

УДК 664.951 : 664.653

Производство комбинированных пищевых продуктов, богатых омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, с использованием печени трески и её жира

К.С. Швейкина¹, В.И. Волченко¹, А.Т. Перетрухина², Л.К. Куранова¹, С.С. Несвященко¹

¹ *Факультет пищевых технологий и биологии МГТУ, кафедра технологий пищевых производств*

² *Факультет пищевых технологий и биологии МГТУ, кафедра биохимии и микробиологии*

Аннотация. Использование ранее обоснованной СВЧ-обработки печени трески даёт два полуфабриката: бланшированную печень трески и её жир, каждый из которых можно использовать в пищевых целях. В статье рассматриваются основные направления использования этих полуфабрикатов и результаты, полученные за последние два года. Особое внимание уделяется разработке режимов стерилизации консервов и использованию жира в качестве хлебопекарного улучшителя.

Abstract. Using previously proved technology of microwave treatment of cod liver provides two semi-products: the blanched cod liver and the cod liver oil. Both of them can be used for producing foodstuff. The paper considers the main directions of using such semi-products, and the experimental results obtained during last two years. The special attention has been paid for sterilization regime development for canned food and using the cod liver oil as an improving agent in bakery.

Ключевые слова: рыбоовощные консервы, печень трески, СВЧ-бланширование, хлебобулочные изделия, хлебопекарные улучшители

Key words: canned food from fish with vegetables, cod liver, microwave blanching, bakery, improving agents

1. Введение

Основными направлениями использования печени тресковых рыб традиционно являются производство натуральных консервов и жиров (прежде всего, медицинского и пищевого; в случае использования задержанного сырья, а также при дообработке граксы – ветеринарного и технического).

В настоящее время второе направление в России оказывается незаслуженно забытым, хотя жир печени трески обладает уникальными свойствами. Ранее разработанная технология СВЧ-обработки печени трески (Гроховский и др., 2005) позволяет в полной мере использовать оба эти направления: образующийся при такой обработке полуфабрикат печени трески и выделяющийся жир. Свежевыделенный жир обладает отличными органолептическими свойствами и не отталкивает от себя потребителей.

Ранее были разработаны рецептуры консервов на основе бланшированного полуфабриката: "Печень трески бланшированная", "Паштет печёночно-морковный" и "Паштет печёночно-грибной" на основе печени трески, были начаты работы по определению формулы стерилизации для печёночно-морковного паштета. Также были предложены овощные паштетные консервы с добавлением жира печени трески, защищённые патентом РФ № 2469543 (Волченко и др., 2012).

Целью следующего этапа работ было завершение технологии указанных видов консервов с разработкой комплекта нормативной документации и совершенствование режимов стерилизации, расширение ассортимента паштетных консервов, а также использование выделенного при стерилизации жира печени трески в качестве хлебопекарного улучшителя при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

2. Результаты работ и их обсуждение

Ранее разработанные предварительные рецептуры консервов из измельчённых овощей с добавлением жира печени трески требовали уточнения с точки зрения оптимизации доли вносимого жира. С этой целью был проведён эксперимент по поиску оптимальной дозировки внесения жира, план и результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица 1. План и результаты эксперимента по определению оптимальной дозировки внесения жира

Номер опыта	Доза внесения моркови, %	Доза внесения жира	Уровень качества	Массовая доля свободного жира
1	35	35	53±19	10,56522
2	40	30	51±25	8,891304
3	50	20	58±22	3,478261
4	55	15	61±22	1,304348
5	60	10	67±13	0,347826

Регрессионный анализ позволил выявить уравнение регрессии между дозой внесения жира и уровнем качества:

$$q = a + b \times x^2 + c \times x^3;$$

где $a = 71,1$; $b = -0,063$; $c = 0,0014$.

Уравнение адекватно описывает изменение уровня качества; коэффициенты регрессии значимы с доверительной вероятностью 0,9; более высокий уровень значимости для органолептических испытаний не требуется.

