатов измерений относительно опорного значения в процентах от допуска, обычно не более 10 %;

- анализ прецизионности результатов измерения критических контрольных точек в условиях сходимости и воспроизводимости методом дисперсий.

Одними из сложнейших в пищевом производстве, с точки зрения контроля, являются процессы производства колбас. На начальном этапе исследования, в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22000, был проведен анализ технологического процесса производства варено-копченых колбас [12], [15] определены критические контрольные точки. Для наглядности представления контроля качества технологического процесса на различных его этапах критические контрольные точки были нанесены на технологическую схему производства (рис. 1).

В соответствии с требованиями, предъявляемыми ГОСТ Р ИСО 22000, для совершенствования системы мониторинга разработана форма рабочего листа ХАССП для данного технологического процесса, представленная в табл. 1.

Для анализа процесса производства варено-копченых колбас на ООО «МК Пограничный» был составлен перечень используемых средств измерения, представленный в таблице 2.

Значения параметров контролируется по-разному на протяжении всего технологического процесса, как переносными измерительными приборами, так и автоматически, с использованием измерительных систем. Например, при термической обработке в универсальных парокоптильных камерах «AUTOTERM» в качестве измерителей температуры используются термопреобразователи сопротивления ТСМ 50. Сигнал с датчиков поступает на процессорное устройство, где проходит обработку и преобразование в выходной сигнал, удобный по форме представления информации. Эту информацию сотрудник Службы качества ООО «МК Пограничный» при осуществлении контроля за технологическим процессом может наблюдать на мониторе, встроенном в камеру «AUTOTERM».

