Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. Л. Альшевский, Ф. С. Карнеева, Ю. Н. Коржавина

РЕОМЕТРИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ

Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве учебно-методического пособия по лабораторным работам для студентов бакалавриата по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Калининград Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ» 2022

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания М. Н. Альшевская

Альшевский, Д. Л., Карнеева, Ф. С., Коржавина, Ю. Н.

Реометрия пищевого сырья и продуктов: учеб.-метод. пособие по лабораторным работам для студ. бакалавриата по напр. подгот. 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / Д. Л. Альшевский, Ф. С. Карнеева, Ю. Н. Коржавина. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 73 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по проведению лабораторных работ в рамках дисциплины «Реометрия пищевого сырья и продуктов» по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения. Лабораторные работы предназначены для закрепления теоретического материала и приобретения навыков и владений в области реометрии пищевого сырья и продуктов животного происхождения.

Рис. 19, список лит. – 10 наименований

Учебное-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой технологии продуктов питания 29.09.2022 г., протокол № 02

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам рекомендовано к изданию для использования в учебном процессе методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30.09.2022 г., протокол № 10

УДК 664.95

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г. © Альшевский Д. Л., Карнеева Ф. С., Коржавина Ю. Н., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	6
Лабораторная работа № 1. ТЕХНОЛОГИЯ ИМИТАЦИОННОГО ШПИКА	9
Лабораторная работа № 2. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЗЕИНА, ЖЕЛАТИНА НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ В ВИДЕ ГРАНУЛ	15
Лабораторная работа № 3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПЕРЕХОД КОЛЛАГЕНА В ГЛЮТИН	20
Лабораторная работа № 4. ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КРАХМАЛА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЕТЧИННЫХ ПРОДУКТОВ	29
Лабораторная работа № 5. ПРОИЗВОДСТВО ФОРМОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ФАРША КАЛЬМАРОВ	39
Лабораторная работа № 6. ТЕХНОЛОГИЯ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАНСГЛЮТАМИНАЗЫ	52
Лабораторная работа № 7. ПРОИЗВОДСТВО ФОРМОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ	56
Лабораторная работа № 8. ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ_СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ_ПРОДУКТОВ	
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	72

ВВЕДЕНИЕ

Изучаемая дисциплина направлена на формировании у обучающихся готовности к применению знаний основ теоретической и экспериментальной реологии пищевых масс с целью контроля технологических процессов и инструментальной оценки консистенции сырья и продуктов животного происхождения.

Дисциплина «Реометрия пищевого сырья и продуктов» относится к обязательной дисциплине Общепрофессионального модуля бакалавриата по направлению 19.03.03 Технология продуктов питания животного происхождения.

Целью освоения дисциплины «Реометрия пищевого сырья и продуктов» является формирование знаний, умений и навыков по физико-механическим свойствам пищевого сырья животного происхождения, полуфабрикатов и продуктов питания, являющихся объектами переработки, с учетом технологических, технических и экологических аспектов производства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основы теоретической и экспериментальной реологии пищевых масс с целью контроля технологических процессов и инструментальной оценки консистенции сырья и продуктов животного происхождения;
- уметь осуществлять обоснованный выбор технологического оборудования с учетом реологических свойств продуктов питания, полуфабрикатов и пищевого сырья; пользоваться приборами для определения реологических свойств продуктов из животного сырья в лабораторных условиях;
- владеть навыками инструментальной оценки консистенции сырья и продуктов животного происхождения; навыками составления реологических моделей пищевого сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов.

При реализации дисциплины «Реометрия пищевого сырья и продуктов» организуется подготовка путем проведения лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится для очной и заочной формы в седьмом семестре в виде экзамена. Для заочной формы в седьмом семестре – контрольная работа и экзамен. Оценочные средства для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, представлены в фонде оценочных средств в виде экзаменационных вопросов.

К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по результатам лабораторных и практических занятий; получившие положительную оценку («зачтено») по тестированию (по очной форме

обучения); получившие положительную оценку по контрольной работе (заочная форма обучения).

Для успешного освоения дисциплины «Реометрия пищевого сырья и продуктов» в учебно-методическом пособии по лабораторным работам приводится краткое содержание каждой темы лабораторного занятия.

Целью лабораторного практикума является формирование знаний в области технологии структурированных, реструктурированных и формованных структурообразователей на продуктов питания, влияния формирование консистенции готового продукта, приобретение навыков технологической обработки животного сырья происхождения ДЛЯ производства структурированных, реструктурированных и формованных пищевых продуктов. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе, а также на основании ответов на вопросы по тематике лабораторной работы. В случае успешного выполнения вышеперечисленных требований студент получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Осваивая курс «Реометрия пищевого сырья и продуктов», студент должен научиться работать на лекциях, практических и лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Тематический план лабораторных работ (ЛР) для очной и заочной формы обучения представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) по очной и заочной форме обучения и структура ЛР

Номер	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов ЛР		
помер	паименование лаоораторной раооты	очная	заочная	
1	Технология имитационного шпика	2	2	
2	Влияние концентрации казеина, желатина на возможность получения структурированных продуктов в виде гранул	4	2	
3	Факторы, влияющие на переход коллагена в глютин	4	_	
4	Влияние массовой доли крахмала на формирование структуры ветчинных продуктов	4	_	
5	Производство формованных полуфабрикатов из фарша кальмаров	4	_	
6	Технология реструктурированных продуктов на основе рыбного сырья с применением трансглютоминазы	4	_	
7	Производство формованных рыбных пресервов	4	_	
8	Изучение современного реологического оборудования для определения структурно-механических свойств пищевых продуктов	4	_	
Итого		30	4	

Требования к технике безопасности при выполнении лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Реометрия пищевого сырья и продуктов» проводятся в соответствии с учебным планом и расписанием учебных занятий.

На первом занятии преподаватель проводит инструктирование студентов по технике безопасности, обращая внимание на опасные моменты при проведении работ и способы их предупреждения, меры первой помощи при ожогах, поражении электрическим током и других несчастных случаях; возможные причины возникновения пожаров и способах их тушения.

В технологической лаборатории при инструктаже знакомят с правилами эксплуатации теплового оборудования, показывают приёмы включения электрической аппаратуры.

Основные правила безопасной эксплуатации технологического оборудования:

- 1. Студент обязан соблюдать правила техники безопасности при работе с тепловым оборудованием во избежание получения ожогов. Не допускается оставлять электрические нагревательные приборы под напряжением без надобности.
- 2. Студент обязан соблюдать правила техники безопасности при работе с механическим оборудованием во избежание получения травм. Не допускается: пользоваться мясорубкой без специального толкателя; при пользовании миксером трогать руками вращающиеся лопасти; при пользовании блендером открывать крышку во время его работы.

В журнале инструктажа все студенты подписью подтверждают ознакомление с правилами техники безопасности.

Студенты заранее, в рамках самостоятельной работы, знакомятся с ходом лабораторной работы, методами исследования и отвечают на контрольные вопросы. В начале занятия преподаватель путём опроса выясняет подготовленность студентов к работе, после чего они получают задания.

Работая в технологической лаборатории, студенты обязаны неукоснительно соблюдать правила личной и производственной гигиены. К работе приступают, надев санитарную одежду (халат), тщательно прикрыв волосы шапочкой или косынкой и вымыв руки с мылом. Санодежду нельзя закалывать булавками или иголками, хранить в её карманах посторонние предметы. Выходя из лаборатории, санодежду снимают.

Принимая работу, преподаватель оценивает, с одной стороны, правильность выполнения заданий, с другой – теоретические знания студентов по данной работе.

По окончании лабораторного занятия следует выключить приборы и аппараты, вымыть и убрать посуду, привести в порядок рабочее место. Дежурные, кроме того, моют инструменты, инвентарь, которыми группа пользовалась на занятии, проверяют, отключены ли нагревательные приборы, убирают места общего пользования.

Этапы проведения лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Реометрия пищевого сырья и продуктов» проводятся по нижеперечисленному алгоритму:

- 1. Формулирование цели проведения лабораторной работы.
- 2. Освоение теоретического материала посредством ответов на вопросы для самостоятельного изучения, приведенные в конце теоретической части лабораторной работы.
- 3. Практическое освоение изучаемых технологий и методик определения реологических показателей, включающее знания принципов работы

контрольно-измерительных приборов и расчетов структурно-механических показателей, составления реологических моделей

По результатам выполнения лабораторной работы студентом оформляется отчет, который должен включать:

- название лабораторной работы, его цель и дату выполнения;
- ответы на вопросы для самостоятельного изучения, приведенные в конце теоретической части лабораторной работы;
- выполнение заданий, прописанных в разделе «Ход лабораторной работы»;
 - вывод по полученным результатам.

Структура отчетов может корректироваться в связи со спецификой лабораторных работ. Отчеты должны сохраняться до завершения семестра.

Студенты заочной формы обучения самостоятельно знакомятся с лабораторными работами, не предусмотренными учебным планом, конспектируют теоретическую часть, этапы выполнения работы и письменно отвечают на вопросы для самоконтроля.

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета, составленного по результатам самостоятельно выполненной им лабораторной работы, а также на основании ответов на вопросы по тематике лабораторной работы. Студент, самостоятельно выполнивший лабораторную работу и продемонстрировавший знание использованных им методов лабораторных исследований, получает по лабораторной работе оценку «зачтено». Студент получает оценку «не зачтено», если он не выполнил лабораторную работу, не провел все предполагаемые темой занятия исследования, не составил отчет по лабораторной работе.

У студентов заочной формы обучения по лабораторным работам, не предусмотренным учебным планом, преподаватель контролирует только теоретические знания.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Лабораторная работа № 1 ТЕХНОЛОГИЯ ИМИТАЦИОННОГО ШПИКА

Цель: получение практических умений и навыков в области технологии имитационного шпика и исследования его реологических свойств.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
- 2. В соответствии с рецептурой приготовить образцы имитационного шпика.
 - 3. Изучить структурно-механические свойства имитационного шпика.
 - 4. Сделать вывод о прочностных характеристиках имитационного шпика.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ha современном этапе развития технологии мясопродуктов «имитационный» оригинальных шпик является одним ИЗ новых И колбасных изделий. Его ингредиентов, используемых В рецептурах востребованность обусловлена рядом технологических, медико-биологических и экономических причин. При этом основными задачами являются:

- получение высококачественного продукта, относительно дешевого по сравнению с используемым жировым сырьем;
- улучшение технологических показателей имитационного шпика по сравнению с натуральным (термостойкость, адгезия к фаршу);
- использование в составе имитационного шпика жидких растительных масел и твердых растительных жиров с целью его применения в вегетарианских продуктах и продуктах, не содержащих животных жиров, не уступающих по качеству натуральным.

Как известно, качество натурального мясного сырья (и в первую очередь бокового и хребтового шпика) зависит от множества разнообразных факторов (пол, возраст, порода животного, рацион кормления, упитанность, условия содержания и убоя, параметры хранения сырья, анатомическое происхождение и т. д.), вызывающих существенные изменения общего химического и жирнокислотного состава, колебания в значениях температур плавления и застывания, интенсификацию процессов окисления и гидролиза. Негативным результатом нестабильности свойств жиросырья, используемого в колбасном производстве, является появление бульонно-жирового отека, эффекта выплавления и выкрашивания кусочков шпика из мясной фаршевой основы, жира, изменение цвета и консистенции у включений быстрая (осаливание) готовой продукции и т. п.

Имитационный шпик, представляющий собой высококонцентрированные эмульсии, имеет устойчивые органолептические и физико-химические показатели; его технология легковоспроизводима в заводских условиях; стоимость существенно ниже, чем у традиционного (и одновременно дефицитного) свиного шпика. Кроме того, характеристики имитационного шпика по многим позициям (пониженный уровень энергетической ценности и содержания холестерина, наличие ненасыщенных жирных кислот групп "Омега 3" и "Омега 6" и т. д.) соответствуют требованиям, предъявляемым к ингредиентам рецептур, используемых при производстве продуктов здорового питания и мясопродуктов с пролонгированным периодом хранения.

На сегодняшний день существуют несколько способов получения имитационного шпика. Наиболее распространенным способом является приготовление белково-жировых эмульсий. В качестве белковой составляющей используются соевые белки (изоляты и концентраты), животные белки, выделенные из коллагенсодержащего животного сырья, и их смеси с молочными белками. Имитационный шпик на основе соевых белков и растительных масел или твердых растительных жиров является наиболее распространенным компонентом вегетарианских продуктов и продуктов, не содержащих животных жиров. Применение при производстве имитационного шпика соевых белков позволяет получать устойчивый к термообработке продукт, имеющий высокую адгезию к мясному фаршу. Однако серьезным недостатком этих продуктов является «соевый» привкус и хрупкая, не свойственная натуральному шпику консистенция. Кроме этого, шпик имеет окраску, не соответствующую натуральному шпику. Все это ограничивает использование данного вида имитационного шпика в мясных продуктах.

Белково-жировые эмульсии, имитирующие натуральный шпик, полученные на основе животных белков, выделенных из коллагенсодержащего животного сырья, позволяют получать продукт, по внешнему виду и консистенции близкий к натуральному шпику. Главным недостатком такого имитационного шпика является его низкая температура плавления. Это вызывает существенные изменения внешнего вида шпика на срезе вареных и варено-копченых колбас и снижает привлекательность этих продуктов для потребителя.

Еще одним способом получения имитационного шпика является приготовление жировых эмульсий с использованием солей альгиновой кислоты. Для приготовления имитационного шпика с использованием альгината натрия и солей кальция не требуется термообработка. Отвердение эмульсий происходит на холоде за счет ионотропного гелеобразования. Применение препаратов на основе альгината натрия имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием эмульгаторов белковой природы. Это значительно

меньшие дозировки (3-10 % от массы готового имитационного шпика), а также термостойкость полученных эмульсий, имитирующих натуральный шпик. Эмульгаторы на основе альгината натрия дают возможность использовать любое жировое сырье, в том числе растительного происхождения, что важно для производства вегетарианских продуктов и продуктов, не содержащих животных жиров.

Недостатком таких эмульгаторов является их чувствительность к поваренной соли. Внесение соли на стадиях, предшествующих эмульгированию, препятствует образованию однородных эмульсий и не дает возможности образовываться структуре, имитирующей натуральный шпик. По этой причине при использовании эмульгаторов на основе альгината натрия поваренную соль добавляют в случае необходимости на конечной стадии приготовления эмульсии, перед ее выгрузкой из куттера.

Как правило, на современных пищевых предприятиях для производства имитационного шпика используются многофункциональные смеси. Многофункциональная смесь Митпро 1600 и Митпро 2400 обладает высокими водосвязывающими, эмульгирующими и стабилизационными свойствами, не содержит в своем составе генетически модифицированных источников сырья.

Митпро 1600 и Митпро 2400 предназначены для использования в производстве:

- вареных колбасных изделий;
- полукопченых и варено-копченых колбасных изделий;
- рубленых изделий и рубленых полуфабрикатов в тесте.

