

Биологические науки

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ
ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Андреева Л.В., Гроховский В.А., Перетрухина А.Т.
*Мурманский государственный технический
университет, Мурманск*

Микробиологические исследования являются важной составной частью технологического процесса производства продуктов питания. В настоящее время большое внимание уделяется применению современных электрофизических методов обработки пищевых продуктов. В связи с этим микробиологический контроль качества пищевого сырья приобретает всё большую актуальность. Преимущества методов электрообработки вполне очевидны: они просты и не требуют сложного аппаратного оснащения; электрообработка длится короткое время; возможно применение полей с промышленными параметрами; электрические методы позволяют получить требуемые эффекты без ухудшения пищевых качеств сырья, особенно в сравнении с традиционными термическими методами (Купчик М.П., Гулый И.С., 2002 г). Однако, в ряде случаев приходится учитывать комплекс факторов, которые ограничивают применение электрообработки: обезвоживание периферийных слоёв продукта, незавершённость реакции цветообразования, наличие специфического запаха озона (при обработке в электростатическом поле высокого напряжения) и т.д. (Купчик М.П., Гулый И.С., 2002 г). Современные электрофизические методы обработки пищевых продуктов с применением высоковольтной ионизации используются в рыбной промышленности, например, при производстве вяленой и копчёной рыбы. В основу процесса производства рыбы холодного копчения с использованием электростатического поля (ЭСП) высокого напряжения положен метод, сущность которого состоит в том, что ионизированный газ (воздух), перемещаясь в электрическом поле, сообщает заряд тонкодисперсным частицам вещества (копильный дым). При этом частицы также совершают упорядоченное направленное движение от одного электрода к другому (Рогов И.А., 1988 г., Курко В.И., 1962.) При производстве рыбы холодного копчения, ЭСП используется на стадии подсушивания рыбы перед обработкой и в частности перед процессом собственно копчения. Подсушивание в электростатическом поле необходимо для частичного удаления влаги с поверхности рыбы и подавления роста и развития бактерий, обсеменяющих рыбу до копче-

ния. Обработку рыбы с использованием ЭСП проводят следующим образом: солёный полуфабрикат вымачивают для выравнивания концентрации соли и нанизывают на прутки. После стекания излишней влаги рыбу помещают в специальную камеру электрокопильной установки «Ижица – 1200» между двумя электродами, находящимися под высоким напряжением (40 кВ). Обработку ионизированным воздухом проводят в течение 2,5-3 часов (Дмитриев Ю.А., 2001 г., Курко В.И., 1962.). По нашему мнению, образовавшиеся под действием ЭСП аэроионы притягиваются к противоположно заряженной рыбе, на поверхности которой находятся микроорганизмы, при этом напряжение поля столь велико, что происходит разрыв клеточных структур микроорганизмов, денатурация белка и белковой части ферментов, нарушение питания бактериальной клетки и её гибель. В последнее время опубликованы исследования украинских учёных о механизмах действия электрических полей на биологические объекты (Купчик М.П., Гулый И.С., 2002 г). По мнению учёных, можно выделить два основных механизма действия электрического поля на биологические объекты – нетермический и термический. Как известно, процесс производства рыбы холодного копчения с использованием ЭСП высокого напряжения протекает при температуре от 20 до 30⁰С (Дмитриев Ю.А., 2001 г). Поэтому, наибольший интерес вызывает нетермический механизм, при котором может происходить избирательное разрушение мембран клеток на микроуровне, не приводя к значительному нагреву среды. В свою очередь разрушение мембран микробной клетки связано с наличием дефектов (пор) мембранной структуры, которые возникают вследствие внешних возмущающих воздействий (внешнее электрическое поле, внешнее или осмотическое давление, введение активных компонентов) (Чизмаджев Ю.А., 1989, Weaver J.C., 1996).

Целью данной работы является исследование изменения микробиологического состава солёного полуфабриката рыбы в процессе холодного копчения с применением ЭСП высокого напряжения. Объектом исследования выбраны следующие виды рыбы морского и океанического промысла: сельдь атлантическая, скумбрия атлантическая, палтус. В ходе исследования определяли количественное содержание мезофильных аэробных, факультативно – анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в солёной рыбе после отмачивания перед подсушиванием и после подсушивания с использованием ЭСП. Микробиологические показатели, установленные на рыбу солёную представлены в таблице 1.

Таблица 1. Микробиологические показатели в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 “Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них.”

Группа продуктов	КМАФАнМ, КОЕ\г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		
		БГКП (колиформы)	S. aureus	Патогенные, в том числе сальмонеллы
Рыба солёная:				
- неразделанная	1 * 10 ⁵	0,1	-	25
- разделанная	1 * 10 ⁵	0,01	0,1	25

Метод определения КМАФАнМ посевом в агаризованные питательные среды основан на высеве разведения навески продукта в питательную среду, инкубировании посевов, подсчёте всех выросших видимых колоний. Определяли подсчёт всех колоний из

приготовленных разведений ($10^1 - 10^5$), выросших на РПА при температуре 37 градусов в течение 18 – 24 часов. Результаты подсчёта, выросших колоний во всех чашках Петри, математически обрабатывались. Данные заносили в таблицу 2 и анализировали.

