

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ ФГБОУ ВО КЕ-  
МЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШ-  
ЛЕННОСТИ (УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра «Технология жиров, биохимия и микробиология»

Направление 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»  
(профиль «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических  
продуктов»)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации бакалавр

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН СОСНЫ КЕДРОВОЙ  
СИБИРСКОЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРЕССОВОГО МАСЛА

Разработал: ст.гр.РС-421 Верёвкин И.О.

Руководитель: к.т.н., доц Долголюк И.В.

Кемерово, 2016



Пояснительная записка к дипломной работе на тему «Изучение влияния подготовки семян сосны кедровой сибирской на показатели качества прессового масла».

В пояснительной записке приведен литературный обзор, в котором охарактеризовано сырье (семена сосны кедровой сибирской), получаемые из него продукты – кедровое масло и кедровый жмых и отходы производства (семенная и плодовая оболочки и обрубленные шишки). Рассмотрены основные направления использования семян сосны кедровой сибирской в качестве источника биологически активных ингредиентов для создания функциональных продуктов питания.

В разделе «Методология» приведены схема и методы исследований.

В разделе «Результаты исследований» представлены изученные свойства исходного сырья для получения кедрового масла; исследования измельченного материала – мятки и мезги, обработанной в поле волн СВЧ; результаты определения показателей окислительной порчи и органолептических показателей прессового масла, полученного из мятки и мезги, а также органолептические показатели кедрового жмыха. Представлена технология получения кедрового масла методом однократного прессования.

Рисунков	10
Таблиц	44
Библиография	52 наименования

## СОДЕРЖАНИЕ

		стр.
Аннотация.....		3
Содержание.....		4
Введение.....		6
1	ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	7
1.1	Характеристика культуры.....	7
1.2	Характеристика семян и ядра сосны кедровой сибирской (СКС)	10
1.3	Характеристика и применение продуктов переработки семян СКС	16
1.3.1	Характеристика и применение кедрового масла.....	16
1.3.2	Характеристика и применение кедрового жмыха.....	19
1.3.2.1	Характеристика кедровой муки обезжиренной (КМО).....	24
1.4	Характеристика и применение отходов при переработке семян СКС	27
1.4.1	Характеристика и применение плодовой оболочки.....	27
1.4.2	Характеристика и применение околоплодной плёнки.....	29
1.4.3	Характеристика и применение обрушенных шишек.....	31
1.5	Заключение по обзору литературы.....	31
2	МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ.....	33
2.1	Организация проведения исследований.....	33
2.2	Методы исследования.....	35
2.2.1	Методы исследования исходного сырья.....	35
2.2.1.1	Методы исследования семян.....	35
2.2.1.2	Методы исследования ядер семян.....	37
2.2.2	Методы исследования мятки и мезги.....	38
2.2.3	Методы исследования масла.....	39
2.2.4	Методы исследования жмыха.....	39

					ЖТЦ 00.00.000. ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Верёвкин И.О.			ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИР- СКОЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРЕССОВОГО МАСЛА	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Долголюк И.В.					4	75
Консульт.		Долголюк И.В.				КемТИПП гр. РС - 421		
Н. Контр.		Старовойтова						
Зав каф.		Терещук Л.В.						

3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
3.1	Результаты исследования исходного сырья.....	40
3.1.1	Результаты исследования семян СКС.....	40
3.1.2	Результаты исследования ядер СКС.....	41
3.2	Разработка технологии переработки СКС.....	44
3.2.1	Сравнение способов подготовки материала к прессованию.....	44
3.2.2	Получение и исследование мятки и мезги.....	47
3.2.3	Получение и исследование масла.....	50
3.2.4	Результаты исследования жмыха.....	53
3.3	Процессуальная схема производства кедрового масла.....	54
3.4	Описание технологических операций и выбор оборудования.....	55
3.4.1	Очистка ореха от сорных примесей в сепараторах .....	55
3.4.2	Обрушивание ореха и отделение шелухи от ядра.....	57
3.4.3	Однократное холодное прессование ядра.....	59
3.4.4	Первичная очистка масла.....	60
3.5	Описание технологической схемы.....	63
	ВЫВОДЫ.....	64
	Список использованной литературы.....	66
	Приложение А – Состав и свойства исходного сырья. Таблицы.....	71
	Приложение Б – Характеристика режимов обработки материала. Таблица	72
	Приложение В – Результаты исследований мятки и мезги. Таблицы.....	73
	Приложение Г – Результаты исследования масла и жмыха. Таблицы.....	74
	Приложение Д – Подготовительно-прессовый цех. Технологическая схема	75

## **Введение**

Масложировая отрасль – это одна из основных пищевых отраслей пищевой промышленности, которая определяет продовольственную безопасность страны.