Основные способы использования Митпро 1600 и Митпро 2400 представлены в нижеприведенной табличной форме:

Митпро 1600	Митпро 2400
В сухом виде	В сухом виде
В виде мясных гранул	В составе жировых эмульсий
В составе жировых эмульсий	
Аналог шпика	

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1) Емкости для приготовления и застудневания имитационного шпика, весы технические, блендер;
 - 2) Вода, масло растительное, многофункциональная смесь Митпро.

Методические указания по выполнению работы:

Работу выполняют группами по 2–3 человека. Задание различается видом сырья или структурообразователя (по заданию преподавателя). Работа выполняется в следующей последовательности:

1.	Приготовление	имитационного	шпика п	ю следующим	рецептурам:
					P

	Соотношение компонентов, %				
Вариант №	Многофункциональная смесь Митпро	Масло растительное	Вода		
1	4	20	76		
2	5	20	75		
3	6	20	74		

Расчет произвести на 300 г. В емкость для смешивания отмеряют количество воды, соответствующее варианту задания (температура воды 14–18 °C). В этом количестве воды растворяют многофункциональную смесь Митпро, а затем при постоянном перемешивании вводят растительное масло. Полученную эмульсию перемешивают в течение 3–5 минут, переносят в формы для застывания и оставляют на 1–1,5 ч.

2. Определение прочности имитационного шпика. Для этого следует определить массу нагрузки, необходимой для разрушения структуры образца на устройстве Валента (рисунок 1).

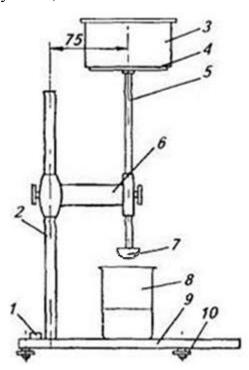


Рисунок 1 - Устройство Валента:

1 – ватерпас; 2 – штатив; 3 – сосуд для груза; 4 – площадка для сосуда; 5 – шток; 6 – передвижной кронштейн; 7 – насадка (цилиндрическая или грибовидная); 8 – форма для испытуемого студня; 9 – основание; 10 – регулировочный винт

Формы с образовавшимся студнем ставят на основание устройства Валента. На поверхность студня осторожно опускают грибообразную насадку диаметром 16 мм и высотой 10 мм. Поверхность, на которую давит такая насадка, имеет площадь 2 см². Масса подвижной системы, состоящая из грибовидной насадки, штока, площадки и сосуда для груза, составляет 95,65 г. Насадка должна быть изготовлена из антикоррозионного материала, шаровая поверхность – быть полированной. Нагрузку следует подавать с одинаковой скоростью, равной 10–12 г/с.

Аккуратно сыплют песок из грузового стакана в стакан для приемки груза до тех пор, пока насадка, прорвав студень, не пройдет через него. После этого взвешивают стакан для приема груза с имеющимся в нем песком с абсолютной погрешностью не более 1 г и рассчитывают прочность. Измерения проводят в трех точках (рисунок 2):

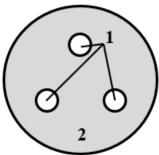


Рисунок 2 – Схема проведения измерения прочности на устройстве Валента: 1– точка измерения (прорыва студня); 2 – площадь студня

Прочность студня выражают в граммах. Для вычисления прочности студня берут массу всей нагрузки (песка, сосуда и стержня с насадкой и площадкой). Из значений результатов проведенных трех определений для данного студня вычисляется среднее арифметическое значение. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 10 %.

Расчет массы всей нагрузки:

$$M = m_{\pi c} + m_{\pi} \tag{1}$$

где M — масса всей нагрузки, г; m_{nc} — масса подвижной системы, состоящая из грибовидной насадки, штока, площадки и сосуда для груза, г; m_n — масса песка, г.

3. Заполнить таблицу:

	Нагрузка, г						
Вариант	1 точка	2 точка	3 точка	Среднее арифметическое			
1 вариант							
2 вариант							
3 вариант							

4. На основании полученных данных построить график и сделать вывод о зависимости прочности имитационного шпика от концентрации многофункциональной смеси Митпро.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Дайте определение шпика и имитационного шпика. В чем отличие?
- 2. Опишите способы получения имитационного шпика.
- 3. В чем преимущества и недостатки использования многофункциональных смесей Митпро для получения имитационного шпика?
 - 4. Каков принцип действия многофункциональной смеси Митпро?

Лабораторная работа № 2 ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЗЕИНА, ЖЕЛАТИНА НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ В ВИДЕ ГРАНУЛ

Цель: достижение практических умений и навыков получения имитационных гранул, изучение влияния концентрации белка и желатина на их структуру.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
- 2. В соответствии с рецептурой приготовить образцы структурированных продуктов в виде гранул (имитационная икра).
 - 3. Изучить упруго-пластические свойства гранул.
- 4. Сделать вывод об упруго-пластических свойствах имитационного шпика.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Структурированные продукты — это аналоги или новые формы продукта, изготовление которых осуществляется в основном двумя технологическими способами: первый — приготовление продуктов на основе белковых волокон, полученных по специальной технологии; второй — приготовление продуктов посредством термопластической экструзии.

В основе производства лежит приготовление белковых растворов из белка растительного и животного происхождения (изолят соевых белков, плазма крови, яичный белок и др.).

Из белковых растворов возможно не только прядение волокон, но и получение гранул различной формы, например, сферической. Такие гранулы являются полуфабрикатом для производства искусственной икры осетровых или лососевых рыб, поскольку после специальной обработки их трудно отличить от натуральной икры.

Синтетическая икра (искусственная или аналоговая икра, белковая икра зернистая) — суррогатный продукт, имитирующий по вкусу и виду рыбью икру, в большинстве своем — лососёвых и осетровых рыб. На вид такая икра похожа на натуральную, на вкус — это упругие по консистенции шарики из структурообразователя, со вкусом, максимально, в зависимости от производителя, приближенным к рыбной икре.

В настоящее время используется множество современных технологий производства имитированной икры, которые предусматривают использование сырья рыбного и морского происхождения, натуральную икру ценных рыб и

другие компоненты. Эти способы предусматривают выработку не только зернистой, но и паюсной икры, икры, стойкой к замораживанию размораживанию.

На рисунке 3 представлена технологическая схема производства икры белковой, аналога икры осетровых.



Рисунок 3 – Технологическая схема аналоговой икры осетровых видов рыб

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

1. Казеин, желатин, 0,1–0,15 н раствор натриевой щелочи, растительное масло.

2. Весы технические, термоустойчивые стаканы, воронки, стеклянные палочки, водяная баня, термометр, кофемолка, шприц на 10–20 мл.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 2-3 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем.

1. Приготовить белковые растворы, с разной концентрацией белка и желатина по рецептурам:

No	Компоненты	Масса, г					
Π/Π	Компоненты	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4		
1	Раствор NaOH 0,1 н	50	50	50	50		
2	Казеин	5	7,5	5	7,5		
3	Желатин	5,5	5,7	2,5	8,6		

- 2. Технология приготовления белкового раствора:
- а) В 0,1 н раствор натриевой щелочи при постоянном перемешивании вводят казеин (при необходимости предварительно измельченный) в соответствии с рецептурой, представленной в таблице 1.
- б) Смесь нагревают до 60 °C и выдерживают при этой температуре до полного растворения казеина.
- в) В полученный раствор белка вносят предварительно измельченный желатин (таблица 1), который выполняет роль структурообразователя при формовании гранул икры.
- г) Массу перемешивают до получения однородного вязкого раствора, фильтруют и нагревают до температуры 70–75 °C.
- д) Полученный раствор продавливается в виде капель в фиксирующую ванну, состоящую из охлажденного до температуры 1–6 °C растительного масла. Капля раствора, попадая в холодное масло, фиксируется в виде сферы (диаметр 2–4 мм) вследствие образования термотропного желатинового геля.
- 3. Полученные гранулы достают из масла и анализируют их структуру. Проводят органолептическую оценку и результат заносят в таблицу. Особое внимание уделяют показателю консистенции.

№ образца	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Запах	Вкус
1					
2					
3					
4					

4. Определение прочности гранул на приборе (рисунок 4). Для этого следует определить массу нагрузки, необходимой для разрушения структуры образца.

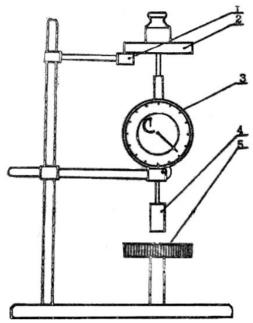


Рисунок 4 – Устройство прибора:

1 – стопор; 2 – чашка для груза; 3 – индикатор; 4 – индентор (цилиндр); 5 – подъемный стол для измерений

На подъемный стол прибора помещают одну или несколько гранул исследуемого образца. На поверхность осторожно опускают цилиндрическую насадку высотой 10 мм. Масса подвижной системы, состоящая из грибовидной насадки, штока, площадки и сосуда для груза, составляет 95,65 г. Насадка должна быть изготовлена из антикоррозионного материала, шаровая поверхность – полированной. Цилиндр насадки должен касаться поверхности гранул.

Аккуратно ставят гирю массой 100 г в приемный стакан и сразу измеряют величину мгновенной деформации ξ_0 [мм]. После этого засекают 3 мин и проводят повторное измерение деформации $\xi_{\rm M}$. Измерения проводят в 2-х параллелях.

Значение величины упругости вычисляется по формуле:

$$y = \frac{\xi_0}{\xi_M} \cdot 100\%, \tag{2}$$

где ξ_0 — значение мгновенной деформации, $10^{\text{-}3}$ м; $\xi_{\text{м}}$ — величина максимальной деформации, $10^{\text{-}3}$ м.

Измеренные данные заносят в таблицу:

№ варианта	№ измерения	ξ ₀ , мм	ξ_{M} , MM	У
	1 измерение			
1 вариант	2 измерение			
	Ср. значение			
2 вариант	1 измерение			
	2 измерение			
	Ср. значение			

	1 измерение		
3 вариант	2 измерение		
	Ср. значение		

На основании полученных данных построить график кинетики деформации гранул.

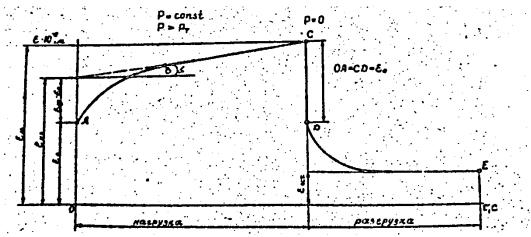


Рисунок 5 – Пример графика кинетики деформации

5. Делается вывод о влиянии концентрации белка и желатина на структуру гранул.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Опишите производство структурированных рыбных продуктов: аналогов икры осетровых.
- 2. Опишите сырье и материалы, используемые для производства аналогов икры осетровых видов рыб.
- 3. Составьте технологическую схему производства аналогов икры осетровых видов рыб, опишите основные параметры.
- 4. Опишите производство структурированных рыбных продуктов: аналогов икры лососевых видов рыб.
- 5. Опишите сырье и материалы, используемые для производства аналогов икры лососевых видов рыб.
- 6. Составьте технологическую схему производства аналогов икры лососевых видов рыб, опишите основные параметры.

Лабораторная работа № 3 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПЕРЕХОД КОЛЛАГЕНА В ГЛЮТИН

Цель: получение практических умений и навыков в изучении влияния различных факторов (рН среды, продолжительность варки, температура, вид сырья) на переход коллагена в глютин.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
 - 2. Подготовить сырье животного происхождения.
- 3. Исследовать влияние вида сырья, времени варки, вида ткани на образование глютина из коллагена; влияние количества глютина на студнеобразование раствора; влияние рН на вязкость раствора.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Придание пищевым изделиям в процессе производства заданной формы и структуры — одна из задач технологии пищевых продуктов. Одним из направлений решения этой задачи является использование структурообразователей (веществ, изменяющих консистенцию пищевых продуктов).

Структурообразователи в составе пищевых продуктов выступают в виде студнеобразователей, загустителей, эмульгаторов, пенообразователей, связующих веществ и пленкообразователей.

широко используемых студнеобразователей в пищевой Одним из желатин, представляющий собой линейный промышленности является высокоасимметричный полипептидный полимер белковой природы, в котором макроцепи пептидной связью -NH-CO. отдельные звенья связаны Макромолекулы желатина содержат в среднем 500-600 аминокислотных остатков, так что их молекулярная масса лежит в пределах 40000-100000 и более. Аминокислотный состав желатина включает 18 аминокислот, в том числе довольно редкую аминокислоту гидроксипролин (13-15 % от общего количества).

Первичным агрегатом желатиновых макромолекул в живых организмах и исходным сырьем для получения желатина является коллаген. Коллагены — семейство природных полимеров белковой природы — имеют сетчатое строение. Структура коллагена представляет собой левостороннюю суперспираль, образованную тремя спиральными макромолекулами желатина.

Независимо от происхождения коллагена аминокислотный состав его практически постоянен. Трехспиральная структура коллагена обусловливает почти полную его нерастворимость в воде.

Коллаген служит природным источником получения желатина. Более того, его химический состав и физико-механические свойства во многом определяются предысторией и путями перехода коллагена в желатин. Основные стадии превращения коллагена в желатин – разрушение поперечных мостичных связей между полипептидными макромолекулами до образования тропоколлагена и разделение спиральных цепей белка (рисунок 6).

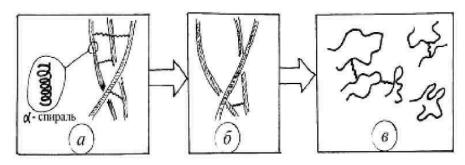


Рисунок 6 – Схема превращения коллагена в желатин при денатурации: a – трехспиральная молекула коллагена (суперспираль); δ – разрыв нековалентных связей в молекуле коллагена; ϵ – полипептидная спираль превращается в отдельные клубки – тримеры, димеры и одиночные цепи желатина

Желатин получают путем гидролиза коллагена из соединительных такней животного сырья. Существуют три основных метода получения желатина из коллагена:

- кислотная обработка;
- щелочная обработка;
- экстракция паром.

Наиболее важными источниками сырья являются кожа и кости крупного рогатого скота, свиней, рыбы и птицы. Кислотным или щелочным способом их переводят в растворимое состояние и подвергают термическому расщеплению. Продукты гидролиза по фракциям выпадают в осадок из фильтрата в соответствии со своими изоэлектрическими точками. Желатин пищевой отфильтровывают, стерилизуют и высушивают.

Во всех перечисленных случаях тройная спираль коллагена необратимо разрушается с образованием трех полипептидных цепей. Молекулярная масса макромолекул желатина равна примерно одной трети молекулярной массы исходного коллагена.

