

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ

А. И. Яшкин, Л. А. Попова

*В работе показана реализация комплексного подхода к идентификации, систематизации и управлению технологическими рисками в ходе производства полукопченой колбасы. Цель работы – провести анализ технологических рисков, приводящих к возникновению дефектов сенсорных показателей колбасы «Армавирская», и разработать мероприятия по управлению значимыми рисками. Определена частота встречаемости и проведена детализация производственных дефектов в зависимости от технических, технологических, сырьевых и других аспектов производства колбасы в увязке со всеми возможными причинами. Проведена градация производственных дефектов органолептических показателей колбасного изделия с выявлением основных факторов (технологических рисков), повлекших изготовление несоответствующей продукции. Используются безразмерные шкалы оценки значимости технологических рисков, вероятности их возникновения и возможности обнаружения применительно к условиям предприятия. В ходе количественной характеристики причин брака рассчитаны коэффициенты технологических рисков, приводящих к возникновению дефектов продукции, в частности, нарушение порядка закладки сырья при составлении фарша, превышение температурных допусков при термообработке и разбалансировка оборудования. Предложен комплекс управляющих воздействий (корректирующих мероприятий) по минимизации ключевых факторов риска в целях снижения дефектности колбасного изделия.*

*Ключевые слова:* мясопродукты, колбасное изделие, качество продукции, органолептические показатели, управление качеством, несоответствие, дефект продукции, технологический риск, оценка риска, корректирующие действия.

Каждое промышленное предприятие имеет свои особенности и нуждается в универсальных инструментах управления рисками, которые должны отвечать свойству технологичности – способности предусматривать возможность обеспечения индивидуальными решениями в каждом конкретном случае и оценивать их в отношении рационального использования всех видов ресурсов [1].

Под термином «риск» подразумевается сочетание вероятности события и его последствий, которое выражается в отклонении от ожидаемого результата с отрицательным воздействием. [5]. Технологические риски, входящие в группу производственно-технологических рисков, следует рассматривать в контексте возможности наступления неблагоприятного события, которое влечет за собой возникновение порока (дефекта) продукции [4].

Оценка технологических рисков, управление рисками и их предотвращение являются значимой и актуальной проблемой современного производства [2]. Требования технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) [3] обязывают изготовителей мясной продукции осуществлять процессы их производства, как для обеспечения требования к

качеству и безопасности продукции, так и для создания необходимого условия ее прослеживаемости.

Оценка факторов возникновения сырьевых и продуктовых рисков ложится в основу менеджмента производственно-технологических рисков. При этом разработка ситуационных моделей текущего состояния схемы производства продуктов питания позволяет оценить влияние отдельных факторов риска и параметров технологической системы на фактические отклонения нормируемых показателей качества. В результате системный анализ случайных отклонений характеристик продукта наряду с построением причинно-следственной цепи связей детерминируют основные причины появления несоответствий продукции [9]. Методология анализа и прогнозирования рисков применительно к производству мясопродуктов включает: идентификацию опасности относительно продукта, оценку риска и управление риском [7].

Научное обоснование и адаптация риск-менеджмента производственных процессов пищевой индустрии широко освещены в трудах ученых ВНИИ мясной промышленности и Московской сельскохозяйственной академии.

[8, 10, 11]. При этом анализ и управление рисками на уровне всей пищевой цепи «от поля до прилавка» приобретают все большую актуальность и требуют дополнительной проработки.

Цель работы – провести анализ технологических рисков, приводящих к возникновению дефектов сенсорных показателей колбасы «Армавирская», и предложить перечень мероприятий по управлению значимыми рисками.

Термин «риск» в данной публикации применяется в контексте наступления исключительно негативных последствий в виде отклонения показателей качества продукта от установленных норм и, как следствие, снижения потребительских свойств продукции.

Работа выполнена на биолого-технологическом факультете Алтайского государственного аграрного университета. Объектом исследования выбрана полукопченая колбаса «Армавирская» категории Б, вырабатываемая по ГОСТ 31785. Методология научного поиска логическую последовательность этапов работы:

1 этап – анализ и систематизация видового и количественного характера дефектов колбасы «Армавирская» за исследуемый период времени;

2 этап – анализ факторов, приводящих к отклонению органолептических показателей качества продукта от оптимальных нормативных характеристик;

3 этап – количественная оценка значимости технологических рисков применимо к объекту исследования и разработка перечня управляющих воздействий.

