

УДК 664.951.3

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕНО-КОПЧЁНОЙ
ПРОДУКЦИИ ИЗ МОРСКОЙ РЫБЫ**

**Бубырь Ирина Валерьевна, к.техн.н., доцент
Полесский государственный университет**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR COOKED-SMOKED PRODUCTS
FROM SEA FISH**

**Bubyr Irina, PhD, bubyri@mail.ru
Polessky State University**

Аннотация. В статье представлены результаты разработки технологии варено-копчёной продукции из морской рыбы; обоснован выбор рыбного и вспомогательного сырья; установлены оптимальные технологические параметры горячего копчения; исследованы органолептические, физико-химические показатели и показатели безопасности готовой продукции; установлен срок её годности.

Ключевые слова: рыба, горячее копчение, продукция, технология, пищевая ценность, математическое моделирование.

Abstract. This article presents the results of developing a technology for cooked-smoked seafood products. It substantiates the selection of fish and auxiliary raw materials. It establishes optimal hot-smoking process parameters. The organoleptic, physicochemical, and safety characteristics of the finished product are analyzed. Its shelf life is determined.

Keywords: fish, hot smoking, product, technology, nutritional value, mathematical modeling.

Копчёная рыбная продукция занимает устойчивую нишу на мировом продовольственном рынке, являясь традиционным деликатесным продуктом для населения многих стран. По данным мировой статистики, ведущими производителями копчёной рыбы являются Россия, Великобритания, Германия, Нидерланды, Польша и Франция. В России удельный вес копчёной рыбы составляет 9,0 % в общей структуре использования рыбного сырья, причём производство рыбы холодного копчения к концу 2025 снизилось примерно на 2-4 % в натуральном выражении.

В Республике Беларусь производством копчёной рыбной продукции занимаются как крупные предприятия – СП «Леор Пластик», СООО «Вкус рыбы плюс», ЧТПУП «Иваси-Плюс», – так и рыбохозяйственные предприятия с собственными коптильными цехами. Белорусский потребитель предпочитает рыбу, как горячего, так и холодного копчения. Вместе с тем доля поликомпонентной копчёной продукции на внутреннем рынке остаётся крайне незначительной, что открывает перспективу разработки новых видов изделий с оригинальными органолептическими характеристиками и повышенной пищевой ценностью.

Копчение как способ консервирования сочетает воздействие дыма и тепловой обработки, обеспечивая одновременно высокие потребительские свойства и сохранность продукта [1, с. 78]. Горячее копчение – наиболее распространённый в странах СНГ метод, который предусматривает тепловую обработку при температуре 80-160 °С с достижением кулинарной готовности продукта. Применение поликомпонентного состава при производстве копчёной рыбной продукции позволяет оптимизировать химический состав готового изделия, улучшить реологические и органолептические характеристики, расширить ассортимент отечественного рыбоперерабатывающего производства.

Целью работы являлась разработка научно обоснованной технологии и рецептуры варено-копчёной продукции из морской рыбы с установлением оптимальных параметров технологического процесса, оценкой качества и безопасности готового изделия.

Объектами исследования служили: горбуша неразделанная с головой, хек обезглавленный, морковь столовая, желатин пищевой, соль поваренная, перец душистый молотый, а также изготовленная из данного сырья варено-копчёная продукция в форме рулета.

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) – ценная промысловая рыба с богатым и сбалансированным составом: содержит 20,2 % белка, 8,3 % жира, витамины А, С, РР, группы В, полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 (1,6 г / 100 г) и омега-6, а также широкий спектр минеральных веществ – хром, фосфор, кобальт, молибден, калий, натрий. Хек (*Merluccius bilinearis*) характеризуется высоким содержанием белка (18,5 %), умеренным содержанием жира (2,3 %), богатым составом витаминов (А, Е, РР, В₉, В₁, В₂, В₆) и минеральных элементов [2, с.112-134; 345-356]. Использование двух видов рыб в рулете обеспечивает синергию аминокислотных и жирнокислотных профилей, повышая биологическую ценность готового продукта.

Качество входного сырья оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям согласно ТНПА.

Для оптимизации параметров горячего копчения применяли метод планирования эксперимента. В качестве варьируемых факторов были выбраны: температура коптильной среды X_1 (80-120 °С, основной уровень 100 °С) и скорость движения коптильного дыма X_2 (0,5-2,5 м/с, основной уровень 1,5 м/с). Матрица планирования эксперимента была сгенерирована с помощью программы STATISTICA 10 RU; опыты проводили в трёхкратной повторности. Параметром оптимизации служила массовая доля влаги в готовом продукте (Y_1). Статистическую обработку данных выполняли методами регрессионного анализа с построением уравнений второго порядка.