Структура желатина. Принято различать шесть основных уровней структурной организации белков (рисунок 7):

1) Первичная структура — определяется составом и последовательностью аминокислотных остатков в макромолекуле полипептидной цепи;

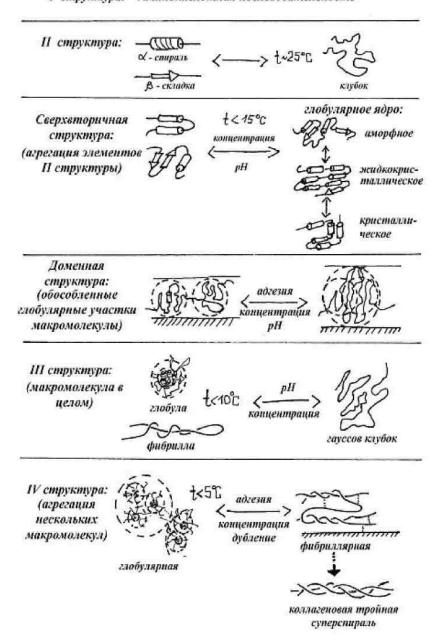


Рисунок 7 – Обобщенная схема уровней структурной организации и фазоструктурных превращений в желатиновых системах

- 2) Вторичная структура определяется конфигурацией и пространственным расположением относительно друг друга макромолекул белка, имеющих форму спиралей, складок или клубков;
- 3) Сверхвторичная структура определяется агрегацией элементов вторичных структур в пределах одной макромолекулы и проявляется, в частности, как фазовое состояние глобулярного ядра;
- 4) Доменная структура определяется действием внешних по отношению к среде условий (толщина слоя, степень его адгезии к подложке и

- др.), приводящим к формированию обособленных глобулярных участков макромолекулы, относительно слабо связанных между собой;
- 5) Третичная структура определяется конформацией спиралей белка в виде фибрилл или глобул;
- 6) Четвертичная структура определяется агрегацией фибрилл и глобул белка и также существенно зависит от внешних условий (предельным случаем для четвертичной структуры макромолекул желатина является конформация коллагеноподобной тройной суперспирали).

Термообратимость, низкая вязкость и невысокая температура плавления позволяют использовать желатин практически во всех пищевых технологиях.

Технологические функции желатина — гелеобразователь, загуститель, покрытие, пенообразователь, питательное вещество, осветлитель, флокулянт, средство для капсулирования, стабилизатор пены, носитель.

Наиболее важным технологическим свойством желатина является его способность связывать воду и образовывать белковую сеть. В кондитерской промышленности широко используют гелеобразующие и стабилизирующие свойства желатина. В молочных продуктах он подавляет синерезис, а также поглощает воду, высвобождаемую другими гидроколлоидами. Укрепляя белковую сеть, он регулирует текстуру йогуртов и муссов.

Эмульгирующие свойства желатина особенно проявляются в жиросодержащих пищевых продуктах, в частности, в жевательных конфетах и мясных продуктах.

Товарные формы желатина пищевого. В продаже встречаются желатины двух типов: А и В. Желатины типа А получают кислотной обработкой коллагена свиных шкур. Желатины типа В получают щелочной обработкой костей крупного рогатого скота.

При равной с желатинами типа В желирующей способности желатины типа А имеют меньшую вязкость и лучшую формоудерживающую способность. Наряду с этим существуют специальные желатины для питательных сред, фотографии, фармацевтики и косметики.

Физико-химические свойства:

- хорошо растворим и обладает высокой влагосвязывающей способностью;
- образует гель (при определенной температуре, зависящей от типа желатина и концентрации раствора). **Прочность студня** желатина пищевого качества определяется по Блуму (Bloom) или Валенту;
- подвержен гидролизу, который зависит от ряда факторов присутствия кислот, щелочей, бактерий, ферментов, а также температуры и наличия излучения;

- при концентрации выше 0,8 % желатин при охлаждении осаждается из раствора. Температура осаждения обычно определяется по вязкости 10 %-ного раствора и соответствует температуре начала гелеобразования;
 - при нагревании выше 25-35 °C желатиновые гели плавятся;
- желатин проявляет амфотерные свойства. В кислой среде он несет положительный заряд, а в щелочной отрицательный;
- совместим со многими гидроколлоидами, сахаром, кукурузным сиропом, крахмалом, глюкозой, основными пищевыми кислотами и ароматизаторами.

Желатин пищевой является съедобным белком, поэтому может считаться пищевым продуктом. Из-за отсутствия эссенциальной аминокислоты триптофана собственная пищевая ценность этого белка низкая, однако желатин пищевой может увеличивать пищевую ценность других белков, например, белков мяса с 92 до 99 %.

Применение пищевого желатина. Пищевые желатины образуют гели, которые легко плавятся уже во рту. Варьируя марку и количество желатина, можно получить пастообразный, мягкий желированный или резиноподобный продукт. Образование геля начинается при температуре ниже 30 °C, а уже при 32-35 °C гель обратимо плавится. Его прочность зависит от рН среды, наибольшая прочность наблюдается в интервале рН от 5,5 до 11,0. Добавка солей может полностью предотвратить образование геля.

Желатин пищевой **применяют**, как правило, в виде желатинового раствора, приготовляемого следующим образом: сначала его замачивают в воде в течение 35-40 мин для набухания, а затем разогревают до температуры 65-70 °C.

Обычно используемые количества: студни, тушёнка, прозрачные десерты, глазури – 20-50 г/кг; растворы для обмывания и опрыскивания кусков мяса, рыбы, орехов, микрокапсулирования – 20-30 г/кг; фрукты в желе, «резиновые медвежата» – 70-100 г/кг.

При производстве вина желатин пищевой используют для осветления труднофильтруемых виноматериалов, придания им розливостойкости (преимущественно к обратимым коллоидным помутнениям), а также для исправления грубых, с повышенной терпкостью виноматериалов.

Другие области применения: желатин пищевой используется в фармацевтике и косметике при капсулировании и таблетировании, в фотографии, входит в состав заменителей плазмы крови, из него готовят бактериологические питательные среды.

Желатин пищевой является совместимым со многими веществами ингредиентом с различными полезными технологическими свойствами. Благодаря своей уникальной текстуре он и в будущем останется незаменимым

ингредиентом сахарных кондитерских изделий, молочных, мясных и других продуктов.

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1. Части сырья животного, водного происхождения, птицы с высоким содержанием белковой соединительной ткани (кости, хрящи, сухожилия, хвосты, кожа).
- 2. Разделочные доски, ножи, емкости для сырья и отходов от разделки, весы технические, термоустойчивые стаканы, водяная баня, рефрактометр, вискозиметр, марля, мерные цилиндры.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 2-3 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем. Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1. Измельчить исследуемое сырье.
- 2. Взвесить исследуемое сырье (масса 100 ± 1 г), поместить (в соответствии с вариантом задания) в емкость для варки массой и залить водой (соотношение 1:2). Вода должна закрывать его полностью.
- 2.1. Вариант **«изучение влияния вида сырья»**. В этом варианте задания сырье различного происхождения (рыбное, животного происхождения, птица) измельчается, взвешивается (масса должна быть одинаковой ± 1 г), помещается в емкости для варки.
- 2.2. Вариант **«изучение влияния времени варки»**. В этом варианте варится сырье одного вида. Задание отличается временем варки 30 мин, 1,5 часа, 2 часа.
- 2.3. Вариант **«изучение влияния вида ткани»**. В этом варианте рыба (карп) разделывается. Отделяется: 1. Мышечная ткань; 2. костная ткань; 3. плавники, кожа с чешуей. После разделки сырье максимально измельчается ножом, взвешивается, помещается в емкости для варки.
- 2.4. Вариант **«изучение влияния рН среды»**. Вариант задания отличается рН среды раствора, в котором варится сырье. В емкости для варки помещается сырье одного вида и заливается: 1. дистиллированной водой; 2. дистиллированной водой, разведенной 9 %-ной уксусной кислотой в количестве 20 % от общего объема (например, если необходимо 100 мл раствора, к 80 мл воды приливается 20 мл 9 %-ной уксусной кислоты); 3. дистиллированной водой с добавлением соды пищевой (5 % от общей массы

раствора). Перед тем как сырье помещают в раствор для варки, предварительно измеряется рН раствора.

- 2.5. Вариант **«изучение влияния солей»**. Вариант отличается наличием поваренной соли в растворе. В емкости для варки помещается сырье одного вида и заливается: 1. дистиллированной водой; 2. 5 %-ным раствором поваренной соли; 3. 10 % -ным раствором поваренной соли.
- 3. Приготовленные по п. 2 варианты варить в течение 2 часов на электроплитке (время отсчитывается с момента закипания). Чтобы выкипание бульона было минимальным, емкости накрываются часовым стеклом или фольгой.
- 4. По окончании варки бульон охладить, отфильтровать через марлю в мерные цилиндры, замерить объем. Определить в каждом бульоне содержание сухих веществ рефрактометрическим методом.
 - 5. Рассчитать количество глютина (X, %) в бульонах (3):

$$X = \frac{a \cdot 0.7 \cdot V}{m},\tag{3}$$

где а — содержание сухих веществ в бульоне по рефрактометру, %; 0,7 — коэффициент пересчета сухих веществ на белок; V — объем фильтрата, мл; m — масса навески, Γ .

6. Измерить вязкость фильтрата на вискозиметре.

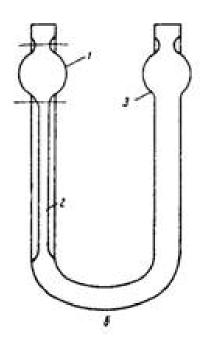


Рисунок 8 – Вискозиметр Убеллоде: 1— емкость для измерения количества жидкости, протекающей через капилляр; 2 – капилляр; 3 – емкость для сбора жидкости

Через трубку вводят минимальное количество раствора в приемный резервуар. После этого капилляр и шарики промывают 2 раза растворителем путем всасывания и выдавливания из них растворителя при закрытой трубке.

Время истечения жидкости из измерительных шариков определяют следующим образом: при закрытой трубке наполняют жидкостью капилляр и измерительный шарик выше верхней точки уровня, с помощью груши через трубку всасывается жидкость. Закрыв трубку, отсоединяют грушу от прибора. Затем открывают последовательно трубки, при этом жидкость начинает стекать обратно в резервуар вискозиметра. Отмечают по секундомеру время течения жидкости от верхней до нижней метки капиллярной трубки. Время истечения определяют не менее трех раз и берут среднее значение.

Определив время истечения через вискозиметр чистого растворителя, вводят исследуемый раствор фильтрата. После этого капилляр и шарики промывают 2–3 раза раствором фильтрата и приступают к измерению времени истечения раствора. Измерения начинают с раствора наименьшей концентрации и кончают раствором наибольшей концентрации.

По окончании титрования вискозиметр тщательно промывают горячей водой и определяют время истечения чистого растворителя (дистиллированной воды).

$$\eta_{\rm yg} = \frac{t - t_0}{t},\tag{4}$$

где $\eta_{yд}$ — удельная вязкость фильтрата, $\Pi a \cdot c$; t_0 — время истечения чистого растворителя (дистиллированной воды), c; t — время истечения фильтрата, c.

6. Полученные данные занести в нижеприведенную табличную форму:

	ge trong reminere ge							1 2
№ вар	Варианты работы (факторы)	Масса сырья, m, г	Объем р-ра до варки, V, мл	Объем фильтрата до варки, V, мл	Содержание сухих веществ в бульоне по рефрактометру, %	Кол-во глютина, %	Время истечения p-pa, t, c	Вязкость р-ра, Па·с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Вл	ияние вида сырья							
1.1	- рыбное сырье							
1.2	- животное							
1.3	- птица							
2. Вл	ияние времени варки	[
2.1	- 30 мин							
2.2	- 1 час 30 мин							
2.3	- 2 часа							
3. Вл	ияние вида ткани							
3.1	- мышечная ткань							
3.2	- костная ткань							
3.3	- плавники, кожа							
4. Влияние рН среды								
4.1	- кислая (pH=)							
4.2	- щелочная (рН=							·
)							

Окончание таблицы

						_		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.3	- без изменения							
	(pH=)							
5. BJ	іияние солей							
5.1	- раствор без							
	добавления							
5.2	- раствор с 5 %							
	концентрацией							
	NaCl							
5.3	- раствор с 10 %							
	концентрацией							
	NaCl							

- 7. Полученный фильтрат перелить в емкости и оставить для желирования. Проверить через 1–2 суток, произошло ли студнеобразование растворов.
- 8. Сделать вывод о влиянии различных факторов на образование глютина из коллагена; о влиянии количество глютина на студнеобразование раствора; о влиянии рН на вязкость раствора.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Желатин, определение, методы, природа получения. Схема превращения коллагена в желатин при денатурации.
- 2. Схема уровней структурной организации и фазоструктурных превращений в желатиновых системах.
- 3. Технологические функции желатина. Физико-химические свойства. Товарные формы.
- 4. Применение пищевого желатина. Перечислите основные нормируемые показатели качества и безопасности пищевого желатина, нормативные документы, их регламентирующие.

Лабораторная работа № 4 ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ КРАХМАЛА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЕТЧИННЫХ ПРОДУКТОВ

Цель: получение практических умений и навыков в области влияния крахмала на формирование структуры ветчинных продуктов.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
- 2. В соответствии с рецептурой приготовить образцы формованных мясных продуктов.
- 3. Изучить реологические свойства формованных мясных продуктов. Определить следующие показатели: потери массы при термической обработке, предельное напряжение сдвига до и после термической обработке.
- 4. Сделать вывод о влиянии крахмала на структурно-механические свойства ветчинных продуктов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Крахмал. Его виды и основные свойства. Крахмал (от немецкого kraftmehl — "крепкая мука") - природный углевод, накапливаемый в клетках растений в виде крахмальных зерен и выделяемый из крахмалсодержащего сырья при его переработке (ГОСТ Р 51953-2002 Крахмал и крахмалопродукты. Термины и определения). Крахмал является одним из продуктов фотосинтеза, протекающего в зеленых листьях растений. Он откладывается в растительных тканях в форме своеобразных зерен, имеющих слоистое строение и размеры от долей до 100 мкм и более.

Крахмал является одним из наиболее многофункциональных сырьевых продуктов в пищевой промышленности и фармакологии, используется для придания продуктам соответствующей текстуры, вида (состояния), влажности, консистенции и устойчивости во время хранения благодаря его естественным возможностям создавать гели и загустители.

Крахмальное зерно — это биологическое образование с хорошо организованной формой и структурой. В центральной его части имеется ядро, называемое зародышем, или точкой роста, вокруг которого видны ряды концентрических слоев — колец роста. Толщина слоев крахмальных зерен составляет примерно 0,1 мкм.

Полисахариды, составляющие крахмал, подразделяются на две фракции: амилозу и амилопектин. Считают, что больше всего амилозы концентрируется в центральной части зерна.

Расположение молекул амилозы и амилопектина в слое крахмального зерна представлено на рисунке 9.