Ассортимент выпускаемой продукции предприятиями масложировой промышленности очень велик. Сюда входят растительные масла самых различных культур, майонезы и майонезные соусы, спреды и маргарины, купажированные масла, жиры топленые, мыла, глицерин, жирные кислоты, фосфотидный концентрат, выступающий в роли эмульгатора и другие продукты.

Наряду с масличными культурами, масложировая промышленность занимается переработкой и орехоплодных культур.

Одним из перспективных видов нетрадиционного пищевого сырья являются семена сосны кедровой сибирской (кедровые орехи). Высокое содержание в ядрах кедровых орехов липидов, витаминов группы В и Е, минеральных веществ требует применения новых эффективных технологий переработки семян сосны кедровой сибирской [37].

До настоящего времени кедровые орехи остаются недостаточно востребованным сырьём в пищевой промышленности, ввиду ограниченности сведений об их технологическом потенциале и характере взаимодействия с компонентами обогащаемого ими продукта.

Сосна кедровая сибирская – это уникальная культура, имеющая в своём составе много ценных веществ, как в биологическом, так и в технологическом плане, особенно ценным считается кедровое масло.

Кедровое масло имеет ценный состав и для сохранения как можно большего количества полезных веществ, целесообразно осуществлять добычу кедрового масла из семян способом «холодного» прессования. Однако, из-за особенностей семян СКС (содержание ядра приблизительно 50%), выход масла незначителен. В связи с этим возникает необходимость исследовать факторы, влияющие на качество масла и степень его извлечения из материала.

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Характеристика культуры

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* R. Mayur Du Tour) широко известна под названием кедр сибирский [22].

Сибирский кедр — это вечнозелёное дерево 20-25 м высотой. Отличается густой, часто многовершинной кроной с толстыми сучьями. Ствол прямой, ровный буро-серый, у старых деревьев образует трещиноватую чешуйчатую кору. Побеги последнего года коричневые, покрыты длинными рыжими волосками [49].

Хвоя на укороченных побегах тёмно-зелёная с сизым налётом, длиной 6—14 см, мягкая, в разрезе трёхгранная, слегка зазубренная, растёт пучками, по пять хвоинок в пучке [16].

Корневая система состоит из короткого стержневого корня, от которого отходят боковые корни. Боковые корни оканчиваются мелкими корневыми волосками, на концах которых развивается микориза [49].

Вегетационный период составляет 40 – 45 дней в году, вследствие этого сосну сибирскую относят к медленно растущим породам. Дерево теневыносливое [49].

Сибирский кедр — однодомное, раздельнополое растение, то есть мужские и женские шишечки располагаются на одном дереве. Опыление происходит при помощи ветра. Мужские шишки собраны у основания удлинённых побегов, женские образуются на концах ростовых побегов, когда последние заканчивают свой рост, возле верхушечной почки. Почки конические, постепенно сужающиеся, 6—10 мм длины, не смолистые; почечные чешуи длинно и постепенно заострённые, ланцетные [49].

Вегетативные и репродуктивные органы СКС не повреждаются низкими зимними температурами. Но цветки и перезимовавшие женские шишки чувствительны к температуре и влажности воздуха, не переносят заморозков, засух, длительных дождей, сопровождающихся похолоданием, которые существенно снижают или вовсе уничтожают урожаи семян [36].

Цветки пыльниковые, в колосках фиолетово-красного цвета. Количество пыльцы достигает 130 кг на гектар, что по массе почти равно урожаю семян. Пыльца имеет воздушные мешки, поэтому легко разлетается на значительные расстояния. Обилие легко переносимой ветром пыльцы в сочетании с обособленным размещением в кроне мужских колосков и женских шишечек, и неодновременность их созревания на одном дереве способствует широкому перекрёстному опылению и образованию семян с большим разнообразием наследственных свойств [22,27,33].

Созревшие шишки у разных деревьев могут иметь разную форму: яйцевидную, удлинённо-яйцевидную, цилиндрическую или конусовидную. Длина шишек от 6 до 13 см, диаметр у основания от 5 до 8 см. Окраска шишек изменяется в процессе их развития. В спелом состоянии они становятся светло-бурыми. Каждая шишка содержит от 30 до 150 семян - кедровых «орешков»[33].