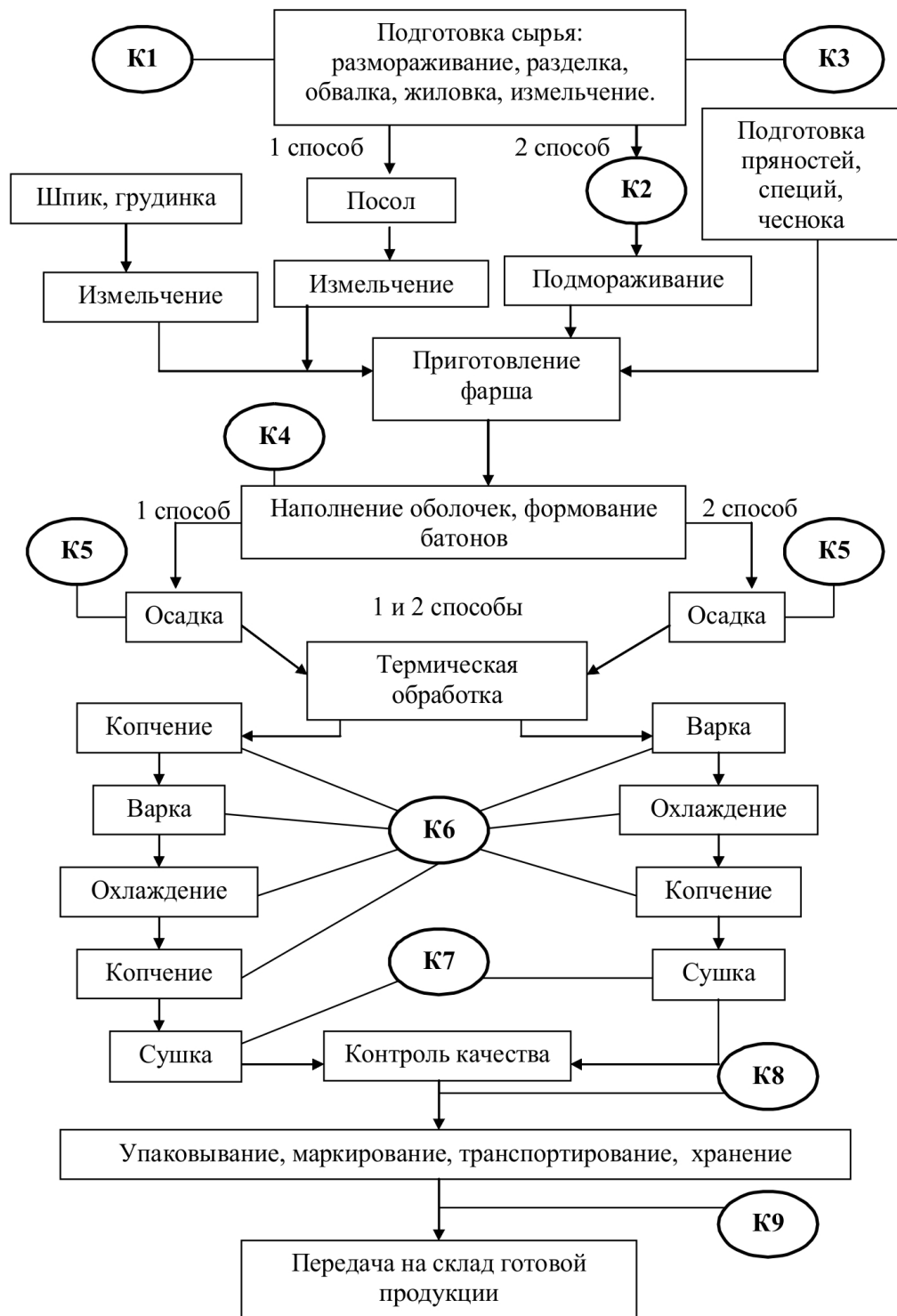


Рис. 1. Технологическая схема производства варено-копченых колбас с критическими контрольными точками

**Рабочий лист ХААСП для проведения мониторинга
технологического процесса**

Наименование операции	Номер ККТ	Контролируемый параметр	Нормативное значение
Подготовка сырья	К1	Температура в толще мясного сырьѐ: охлажденного размороженного	(2 ± 2) °С (0 ± 1) °С
Размораживание сырьѐ	К2	Температура помещения	(20 ± 2) °С
		Относительная влажность	(80-85) %
Разделка, обвалка	К3	Температура сырьѐ до обвалки	< 10 °С
		Температура сырьѐ после жиловки	< 15 °С
		Температура помещения	(10-12) °С
		Относительная влажность	(70-75) %
Измельчение, посол, приготовление фарша и наполнение оболочек	К4	Температура в камере посола	(0-4) °С
		Относительная влажность	(80-85) %
		Температура готового фарша	(-2 ± 1) °С
		Относительная влажность	(75-78) %
Подготовка к термической обработке	К5	Температура помещения при формовке	(10-12) °С
		Температура помещения при осадке	(6 ± 2) °С
		Температура сырьѐ при осадке: 1 способ 2 способ	(6 ± 2) °С (3 ± 1) °С
Термическая обработка (1 и 2 способы)	К6	Температура первичного копчения	(75 ± 5) °С
		Температура варки	(74 ± 1) °С
		Температура охлаждения	< 20 °С
		Температура вторичного копчения	(42 ± 3) °С
Сушка	К7	Температура сушки	(11 ± 1) °С
		Относительная влажность	(76 ± 2) %
Хранение	К8	Температура помещения	(12-15) °С

Таблица 2

**Перечень средств измерения для мониторинга
критических контрольных точек**

ККТ	Контролируемый параметр	Средство измерения
<i>Подготовка сырьѐ</i>		
К1	Температура в толще мясного сырьѐ: охлажденного размороженного	«Замер-1»
<i>Размораживание сырьѐ</i>		
К2	Температура помещения Относительная влажность	ИТР 2605
<i>Разделка, обвалка</i>		
К3	Температура сырьѐ до обвалки Температура сырьѐ после жиловки Температура помещения Относительная влажность	«Замер-1» ИТР 2605