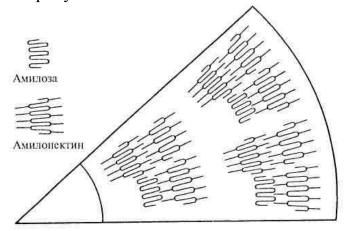


Рисунок 9 - Схема строения крахмального зерна

Качественное и количественное содержание в составе полисахаридов амилозы и амилопектина в определенной степени влияет на физико-химические свойства крахмала, а, следовательно, и на качество готовой продукции.

Крахмал, богатый амилопектином, называют амилопектиновым, а наполовину или более состоящий из амилозы — высокоамилозным. Крахмал, свойства которого условно считаются аналогичными свойствам содержащегося в органах растений, называют нативным.

При кулинарной обработке крахмалсодержащих продуктов крахмал проявляет способность к адсорбции влаги, набуханию и клейстеризации, в нем могут протекать процессы деструкции и агрегации молекул.

Интенсивность всех этих процессов зависит от происхождения и свойств самого крахмала, а также от технологических факторов — температуры и продолжительности нагревания, соотношения крахмала и воды, вида и активности ферментов и др.

Виды крахмала. В пищевой промышленности используется нативный крахмал и крахмалопродукты (таблица 2).

Нативные крахмалы получают из растительного сырья и в зависимости от его вида различают клубневое крахмалсодержащее сырье (клубни картофеля, батата, маниока и др.) и зерновое (зерно кукурузы, пшеницы, риса, сорго, ячменя и др.), и в соответствии с этим – клубневый и зерновой крахмалы.

Нативные крахмалы образуют коллоидные структуры, склонные к синерезису и неустойчивые как к высоким, так и низким температурам, к кислым средам, присутствию солей. Высокоамилозные крахмалы (кукурузный, пшеничный, картофельный) образуют хрупкие гели; крахмалы с высоким содержанием амилопектина (тапиоковый и из восковой кукурузы) — клейкие вязкие гели.

В зависимости от строения и степени полимеризации макромолекул, прочности связей между ними, структуры и величины зерен крахмалы разного происхождения различаются свойствами. Особенно значительны различия между крахмалом картофельным и злаковым – пшеничным, кукурузным и др.

Таблица 2 - Характеристики различных крахмалов

	Картофель- ный	Кукурузный	Тапноковый Тапноковый	Пшенич- ный	Восковой кукурузы
Содержание белка, %	0,06	0,6-1,0	0,1	0,4	0,15
Содержание жира, %	0,05	0,44	0,2	0,8	0,15
Содержание золы, %	0,3-0,5	0,1-0,3	26	0,2	1,1
Содержание амило- зы, %	21-25	0,1	15-18	25-27	1-2
Содержание амило-пектина, %	78	65-70	80-85	75	95-98
Размер частиц, мкм	25-80	5-20	5-25	25-30	5-25
Температура клей- стеризации, °С	61	67	65	77	72
Предельное набуха- ние, г воды/г	700-1000	24	71-75	21	65
Свойства клейстера:		į		i	
прозрачность	мутный	мутный	полупрозрачный	мутный	полупрозрачный
текстура	длинпая	короткая	длинная	короткая	короткая

Крахмалопаточная промышленность вырабатывает крахмалопродукты более сотни наименований: саго искусственное, модифицированные крахмалы, сахаристые гидролизаты крахмала — крахмальная патока, глюкоза и т. д.

Модифицированный крахмал – крахмал с направленно измененными свойствами.

Путем химической или физической модификации крахмала можно добиться: понижения или повышения температуры его клейстеризации; понижения или повышения вязкости клейстера; повышения растворимости в устойчивости холодной воде; эмульгирующих свойств; появления синерезису, температурам, кислотам, высоким циклам оттаивания/замораживания; снижения склонности к ретроградации. С целью модификации химической свойств нативные крахмалы ацетилируют, фосфатируют, оксипропилируют, сшивке. Благодаря подвергают ацетилированию старение крахмала замедляется, но он становится менее стойким в отношении нагревания, механического воздействия и кислот, поэтому пищевые продукты с ацетатными крахмалами Е 1420, Е 1421 нельзя стерилизовать. Ацетилированные сшитые крахмалы Е 1414, Е 1422, Е 1423 применяют может использоваться обычный крахмал. везде, где противоположность ацетилированному крахмалу, оксипропилированные

крахмалы Е 1440, Е 1442, Е 1443 устойчивы при варке и стерилизации. Высокоамилозные крахмалы, модифицированные оксипропилированием и поперечной сшивкой, образуют клейкие гели. Сшитый Е 1442, кроме того, замораживания/оттаивания устойчив надрезу, циклам И желирует. Поперечная сшивка также повышает прозрачность крахмальных клейстеров. Фосфатные крахмалы обеспечивают получение консистенции, более стойкой к ретроградации, – Е 1410; к воздействию температуры, кислот и надрезу – Е 1412; к циклам замораживания/оттаивания 1413. Ε Вследствие этерификации октенилянтарной кислотой крахмал Е 1450 приобретает эмульгирующие и пеностабилизирующие свойства.

К наиболее популярным при переработке мяса модифицированным крахмалам относятся прежелатинизированные. Эти крахмалы набухают в холодной воде и образуют гель при более низкой температуре, чем нативные. Их получают высушиванием дисперсии нативного или модифицированного крахмала на барабанной сушилке, методом распылительной сушки или экструзией.

Свойства крахмала.

Растворимость. Нативный крахмал практически нерастворим холодной воде. На этом свойстве основан метод его выделения из растительных продуктов. Однако вследствие гидрофильности он может адсорбировать влагу в количестве до 30 % собственной массы. Низкомолекулярные полисахариды, в частности, амилоза, содержащая до 70 глюкозных остатков, растворимы в холодной воде. При дальнейшем увеличении длины молекулы полисахариды могут растворяться только в горячей воде. Процесс растворения крахмальных полисахаридов протекает медленно из-за относительно большого размера молекул. Известно, что линейные полимеры перед растворением сильно набухают, поглощая большое количество растворителя, и при этом резко увеличиваются в объеме. Растворению крахмальных полимеров в воде также предшествует набухание.

Набухание и клейстеризация. Набухание — одно из важнейших свойств крахмала, которое влияет на консистенцию, форму, объем и выход готовых изделий из крахмалсодержащих продуктов. Степень набухания зависит от температуры среды и соотношения воды и крахмала. Так, при нагревании водной суспензии крахмальных зерен до 55 °C они медленно поглощают воду (до 50 %) и частично набухают, но вязкость не увеличивается. При дальнейшем нагревании суспензии (в интервале температур 60–100 °C) набухание крахмальных зерен ускоряется, причем их объем увеличивается в несколько раз.

В центре крахмального зерна образуется полость (пузырек), а на его поверхности появляются складки, бороздки, углубления. Свойство

крахмальных зерен расширяться под действием термической обработки с образованием внутренней полости связывают с тем, что внутри крахмального зерна (в точке роста) происходят разрыв и ослабление некоторых водородных связей между крахмальными цепями, которые в результате этого раздвигаются, что приводит не только к увеличению размеров крахмального зерна, но и к разрушению его кристаллической структуры. В процессе набухания крахмальных зерен часть полисахаридов растворяется и остается в полости крахмального зерна, а часть – диффундирует в окружающую среду.

При нагревании крахмальной суспензии до 50 °C полисахариды практически не растворяются, при 55 °C происходит незначительное растворение амилозы и переход его из крахмальных зерен в окружающую среду. С повышением температуры нагревания суспензии количество растворенной амилозы возрастает. Нагревание крахмальной суспензии при $80\,^{\circ}$ C вызывает растворение как амилозы, так и амилопектина.

Дисперсия, состоящая из набухших крахмальных зерен и растворенных в воде полисахаридов, называется крахмальным клейстером, а процесс его образования — клейстеризацией. Таким образом, клейстеризация — это изменение структуры крахмального зерна при нагревании в воде, сопровождающееся набуханием.

Процесс клейстеризации крахмала происходит в определенном интервале температур, обычно от 55 до 80 °C. Один из признаков клейстеризации – значительное увеличение вязкости крахмальной суспензии. Вязкость клейстера обусловлена не столько присутствием набухших крахмальных зерен, сколько способностью растворенных в воде полисахаридов образовывать трехмерную сетку, удерживающую большее количество воды, чем крахмальные зерна. Этой способностью в наибольшей степени обладает амилоза, так как ее молекулы находятся в растворе в виде изогнутых нитей, отличающихся по конформации от спиралей. Хотя амилоза составляет меньшую часть крахмального зерна, именно она определяет его основные свойства – способность к набуханию и вязкость клейстеров.

Отдельные виды крахмала содержат неодинаковое количество амилозы, имеют разную температуру клейстеризации и способность к набуханию. Коэффициент замены крахмала показывает, каким количеством крахмала других видов можно заменить картофельный для получения клейстеров одинаковой вязкости.

Из различных видов крахмала в основном образуются два типа клейстеров: из клубневых — прозрачный бесцветный желеобразной консистенции, из зерновых — непрозрачный молочно-белый пастообразной консистенции. Клейстер кукурузного амилопектинового крахмала по своим

свойствам ближе к клейстеру картофельного. Физико-химические свойства необходимо учитывать при замене одного вида крахмала другим.

На вязкость клейстеров влияет не только концентрация крахмала, но и другие факторы. Например, сахароза в концентрациях до 20 % увеличивает вязкость клейстеров, натрия хлорид даже в очень незначительных концентрациях – уменьшает.

Уменьшение вязкости клейстеров наблюдается также при снижении pH, причем в интервале pH от 4 до 7, характерном для многих кулинарных изделий, вязкость клейстеров снижается незначительно, однако при более низких значениях pH (около 2,5) она резко падает.

Производство формованных мясных изделий

Основная задача пищевой технологии как науки — это создание безотходных или малоотходных производств. При разделке, жиловке и ряде других технологических операций на мясоперерабатывающих предприятиях образуются обрезки бескостного мяса от разных частей туши, которые в дальнейшем могут быть использованы для производства формованных изделий. Технологическая схема производства представлена на рисунок 10.

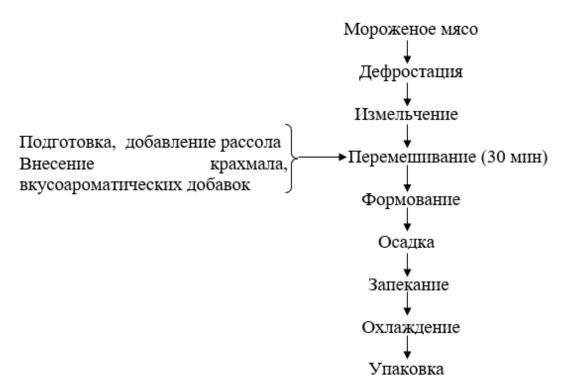


Рисунок 10 - Технологическая схема производства формованного изделия

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

1. Бескостное мясо свинины, крахмал, вода, лед, нитритная соль.

2. Разделочные доски, ножи, емкости для сырья и отходов от разделки, весы технические, термометр, пленка для формования изделий.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 2-3 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем.

Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1. Измельчить мышечную ткань на мясорубке с диаметром решетки d = 3-5 мм. Поместить фарш массой 500 г (± 5 г) в емкость для перемешивания (масса фарша для одной группы).
- 2. Приготовить 0,25 кг посолочного рассола (масса рассола для одной группы) в соответствии с нижеприведенной рецептурой:

1 3	1	
Ингредиент	Ед. измерения	Количество, % от общей массы
Вода	Л	77,5
Соль нитритная	КГ	4,5
Лед*	КГ	18
Итого		100

^{*} При использовании для приготовления в рассол воды температурой до плюс 1-2 ^оС вместо льда необходимо добавить такое же количество воды.

- 3. Добавить в фарш приготовленный рассол (температура не выше 3 °C) из расчета 40 % рассола от массы фарша.
 - 4. Добавить в полученный фарш крахмал из расчета:
 - 1 группа 0 % от массы фарша;
 - 2 группа 2 % от массы фарша;
 - 3 группа 4 % от массы фарша;
 - 4 группа 6 % от массы фарша.
- 5. Тщательно перемешать фарш с рассолом и выдержать его в течение 15 мин при температуре 1–2 °C для равномерного распределения рассола по всему объему фарша, набухания крахмала, белков мышечной ткани. Выдерживание фарша позволяет избежать такого дефекта, как наличие серых структур на разрезе, и способствует образованию внутримолекулярных связей в фарше, которые в дальнейшем влияют на образование плотной и упругой структуры на разрезе изделия.
- 6. Полученный фарш разделить на две равные части и тщательно упаковать в пленку (формы, сетку, оболочку). При набивке (укладке) фарша необходимо наиболее плотно сформовать полученное изделие, чтобы внутри него не было пустых «воздушных» участков (в промышленных условиях для избегания данного дефекта в готовом изделии полуфабрикат подвергается осадке в течение 1–1,5 ч). Взвесить массу изделий. Полученные данные занести в нижеприведенную табличную форму:

№ образца	m _{оболочки} ,	т колбасного изделия до термообработки,	т колбасного изделия после термообработки и охлаждения, Г	m бульона, Г	% изменения массы	% бульона от общей массы
1 2						

7. Подвергнуть полученное сформованное изделие термической обработке по нижеприведенным режимам:

№ п/п	Наименование	Температура, °С	Продолжительность, мин
1 этап	осадка	30-35	20
2 этап	подсушка	50-60	20-30
3 этап	запекание	75 - 80	1-1,5 (до достижения температуры
			в центре батона 75 °C)

- 8. Один образец в каждой группе является контрольным для измерения температуры в процессе термообработки. После завершения запекания в этом образце также описывается консистенция изделия до охлаждения. Второй образец по окончании термической обработки охлаждается до температуры 2 °C. Полученное изделие взвесить, данные занести в табличную форму, указанную в п. 6. Сделать вывод об изменении массы образца в процессе термообработки.
- 9. Определить предельное напряжение сдвига (ПНС) фарша до и после термической обработки с помощью пенетрометра (рисунок 11).

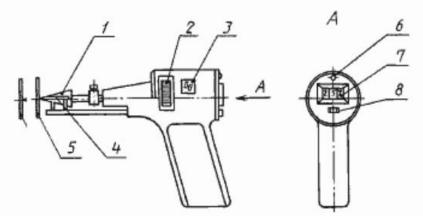


Рисунок 11 – Пенетрометр ручной переносной малогабаритный ППМ-4: 1 – индентор; 2 – барабан; 3 – указатель диапазона сил; 4 – шарнирное устройство; 5 – опорное кольцо; 6 – индикатор силы; 7 – цифровой индикатор перемещения; 8 – выключатель

Для этого часть фарша поместить в форму, выровнять и сгладить поверхность, при необходимости убрать излишки продукта. Перед проведением каждого испытания конус пенетрометра тщательно очищают. Форму с фаршем помещают на ровную поверхность, а переносной пенетрометр центрируют и погружают индентор. Записать показатели числа пенетраций h (мм) и

повторить испытания. Результатом считать среднее арифметическое 3-х измерений.