Плодоносить дерево начинает на открытых местах с 15-40-летнего возраста, а в густом лесу с 50-60 лет, одиночные шишки могут появляться и раньше. Обильное семеношение продолжается от 160 до 260 лет, после чего постепенно затухает. В среднем за десятилетие, включая и неурожайные годы, кедровники дают от 40 до 180 кг/га семян в год. Урожайи в 200-250 кг/га считаются хорошими, 100 кг/га – средними, менее 50 кг/га – плохими. На ветках сосны кедровой сибирской образуется по 1-5 шишек, иногда 10. В урожайные годы на дереве бывает до 80-100 шишек, очень редко до 140. Но обычно не более 15-30 шишек на одно дерево. [22,27,33].

Ареал сосны кедровой сибирской занимает значительную территорию, отдельные районы которой имеют не одинаковые климатические и другие условия произрастания. В разных климатических зонах растут деревья не похожие друг на друга. Они различаются по строению кроны, окраске и структуре коры, форме и окраске шишек, цвету и размерам орехов, срокам и ритмам вегетации, длине и цвету хвои [27,33].



Область распространения сосны кедровой сибирской охватывает таёжные территории северо-востока Европейской части страны, Урал, Западную и Восточную Сибирь, а также горы Северной Монголии [14,22,25,27].

На территории Западной Сибири кедровые леса размещены не равномерно. Основные площади кедровых лесов сосредоточены в Тюменской и Томской областях. Много горных кедровых лесов в Алтайском крае. В Омской, Кемеровской и Новосибирской областях кедр сибирский произрастает в северной части их территории отдельными разрозненными участками среди сфагновых болот, мелколиственных и хвойных лесов [22,28,33].

Размеры урожая зависят от многих факторов, прежде всего, от возраста древостоя, его состава, полноты, типа леса, климатических и почвенных условий и генетических особенностей деревьев. Урожай кедровых орехов в различных насаждениях существенно отличается. В припосёлковых кедровниках, где вырубка других пород деревьев создаёт лучшие условия освещения и корневого питания, потенциальные возможности плодоношения используются полно и сбор орехов в урожайные годы колеблется от 400-650 кг с одного гектара леса, а на отдельных участках урожайи доходят до тысячи килограммов с одного гектара. В таёжных насаждениях собирают от 10 до 250 кг с одного гектара [22,27,33].

На Дальнем Востоке 2,8 млн гектар кедровых лесов. Урожайность – до 500 кг/га, суммарная средняя продуктивность кедрочей составляет 30-60 тыс. т ореха в год. При этом фактическое мировое производство кедрового ореха оценивается примерно в 70-75 тыс. т. Из них на мировой рынок из России поступает около 30 тыс. т кедровых орехов. Это более 40% мирового рынка [15].

Повторяемость хороших урожаев семян кедра сибирского в Западной Сибири определяется в северной части лесной зоны через 8-10 лет, в южной зоне – через 5-6; в подпоясе черневой тайги через 9-10 лет [22]. Особенно часто хорошие урожаи семян сосны кедровой сибирской отмечаются в черневой и среднегорной тайге Алтая, Саян, Горной Шории [21,22,33].

## 1.2 Характеристика семян и ядра сосны кедровой сибирской (СКС)

Семена сосны кедровой сибирской представляют собой бескрылые, коричневого цвета, разных оттенков орешки, имеющих различную форму (круглая, удлинённая, яйцевидная и др.). Орешки имеют толстую твёрдую роговидную внешнюю плодовую оболочку (скорлупу или лузгу) и тонкую внутреннюю оболочку (плёнку), которая окружает белое маслянистое ядро, внутри которого находится зародыш и эндосперм [36,41].

Физико-механические свойства семян и семенной массы сосны кедровой сибирской, определяющие их технологическое качество, представлены в таблице 1.1 [31,41,49,51].

Таблица 1.1 - Физико-механические свойства семян и семенной массы сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Значение
Влажность, %	5,10 – 9,80
Абсолютная масса 1000 штук семян, г	206,00 – 282,00
Содержание ядра, %	29,40 – 48,20
Содержание скорлупы, %	51,80 – 70,60
Содержание плёнки, %	1,00 – 1,50
Пустых семян по массе, %	0,30 – 5,70
Содержание жирного масла, %	
- в семенах	26,10 – 27,90
- в ядре	52,50 – 66,10
- в оболочке	1,00 – 1,20
Размер семян:	
- длина, мм	10,00 – 14,00
- ширина, мм	6,00 – 10,00
- толщина, мм	4,20 – 8,50
- толщина скорлупы, мм	0,45 – 0,66
Масса 1 м <sup>3</sup> семян, кг	510,00 – 532,00
Объём 1 т семян, м <sup>3</sup>	1,87 – 2,00
Истинный объём 1 т, м <sup>3</sup>	1,14 – 1,20
Скважистость, %	38,6 – 42,8
Обеспеченность семян воздухом, м <sup>3</sup> /т	0,70 – 0,83
Относительная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,83 – 0,88
Угол естественного откоса, град.	27 – 35

Естественный иммунитет семян сосны кедровой сибирской к микробному заражению, обусловлен наличием плотной плодовой и семенной оболочек, и присутствием в них бактерицидных веществ (терпенов, смол, дубильных веществ и др.) [35].