Результаты и их обсуждение. Органолептическая оценка рыбного сырья в замороженном и размороженном виде показала его полное соответствие требованиям ГОСТ: поверхность чистая, окраска свойственная данному виду, посторонние запахи и повреждения отсутствуют. Температура в толще мяса обоих образцов соответствовала нормативным требованиям. Степень глубокого обезвоживания составила 9,6 % (хек) и 7,9 % (горбуша) – в пределах норматива. Содержание общего азота летучих оснований: 10,1 % (хек) и 13,4 % (горбуша) – также в допустимых пределах [3, 4].

Микробиологические исследования подтвердили свежесть сырья: бактериоскопический анализ не выявил распавшихся волокон мышечной ткани, окраска препарата слабая; время обесцвечивания при редуктазной пробе составило 3 часа (горбуша) и 2 часа (хек), количество микробов 10^2

КОЕ/г. Оба образца получили санитарную оценку «свежая». Качество дополнительного сырья – моркови и желатина – соответствовало требованиям ТНПА.

На основании анализа химического состава рыбного сырья и вспомогательных компонентов разработана рецептура варено-копчёного рулета из морской рыбы (из расчёта на 1000 г готовой продукции): горбуша неразделанная с головой – 1260 г (738 г нетто, потери при разделке 41,4 %); хек обезглавленный – 280 г (206 г нетто, потери 26,4 %); морковь столовая – 110 г (80 г нетто отварной, потери 25 ± 3 %); желатин пищевой – 12/24 г; соль – 14 г; перец душистый – 2 г. Масса полуфабриката составляет 1064 г, выход готовой продукции – 1000 г.

Технологический процесс включает следующие операции: размораживание в воде при температуре не выше 20 °С до достижения $-2 \dots 0$ °С в толще рыбы; мойка при температуре воды не выше 15 °С; разделка горбуши на пласт без кости, хека – на филе; посол сухой солью помола № 1 (1,5-2,0 % к массе сырья) в течение 0,5-1,0 ч; отмачивание в холодной воде (не выше 15 °С) до массовой доли соли 1,5-2,0 %; подготовка дополнительного сырья (морковь – варка почти до готовности, нарезка полосками 2 мм; желатин – замачивание в холодной воде 1:4-1:6 в течение 30-40 мин); формование рулета (на пласт горбуши укладывают желатин, полоски моркови, полоски хека; рулет скатывают и обвязывают шпагатом в 3-5 обхватов); копчение в три стадии.

Для нормализации реологических свойств продукта и предотвращения избыточной свёртываемости белка при тепловой обработке в состав рецептуры введён пищевой желатин. В составе желатина содержится 87,2 % белка, в том числе 18 аминокислот, среди которых глицин, улучшающий мозговую деятельность. Введение столовой моркови, устойчиво сохраняющей форму и упругую консистенцию при варке паром, обогащает продукт каротиноидами, флавоноидами, витаминами группы В, пантотеновой и аскорбиновой кислотами, а также минеральными веществами (кальций – 233 мг / 100 г, фосфор, магний).

Оптимизация параметров горячего копчения

В результате полнофакторного эксперимента установлено, что оба исследуемых фактора – температура копильной среды (X_1) и скорость движения дыма (X_2) – оказывают статистически значимое влияние на массовую долю влаги в готовом продукте (Y_1). Наиболее существенным является влияние температуры: с её увеличением влажность продукта снижается при равной продолжительности процесса. Скорость движения дыма оказывает менее выраженное, но значимое воздействие. Взаимодействие факторов $X_1 \cdot X_2$ является статистически значимым.

Решение задачи оптимизации позволило установить рациональные параметры технологического процесса горячего копчения: подсушка – температура 60-80 °С, относительная влажность 30-45 %, продолжительность 45-60 мин; проварка – температура 80-100 °С, влажность до 99 %, продолжительность 50 мин; собственно копчение – температура 80-100 °С, влажность 40-60 %, скорость копильной среды 2,0-2,5 м/с, продолжительность 10 мин. При соблюдении установленных параметров продукт приобретает нормируемую массовую долю влаги 43,1-48,4 % и высокие сенсорные характеристики.