Для определения ПНС готового формованного продукта после тепловой обработки его порционируют на куски и немного подпрессовывают. Исследуемые образцы устойчиво располагают на поверхности и проводят три измерения на открытой поверхности образца.

Предельное напряжение сдвига определяется по формуле (5):

$$\Theta = mgh^{-2},\tag{5}$$

где Θ — предельное напряжение сдвига, Па; m — масса конуса со штангой и дополнительным грузом, кг; g — ускорение свободного падения м/с²; h — глубина погружения, м.

Заполнить таблицу:

	олинь таолицу.	ı				1
$N_{\underline{0}}$	Этап		Число пенет	раций h, мм		_
образца	технологического	1 измере-	2 измере-	3 измере-	Cp.	ПНС, Па
ооразца	процесса	ние	ние	ние	арифм.	
	До тепловой					
1	обработки					
1	После тепловой					
	обработки					
	До тепловой					
2	обработки					
2	После тепловой					
	обработки					
	До тепловой					
3	обработки					
3	После тепловой					
	обработки					
	До тепловой					
4	обработки					
4	После тепловой					
	обработки					

Применительно к технологии производства формованных изделий следует иметь в виду, что степень монолитности готовой продукции не только видом, подготовки определяется состоянием, условиями сырья применяемыми аддитивами, НО И во зависит режимов МНОГОМ OTтермообработки и параметров подпрессовывания. При этом две последние характеристики взаимосвязаны. На первом этапе термообработки (прогрев) происходит объемное (тепловое) расширение заложенного в пресс-форму сырья, причем максимальное его увеличение имеет место при достижении температуры в поверхностном слое 54-60 °C; температура в центре в это время находится на уровне 25-30 °C. При дальнейшем повышении температуры объем продукта заметно уменьшается, что является следствием усадки основных структурных элементов ткани при нагреве в результате возникающих внутренних напряжений.

Для сохранения продуктом желаемой формы необходимо, чтобы величина давления подпрессовывания сырья во время тепловой обработки была несколько выше внутреннего напряжения.

Фактическая величина давления подпрессовывания должна составлять 0.25-0.5x 10^5 Па, что, в свою очередь, обеспечивает сохранение продуктом формы, плотной и монолитной консистенции при одновременном снижении (на 3-7%) потерь влаги.

Применение данных уровней давления дает возможность отказаться от вторичной подпрессовки продукта после завершения процесса термообработки и перед направлением его на охлаждение.

10. Сравнить консистенцию образцов, приготовленных разными группами. Полученные данные занести в нижеприведенную табличную форму:

<u>No</u>	Внешний вид	Описание консистенции (структуры)		Степень плотности фарша
образца	оразца изделия целого изделия на разрезе			
				«-» – рассыпчатый, не держит форму, «+» – консистенция плотная, изделие хорошо держит форму. Количеством знаков «-» и «+» регулируется степень плотности консистенции (структуры) изделия.

11. Сделать выводы о влиянии крахмала (и его количества) на формирование консистенции готового изделия.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Дайте определение понятия «крахмал». Зарисуйте строение крахмального зерна.
- 2. Виды крахмала. Характеристика нативного крахмала в зависимости от его вида.
- 3. Модифицированный крахмал. Основные воздействия, позволяющие модифицировать крахмал. Характеристика.
- 4. Основные свойства крахмала (растворимость, набухание, клейстеризация).
- 5. Перечислите показатели качества и безопасности крахмала (картофельного кукурузного модифицированного), документы, их регламентирующие.

Лабораторная работа № 5 ПРОИЗВОДСТВО ФОРМОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ФАРША КАЛЬМАРОВ

Цель: получение практических умений и навыков в области технологии производства формованных полуфабрикатов из водных биологических ресурсов.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
- 2. В соответствии с заданием изготовить формованные полуфабрикаты из фарша кальмара.
- 3. Изучить реологические свойства формованных полуфабрикатов из фарша кальмара. Определить следующие показатели: формоустойчивость, предельное напряжение сдвига. Дать органолептическую оценку.
- 4. Сделать вывод о структурно-механических свойствах формованных полуфабрикатов из фарша кальмара.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Формованные полуфабрикаты обладают рядом положительных свойств: они более стабильны в хранении, удобны для розничной торговли и употребления, чем традиционные продукты. Производство формованных полуфабрикатов в определенной степени способствует удовлетворению спроса на продукцию повышенной пищевой ценности.

Производство формованной продукции из рыбного фарша является весьма актуальным направлением в переработке данного вида сырья. Вместе с тем, недостатки традиционной технологии получения рыбного фарша из малоценных видов рыб и изделий из него обусловили нерентабельность такой продукции. Чтобы получить экономическую производства эффективность при изготовлении готовых продуктов из фарша, целесообразно выпускать пользующуюся спросом, но обладающую высокой продукцию. Такой продукцией высокого качества могут стать формованные полуфабрикаты из фарша кальмара.

В настоящее время как в России, так и за рубежом разработано множество рецептур формованных изделий из водных биологических ресурсов, кулинарных изделий (котлеты, биточки, рыбные палочки), колбас, сосисок, консервов и др.

Технология формованной рыбной продукции обладает следующими преимуществами:

- продукция может быть изготовлена из нетрадиционно используемого сырья (рыба с механическими повреждениями, теша, отходы от разделки, кусочки рыбы неправильной формы), что делает данную технологию безотходной;
- при превращении сырья в фарш сохраняются все химические свойства исходного сырья;
- вводимые в состав продукта растительные и другие ингредиенты обогащают химический состав, тем самым повышают пищевую ценность, улучшают его вкусовые свойства, а также расширяют ассортимент продукции;
- возможность создания технологий качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, соответствующих потребностям человеческого организма;
- продукт максимально готов к употреблению после термической обработки;
 - формирование своеобразного и неповторимого вкуса продукта;
- продукт имеет длительный срок хранения до 6 месяцев при замораживании.

Формирование структурно-механических свойств фаршевой смеси. При производстве высококачественных формованных продуктов необходимо использовать сырье с определенными технологическими свойствами. Наряду с пищевой ценностью оно должно обладать высокими реологическими свойствами, способностью к формированию после измельчения мышечной ткани в изделия определенной формы, которая должна сохраняться после термической обработки и удерживать влагу.

Реологические свойства включают целый комплекс структурномеханических характеристик. По способу приложения усилия к продукту реологические характеристики разделяются на три группы: поверхностные, компрессионные и сдвиговые.

Согласно принятой системе реологической классификации пищевых продуктов по отношению величины предельного напряжения сдвига (Q0) к произведению их плотности (ρ) на ускорение свободного падения (g), выделено несколько групп веществ. Наименование групп и соответствующие характеристики для рыбных продуктов представлены в таблице:

Q0, Па	50 и менее	200-250 и менее	250 -1500	1500-1600 и более
		и менее		и облес
$Q_0/(\rho \cdot g)$, Πa	менее 0,005	0,005-0,02	0,02-0,15	более 0,15
Наименование	структурные	жидкие	густые пасты	твердые тела
продукта	жидкости	пасты		

Структурно-механические свойства фаршевых систем в значительной мере определяются составом мышечных белков, их строением, содержанием воды и жира.

Наиболее весомую и ценную в технологическом отношении группу рыбных белков составляют миофибриллярные, основной фракцией которых является миозин. Миозин растворим и экстрагируется в нативном состоянии слабыми солевыми растворами из межволокнистого мышечного пространства. Благодаря строению молекулы и наличию высокоактивных SH-групп этот структурно связан cионами кальция, обладает способностью белок агрегироваться с другими компонентами мышечной ткани и образовывать трехмерную сетку поперечных связей в виде золя, который после нагревания исчезает. Образуется эластичный гель, связывающий в структуру отдельные частицы измельченного мяса и удерживающий в нем воду, что и определяет консистенцию формованного изделия.

Структурно-механические свойства фаршевых систем также определяются рядом критериальных показателей – белковым коэффициентом (К_б), представляющим отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к азоту водорастворимой фракции, коэффициентом обводнения (Ко) – отношение количества воды к общему содержанию белков, коэффициентом (К_ж), представляющим отношение содержания жира к общему содержанию белка. Согласно существующей классификации, по величине белкового коэффициента (Кб) исследованные рыбы подразделяются на три основные группы: І группа — $K\delta < 1$; ІІ группа — $K\delta \sim 1$; ІІІ группа — $K\delta > 1$. Установлено, что фарши, относящиеся ко II и III группам, характеризуются высокими реологическими свойствами, в частности, формуемостью. Это подтверждается и значениями коэффициента обводнения (Ко), так как известно, что чем меньше отношение количества воды к общему содержанию белков, тем выше пластическая вязкость фарша.

Для оценки эффективности технологических процессов формованных и структурированных продуктов особенно важна водоудерживающая способность (ВУС), характеризующая способность мяса рыбы к задержанию собственной тканевой влаги.

Для упрочнения структуры продукта, т. е. его консистенции, используют структурообразователи — вещества, создающие условия для связывания большого количества воды, увеличивающие вязкость продукта, способствующие образованию стойких суспензий.

В настоящее время разработано большое количество связующих систем, «биндеров» (с англ. binder – связующее вещество), которые можно использовать для сырья различного вида, жирности, степени измельчения, температуры, количества влаги. «Биндеры» связывают большое количества

влаги (1:6), обладают эмульгирующими и стабилизирующими свойствами, содержат комплекс волокон для поддержания структуры вкусоароматические добавки.

Кальмары – головоногие моллюски массой до 350 г, отдельные экземпляры достигают 750 г. Мясо кальмара отличается приятным вкусом, богато аминокислотами, витаминами РР, В6, минеральными веществами железом, йодом. По содержанию азотистых веществ оно не уступает мясу некоторых рыб. Кальмар имеет мускулистое домашних животных и торпедообразное туловище. Съедобные части – мантия и голова со щупальцами. Вокруг ротового отверстия расположены десять щупальцев с присосками.

В мантии расположен чернильный мешок, в нём находится черная жидкость, которая в прошлом использовалась для письма. Эта жидкость служит кальмару для самообороны, выпуская её, он пытается скрыться в чёрном облаке.

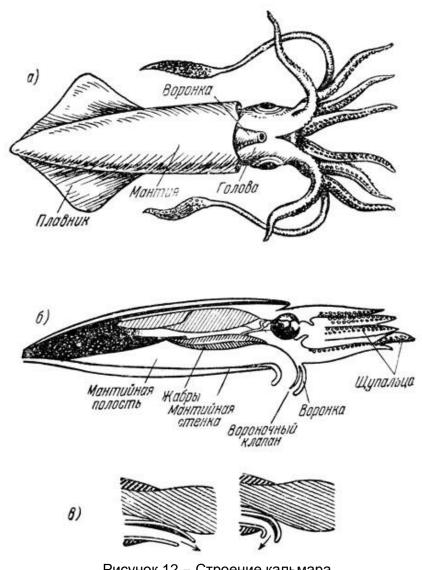


Рисунок 12 - Строение кальмара

Кальмар является, прежде всего, белковым продуктом. Белки гидробионтов, в зависимости от их способности растворяться в определенных условиях, делят на три фракции:

- миофибриллярную, растворяющуюся при высокой ионной силе растворителя;
- саркоплазматическую, растворяющуюся при низкой ионной силе растворителя;
 - строму нерастворимую фракцию.

По другой классификации белки делят на четыре фракции:

- водорастворимую, представленную, главным образом, белками саркоплазмы (миоген, миоглобин, глобулин, миоальбумины, нуклеопротеиды);
- солерастворимую, представленную белками миофибрилл (миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, нуклеотропомиозин);
- щелочерастворимую, состоящую из белков, находящихся в особом состоянии и денатурированных, перешедших в нерастворимое состояние из двух предыдущих фракций;
- строму (соединительнотканные белки, или белки сарколеммы: коллаген, эластин, ретикулин).

Тело кальмара состоит из мантии, хвостового плавника, головы со щупальцами (ноги). Мантия составляет 31-32 % общей массы моллюска, хвостовой плавник -19-20 %, голова со щупальцами -20-21 %. К съедобным частям кальмара относятся туловище, голова и щупальца. В них содержится 14,7-22,5 % азотистых веществ, 0,3-2,6 % липидов, 75,8-86,4 % влаги и 11,1-3,55 % золы.

По данным исследований фракционного состава белков мороженого кальмара тихоокеанского, на долю саркоплазматических белков приходится 50-60 %, миофибриллярных -28-35 %, щелочерастворимых белков -8-15 %, белков стромы - до 2,8 % от общего количества белков мышечной ткани.

В состав белков саркоплазмы кальмаров в преобладающем количестве входят глобулин, миоальбумины, миогены.

Низкое содержание актомиозина определяет одну из технологических особенностей мяса кальмара — фарш из него не способен образовывать эластичный гель.

Приёмы механической обработки кальмара. На пищевые предприятия поступают замороженные кальмары двух видов: разделанные (тушки) и в виде филе (обезглавленный кальмар с кожицей) и консервированные. Кожа тонкая, прозрачная. Кальмара промывают в проточной воде, затем размораживают в холодной воде (при добавлении горячей воды происходит окрашивание тканей). Размораживание закончено, когда температура в толще блока -1 °C. У размороженных тушек удаляют остатки внутренностей, хитиновые пластинки,

затем заливают кальмаров горячей водой и постоянно помешивают (воды должно быть в 3-4 раза больше по объему, чем масса продукта). Чтобы мясо кальмара было белым, температура воды не должна превышать 60 °С. После этого кожа легко удаляется ножом, руками или травянистой щеткой. Если кальмара обработать крутым кипятком, пигменты, содержащиеся в кожице, окрасят мясо в лиловый цвет.

Разделка кальмара:

1-й способ. Одной рукой захватывают голову у основания, другой осторожно разрывают связки между мантией (туловищем) и головной частью. Отделяют голову вместе с внутренностями. В этом случае туловище кальмара остается целым, и его можно использовать для приготовления фаршированных блюд.

2-й способ. Острым ножом делают разрез туловища от края мантии до основания плавника, стараясь несильно углублять нож в тело, чтобы не повредить мешочек с красящей жидкостью, отгибают стенки мантии и удаляют внутренности и хитиновую пластинку, брюшную полость зачищают тупой стороной ножа. В обоих случаях у головы удаляют глаза и челюсти.

Технологические свойства мышечной ткани кальмара. Кальмары являются хорошим сырьем для приготовления различной кулинарной продукции. Они обладают своеобразными органолептическими свойствами. Особенно это относится к внешнему виду неразделанного моллюска, запаху и консистенции его мяса. Мышечная ткань большинства видов кальмара имеет сладковатый вкус, интенсивность которого зависит от содержания глицина, аргинина, бетанина, таурина и др.

Хорошая усвояемость белков мышечной ткани кальмара обусловлена высокой степенью их растворимости и наличием большого количества экстрактивных веществ, которые придают своеобразный жевательный вкус и запах пище, что, в свою очередь, возбуждает аппетит и обеспечивает более полное переваривание продукта.