ККТ	Контролируемый параметр	Средство измерения
Измельчение, посол, приготовление фарша и наполнение оболочек		
K4	Температура в камере посола Относительная влажность Температура готового фарша	Термопреобразователи сопротивления 50 М ИТР 2605 «Замер-1»
Подготовка к термической обработке		
K5	Температура помещения при формовке Температура помещения при осадке Температура сырья при осадке 1 способ 2 способ	ИТР 2605 «Замер-1»
Термическая обработка (1 и 2 способы)		
K6	Температура первичного копчения Температура варки Температура охлаждения Температура вторичного копчения	Термопреобразователи сопротивления 50М
Сушка		
K7	Температура сушки Относительная влажность	Термопреобразователи сопротивления 50М Датчик емкостного типа
Хранение		
K8	Температура помещения Относительная влажность	ИТР 2605

Как видно из таблицы 2, для измерения параметров используются и ручные средства измерения:

- термометр цифровой «Замер-1» (ТУ 4215-002-13245171);
- щитовой микропроцессорный измеритель температуры и влажности ИТР 2605 (ТУ 4227-004-34913634).

Рассмотрим применение предлагаемой методики на примере критической контрольной точки К1 (табл.2) – измерение температуры в толще мясного сырья (охлажденного и размороженного) цифровым термометром «Замер-1».

Входной контроль – самый важнейший этап обеспечения качества пищевого производства [13]. Именно здесь решается вопрос о пригодности сырья для дальнейшего использования.

Предварительно был выполнен эксперимент по оценке стабильности измерительного процесса, построена контрольная карта (\bar{X} -R). Анализ контрольной карты не выявил особых причин изменчивости, следовательно, измерительный процесс находился в стабильном состоянии и можно было переходить к оценке приемлемости.

Для оценки смещения измерительного процесса проводились одновременные измерения температуры в толще мясного сырья (охлажденного и размороженного) на глубине 1 см (согласно ГОСТ 31798-2012) цифровым термометром «Замер-1» (погрешность $\pm 0,5^\circ\text{C}$) термометром цифровым эталонным ТЦЭ-0,005/МЭ (погрешность $\pm 0,002^\circ\text{C}$). Измерения проводились $Q = 10$ раз. Смещение и его относительное значение оценивалось по формулам [14]:

$$B = \bar{X} - X^{ИСТ}, \quad (1)$$

$$\%B = \frac{|B|}{T} 100 \quad (2)$$

где \bar{X} – среднее арифметическое значение результатов измерения оцениваемого средства измерения; $X^{ИСТ}$ – значение, принимаемое за истинное (показание образцового прибора); T – допуск контролируемого параметра.

По окончании эксперимента был получен массив, представленный в таблице 3.

Таблица 3

**Контрольный лист данных для расчета смещения
измерительного процесса температуры в толще мясного сыря**

Измерения		Значение температуры в толще мясного сыря, °С	
		охлажденное	размороженное
Истинное значение		2,544	0,146
Попытка	1	2,5	0,0
	2	2,5	0,5
	3	2,0	0,0
	4	2,0	0,5
	5	2,5	0,0
	6	2,5	0,0
	7	2,5	0,5
	8	2,0	0,5
	9	2,5	0,0
	10	2,5	0,5

Для оценивания сходимости и воспроизводимости измерительного процесса были отобраны $N = 5$ образцов мясного сыря, измерения проводили операторы $M = 3$, температура каждого образца замерялась всеми операторами $Q = 3$. По окончании эксперимента получен массив, представленный в таблице 4 и 5.