Семена сосны кедровой сибирской (кедровые орехи) содержат в своём составе исключительно ценные в пищевом отношении вещества – жиры с высоким содержанием ПНЖК, белки с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, растворимые и нерастворимые углеводы, минеральные вещества (фосфор, магний, железо, цинк, йод), витамины группы В и токоферолы [36].

Химический состав кедровых орехов представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Химический состав семян сосны кедровой сибирской [31,41]

Объект	Содержание веществ, %						
	Липиды	Белок Nх6,25	Целлюлоза	Пентозаны	Крахмал	Зола	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> фосфатидов
Орехи	27,90	8,40	39,00	13,6	5,5	1,5	0,046 - 0,059
Ядра	59,90	16,6-20,40	2,20	2,1	12,4	2,3	-
Ядра [15]	60,1-70,9	16,3-19,4	6,5-21,5			2,1-3,8	-

Калорийность ядер кедровых орехов составляет в среднем 678,9 ккал [36].

Белки ядер кедровых орехов представлены запасными протеинами, что определяет их физико-химические свойства и способность растворяться в воде, растворах солей и щелочей. Качественный и количественный фракционный состав белков определяет с одной стороны питательную ценность, с другой – функциональные свойства [36].

Характеристика белков семян сосны кедровой сибирской представлена в таблице 1.3 [31,36].

Таблица 1.3 - Характеристика белкового комплекса семян СКС

Наименование показателя	Значение
Фракционный состав белков, % к общему протеину:	
растворимые белки:	
- в воде	16,2
- в 10%-ном водном растворе NaCl	15,3
- в 0,2%-ном растворе NaOH	40,0
нерастворимые белковые вещества	28,5
Содержание азота в %	
- белкового	2,75
- небелкового	0,3
Состав белков в % к общему протеину:	
- альбумины	39
- глобулины	35
- глютелины	19
- проламины	7

Аминокислотный состав белкового комплекса кедровых орехов представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Аминокислоты белков семян сосны кедровой сибирской

Наименование аминокислоты	Значение, % к общему азоту белка [31]	Мг/100 г продукта [24]
Аланин	-	-
Аргинин	18,7 – 21,0	-
Аспарагиновая кислота	-	-
Валин	5,8 – 7,1	-
Гистидин	6,9 – 9,1	-
Глицин	12,7 – 13,7	-
Глутаминовая кислота	-	-
Изолейцин + лейцин	8,9 – 10,2	-
Лизин	8,7 – 12,4	1046 – 1278
Метионин	3,7 – 5,6	-
Оксипролин	-	-
Пролин	0,6 – 1,3	-
Серин	9,1 – 13,1	-
Тирозин	2,7 – 3,7	-
Треонин	-	-
Триптофан	2,5 – 3,4	132 – 192
Фенилаланин	-	-
Цистин	3,6 – 5,1	-

В состав углеводов входят глюкоза, фруктоза, сахароза, другие сахараиды, крахмал, пентозаны, клетчатка. Таким образом, семена сосны кедровой сибир-

ской представляют собой благоприятную среду для роста и развития микроорганизмов, которые в процессе хранения смогут вызвать их порчу [35].

Состав углеводов кедровых орехов представлен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Состав углеводов семян сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Значение [31]
Содержание углеводов, %	
Моносахаридов:	
- глюкозы	2,83*
- фруктозы	0,25*
Олигосахаридов:	
- сахарозы	0,44*
Полисахаридов, не обладающих свойствами сахаров:	
- крахмала	5,5 (12,4*)
- клетчатки	39 (2,2*)
- гемицеллюлозы	13,4 (2,1*)
* - в ядре	

Углеводы ядер кедровых орехов имеют большое пищевое и технологическое значение, определяют органолептическую ценность и усвояемость продукта [36].