Консистенция мышечной ткани определяется ее сложной структурой. Кальмар имеет не параллельное, а взаимоперекрещивающееся расположение мышечных волокон, что придает структуре его мышечной ткани особую эластичность и повышенную пористость.

При тепловой обработке мышечная ткань кальмара претерпевает множество химических реакций и физических превращений. Происходит денатурация белка, его агрегация и разрушение, растопление липидов и последующие реакции их распада, ферментативное и микробное разрушение, потеря некоторых микроэлементов, реакция между сахарами и аммиаком, взаимодействие между веществами, продуцирующими вкус и запах. При тепловой денатурации в белке происходят конформационные изменения

вследствие разрыва водородных связей между цепочками в белковой молекуле при тепловом движении пептидных цепей. Связи между гидрофобными группами как бы начинают «плавиться», образуя компактно свернутые цепи. Стабилизированная структура белковой пептидные молекулы разрушается, внутренние водородные связи заменяются внешними водородными связями с водой, при этом растворимость белков в воде понижается.

Тепловая денатурация приводит к частичному обезвоживанию белковых молекул, уменьшая их растворимость, далее происходит агрегация и коагуляция. В процессе варки постепенно в коагулированных белках начинает происходить набухание соединительной ткани, находящейся как на поверхности мышц, так и между пучками и отдельными мышечными волокнами. Соединительнотканные волокна постепенно теряют механическую прочность вследствие превращения коллагена в растворимый глютин, что приводит к размягчению мяса. Гистологические исследования продольных и поперечных срезов кальмаров показали, что разрушение соединительной ткани мышечных волокон происходит после 20 минут варки.

Специфическое строение мышечной ткани кальмара определяет их невысокую стойкость в процессе хранения вследствие высокого содержания азотистых веществ. Срок хранения кулинарной продукции из кальмара при эффективном охлаждении не превышает 24—48 ч при температуре от 0 до плюс 6 °C. Кулинарная продукция в замороженном виде хранится 4—6 месяцев при температуре минус от 18 до минус 20 °C.

Исследование реологических характеристик фаршевой смеси кальмара. Известно, что кальмары отличаются высоким содержанием саркоплазматических белков (до 60 %) и низким содержание миофибриллярных (до 30 %). Вследствие этой особенности плотная консистенция мышечной ткани кальмара после измельчения приобретает жидкую консистенцию.

Полная инструментальная оценка консистенции возможна лишь при определении комплекса реологических показателей, однако в наибольшей степени коррелирует с органолептической оценкой, формоустойчивостью и показателем предельного напряжения сдвига.

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1. Тушки кальмаров.
- 2. Разделочные доски, ножи, мясорубка, емкости для сырья и отходов от разделки, весы технические, штангенциркуль, электронный термометр.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 1-2 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем. Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1. Для приготовления фаршевой смеси тушки кальмара с кожей размораживаются (либо используются заранее дефростированные тушки), далее они промываются пресной водой, обсушиваются, удаляются остатки внутренностей. Часть кальмара варят в кипящем 1,5 %-ном солевом растворе при соотношении кальмар:вода 1:3 в течение 5 минут. Вареный и отдельно сырой кальмар с помощью мясорубки и блендера измельчается до однородной консистенции. В сырой фарш добавляется поваренная соль в количестве 1 % от массы фарша.
- 2. Для экспериментов готовятся 5 образцов по 250 г фаршевых смесей с различным соотношением фаршей из сырого и вареного сырья (100:0 (контроль); 75:25; 50:50; 25:75; 0:100 %) в соответствии с таблицей:

Vontionant ponontrum		Номер рецептуры					
Компонент рецептуры	1	2	3	4	5		
Фарш вареного кальмара	100,0 %	75,0 %	50,0 %	25,0 %	0		
Фарш сырого кальмара	0	25,0 %	50,0 %	75,0 %	100,0 %		

Из приготовленных смесей фаршей формуют 2 образца массой 50 ± 1 г, придавая полуфабрикатам сферическую форму, для определения формоустойчивости изделий.

3. Для объективной оценки способности сформованного изделия сохранять форму в течение времени до термической обработки или замораживания следует определить формоустойчивость изделия.

Показатель формоустойчивости полуфабрикатов из фарша кальмара после формования определяли как отношение размера вертикального диаметра ($\mathcal{L}_{\rm B}$) сформованного полуфабриката к горизонтальному ($\mathcal{L}_{\rm r}$). Эти показатели снимают после 5 минут выдержки при температуре фарша от 5 до 10 °C.

Показатель формоустойчивости определяется следующей формулой:

$$\Phi \mathbf{y} = \frac{\mathbf{\Lambda}_{\mathbf{B}}}{\mathbf{\Lambda}_{\mathbf{r}}} \cdot 100\%,\tag{6}$$

где ΦY — показатель формоустойчивости, %; $\mathcal{A}_{\text{в}}$ — вертикальный диаметр полуфабриката после 5 минут выдержки, мм; $\mathcal{A}_{\text{г}}$ — горизонтальный диаметр полуфабриката после 5 минут выдержки, мм.

Заполнить таблицы:

соотношен	ецептуры и ие вареного вымара к сырому,	Дв, мм	Дг, мм	ФУ, %	ФУ _{ср.} , %
1	1 параллель				
100:0	2 параллель				
2	1 параллель				
75:25	2 параллель				
3	1 параллель				
50:50	2 параллель				
4	1 параллель				
25:75	2 параллель				
5	1 параллель				
0:100	2 параллель	·	_		

Значения показателя формоустойчивости (в %) и описание его уровней представлены в таблице:

Показатель	Словесная характеристика	Значение, %
	Консистенция фарша рыхлая, сухая, крошащаяся, изделие после формования легко разрушается, превращаясь в куски неправильной формы	0 не держит форму
Формоустойчивость,	Консистенция фарша киселеобразная. Фарш липкий на ощупь, мажущийся. При формовании изделие значительно прилипает, не держит форму, растекается	25 и менее
ФУ=(Дв/Дг)*100 %	Консистенция фарша достаточно эластичная. Фарш недостаточно хорошо формуется, значительно прилипает, изделие изменяет форму после формования	50
	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш не прилипает, не крошится, отлично формуется, изделие отлично держит форму	75 и более

Сделать вывод о консистенции фаршей в зависимости от показателя формоустойчивости.

4. Для оценки формуемости используется метод органолептической оценки, так как способность фарша к формованию в зависимости массовой доли фарша из вареного кальмара затруднительно оценить инструментально. Сделайте вывод о формуемости фарша кальмара. Балльная шкала органолептической оценки формуемости фарша из кальмара представлена ниже:

Показатель	Словесная характеристика баллов	Баллы
	Фарш плотный, твердый, замороженный, не поддается формованию и изменению формы	0
	Консистенция фарша киселеобразная. Фарш липкий на ощупь, мажущийся. При формовании изделие значительно прилипает, не держит форму, растекается Консистенция фарша рыхлая, сухая, крошащаяся, изделие после формования легко разрушается, превращаясь в куски неправильной формы	1
	Консистенция фарша студнеобразная. При формовании фарш прилипает, изделие плохо держит форму, растекается в течение короткого периода Консистенция фарша рассыпчатая. Прикосновение с незначительным усилием к изделию после формования	2
Формуемость	сопровождается разделением образца на отдельные Консистенция фарша достаточно эластичная. Фарш недостаточно хорошо формуется, значительно прилипает, изделие изменяет форму после формования Консистенция фарша недостаточно эластичная. Фарш	3
	поддается формованию, но изделие не держит форму при проведении дальнейших технологических операций	
	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш хорошо формуется, но незначительно прилипает, изделие держит форму	4
	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш хорошо формуется, изделие держит форму, но незначительно рассыпается	
	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш не прилипает, не крошится, отлично формуется, изделие отлично держит форму	5

Заполните таблицу, присвоив бальную оценку формуемости образцов фарша и дав словесную характеристику их консистенции:

№ рецептуры и соотношение вареного фарша кальмара к сырому, %	Балл формуемости	Словесная характеристика консистенции фарша
1	2	3
1 100:0		
2 75:25		
3 50:50		

Окончание таблицы

1	2	3
4 25:75		
5 0:100		

5. Определить **предельное напряжение сдвига** (ПНС) смесей фаршей с помощью пенетрометра ППМ 3 (рисунок 13).

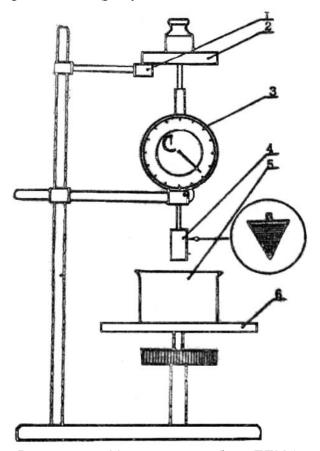


Рисунок 13 – Устройство прибора ППМ 3: 1 – стопор; 2 – чашка для груза; 3 – индикатор; 4 – индентор (цилиндр или конус); 5 – образец; 6 – подъемный стол для измерений

Сдвиговые свойства (ПНС) определяют с помощью конуса, имеющего рифление и угол при вершине 60°. Методика определения упругопластических свойств основана на измерении величины деформации образца под действием постоянного напряжения путем отсчета показаний индикатора через каждые 30 с в течение 180 секунд. После фиксации деформаций в нагруженном состоянии нагрузку снимают и через аналогичные промежутки времени измеряют остаточные деформации на протяжении 180 секунд упругого последействия без действия нагрузки. По результатам измерений строят реограммы и графическим путем устанавливают значение.

Величину ПНС определяют также при действии постоянной нагрузки в течение 180 секунд по глубине погружения в образец конуса и вычисляют по формуле:

$$\Theta_0 = \frac{K \cdot m_g}{h^2},\tag{7}$$

где Θ_0 — предельное напряжение сдвига, Πa ; m_g — действительная величина нагрузки (без трения), кг; h — глубина погружения конуса, м; K — константа конуса с углом при вершине 60° , K = 2,14 н/кг.

Для проведения исследования часть фарша поместить в форму, выровнять и сгладить поверхность, при необходимости убрать излишки продукта. Перед проведением каждого испытания индентор тщательно очишают.

Форму с фаршем помещают на поверхность пенетрометра, центрируют, и, вращая винт подъемного механизма стола, приводят поверхность фарша в соприкосновение с цилиндрическим индентором.

Установить на чашку для груза гири таким образом, чтобы общая полезная нагрузка с учетом трения, массы индентора составила 100 г.

Отвести в сторону стопор и одновременно включить секундомер. Под действием нагрузки индентор начнет погружаться в исследуемый образец. Зафиксировать показания в первые 1–2 с погружения, условно считать их «нулевой» точкой. Каждые 30 секунд снимать показания прибора (последняя точка 180 с). Записать показатели и повторить испытания. Результатом считать среднее арифметическое 3-х измерений.

Заполнить таблицу:

Время	Величина дефо	Величина деформации фарша в зависимости от времени погружения, мм						
погружения,	1	2	3	4	5			
c	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100			
0								
30								
60								
90								
120								
150								
180								
ПНС, Па								

6. Построить графики зависимости числа пенетраций h от соотношения вареного фарша кальмара с сырым. Сделать вывод о влиянии добавления фарша кальмара после тепловой обработки на реологические и органолептические свойства формованного продукта.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Охарактеризуйте химический состав и технологические свойства мяса кальмара.
- 2. Опишите механизм структурообразования полуфабриката из фарша кальмара.
- 3. Влияние соотношение вареного и сырого фарша на структурообразование полуфабриката.
- 4. Опишите технологию производства формованных полуфабрикатов из фарша кальмаров.

Лабораторная работа № 6 ТЕХНОЛОГИЯ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАНСГЛЮТАМИНАЗЫ

Цель: получение практических умений и навыков в области подбора различных режимов технологической обработки сырья из гидробионтов.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
 - 2. Приготовить модельные образцы реструктурированного продукта.
- 3. Изучить адгезионные свойства реструктурированных продуктов на основе рыбного сырья с применением трансглютаминазы.
- 4. Сделать вывод о возможности использования ферментных препаратов на основе трансглютаминазы для производства реструктурированных продуктов из некондиционного по размеру сырья животного происхождения (такого как обрезки, образующиеся при филетировании рыб, а также нестандартное по размеру филе).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Многообразные биохимические процессы лежат в основе технологии производства почти всех пищевых продуктов. В связи с этим современная наука придает большое значение роли ферментов в направленном регулировании и интенсификации технологических процессов пищевой промышленности, а также в улучшении качества продуктов питания.

Трансглютаминаза — ферментный препарат, образует новые связи между кислотами, катализирует реакцию переноса ацильного (кислотного) остатка между лизином и глютамином, что усиливает пептидные связи и стабилизирует структуру белка, благодаря чему повышается плотность продукта. Созданная таким образом белковая «сетка» остается стабильной в широком диапазоне рН и температур. Образованная белковая структура не зависит от других компонентов и является идентичной естественной структуре ткани. Трансглютаминаза оказывает существенное влияние на связывающую способность, величину деформации, сопротивление разрушению и другие характеристики пищевых продуктов.

В настоящее время разработаны способы использования данного фермента в технологии переработки многих пищевых продуктов для улучшения их консистенции и структуры, например, в производстве мясных изделий, колбас, ветчины, в молочной промышленности, пекарном и рыбном производстве. Трансглютаминаза оказывает существенное влияние на

связывающую способность, величину деформации, сопротивление разрушению и другие характеристики пищевых продуктов.

Данный ферментный препарат имеет высокий потенциал для более интенсивного развития в рыбной отрасли. Он быстро связывает рыбное сырье и превращает его в новый продукт, эффективен как для сырой, так и для соленой рыбы. При этом структура рыбы полностью сохраняется.

В связи с сокращением сырьевых ресурсов и возросшей ценой на рыбное сырье реструктурирование с помощью ферментного препарата представляется интересным как с экологической, так и с экономической позиции.

В рыбной промышленности применение препарата позволяет решить вопрос использования обрезков, образующихся при филетировании рыб, а также нестандартных по размеру филе. Из такого филе можно приготовить блоки необходимой формы и размера.

Для определения усилия склейки филе горбуши по принципу адгезиометра Б. А. Николаева используется экспериментальная установка (рисунок 14), позволяющая измерить усилие, необходимое для разрыва «склеенного» образца. Адгезиометр сконструирован по принципу рычажных весов, является простейшим прибором для изучения адгезии вязких пищевых материалов. К рычагу 2 с одной стороны подвешен субстрат в виде диска 1, с другой стороны груз 3. Между диском 1 и основанием 5 намазывается адгезив 4. Постепенно увеличивая массу груза 3, добиваются отрыва диска 1 от адгезива 4.