Таблица 4

**Массив данных для оценки сходимости и воспроизводимости измерения
температуры в толще мясного сыря (охлажденного)**

Измерения, Q		Образцы, N									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2,0	2,0	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,0	2,0
	2	2,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	1,5
	3	2,0	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5

Измерения, Q		Образцы, N									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	2,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	1,5	2,0	2,0	2,0
	2	2,5	1,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	1,5
	3	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	1,5	2,0	2,5	2,0
3	1	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5
	2	2,0	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	2,0
	3	2,0	1,5	2,5	2,5	2,0	2,5	1,5	1,5	2,0	1,5

Таблица 5

Массив данных для оценки сходимости и воспроизводимости измерения температуры в толще мясного сыря (размороженного)

Измерения, Q		Образцы, N									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,0	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
	2	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	3	0,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0
2	1	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5
	2	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5
	3	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	1,0
3	1	0,5	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5
	2	0,0	1,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
	3	0,5	0,5	0,5	1,0	0,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5

Оценку дисперсии S_e^2 средства измерения (сходимости) определяем по формуле [14]:

$$S_e^2 = \frac{1}{NM(Q-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^Q (X_{ijk} - \bar{X}_{ij*})^2, \quad (3)$$

где $NM(Q-1)$ – число степеней свободы.

Оценку дисперсии S_o^2 операторов (воспроизводимости) определяем по формуле [14]:

$$S_o^2 = \frac{NQ}{M-1} \sum_{j=1}^M (\bar{X}_{*j*} - \bar{X}_{***})^2, \quad (4)$$

где $M-1$ – число степеней свободы.

Оценку дисперсии S_p^2 образцов мясного сыря рассчитываем по формуле:

$$S_p^2 = \frac{MQ}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{X}_{i**} - \bar{X}_{***})^2, \quad (5)$$

где $N-1$ – число степеней свободы.

Оценку дисперсии S_{op}^2 взаимодействия операторов и образцов проводим по формуле:

$$S_{op}^2 = \frac{Q}{(N-1)(M-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (\bar{X}_{ij*} - \bar{\bar{X}}_{i**} - \bar{\bar{X}}_{*j*} + \bar{\bar{X}}_{***})^2, \quad (6)$$

где $(N-1) \cdot (M-1)$ – число степеней свободы.

Значимость влияния взаимодействия оператора и образца на изменчивость результатов измерений можно оценить по следующему алгоритму.

Рассчитываем соотношение [14]:

$$F = \frac{S_{op}^2}{S_e^2}. \quad (7)$$

По таблице F -распределения (распределения Фишера-Снедекора) [14], при уровне значимости $\alpha = 0,05$ определяем критическое значение распределения $F_a(k_1, k_2)$, где k_1 – число степеней свободы большей дисперсии (из S_{op}^2 и S_e^2), k_2 – число степеней свободы меньшей дисперсии (из S_{op}^2 и S_e^2). Числа степеней свободы S_{op}^2 и S_e^2 равны $(N-1)(M-1)$ и $NM(Q-1)$ соответственно. Если $F < F_a(k_1, k_2)$, то влияние изменчивости взаимодействия между оператором и образцом признается незначимым и в дальнейших расчетах не участвует. В противном случае влияние изменчивости взаимодействия между оператором и образцом признается значимым.

Для составляющих изменчивости измерительного процесса на заданном уровне значимости α рассчитываем доверительные интервалы.

Сходимость EV (повторяемость) результатов измерений определяем по формуле [14]:

$$EV = K_\alpha \cdot S_e \quad (8)$$

Воспроизводимость AV (изменчивость от операторов) результатов измерений рассчитываем по формуле [14]:

$$AV = K_\alpha \cdot S_o \quad (9)$$

Если влияние взаимодействия между оператором и образцом признано значимым, формула для расчета воспроизводимости имеет вид:

$$AV = K_\alpha \sqrt{\frac{S_o^2 - S_{op}^2}{NQ}}, \quad (10)$$

то изменчивость PV образцов определяем по формуле:

$$PV = K_\alpha \cdot S_p \quad (11)$$

В случае, если влияние взаимодействия между оператором и образцом признано значимым, формула для расчета изменчивости образцов имеет вид:

$$PV = K_{\alpha} \sqrt{\frac{S_p^2 - S_e^2}{MQ}} \quad (12)$$

то изменчивость INT , обусловленную взаимодействием операторов и образцов, определяем по формуле:

$$INT = K_{\alpha} \sqrt{\frac{S_{op}^2 - S_e^2}{Q}} \quad (12)$$

Данную составляющую изменчивости измерительного процесса вычисляем только в случае, если влияние взаимодействия между оператором и образцом признано значимым.