Таким образом, приемлемое качество продукции может быть достигнуто при массовой доле жира не выше 10 %. Более точный выбор дозировки жира следует проводить исходя из объективных предпосылок.

Уравнение регрессии между дозой внесения жира и долей свободного жира в консервах имело следующий вид:

$$Ж = a \times x^3 + b \times x^2 + c \times x + d;$$

где $a = -0,00098$; $b = 0,070$; $c = -1,10$; $d = 5,31$.

Уравнение адекватно описывает изменение доли свободного жира; коэффициенты регрессии значимы с доверительной вероятностью 0,9.

Очевидно, что при дозе жира менее 10 % свободный жир практически отсутствует, таким образом, его дозировку можно выбирать в пределах до 10 % от паштетной массы; в случае необходимости её можно незначительно увеличить.

Другой задачей данного этапа работ была разработка нового вида консервов – консервы "Паштет печёночно-мясной (на основе печени трески)" (с использованием говядины или нежирной свинины) и оптимизация его рецептуры. В ходе предварительных экспериментов было установлено, что такие консервы (несмотря на предполагаемую высокую себестоимость) имеют превосходные органолептические показатели. Далее была разработана оптимальная рецептура паштетных консервов из печени трески с добавлением мяса. Для оптимизации рецептуры был проведён эксперимент, план и результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2. План и результаты эксперимента по установлению рецептуры печёночно-мясных консервов

Номер опыта	Дозировка мяса	Дозировка печени	Уровень качества
1	20 %	40 %	93,9±6,4
2	40 %	20 %	88,2±7,7
3	30 %	30 %	86,1±10,3
4	10 %	50 %	88,5±8,5
5	25 %	35 %	92,6±7,3

Уравнение регрессии между дозировкой внесённого мяса и уровнем качества имеет следующий вид:

$$q = a \times x^3 + b \times x^2 + c \times x + d;$$

где $a = 0,0039$; $b = -0,302$; $c = 6,99$; $d = 44,9$.

Таким образом, максимум качества продукции наблюдается при дозировке мяса 17,3 % от массы нетто. Имеется тенденция к образованию ещё одного максимума выше 35 % мяса, но такие консервы уже будут относиться к другой группе и приближаться по качеству к мясным паштетам. Поэтому была выбрана следующая рецептура консервов "Паштет печёночно-мясной (на основе печени трески)": морковь – 15 %; лук (пассированный) – 5 %; томатно-сметанный соус – 20 %; мясо – 17 %; печень – 43 %.

Важнейшим этапом разработки технологии консервов является установление и уточнение формулы стерилизации. Для консервов ассортиментного ряда "Паштет (икра) овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)" и "Паштет (икра) морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)" в таблице требуемой летальности "Инструкции" нет ориентировочных значений нормативной летальности. Значительную часть продукта составляют овощи и грибы, поэтому консервы не являются чисто рыбными и не могут быть отнесены к группе рыбо-растительных консервов, что затрудняет согласование и утверждение режима стерилизации в организации-координаторе ООО "Гипрорыбфлот". Поэтому авторами было принято решение подтвердить разработанный режим стерилизации при помощи лабораторной проверки в соответствии с требованиями "Инструкции по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов".

Лабораторная проверка разработанного режима стерилизации проводилась путем экспериментального инокулирования консервов "Паштет морковно-грибной (с жиром печени трески)" спорами тест-культуры *Cl.sporogenes*, шт. 25, имеющими показателя термостойкости в нейтральном фосфатном буфере: $D_{121,1^{\circ}\text{C}} = 0,55$ мин, $Z = 10^{\circ}\text{C}$, в 1 см^3 содержится $8,0 \times 10^6$ спор. Стерилизации подвергались 30 зараженных и 5 незараженных банок. В опытные банки консервов (масса нетто 250 г) вносили 80 000 спор на каждую банку.