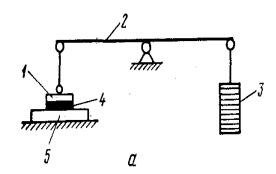


Рисунок 14 - Адгезиометр Б. А. Николаева

Затем на экспериментальной установке определяют прочностные характеристики образцов кусочков филе различных соединений: «внутренняя часть филе – внутренняя часть филе – внешняя часть филе» (М – В), «внешняя часть филе – внешняя часть филе» (В – В) при добавлении ферментного препарата выявленной оптимальной концентрации.

Усилие склеивания определяют по формуле (8). Адгезия p_0 (Па) определяется как удельная сила нормального отрыва пластины от продукта.

$$p_0 = \frac{F_0}{S_0} = \frac{9,81 \cdot m}{S_0},\tag{8}$$

где p_0 — удельная сила нормального отрыва пластины от продукта, Па; F_0 — сила отрыва, H; S_0 — геометрическая площадь пластины, M^2 ; M^2

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1. Дефростированная горбуша, трансглютаминаза.
- 2. Разделочные доски, ножи, емкости для сырья и отходов от разделки, весы технические, штангенциркуль, электронный термометр.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 1-2 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем. Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1. Для проведения экспериментов дефростированную горбушу разделывают на филе и обесшкуривают его.
- 2. Из обесшкуренного филе горбуши подготавливаются для каждой группы составные модельные образцы правильной геометрической формы (каждая часть размером 20/20 мм), т. е. непосредственная площадь «склеивания» $S_{\text{скл.}} = 0,004 + 0,004 = 0,008$ м². Образцы подготавливаются для 2 параллелей исследования.
- 3. «Склеивание» образцов кусочков филе осуществляется в соединении: «внутренняя часть филе внутренняя часть филе» (М М) и проводится растворами ферментного препарата, содержащего трансглютаминазу разных концентраций 0 % (контрольный образец), 5 %, 10 %, 15 %, 20 % от массы раствора. Препарат наносится на поверхность внутренней части филе из расчета 0,1 г на 1 см² поверхности и соединяется со вторым куском филе горбуши. Эксперимент проводится при двукратной повторяемости. Затем полученные образцы подвергают тепловой обработке.
- 4. Для определения продолжительности температурной обработки модельные образцы подвергают нагреву в параконвектомате при температуре T = 60-65 °C. В процессе нагрева каждые 5 мин замеряется температура в толще продукта.
- 5. Определение прочностных характеристик проводится на адгезиометре Б. А. Николаева.
 - 6. Полученные данные заносятся в нижеприведенную табличную форму:

Концентрация ферментного	M	асса груза,	Удельная сила	
препарата, содержащего	m.	ma	m	норм. отрыва,
трансглютаминазу, %	m_1	m_2	m_{cp}	р _{0,} Па
0				
5				
10				
15				
20				

7. Сделать вывод о влиянии концентрации фермента трансглютаминазы на адгезионную способность продукта.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Реструктурированные продукты. Определение, назначение, преимущества производства.
- 2. Технология реструктурированных продуктов из сырья животного происхождения и ВБР.
- 3. Трансглютаминаза. Механизм действия, преимущества использования в технологии реструктурированных пищевых продуктов.
- 4. Опишите изменение реологических характеристик фарша кальмара от температуры и концентрации вареного и сырого фарша.

Лабораторная работа № 7 ПРОИЗВОДСТВО ФОРМОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ

Цель: получение практических умений и навыков в области технологии производства формованных рыбных пресервов.

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
- 2. В соответствии с рецептурой изготовить образцы формованных рыбных пресервов.
- 3. Изучить реологические свойства формованных пресервов. Определить следующие показатели: влагоудерживающую способность, предельное напряжение сдвига. Дать органолептическую оценку.
- 4. На основании полученных результатов сделать вывод о структурномеханических свойствах формованных пресервов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Рацион человека включает, как правило, пищевые продукты сложного рецептурного состава, из нескольких компонентов, что определяет развитие технологии комбинированных продуктов питания.

Пищевыми продуктами сложного состава на основе гидробионтов называют изделия, включающие не менее трех пищевых компонентов, в том числе водного происхождения, потенциально сочетающихся между собой и позволяющих создать готовые к употреблению продукты с определенными свойствами.

Примерами продуктов сложного состава являются эмульсионные продукты, формованные и структурированные изделия и др.

К преимуществам производства комбинированных продуктов сложного состава на основе гидробионтов относятся:

- возможность создания так называемого «идеального» пищевого продукта, адекватного потребностям конкретного организма или группы лиц, отвечающего требованиям формулы оптимального питания;
- возможность использования многих видов водного биологического сырья;
- проектирование заданных свойств пищевой продукции за счет комбинированного воздействия состава и факторов технологии;
 - независимость производства от времени года;
- повышенные гигиеничность, безопасность и стойкость в хранении, ставшие возможными за счет применения современных пищевых добавок и упаковок.

Производство пресервов является важным направлением современной технологии обработки рыбы. Одним из путей расширения ассортимента данного вида продукции является производство формованных пресервов. Формованные рыбные пресервы открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья, относительно недорогие по сравнению с другими видами рыбной продукции, позволяют одновременно расширить ассортимент и создать продукты с учетом органолептических предпочтений потребителей.

По своему физиологическому строению рыба является костистым сырьем. Современные технологии производства продуктов питания из рыбного сырья предусматривают его максимальную разделку, однако мелкие кости, содержащиеся в мышечной ткани, извлечь полностью не представляется возможным. Содержание мелких костей является недостатком многих видов продукции, вырабатываемой из рыбы, например, пресервов. Для некоторых групп потребителей, таких как дети, люди пожилого возраста, наличие костей в рыбной продукции является нежелательным. Поэтому технология производства рыбной продукции на основе измельченной мышечной ткани рыбы приобретает все большую популярность. В процессе тонкого измельчения мелкие кости, содержащиеся в мышечной ткани рыбы, не ощущаются при употреблении продуктов на основе фарша.

Формованные рыбные пресервы открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья. Формованная продукция – относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных продуктов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками.

В технологии формованных рыбных пресервов к измельченному мясу добавляются различные компоненты, изменяющие в требуемом направлении реологические свойства, вкус и запах продукта. При сочетании белков мышечной ткани рыбы с морковью, сыром, сливочным маслом и др. можно получить поликомпонентные продукты, сбалансированные по углеводному и белковому составу.

Росту выпуска формованных изделий из гидробионтов также способствует возможность использования для их производства рыб с механическими повреждениями и пищевых отходов от разделки рыбы, что делает технологию обработки сырья малоотходной и позволяет вырабатывать дополнительно ценную пищевую продукцию.

Одним из возможных путей расширения ассортимента пресервной продукции является производство нового вида — формованных комбинированных пресервов. **Формованные комбинированные пресервы** —

продукция, состоящая из сформованного соленого рыбного фарша, внутри которого находится начинка из комбинации сырья животного и растительного происхождения, погруженного в жидкую часть — соус или заливку, в плотно укупоренной потребительской таре, подлежащая холодильному хранению в диапазоне температур от 0 до минус 4 °C.

Формованные пресервы- это:

- пресервы заданной формы и размеров, приготовленные из рыбного филе или фарша с различными добавками;
- изделия, полученные путем придания смеси на основе рыбного фарша определенной формы и структуры.

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1. Сельдь атлантическая, балтийская килька, семга, желатин, соль.
- 2. Разделочные доски, ножи, мясорубка, емкости для сырья и отходов от разделки, весы технические, штангенциркуль, электронный термометр.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 1-2 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем. Работа выполняется в следующей последовательности:

1. Приготовить образцы из рыбных фаршей сельди, балтийской кильки и семги с добавлением 4 %-ной массовой доли хлористого натрия и 0; 2,5; 5; 7,5 %-ной массовой доли желатина в готовых образцах.

Приготовить модельные образцы из расчета:

1 группа: из сельди атлантической;

2 группа: из балтийской кильки;

3 группа: из семги.

Рецептура формованных рыбных фаршей представлена в таблице:

	% от общей массы						
Наименование компонента		№ рецептуры					
	1	2	3	4			
Рыбный фарш	96	93,5	91	88,5			
Желатин	_	2,5	5	7,5			
Соль	4	4	4	4			
Итого:	100	100	100	100			

Для приготовления рыбного фарша дефростированную рыбу помыть и разделать на филе. Затем филе измельчить в мясорубке 2 раза для получения однородной консистенции. В готовый фарш добавить соль в соответствии с рецептурой и тщательно перемешать.

Желатин предварительно замочить в воде в соотношении 1:2 в течение 5–10 мин для набухания, затем подогреть до температуры 40–45 °C. Приготовленный таким образом раствор желатина смешать в различном соотношении с рыбным фаршем.

2. Исследовать влияние студнеобразователя желатина на водоудерживающую способность формованных рыбных фаршей и ПНС в процессе хранения. ВУС и ПНС определить в фаршах сразу после приготовления, затем оставить фарши в холодильнике при температуре 0-4 °C. Следующие два измерения этих показателей провести через 1 ч, 1,5 ч и 2 ч.

Водоудерживающая способность. Навеску фарша массой 0,3 г (взвешенную с погрешностью не более 0,01 г) поместить на предварительно взвешенный полиэтиленовый кружок и перенести последний на кружок фильтровальной миллиметровой бумаги, положенный на стеклянную или плексигласовую пластинку (круг) так, чтобы навеска фарша лежала на фильтровальной бумаге. Сверху полиэтиленовый кружок закрыть стеклянной или плексигласовой пластинкой (кругом), на которую поставить груз (гирю) массой 1 кг. Продолжительность прессования 10 мин. По окончании прессования фильтр необходимо освободить от навески, очертить карандашом контур пятна вокруг прессованного мяса и контур общего пятна – по границе распространения воды. Площадь влажного пятна найти по разности между площадью общего пятна и площадью пятна, образуемого спрессованной массой.

Водоудерживающую способность исследуемого продукта (W_{c1}) в процентах вычисляют по формуле:

$$W_{c1} = \frac{(m_1 - 0,0084 \cdot S)}{m} \cdot 100, \tag{9}$$

где m — масса навески исследуемого образца, Γ ; m_1 — массовая доля воды в навеске, Γ ; S — площадь «влажного» пятна, cm^2 ; 0,0084 — количество воды в 1 cm^2 «влажного» пятна, Γ .

Предельное напряжение сдвига. ПНС смесей фаршей определить с помощью пенетрометра ППМ 3 (рисунок 13).

Величину ПНС определить по формуле (7) в соответствии с методикой, приведенной в лабораторной работе №5.

Заполнить таблицу:

	Величина деформации фарша в зависимости от							
Время погружения, с	времени погружения, мм							
	1	2	3	4				
0								
30								
60								
90								

120		
150		
180		
ПНС, Па		

Результаты всех измерений занести в таблицу:

	Ф	ОН	Хранение 1 ч		Хранени	ие 1,5 ч	Хранение 2 ч	
№ рецептуры	ВУС,	ПНС,	ВУС,	ПНС,	ВУС, %	ПНС,	ВУС,	ПНС,
	%	Па	%	Па	DYC , %	Па	%	Па
1								
2								
3								
4								

3. Провести органолептическую оценку внешнего вида и консистенции фаршей. Построить кривую изменения характеристик ВУС и ПНС в течение хранения. Сделать вывод о влиянии структурообразователя желатина на консистенцию и прочность фарша.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Дайте определение пищевым продуктам сложного состава из гидробионтов.
- 2. Какие преимущества дает производство комбинированных продуктов сложного состава?
- 3. Дайте определение понятия «формованные комбинированные пресервы».
- 4. Опишите технологию производства формованных комбинированных пресервов.
 - 5. В чем преимущества формованной рыбной продукции?

Лабораторная работа № 8 ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Цель: получение практических умений и навыков по работе на современных реологических приборах

Задание:

- 1. Законспектировать теоретический материал и письменно ответить на вопросы для самоконтроля.
 - 2. Приготовить модельные образцы фарша с добавлением муки.
- 3. Изучить техническую документацию приборов: текстурометр Brookfield CT-3 и вискозиметр DV-III+ Pro.
 - 4. Провести исследование реологических свойств фаршей на приборах.
- 5. Проанализировать полученные данные и сделать выводы о прочности, адгезионной способности и вязкости фаршей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При научно обоснованном планировании реологических исследований в реологии пищевых сред большое значение имеет общий обзор и классификация приборов и методов реометрии, чтобы выбрать наиболее подходящие для решения поставленных практических задач. Современные производства мясной, рыбной, молочной и других отраслей пищевой промышленности, включающие в себя проведение множества различных технологических процессов, требуют применения приборов для измерения свойств сырья на этапах его поступления и переработки с целью контроля, регулирования и управления показателями сырья и готовой продукции.

Знание структурно-механических свойств сырья и полуфабрикатов необходимо для создания новых конструкций машин и аппаратов, выбора рациональных режимов работы оборудования и оптимальных технологических схем производства, использования их в качестве контролируемых параметров при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами при непрерывном контроле качества продукции.

Знание реологии необходимо в таких технологических процессах, как измельчение и перемешивание пищевых масс, прессование, формование и т. д.

Важнейшие реологические характеристики пищевых материалов – предельное напряжение сдвига, вязкость и адгезионно-когезионная прочность (адгезия), знание которых позволяет рассчитать процессы течения пищевых

масс в рабочих органах машин, судить о степени отклонения реологических свойств от оптимальных значений.

Под напряжением сдвига понимают сопротивление тела действию касательной составляющей приложенной силы. Напряжение сдвига равно отношению этой силы к поверхности сдвига. Минимальная сила, необходимая осуществления сдвига (перемещение слоев на площади величиной определяется предельного напряжения сдвига. всестороннем равномерном давлении изменяется только объем тела, а форма остается неизменной, то при сдвиге изменяется форма тела при постоянном объеме.

Если деформации изменяются во времени, то они характеризуются скоростью деформации (например, скоростью деформации сдвига).

Вязкость — способность жидкости оказывать сопротивление перемещению одной ее части относительно другой под действием внешней силы. Величина, обратная вязкости, называется **текучестью**. Вязкость зависит от температуры, давления, влажности или жирности, концентрации, степени дисперсности и т. п. Различают вязкость эффективную и пластическую.

Пластичность – способность тела сопротивляться изменению формы под действием внешних воздействий.

Эластичность — свойство тел восстанавливать форму или объем постепенно в течение некоторого времени.

Адгезия (от лат. adhesio – прилипание) – это сцепление разнородных тел, соприкасающихся своими поверхностями. Она относится к поверхностным свойствам пищевых продуктов, играет важную роль в различных технологических процессах, где существует контакт между продуктом и поверхностью обрабатывающей машины, и, как правило, нежелательна. На адгезию пищевых масс оказывают влияние свойства используемого сырья и особенности технологии. Например, адгезия дрожжевого теста зависит от способа приготовления (опарное, безопарное, сорт муки, количество дрожжей, добавки ПАВ и др.).

С понятием адгезии тесно связано понятие когезии. Когезия означает связи внутри данного тела. Соотношение адгезии и когезии в значительной степени определяет условие после удаления структурированных пищевых масс (тесто, фарши и др.) при нарушении их контакта с твердой поверхностью.