Сходимость и воспроизводимость $R\&R$ результатов измерений определяем по формуле сложения вероятностных величин [17]:

$$R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (13)$$

В случае если влияние взаимодействия между оператором и образцом признано значимым, формула для расчета сходимости и воспроизводимости результатов измерений имеет вид:

$$R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2 + INT^2} \quad (13)$$

Полную изменчивость TV измерительного процесса определяем по формуле:

$$TV = \sqrt{R \& R^2 + PV^2} \quad (14)$$

Приемлемость измерительного процесса, применяемую для оценки соответствия измеряемого параметра образца допуску на него, определяем исходя из анализа величины относительной сходимости и воспроизводимости $R \& R_{SL}$, рассчитываемой по формуле [14]:

$$R \& R_{SL} = \frac{R \& R}{USL - LSL} 100\%, \quad (14)$$

где USL, LSL – верхняя и нижняя границы контролируемого параметра.

Для более полного анализа измерительного процесса вычисляем относительные значения составляющих изменчивости – сходимость, воспроизводимость, изменчивость образца, взаимодействие оператора и образца – по формулам:

$$EV_{TV} = \frac{EV}{TV} 100\% , \quad (15)$$

$$AV_{TV} = \frac{AV}{TV} 100\% , \quad (16)$$

$$PV_{TV} = \frac{PV}{TV} 100\% , \quad (17)$$

Результаты и их обсуждение

Смещение результатов измерений и его относительное значение определяем по формулам (1), (2). Результаты расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6

Расчетные значения смещения измерительного процесса температуры в толще мясного сыра

	Значение в толще мясного сыра	
	охлажденное	размороженное
Допуск, °С	4	2
Среднее значение, °С	2,35	0,25
Абсолютное значение смещения B , °С	-0,194	0,104
Относительное значение смещения B , %	4,85	5,2

Так как полученные значения относительного смещения для охлажденного и для размороженного сыра (табл. 6) менее 10 % , смещение измерительного процесса температуры в толще мясного сыра можно считать приемлемым.

Расчет оценок дисперсий, составляющих изменчивости данного измерительного процесса, проводим по формулам (3) ... (6). Поскольку дисперсия выборки равна квадрату среднеквадратического отклонения (СКО), то полученные данные удобно представить в виде соответствующих значений СКО. Результаты сводим в таблицу 7.

Таблица 7

Результаты расчетов оценок СКО результатов измерений температуры в толще мясного сыра

Составляющая изменчивости	Оценка СКО температуры в толще мясного сыра	
	охлажденное	размороженное
Сходимость (повторяемость изменчивости ИС), °С	0,537	0,656
Воспроизводимость (изменчивость от оператора), °С	0,190	0,188

Составляющая изменчивости	Оценка СКО температуры в толще мясного сырья	
	охлажденное	размороженное
Изменчивость параметров образца	1,723	1,392
Взаимодействие оператора и образца, °С	0,302	0,174

По формуле (7) оцениваем значимость влияния взаимодействия оператора и образца на изменчивость результатов измерений:

- охлажденное сырье $F = 0,32 < F_a = 1,85$;
- размороженное сырье $F = 0,07 < F_a = 1,85$.

Так как и для охлажденного и для размороженного сырья выполняется условие $F < F_a(k_1, k_2)$, то влияние изменчивости взаимодействия между оператором и образцом можно признать незначимым и в дальнейших расчетах не учитывать.

По формулам (8), (9) и (11) рассчитываем составляющие изменчивости измерительного процесса. Значение коэффициента K_a , определяем исходя из уровня значимости α и таблицы значений функции Лапласа [14]. Для уровня значимости $\alpha = 0,99$ значение $K_a = 5,15$. Результаты расчетов представим в виде таблице 2.