В работе рассмотрены технические требования к показателям качества объекта исследования. Показатели идентификации полукопченной колбасы «Армавирская» должны соответствовать требованиям ГОСТ 31785 «Колбасы полукопченые»: внешний вид колбас – батоны с чистой, сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждений оболочки, наплывов фарша, плотной консистенции; цвет продукта – от розового до темно-красного; фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот и содержит кусочки полужирной свинины и грудинки; запах и вкус – свойственные продукту, без посторонних привкуса и запаха, вкус слегка острый, в меру соленый с выраженным ароматом пряностей, копчения и чеснока [6].

В рамках собственных исследований изучено количество и виды несоответствий колбасного изделия по основным органолептическим показателям. В результате статистического выборочного контроля колбасы «Армавирская» на мясоперерабатывающем предприятии ИП Лютикова И. В. (Усть-Пристанский р-н Алтайский край) с 1 октября по 31 декабря 2016 г. определено, что количество колбас с несоответствиями по сенсорным показателям составило 205 батонов (81 кг), или 6 % от всей выработанной продукции. Все учтенные и идентифицированные дефекты органолептических показателей колбас были пронумерованы и систематизированы по трем группам: дефекты внешнего вида, консистенции и цвета и внесены в реестр (рис. 1).

#### Дефекты внешнего вида:

- слипы
- морщинистость оболочки

#### Дефекты консистенции:

- отеки бульона под оболочкой
- жировые отеки
- пустоты в фарше
- неравномерный рисунок шпика

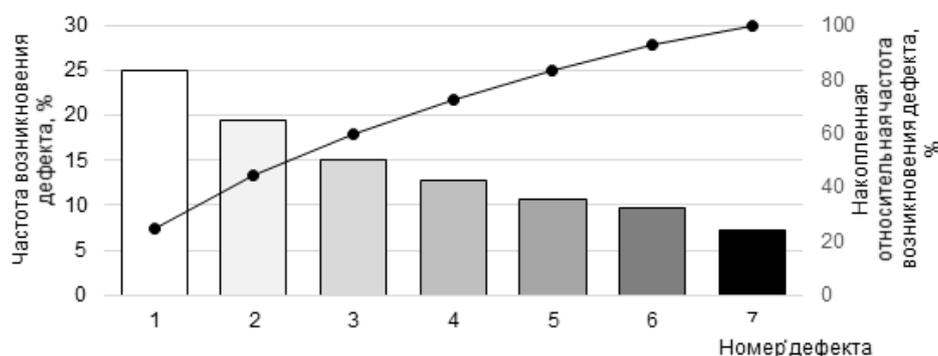
#### Дефект цвета:

- несвойственный цвет колбас

Рисунок 1 – Реестр дефектов колбасы «Армавирская»

Выявленные дефекты колбас были ранжированы по частоте возникновения с выделением наиболее значимых из них. Данные диаграммы на рисунке 2 свидетельствуют о том, что комплекс несоответствий продукта формируют четыре наиболее значимых дефекта: «жировой отек» (частота возникновения 24,9 %), «неравномерный рисунок шпика» (19,5 %), «бульонный отек» (15,1 %), «морщинистость оболочки» (12,7 %). Таким образом, около 59 % всех отклонений по органолептическим показателям продукции приходится на долю дефектов консистенции.

Требования ГОСТ 31785 однозначно предписывают запрет реализации колбас с лопнувшими или поломанными батонами, с наличием жировых отеков, серых пятен и крупных пустот на разрезе [6].



1 – жировой отек, 2 – неравномерный рисунок шпика, 3 – бульонный отек, 4 – морщинистость оболочки, 5 – недостаточное цветообразование, 6 – пустоты в фарше, 7 – слипы

Рисунок 2 – Частота возникновения дефектов колбасы «Армавирская»

Для устранения причин, вызвавших отклонение, необходимо дефектам поставить в соответствие различные факторы производства. Затем на факторы, которые оказывают отрицательное влияние на результат, необходимо оказать воздействие правильно подобранными методами и этим ввести процесс в стабильное состояние. Для визуализации цепочки причинно-следственных связей в работе использована диаграмма Исикавы, позволяющая с нужной степенью детализации графически отобразить панель факторов, детерминирующих наступление нестандартной производственной ситуации.

На рисунке 3 представлена причинно-следственная диаграмма, демонстрирующая основные причины возникновения дефектов консистенции колбасы «Армавирская». Факторы (причины) первого порядка идентифицированы и объединены по группам с присвоением индексов: оборудование (А), персонал (В), сырье (С) и технология (D). Каждая из групп состоит из нескольких подгрупп: работа термокамеры (А3), квалификация персонала (В1), качество шпика (С1) и т.д. Анализ диаграммы показал, что дефекты консистенции колбас вызваны следующими причинами, отнесенными к технологическим рискам произ-

водства: неправильный порядок закладки ингредиентов при составлении фарша, длительное перемешивание фарша, использование неохлажденного и недостаточно тугоплавкого шпика, краткосрочная осадка, длительное воздействие высокой температуры и др.