Органолептическая оценка готового рулета показала высокие потребительские свойства: поверхность чистая, невлагная, без загрязнения сажой; цвет кожного покрова от светло-золотистого до тёмно-золотистого, равномерный; консистенция плотная, слегка суховатая; мясо проварено, легко отделяется от кожи; вкус и запах свойственные рыбе горячего копчения, с ароматом пряностей и моркови, без посторонних привкусов. Все образцы соответствуют требованиям ТНПА.

Физико-химические показатели готовой продукции: массовая доля поваренной соли – $1,9 \pm 0,1$ % (норматив 1,5 – 3,0 %); влага – 43,1–48,4 % (норматив не более 65 %); жир – $18,4 \pm 0,4$ % (норматив не менее 4,5 %); белок – $31,7 \pm 0,5$ % (не нормируется). Пищевая ценность готового продукта (на 100 г): белок – 31,7 г, жир – 18,4 г, углеводы – 0,7 г, пищевые волокна – 0,3 г, вода – 43,1-48,4 г; энергетическая ценность – 289-294 ккал [5]. Продукт отличается высоким содержанием белка и жира с оптимальным соотношением насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, в том числе омега-3 и омега-6. Минеральный состав характеризуется значимым содержанием калия, кальция, фосфора, хлора, натрия; суточная потребность в цинке (12 мг) и йоде (44 мкг) удовлетворяется одной порцией продукта. Витаминный состав обеспечивает суточную потребность в витаминах Е, D и В₁₂.

Показатели безопасности подтверждают соответствие готовой продукции всем нормативным требованиям: содержание токсичных элементов (свинец, кадмий, мышьяк) – ниже предела обна-

ружения; ртуть – 0,07±0,01 мг/кг (допустимо не более 0,3 мг/кг); нитрозамины (сумма НДМА и НДЭА) – не обнаружены; удельная активность цезия-137 менее 2,0 Бк/кг (допустимо до 370), стронция-90 менее 20,0 Бк/кг (допустимо до 100). КМАФАнМ составил 2,5-2,7 × 10² КОЕ/г при нормативе 1×10⁴ КОЕ/г; БГКП, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, сальмонеллы, сульфитредуцирующие клостридии, плесени и дрожжи – не обнаружены. Продукция соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, СанПиНиГН № 52 от 21.06.2013.

Исследования динамики микробиологической обсеменности проводили при температуре – 2...+2 °С, относительной влажности воздуха не более 75 % в вакуумной упаковке в течение 120 часов. На протяжении всего периода наблюдения показатель КМАФАнМ не превышал допустимого уровня 1×10⁴ КОЕ/г. С учётом коэффициента резерва 1,5, предусмотренного для скоропортящихся продуктов со сроком годности до 7 суток, и оценки органолептических характеристик, регламентированный срок годности готовой варено-копчёной продукции установлен не более 5 суток хранения при температуре –2...+2 °С.

Важно отметить, что влажность готового продукта (43,1-48,4 %) ниже влажности традиционной рыбы горячего копчения. Снижение активной влажности является общепринятым способом профилактики микробной порчи, что теоретически обосновывает возможность увеличения сроков реализации разработанного продукта по сравнению с аналогами горячего копчения, произведёнными по традиционной технологии. Дополнительным консервирующим фактором служит комплексное воздействие коптильных компонентов дыма и тепловой обработки при проварке.

Выводы:

Разработана технология и рецептура варено-копчёной продукции из морской рыбы в форме рулета из горбуши и хека с добавлением столовой моркови и пищевого желатина. Входной контроль качества всего используемого сырья подтвердил его соответствие требованиям действующих ТНПА.

На основании метода планирования эксперимента получена математическая модель зависимости массовой доли влаги готового продукта от параметров коптильной среды ($R = 0,976$). Установлено, что наибольшее влияние на влажность оказывает температура. Определены оптимальные параметры процесса горячего копчения: подсушка – 60-80 °С, 30-45 % влажности, 45-60 мин; проварка – 80-100 °С, влажность до 99 %, 50 мин; копчение – 80-100 °С, скорость дыма 2,0-2,5 м/с, 10 мин.

Готовая продукция обладает высокими потребительскими характеристиками, имеет энергетическую ценность – 289-294 ккал/100 г. По всем показателям безопасности, включая микробиологические, продукция соответствует требованиям ТР ТС 021/2011. Срок годности – не более 5 суток при –2...+2 °С, что на двое суток превышает данные по аналогичной, традиционной продукции горячего копчения.

Список использованных источников

1. Кутина, О. И. Технология рыбных продуктов / О. И. Кутина. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 303 с.
2. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 672 с.
3. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
4. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – М., 2011. – 242 с.
5. ГОСТ 7447-97. Рыба горячего копчения. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 12 с.