В большинстве случаев силы адгезии превышают силы когезии, и отрыв от поверхности субстрата происходит полностью или частично в объеме адгезива. В этом случае отрываемая поверхность полностью или частично оказывается покрытой адгезивом, а вид отрыва называют когезионным или смешанным. Например, для мучного теста это означает прилипание части теста к внутренней поверхности различных емкостей, к деталям технологического

оборудования. Повышенная по сравнению с когезией адгезия теста приводит к потерям пищевого сырья и снижению производительности оборудования. На величину адгезии оказывают влияние различные факторы: влажность продукта, площадь, давление и продолжительность контакта с поверхностью, вид поверхности, скорость отрыва и др.

Для определения реологических параметров материала и показателей консистенции применяют множество методов и приборов (реометров), которые различаются по области применения, виду измеряемой величины, принципам нагружения, степени автоматизации и другим признакам.

Классификация реометров (по Ю. А. Мачихину, 1990) представлена в таблице:

Реометры	Вид нагружения (течения)	Измеряемая величина	Область применения			
Вискозиметры:		-	1			
капиллярные	Одномерное сдвиговое течение		Фруктовые и овощные соки, молоко, кефир,			
ротационные	То же		сливки, растительное масло, сиропы, творог,			
шариковые	Течение Стокса	Реологические				
колебательные	Одномерное и двумерное сдвиговое течение	характеристики	мясной и рыбный фарш, пасты, конфетные массы, тесто			
Пенетрометры:	Многомерное пенетрационное течение	Предельное напряжение сдвига, параметры текстуры	Твердые жиры, желе, тесто, мякиш хлеба, фрукты, овощи, сыр, колбаса, мясо, шоколад			
Компрессионные	Сжатие образца	Предел прочности при сжатии, объемная вязкость, параметры текстуры	Твердообразные пищевые продукты			
Универсальные типа «Инстрон»	Растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг и другие простейшие виды нагружения исследуемого продукта	Прочностные характеристики, параметры текстуры	То же			
Трибометры	Сдвиг	Фрикционные характеристики	»			
Адгезиометры	Отрыв контактирующего элемента от поверхности исследуемого материала	Адгезионные характеристики	»			

Разработка приборов И методик ДЛЯ определения объективного показателя консистенции пищевых продуктов является одной из важнейших в области методологии современных средств производственного контроля и оценки качества готовой продукции. Многообразие пищевых сред и их структурно-механических свойств порождает многообразие измерительных большинство ИЗ которых не является универсальными предназначено для выполнения анализа отдельных групп продуктов или определенной разновидности сырья.

На сегодняшний день определенной степенью универсальности обладают ротационные вискозиметры и пенетрометры различных конструкций. Однако если первые достаточно обширно представлены на рынке реологических измерительных приборов для пищевой промышленности, то вторые на сегодняшний день представлены крайне ограниченно: в доступности лишь приборы для нефтебитумов и грунтов, а для пищевых сред в свободной продаже лишь ручные пенетрометры для контроля степени зрелости плодов и овощей. Для решения конкретных исследовательских задач используются, как правило, конструкции, разработанные отдельными учёными и существующие в единичном экземпляре отдельно либо В **ВЗЯТЫХ** исследовательских производственных лабораториях. Ещё не так давно считалось, универсальные пенетрометры типа ПМДП И $\Pi\Pi M-4$ выпускаются мелкосерийными партиями и доступны на рынке, однако сегодня при желании приобрести данные измерительные устройства мы уже не обнаружим явных коммерческих предложений.

Альтернативные предложения на сегодняшний день – реометры, и здесь имеется ввиду не принятое в научной и учебной литературе понятие измерительного оборудования реометрии в целом, а уже ставшее устойчивым коммерческое название. Измерительные узлы их сконструированы по принципу «пластина – пластина», «конус – пластина», коаксиальные цилиндры либо лопасти. Позиционируются они на рынке как «приборы для сложного реологического анализа» и по факту являются приборами, работающими в режимах управления скоростью сдвига и/или управления напряжением сдвига (крутящим моментом).

Компании Stable Micro System (Великобритания) и Brookfield Engineering Laboratories (США) представляют в настоящий момент на российском рынке свои модели анализаторов текстуры.

Текстурометры Brookfield CT3 (рисунок 15) позволяют определить широкий спектр реологических характеристик пищевых продуктов, однако сделанные их посредством измерения не являются привязанными к академическим понятиям реологии пищевых сред. Так, например, перечень величин, определяемых на анализаторе текстуры Brookfield CT3, следующий:

работа величина деформации, деформации, твёрдость, упругость, разжёвываемость, время релаксации, величина адгезии, напряжение (в т. ч. предельное), величина когезии и т. д. Принцип работы анализатора текстуры СТЗ заключается в том, что образец подвергается действию контролируемых сил при сжатии с использованием зонда или при растяжении с использованием зажимных приспособлений. Сопротивление материала этим силам измеряется с помощью калиброванного динамометрического датчика и отображается в граммах или ньютонах. Эти силы являются функцией свойств образца и параметров метода испытания. Предусмотрен один режим калибровки и шесть режимов испытания с широкой вариативностью задаваемых начальных условий.



Рисунок 15 – Общий вид анализатора текстуры СТЗ

Для исследования систем с низкой вязкостью (соки, молоко, растительное масло и др.) используют вискозиметры (рисунок 16).



Рисунок 16 – Общий вид Вискозиметра DV-III+ Pro

МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Материалы и оборудование:

- 1. Мука (пшеничная, ржаная), филе куриное, свинина, говядина, рыба.
- 2. Текстурометр Brookfield CT-3, Вискозиметр DV-III+ Pro, стеклянные стаканы, пластиковая тара.

Методические указания по выполнению работы:

Работа выполняется группами по 2-3 человека в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем.

Работа выполняется в следующей последовательности:

- 1. Измельчить мышечную ткань на мясорубке с диаметром решетки d = 3-5 мм. Поместить фарш в емкость для перемешивания.
 - 2. Добавить в полученный фарш муку из расчета:
 - 1 группа контрольный образец без муки;
 - 2 группа пшеничная мука;
 - 3 группа ржаная мука.
- 3. Тщательно перемешать фарш с мукой и выдержать его в течение 15 мин при температуре 20 °C для равномерного распределения по всему объему фарша.
- 4. Полученный фарш поместить в подготовленную тару, выровнять и сгладить поверхность, при необходимости убрать излишки.
- 5. Получить данные о прочностных характеристиках фарша на текстурометре Brookfield CT-3.

Принцип действия анализатора основан на преобразовании датчиком нагрузки, приложенной к испытываемому образцу, в аналоговый электрический сигнал, изменяющийся пропорционально этой нагрузке. Приложенная нагрузка, создаваемая анализатором, деформирует испытуемый образец, при этом производится измерение значения величины этой нагрузки.

Анализаторы содержат два измерительных канала: канал измерения нагрузки, включающий в себя силоизмерительный тензометрический датчик, и канал измерения перемещения подвижной траверсы, включающий в себя датчик перемещения. Электрические сигналы от датчиков подаются на блок аналогово-цифрового преобразователя, аналоговый где сигнал преобразовывается в цифровой код, который передается в микропроцессорный размещенный В корпусе анализатора. Далее измерительная информация выводится на дисплей панели управления анализаторов.

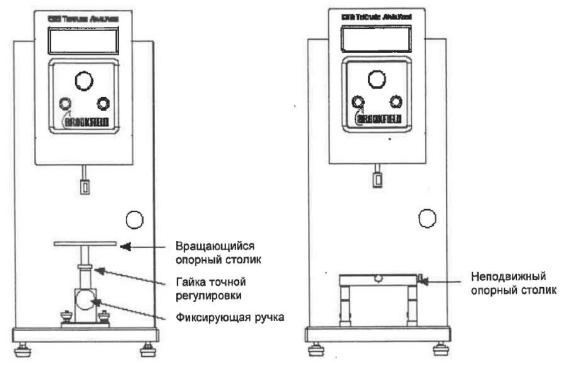


Рисунок 17 – Текстурометр Brookfield CT-3

Для этого на опорный столик поместите образец фарша в пластиковой таре. Отрегулируйте высоту столика, чтобы поверхность образца находилась на расстоянии 5 мм от индентора. Установите режим испытания Compression, пороговое значение 0,05 N, и скорость погружения индентора – 2 мм/с, глубина погружения рассчитывается из расчета 75 % от глубины тары. После установки значений нажмите Start и дождитесь конца измерения.

Запишите все результаты испытания и получите выданный программой график. Заполните таблицу.

Чтобы найти абсолютную погрешность, следует воспользоваться формулой:

$$\Delta = |\mathbf{x} - \mathbf{x}_0|,\tag{11}$$

где Δ — абсолютная погрешность; х — приближённое (практическое) значение измеряемой величины; х $_0$ — точное (истинное/теоретическое) значение измеряемой величины. Абсолютная погрешность имеет ту же единицу измерения, что и измеряемая величина.

Относительной погрешностью называют отношение абсолютной погрешности числа к самому этому числу.

$$\varepsilon = (\Delta/x) * 100\%. \tag{12}$$

Относительная погрешность не должна превышать 5 %.

Предельное напряжение сдвига высчитать по формуле (7).

Внести данные в таблицу:

				·¬) ·				
	Нагрузка, кг			Средняя	Абсолютная	Относительная	ПНС,	
Образец	1	2	3	нагрузка, кг	погрешность, Δ	погрешность, є	Па	

№ 1 –				
контроль				
№ 2				
№ 3				

Проанализируйте данный график и сделайте вывод о прочностных свойствах фаршей.

6. Получить данные о показателях вязкости фарша на вискозиметре DV-III+Pro.

Вискозиметр Brookfield DV-III+Pro измеряет крутящий момент, возникающий при вращении погружаемого элемента (шпинделя) в объект. Шпиндель приводится в движение двигателем через калиброванную пружину, степень деформации пружины указывается индикатором на шкале (или выводится на дисплей). Широкий диапазон измерения достигается за счет многоскоростной трансмиссии и взаимозаменяемых шпинделей.

Для данной вязкости гидравлическое сопротивление (выражающееся в угле поворота пружины) пропорционально скорости вращения шпинделя и зависит от его геометрии (формы и размера). Гидравлическое сопротивление возрастает при увеличении размера шпинделя и/или при увеличении скорости вращения. Таким образом, при данной скорости вращения и геометрии шпинделя увеличение вязкости приводит к увеличению угла поворота пружины.

Структурная схема вискозиметра представлена на рисунке 18.

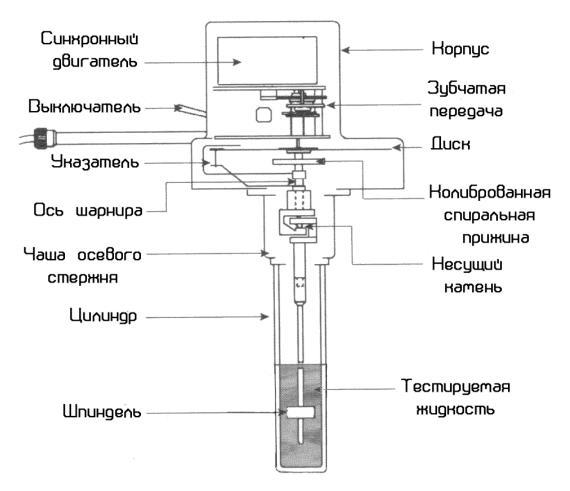


Рисунок 18 – Вискозиметра DV-III+ Pro

Подготовленные образцы фарша в стеклянной таре поместить на опорную поверхность прибора. Ввести выбранный шпиндель и закрепить его в вискозиметре. Провести измерение вязкости продукта в соответствии с программной методикой. Получить результаты в виде Excel файла. Используемый метод позволяет получить зависимость вязкости от скорости и времени.

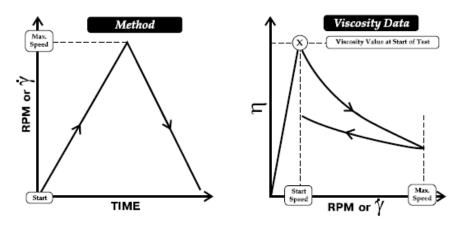


Рисунок 19 – Пример полученных графиков на вискозиметре

Проанализируйте данные, полученные в Excel файле, и заполните

таблицу:

	Образец № 1 –	Контј	оль	Образец № 2			Образец № 3		
Скорость	Вязкость, мПа·с	Δ	3	Вязкость, мПа·с	Δ	ε	Вязкость, мПа·с	Δ	ε
60									
90									
120									
150									
180									
150									
120									
90									
60									

На основании этих данных постройте график зависимости вязкости от скорости вращения шпинделя. Сделайте вывод о вязкости образцов фаршей.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Перечислите важнейшие реологические характеристики пищевых продуктов.
 - 2. Дайте определение понятий «адгезия» и «когезия».
 - 3. Какие существуют виды вискозиметров?
 - 4. В какой области применяют пенетрометры?
 - 5. Опишите принцип действия текстурометра Brookfield CT-3.
 - 6. Опишите принцип действия вискозиметра DV-III+Pro.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Азаров, Б. М. Инженерная реология пищевых производств / Б. М. Азаров, В. А. Арет. Москва, 2016. 114 с.
- 2. Альшевский, Д. Л. Технология замороженных полуфабрикатов из водных биологических ресурсов: моногр. / Д. Л. Альшевский [и др.]. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. 188 с.
- 3. Вышемирский, Ф. А. Маслоделие в России / Ф. А. Вышемирский. Углич: ОАО "Рыбинский Дом печати", 2016. 589 с.
- 4. Горбатов, А. В. Реология мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. Москва: Пищевая промышленность, 2015. 383 с.
- 5. Горбатов, А. В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 2015. 296 с.
- 6. Крусь, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. М. Шаныгина, З. В. Волокитина. Москва: Колос, 2014. 368 с.
- Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 2015. 216 с.
- 7. Мачихин, Ю. А. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / Ю. А. Мачихин. Москва: Агропромиздат, 2016. 271 с.
- 8. Мачихин, Ю. А. Формование пищевых масс / Ю. А. Мачихин, Ю. К. Берман, Ю. В. Клаповский. Москва: Колос, 2016. 272 с.
- 9. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / под ред. Ю. А. Мачихина. Москва: Агропромиздат, 2015. 271 с.
- 10. Рогов, И. А., Горбатов А. Е. Физические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов, А. Е. Горбатов. Москва: Пищевая промышленность, 2014.-584 с.

Учебное издание

Дмитрий Леонидович Альшевский Фаина Сергеевна Карнеева Юлия Николаевна Коржавина

РЕОМЕТРИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ

Редактор Э. С. Круглова

Подписано в печать .09.2023 г. Формат 60х84 (1/16). Уч.-изд. л. 5,1. Печ. л. 4,6 Тираж 31 экз. Заказ №

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет». 236022, Калининград, Советский проспект, 1