В задачи работы входил количественный учет производственных рисков с установлением тех из них, которыми в ходе реализации технологического процесса производства колбасы «Армавирская» можно эффективно управлять, снижая до допустимого уровня. Это позволяет установить контрольные точки производственного процесса, разрабатывать и поддерживать систему их мониторинга, применяя при необходимости корректирующие мероприятия.

Для установления вклада отдельных видов риска в формирование дефекта продукции в работе рассчитан коэффициент технологического риска (далее –  $K_{ТР}$ ). Расчет  $K_{ТР}$  проводили в соответствии с формулой (1), предложенной [4] на основе FMEA-анализа, при этом для числовой характеристики (оценки) рисков экспертным методом определены: значимость последствий риска, возможность его обнаружения и вероятность возникновения.

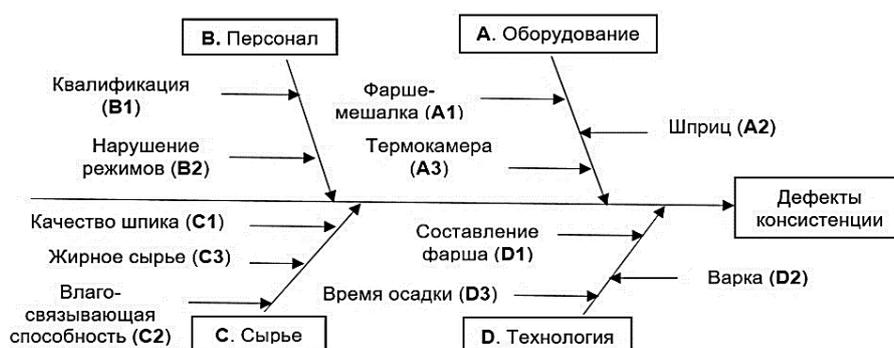


Рисунок 3 – Причины возникновения дефектов консистенции колбасы

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ

$$K_{TP} = \sqrt[3]{(K_3 \times K_0 \times K_B)}, \quad (1)$$

где  $K_3$  – коэффициент значимости риска;  
 $K_0$  – коэффициент обнаружения риска;  
 $K_B$  – коэффициент возникновения риска.

Для расчета показателя по каждой группе причин, проводящих к появлению дефектов колбасного изделия, экспертами заполнена табличная форма со списком всех факторов риска (A1, A2 и т.д.) и три вспомогательных шкалы оценок. Было предложено оценить по безразмерной шкале вероятность реализации на предприятии данного риска  $K_B$  (от 0,1 – близка к нулю до 1,0 – высокая), возможность его обнаружения инженерно-техническими специалистами с применением доступных методик и инструментария  $K_0$  (от 0,1 – высокая до 1,0 – близка к нулю), а также значимость последствий реализации риска  $K_3$  (от 0,1 – незначительное влияние до 1,0 – критическое).

Для стратификации рисков по уровню тяжести последствий целесообразно провести их ранжирование с использованием матрицы оценки рисков для значений  $K_{TP}$ , рассчитанных по формуле (1). По значимости последствий при производстве колбасного изделия риски разделены границей толерантности на допустимые (низкий и средний уровень) и недопустимые (высокий и критический уровень). Представленная на рисунке 4 матрица позволяет проводить оценку рисков с выделением наиболее значимых, расположенных выше границы толерантности, и планировать мероприятия по их минимизации.

Документирование результатов оценки рисков удобно вести в табличной форме в разрезе этапов производства для каждой технологической операции. В таблице 1 представлен фрагмент протокола учета технологических рисков колбасы «Армавирская», который результирует два риска из трех (D1 и D2) как

недопустимые и дают основание считать их вероятными причинами отклонения показателей консистенции продукта от нормативных значений.

0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

	низкий риск	} допустимый риск
	средний риск	
	высокий риск	} недопустимый риск
	критический риск	

Рисунок 4 – Матрица оценки рисков по значениям  $K_{TP}$  (0,1...1,0)

Таким образом, процедура анализа и учета значимых технологических рисков применительно к объекту исследований предусматривает определение экспертным путем коэффициентов значимости технологического риска, возможности его обнаружения и вероятности реализации риска на предприятии с последующей количественной характеристикой риска и документированием результатов в установленной форме.