На основании проведенных предварительных исследований выбран режим стерилизации консервов "Паштет морковно-грибной (с жиром печени трески)" в банке 3:

$$\frac{5 - 15 - 50 - 20}{120^{\circ}\text{C}} \quad 0,2 \text{ МПа, } F = 7,0 \text{ усл. мин.}$$

Из 30 банок, зараженных и простерилизованных по вновь разработанному режиму, после проверки на герметичность 15 банок термостатировали 5 суток при 37°C и 15 банок выдерживали вначале 15 суток при комнатной температуре и затем 5 суток в термостате при 37°C . В результате выдержки внешний вид банок не изменился.

В результате анализа тест-культура не была обнаружена ни в одной банке. Микробиологические анализы подтвердили промышленную стерильность консервов. Разработанный режим стерилизации консервов был утверждён на основании проведенной работы.

Паштетные консервы на основе печени трески можно отнести к разряду рыбных консервов, поэтому нормативный эффект был взят из данных табл. 3. Согласование и утверждение режимов стерилизации этого ассортиментного ряда не вызвало сомнений. В результате авторами разработаны и утверждены режимы стерилизации, указанные в табл. 3.

Таблица 3. Режимы стерилизации консервов

Наименование консервов	Номер банки	Продолжительность, мин	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Давление при охлаждении, МПа	F-эффект	Тип автоклава
Паштет печёночно-морковный (на основе печени тресковых рыб)	3	5 – 15 – 50 – 20	120	0,2	8,0	ИТА602; АВ
Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	5 – 15 – 50 – 20	120	0,2	7,1	ИТА602; АВ
Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	5 – 15 – 50 – 20	120	0,2	7,0	ИТА602; АВ
Паштет печёночно-грибной (на основе печени тресковых рыб)	3	5 – 15 – 50 – 20	120	0,2	7,2	ИТА602; АВ

На основании проведенных работ были разработаны проекты технических условий и технологических инструкций, которые затем были утверждены в МГТУ (ТУ 9271-007-00471633-11 и ТИ ТИ 007-2011; ТУ 9271-008-00471633-11 и ТИ 008-2011).

Другое направление работ заключалось в использовании жира печени трески в качестве хлебопекарного улучшителя. Хлебопекарные улучшители необходимы для придания определённых свойств (реологических, коллоидно-химических, органолептических) тесту и продукции из него. Они позволяют выпускать хлеб и хлебобулочные изделия стабильного качества даже при нестабильном качестве поступающей на производство муки. Одной из наиболее распространённых групп

хлебопекарных улучшителей являются улучшители окислительного и восстановительного действия. Выделившийся жир печени трески является улучшителем окислительного действия: под действием ферментативного комплекса пшеничной муки начинается интенсивное перекисное окисление жира, но образующиеся пероксиды и гидропероксиды практически мгновенно восстанавливаются, окисляя сульфгидрильные группы остатков цистеина в клейковинных белках пшеничной муки. Образующиеся при этом дисульфидные мостики упрочняют клейковину, делая её более сильной.

В качестве окислителя восстановительного действия для регулирования силы муки можно использовать тиосульфат натрия. Под его действием дисульфидные мостики распадаются до сульфгидрильных групп, клейковина становится менее сильной. Также возможно использование комбинации улучшителей: на начальной стадии замеса используют улучшитель восстановительного действия, что облегчает процесс замеса и делает тесто более однородным, а в конце замеса вносят улучшитель окислительного действия.

Был проведён ряд экспериментов, определяющих возможность использования жира печени трески в качестве улучшителя окислительного действия как самостоятельно, так и в комбинации с тиосульфатом натрия. Первая серия экспериментов была посвящена изучению свойств клейковины муки в присутствии улучшителей. Результаты экспериментов приведены в табл. 4.

Далее проводились эксперименты по определению оптимальной дозировки жира печени трески и тиосульфата натрия и их комбинаций.