Таблица 8

Результаты расчетов составляющих изменчивости результатов измерений температуры в толще мясного сырья

Составляющая изменчивости	Составляющие изменчивости результатов измерений температуры в толще мясного сырья	
	охлажденное	размороженное
Сходимость (повторяемость изменчивости ИС) $EV, ^\circ\text{C}$	2,768	3,379
Воспроизводимость (изменчивость от оператора) $AV, ^\circ\text{C}$	0,979	0,963
Изменчивость параметров образца $PV, ^\circ\text{C}$	8,871	7,169

Используя значения из таблицы 3 и формулы (15), (16) и (17), находим сходимость и воспроизводимость результатов измерений, а также полную изменчивость измерительного процесса и относительную сходимость и воспроизводимость измерительного процесса. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 9

Результаты расчетов приемлемости измерительного процесса температуры в толще мясного сырья

Составляющая изменчивости	Составляющие изменчивости результатов измерений температуры в толще мясного сырья	
	охлажденное	размороженное
Сходимость и воспроизводимость результатов измерений $R \& R, ^\circ\text{C}$	2,936	3,518
Полная изменчивость измерительного процесса $TV, ^\circ\text{C}$	9,346	7,986
Относительная сходимость и воспроизводимость измерительного процесса $R \& R_{SL}, \%$	73,39	87,95

Для более полного анализа измерительного процесса по формулам (13), (14) и (15) определяем относительные значения составляющих изменчивости – сходимости, воспроизводимости, изменчивости образца. Полученные значения приводим в таблице 4.

Таблица 10

Результаты расчетов относительных составляющих изменчивости измерительного процесса температуры в толще мясного сырья

Составляющая изменчивости	Составляющие изменчивости результатов измерений температуры в толще мясного сырья	
	охлажденное	размороженное
Относительная сходимость (повторяемость) результатов EV_{TV} , %	16,0	42,0
Относительная изменчивость от оператора AV_{TV} , %	5,8	12,3
Относительная изменчивость параметров образца PV_{TV} , %	98,5	87,7

На основании полученных значений можно сделать вывод, что измерительный процесс требует улучшения ($R \& R_{SL} > 30\%$). Наибольший вклад в суммарную изменчивость измерительного процесса температуры в толще мясного сырья вносит изменчивость образца, как охлажденного, так и размороженного. На эту составляющую изменчивости можно повлиять изменением технологии глубокой заморозки сырья для хранения и сохранением этих показателей при транспортировке (мощность холодильников, расположение туш мяса, настройка автоматики и др.). На втором месте по влиянию изменчивости измерительного процесса находится сходимость результатов измерений. На это значение наибольшее влияние оказывает средство и метод измерения, поэтому для снижения изменчивости измерительного процесса следует изменить метод измерения или выбрать более точное средство измерения. Доля влияния на изменчивость со стороны оператора можно считать не существенной.

Таким образом, желательно заменить средство измерений «Замер-1» на более точное, чтобы снизить изменчивость измерительного процесса.

Заключение

Метрологическое обеспечение контроля и безопасности при производстве продуктов питания – важная составляющая формирования качества продукции. Предлагаемая методика оценки качества измерений позволяет не только оценить точность измерительных процессов в критических контрольных точках, но и выявить факторы, влияющие на изменчивость результатов измерений. Кроме этого, всесторонний анализ качества метрологического обеспечения производства можно рассматривать как валидацию процессов контроля, что соответствует требованиям международных и государственных стандартов серии ИСО 9000.

Для рассматриваемого примера контроля качества замороженного и охлажденного сырья при производстве варено-копченых колбас на ООО «МК Пограничный», рекомендовано заменить средство измерений температуры в толще мясного сырья, усилить входной контроль и реализовать мероприятия по улучшению стабильности

характеристик при глубинной заморозке сырья, а также внести корректировки в процесс хранения сырья при транспортировке. Все вышеназванные факторы должны внести существенный вклад в повышение качества выпускаемой продукции на предприятии.