С учетом частоты возникновения дефектов колбасы «Армавирская» и результатов оценки технологических рисков составлен примерный перечень мер по снижению частоты несоответствий. В таблице 2 показана матрица управляющих воздействий, применяемых для поддержания технологического контроля, предупреждения и исправления нештатных производственных ситуаций в критических контрольных точках с наибольшим риском.

Таблица 1 – Фрагмент протокола учета технологических рисков колбасы «Армавирская»

Этап производства	Индекс риска	$K_3$	Причина риска	$K_0$	$K_B$	$K_{TP}$	Оценка риска
...	...	...	...	...	...	...	...
Приготовление фарша	D1	1,0	Нарушение порядка закладки компонентов снижает устойчивость эмульсии	0,6	0,7	0,77	недопустимый
Осадка батонов	D3	0,5	Краткосрочная осадка не позволяет восстановить коагуляционную структуру фарша	0,7	0,5	0,57	допустимый
Термическая обработка	D2	1,0	Высокая температура в начале термической обработки педальрует процесс дезэмульгирования	0,7	0,8	0,83	недопустимый
...	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 2 – Фрагмент протокола управляющих воздействий по минимизации технологических рисков в критических точках

Этап производства	Индекс риска	$K_{TP}$	Меры по устранению причины риска	Ответственное лицо
...	...	...	...	...
Приготовление фарша	C1	0,80	Применение тугоплавкого шпика либо грудинки	Фаршесоставитель
-//-	C3	0,83	Применение эмульгирующих добавок. Пересмотр рецептуры	-//-
-//-	D1	0,77	Соблюдение порядка закладки компонентов фарша	-//-
Формование колбас	A2	0,80	Регулировка работы шприца во избежание перетиранья фарша	Наладчик оборудования
Термическая обработка	D2	0,83	Корректировка температурного режима в начале термической обработки	Оператор термодымовой камеры
...	...	...	...	...

Указанные в таблице 2 меры по устранению причин риска включают в программу производственного контроля, далее проводят мониторинг их эффективности (валидация и верификация мероприятий), оценивая результативность и экономическую обоснованность.

Таким образом, использование описанной в работе процедуры идентификации и ранжирования дефектов колбасного изделия, а также количественного учета технологических рисков позволяет выявлять критические точки технологического процесса и проводить мероприятия по управлению и прогнозированию рисков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еременко, В. В. Технология минимизации рисков предприятия. Экономические технологии управления рисками деятельности предприятия [Текст] / В. В. Еременко, Е. П. Киселица // Российское предпринимательство. – 2009. – № 8 (1). – С. 113.
2. Дунченко, Н. И. Оценка рисков при производстве сыра «Российский» [Текст] / Н. И. Дунченко // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – №6. – С. 30.
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Электрон. дан. – Москва, 2015. – Режим доступа: <http://www.dvnp.gov.by/uploads/download/034.PDF>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Мун, А. Л. Управление технологическими рисками при производстве пастеризованных творожных паст: дисс. ... канд. техн. наук [Текст] / А. Л. Мун. – Москва, 2010. – 139 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
6. ГОСТ 31785-2012 Колбасы полукопченые.

Технические условия [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 43 с.

7. Кузнецова, О. А. Теоретические и практические аспекты анализа и прогнозирования рисков в технологии мяса и мясной продукции: автореф. дис. ... д-ра техн. наук [Текст] / О. А. Кузнецова. – Москва, 2017. – 47 с.

8. Кущёв, С. Н. Разработка методики оценки технологических рисков при производстве йогуртных продуктов: дисс. ... канд. техн. наук [Текст] / С. Н. Кущёв. – Москва, 2009. – 176 с.

9. Дунченко, Н. И. Научные и методологические подходы к управлению качеством пищевых продуктов [Текст] / Н. И. Дунченко // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №3 (26). – С. 29-33.

10. Зеленская, А. С. Управление качеством и безопасностью полуфабрикатов высокой степени готовности с учётом требований потребителей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук [Текст] / А. С. Зеленская. – Москва, 2011. – 23 с.

11. Чернуха, И. М. Значение контроля и анализа возникающих несоответствий [Текст] / И. М. Чернуха, О. А. Кузнецова // Все о мясе. – 2008. – №4. – С. 12-14.

**Яшкин Александр Иванович**, к.с.-х.н, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98, e-mail: [alexander.yashkin@gmail.com](mailto:alexander.yashkin@gmail.com), тел.: (3852) 20-30-88.

**Попова Людмила Александровна**, к.б.н., доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98, e-mail: [mila\\_2204\\_63@mail.ru](mailto:mila_2204_63@mail.ru), тел.: (3852) 20-30-88.