Таблица 4. Дозировка компонентов в образцах и характеристика клейковины

Номер образца	Дозировка жира, % к массе муки	Дозировка тиосульфата натрия, 0,1 н, % к массе муки	Выход клейковины, %	Растяжимость клейковины, см	Характеристика клейковины
1	0	0	38,6	13	Эластичная, светлая, связная
2	0	1	39,6	15	Эластичная, сильно тянущаяся, светлая
3	1	1	39,16	12	Эластичная, светлая, связная
4	2	0	35,12	12	Эластичная, светлая, связная
5	4	0	32	10	Малоэластичная, серая, рыхлая
6	8	0	31,96	9,5	Неэластичная, серая, крошащаяся

Приведённые результаты позволяют сделать вывод, что оптимальная дозировка как свежевыделенного жира печени трески, так и 0,1 н раствора тиосульфата натрия составит 1 % к массе муки.

Дальнейшая серия экспериментов была посвящена изучению влияния качества жира на допустимый уровень его внесения в рецептуру изделий. При использовании высококачественного жира его дозировка 1 % к массе муки является приемлемой и достаточно эффективной. Тем не менее, в случае жира более низкого качества такая дозировка может показаться избыточной, поэтому её следует уменьшить. Дозировка 0,5 % к массе муки является безусловно приемлемой для пищевого рыбного жира даже при предельных значениях перексидного и кислотного чисел.

В табл. 5 приводятся результаты пробной выпечки образцов с различным содержанием жира печени трески и тиосульфата натрия.

Таблица 5. Результаты дегустационной оценки пробной выпечки образцов хлеба

Образец	Дозировка тиосульфата натрия, 0,1 н, % к массе муки	Дозировка жира, % к массе муки	Интенсивность проявления запаха жира	Уровень качества по органолептическим показателям, %
1	1	0	0,25	67,1
2	1	1	0,94	96,6
3	1	1,5	1,69	84,4
4	1	2	4,06	84,2

При этом интенсивность проявления запаха жира оценивалась по следующей шкале:

- 0 – отсутствует;
 - 1 – едва уловим, позитивный или нейтральный;
 - 2 – слабый, позитивный или нейтральный;
 - 3 – слабый, негативный;
 - 4 – средний, негативный;
 - 5 – сильный, негативный.
- Оценка, данная по этой шкале несколькими дегустаторами, усреднялась.

3. Выводы

1. Определены возможные направления использования полуфабрикатов, образующихся при СВЧ-обработке печени трески.
2. Установлены режимы стерилизации для паштетных консервов с использованием печени трески и её жира.
3. Разработаны рецептуры консервов на основе овощного сырья, грибов и жира печени трески.
4. Разработана рецептура консервов "Паштет печёночно-мясной" (с использованием печени трески).
5. Установлено, что жир печени трески может применяться в рецептуре хлебобулочных изделий без существенного ухудшения их вкуса и аромата.
6. Установлено, что жир печени трески, выделенный при СВЧ-обработке, эффективен как улучшитель муки окислительного действия.
7. Выявлена возможность и целесообразность совместного использования жира печени трески и тиосульфата натрия.
8. Установлено, что дозировка пищевого жира в количестве 0,5 % к массе муки является безусловно приемлемой. В случае использования высококачественного пищевого жира с низким кислотным и пероксидным числом (в частности, свежесвыделенного при СВЧ-обработке жира) эта дозировка может быть увеличена до 1 %.

Литература

- Волченко В.И., Гроховский В.А., Володченкова Е.С., Черненко К.В.** Способ производства консервов, богатых омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами. Патент № 2469543 РФ МПК⁷ А23В4/00 (РФ), заявка № 2011140130/13; Заявл. 03.10.2011; Оpubл. 20.12.2012; Бюл. № 35, 4 с., 2012.
- Гроховский В.А., Волченко В.И., Василевский П.Б.** Способ производства консервов из печени рыб. Патент № 2246879 РФ МПК⁷ А23Л1/325, А23В4/00 (РФ), заявка № 2002129180/13; Заявл. 31.10.2002; Оpubл. 27.02.2005; Бюл. № 6, 4 с., 2005.