Библиографический список

1. Бессонова Л.П., Дунченко Н.И. Управление безопасностью в пищевой промышленности на основе системы прослеживаемости // Стандарты и качество. 2010. №5. С. 82-85.
2. Бессонова Л.П., Дунченко Н.И., Антипова Л.В. Научные основы обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов. Воронеж. 2008. 338 с.
3. Бондарева Г.И. Оценка качества измерительных процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2013. № 2. С. 36.
4. Грикшас С.А. Технология переработки продуктов убоя животных. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 316 с.
5. Дунченко Н.И. Научные и методологические подходы к управлению качеством пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2012, Т.3, № 26. С. 29-33.
6. Дунченко Н.И., Бессонова Л.П. Управление безопасностью на основе системы прослеживаемости // Молочная промышленность. 2011. №12. С. 21-23.
7. Дунченко Н.И., Купцова С.В., Капотова М.С. Контроль аппаратного цеха по критическим точкам // Молочная промышленность. 2002. №6. С. 48-50.
8. Дунченко Н.И., Магомедов М.Д., Рыбин А.В. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности. М., Изд-во «Дашков и К° Карпузов В.В. Системы качества. М.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. 340 с.
9. Карпузов В.В. Системы качества. М.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. 340 с.
10. Леонов О.А., Темасова Г.Н., Вергазова Ю.Г. Управление качеством. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 180 с.
11. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Управление качеством метрологического обеспечения предприятий // Сборник научных докладов ВИМ. Том 2. – М.: Издательство ГНУ ВИМ, 2012, С 412-420.
12. Рогов И.А. и др. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов // Современные проблемы науки и образования. 2009. №1. С. 34.
13. Шарафутдинов Г.С. Стандартизация, технология переработки и хранения продукции животноводства. М.: Изд-во «Лань», 2016. 288 с.
14. Шкаруба Н.Ж. Теоретическая метрология. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 132 с.
15. Шуварилов А.С., Лисенков А.А. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции животноводства. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2008. 606 с.

METROLOGICAL SUPPORT OF QUALITY CONTROL AND SAFETY IN THE PRODUCTION OF BOILED-SMOKED SAUSAGES AT FARM ENTERPRISES

O.A. LEONOV, N.Zh. SHKARUBA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Standard GOST R ISO 22000 focuses on the risks that can affect the safety of food, ensures the identification of these risks and allows reducing their impact or eliminating it. One of the factors

affecting the emergence of risk is the low level of metrological support for critical control points. To assess the compliance of metrological requirements for critical control points, it is suggested to use a method based on the analysis of measuring systems (MSA).

The proposed method is approved for the production of boiled-smoked sausages. The authors have studied the variability of temperature measurement results in the thickness of chilled and defrosted source meat products under real production conditions. At the first stage, using control charts, it has been established that the measuring process is in a stable state. At the second stage, absolute and relative values of the measuring displacement have been calculated. At the third stage, the variability components of the measurement results have been estimated. At the final stage, when ranking the values obtained, the authors have determined priority ways of reducing the variability of measurements.

The analysis has shown that the measuring process needs to be improved. The greatest contribution to the variability of temperature measurements in the thickness of meat source products is the variability of a tested sample (chilled and defrosted). The second place in the effect on the variability of the measurement process belongs to the convergence of the measurement results. This value is most influenced by the measurement means and methods, so to reduce the variability, one has to change the measurement method or choose a more accurate means of measurement. The degree of the influence on the variability by an operator can be considered negligible.

The proposed approach to the analysis of metrological support of critical control points of the HACCP system allows to minimize the risk associated with the inconsistency of the measuring system components. This will reduce the probability of false decisions in the product quality control as well as the intensity of technological regulation of a production process.

Key words: quality, variability of measurement results, measuring process, metrological support, HACCP worksheet, measuring instrument, monitoring.