Таблица 2. Микробиологическое исследование рыбы до и после подсушивания с использованием электростатического поля высокого напряжения.

Наименование и номер пробы	КМАФАнМ (М ср)	
	До подсушивания	После подсушивания
Сельдь 1	$1 * 10^4$	$3 * 10^2$
2	$4 * 10^3$	$7 * 10^2$
3	$7 * 10^3$	$1 * 10^2$
Скумбрия 1	$2 * 10^3$	$4 * 10^2$
2	$5 * 10^3$	$9 * 10^2$
3	$2 * 10^3$	$3 * 10^2$
Палтус 1	$3 * 10^4$	$2 * 10^3$
2	$8 * 10^3$	$3 * 10^2$
3	$6 * 10^3$	$4 * 10^2$

В результате исследования отмечено, что КМАФАнМ в исследуемых образцах рыбы до и после обработки в ЭСП не превышает значений, установленных в нормативно-технической документации, распространяющихся на солёную рыбную продукцию, а также значительно снижается в образцах, исследуемых после обработки электростатическим полем по сравнению с КМАФАнМ в рыбе до обработки ЭСП. В ходе исследования проводились определения видового состава микроорганизмов данных образцов различных видов рыб, методом выявления микроорганизмов с помощью дифференциально – диагностических сред. Определяли наиболее вероятное число колиформных бактерий. Метод основан на высеве разведений навески продукта в жидкую селективную среду с лактозой (Кода), инкубировании посевов, пересеве культуральной жидкости на поверхность агаризованной селективно-диагностической среды (Эндо) для подтверждения по культуральным признакам роста принадлежности выделенных колоний к колиформным бактериям. Роста колиформных бактерий в ходе исследования не выявлено.

Определение бактерий рода *Salmonella* проводили согласно стандартной методике. Навеску продукта, массой 25 г высевали в забуференную пептонную воду, посева инкубировали при температуре 37 градусов. После инкубирования делали пересев в две среды для селективного обогащения. Для этого по 10 см куб раствора переносили в 100 см куб магниевой и селенитовой среды. Посева инкубировали в течение 24 часов при температуре 37 градусов, затем пересевали на три агаризованные среды: ВСА, среду Плоскирева и среду Эндо. После инкубирования при температуре 37 градусов в течение 24 часов проводили учёт результатов. Роста колоний характерных для бактерий рода *Salmonella* не выявлено.

Следующим этапом было выявление бактерий рода *Staphylococcus* в образцах рыбы до и после обработки ЭСП. Метод основан на высеве разведений навески продукта в жидкую селективную среду (СБ) и инкубировании при температуре 37 градусов в течение 18-24 часов, пересеве культуральной жидкости на поверхность агаризованной селективно-диагностиче-

ской среды (МСА). МСА инкубировали при температуре 37 градусов в течение 24 - 48 часов. После инкубирования бактерий рода *Staphylococcus* выявлено не было, однако, на твёрдой питательной среде (МСА) были выявлены мелкие колонии бледно – жёлтого цвета, круглой формы с ровными краями. Микроскопирование показало наличие грамположительных стрептококков. Для полной идентификации вида микроорганизмов был сделан посев из трёх разведений пробы в лактозо – пептонную среду (ЛПС) для получения чистой культуры. Посева инкубировали в течение 18- 24 часов при температуре 37 градусов, с последующим пересевом на молочно – ингибиторную среду и молочно – солевой агар (МИС, МСА). На среде МИС выявлены мелкие чёрные колонии с металлическим блеском, на среде МСА колонии оставались без изменений. При микроскопии выявлены кокки, расположенные в виде цепочки, которые идентифицированы как бактерии рода *Enterococcus* (*E. faecalis*).

Заключительный этап исследований показал, что после воздействия ЭСП бактерий рода Энтерококков не выявлено.

В результате микробиологических исследований установлено:

1. Электростатическое поле высокого напряжения подавляет рост общего количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ после обработки ЭСП уменьшилось в среднем на 1-2 порядка) и губительно действует на санитарно – показательные микроорганизмы, рода *Enterococcus*.

2. Бактерий группы кишечной палочки и другой патогенной микрофлоры не выявлено.

3. Бактерицидное действие ионизированного воздуха, образующегося в электростатическом поле высокого напряжения, по нашему мнению, является важным показателем того что использование электрических полей для обработки пищевых продуктов возможно при проведении соответствующего микробиологического контроля качества сырья и готовой продукции.