References

1. Bessonova L.P., Dunchenko N.I. Upravleniye bezopasnost'yu v pishchevoy promyshlennosti na osnove sistemy proslzhivayemosti [Safety management in the food industry on the basis of the traceability system] // Standarty i kachestvo. 2010. No. 5. Pp. 82-85.
2. Bessonova L.P., Dunchenko N.I., Antipova L.V. Nauchnyye osnovy obespecheniya kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov [Scientific foundations of ensuring the quality and safety of food products]. Voronezh. 2008. 338 p.
3. Bondareva G.I. Otsenka kachestva izmeritel'nykh protsessov v remontnom proizvodstve [Quality assessment of the measuring processes in repair works] // Vestnik FGOU VPO MGAU. 2013. No. 2. P. 36.
4. Griksyas S.A. Tekhnologiya pererabotki produktov uboaya zhivotnykh [Technology of processing animal-slaughter products]. M.: RGAU-MSKhA, 2013. 316 p.
5. Dunchenko N.I. Nauchnyye i metodologicheskiye podkhody k upravleniyu kachestvom pishchevykh produktov [Scientific and methodological approaches to the quality management of food products] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2012, Vol. 3, No. 26. Pp. 29-33.
6. Dunchenko N.I., Bessonova L.P. Upravleniye bezopasnost'yu na osnove sistemy proslzhivayemosti [Safety management based on traceability system] // Molochnaya promyshlennost'. 2011. No. 12. Pp. 21-23.
7. Dunchenko N.I., Kuptsova S.V., Kapotova M.S. Kontrol' apparatnogo tsekha po kriticheskim tochkam [Controlling the instrument workshop operation at critical points] // Molochnaya promyshlennost'. 2002. No. 6. Pp. 48-50.
8. Dunchenko N.I., Magomedov M.D., Rybin A.V. Upravleniye kachestvom v otraslyakh pishchevoy promyshlennosti [Quality management in the food industry]. M., Izd-vo "Dashkov i K^o", 2012. 212 p.

9. *Karpuzov V.V.* Sistemy kachestva [Quality assurance system]. M.: Izd-vo FGOU VPO MGAU, 2009. 340 p.
10. *Leonov O.A., Temasova G.N., Vergazova Yu.G.* Upravleniye kachestvom [Quality management]. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2015. 180 p.
11. *Leonov O.A., Shkaruba N.Zh.* Upravleniye kachestvom metrologicheskogo obespecheniya predpriyatiy [Quality control of the metrological support of enterprises] // Sbornik nauchnykh dokladov VIM. Vol. 2. – M.: Izdatel'stvo GNU VIM, 2012, pp. 412-420.
12. *Rogov I.A. et al.* Bezopasnost' prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov [Safety of food raw materials and food products] // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2009. No. 1. P. 34.
13. *Sharafutdinov G.S.* Standartizatsiya, tekhnologiya pererabotki i khraneniya produktov zhiivotnovodstva [Standardization and the technology of processing and storing livestock products]. M.: Izd-vo "Lan", 2016. 288 p.
14. *Shkaruba N.Zh.* Teoreticheskaya metrologiya [Theoretical metrology]. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2016. 132 p.
15. *Shuvarikov A.S., Lisenkov A.A.* Tekhnologiya khraneniya, pererabotki i standartizatsiya produktov zhiivotnovodstva [Technology of storage, processing and standardization of animal products]. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2008. 606 p.

Леонов Олег Альбертович – д. т. н., проф. кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58; тел.: (926) 012-25-11; e-mail: oaleonov@ya.ru).

Шкаруба Нина Жоровна – к. т. н., проф. кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58; тел.: +7(499) 976-44-74; e-mail: nina_sh@mail.ru).

Oleg A. Leonov – DSc (Eng), Professor, the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 58; phone: +7 (926) 012-25-11; e-mail: oaleonov@ya.ru).

Nina G. Shkaruba – PhD (Eng), Professor, the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 58; phone: +7 (499) 976-44-74; e-mail: nina_sh@mail.ru).