Минеральный комплекс ядер кедровых орехов характеризуется наличием важнейших макро- и микроэлементов. Высокое содержание этих элементов благоприятно сказывается на биологической ценности данного вида сырья, представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Минеральный состав ядер семян сосны кедровой сибирской

Наименование элемента	Содержание, % (в перече́те на сухое вещество)	
	[31,36]	[24]
1	2	3
Алюминий	0,0003 – 0,0006	Макроэлементы 1573 - 1955 мг/100 г продукта: - калий 664-748 мг/100 г
Бор	0,00017 – 0,00025	
Железо	0,0020 – 0,0049	
Йод	0,068 – 0,099*	
Калий	0,35 – 0,50	
Кальций	0,035 – 0,060	
Кобальт	0,004 – 0,010*	
Кремний	0,0002 – 0,0004	Микроэлементы 7992 – 10794 мг/100 г продукта:
Магний	0,26 – 0,56	

## Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
Марганец	0,0006 – 0,0011	- железо 2300 – 4200 мг/100 г
Медь	0,0001 – 0,0004	
Молибден	0,01 – 0,02*	
Натрий	0,084 – 0,114	
Никель	0,0009 – 0,0047*	
Свинец	0,003 – 0,006*	
Стронций	0,00025 – 0,00038	
Фосфор	0,43 – 0,72	
Хром	0,055 – 0,089	
Цинк	0,0007 – 0,0015	
* - в мг %		

Витамины, идентифицированные в ядре кедровых орехов, их состав и количество в сравнении с другими масличными и орехоплодными растениями, представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Сравнительная характеристика витаминного комплекса ядер кедровых орехов с масличными и орехоплодными культурами [36]

Наименование витамина	Содержание витаминов мг в 100 г продукта					
	Кедровые орехи (ядро)	Подсолнечник (ядро)	Арахис (ядро)	Грецкий орех (ядро)	Соя	Кедровое ядро [24]
Водорастворимые						
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,34	0,38	0,25 – 1,4	0,38	0,93 – 1,2	-
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,07	0,23	0,10 – 0,15	0,13	0,1 – 0,36	-
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	0,87	0,24	2,5 – 3,5	1,00	1,3 – 3,58	-
Ниацин (В <sub>5</sub> )	2,50	7,50 – 10,0	8,8 – 20,0	-	2,10 – 3,0	-
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,15	-	0,30	-	0,71 – 1,2	-
Жирорастворимые						
Токоферолы	32,0	20,0 – 47,5	11,9 - 53	23,0	60 - 168	23,0-30,9 мг/100 г

Антиоксидантные свойства кедрового масла обусловлены преимущественно высоким содержанием токоферолов [17].

Очищенные ядра семян СКС должны соответствовать требованиям нормативной документации, которые представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Требования к очищенным ядрам семян СКС по органолептическим и физико-химическим показателям [12]

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Запах и вкус	Характерный для кедровых орехов, без постороннего запаха, вкуса
Цвет	От цвета светлой слоновой кости до темной слоновой кости или темно-желтого
Массовая доля влаги, %, не более	8,0
Массовая доля посторонних включений, %, не более	0,7
Массовая доля испорченных очищенных кедровых орехов, %, не более	1,5
Массовая доля разбитых очищенных кедровых орехов, %, не более	10,0
Массовая доля ссохшихся ядер, %, не более	1,0
Массовая доля ядер орехов других видов и происхождения, %, не более	15

Семена сосны кедровой сибирской, как и любой другой пищевой продукт, оцениваются по показателям безопасности. Уровень вредных веществ и элементов не должен превышать значения, указанные в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Нормы содержания токсичных элементов в ядре кедровых орехов [1]

Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг
Тяжёлые металлы:	
свинец	0,5
кадмий	0,1
мышьяк	0,3
ртуть	0,05
Пестициды:	
Гексахлорциклогексан ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ -изомеры)	0,5
ДДТ и его метаболиты	0,15
Микотоксины:	
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005
Радионуклиды (Бк/кг):	
цезий – 137	200
Стронций - 90	100

В 2010 г. НИИ детского питания совместно с ООО «Лаборатория вкуса» разработаны майонезы и майонезные соусы, в рецептурах которых вместо питьевой воды используется эмульсия ядер кедрового ореха (ядер ореха кедровой сосны) [24].

Эмульсия вырабатывается путём водной экстракции питательных веществ из изменённых ядер кедрового ореха с последующим отделением кедрового шрота от экстракта фильтрованием и центрифугированием [24].

Реально содержание жиров и белков в эмульсии может меняться в диапазоне 2-10% (жиры), 0,2%-1,5% (белки) в соответствии с соотношением ядро кедрового ореха: вода при проведении экстракции [24].

### **1.3 Характеристика и применение продуктов переработки семян СКС**

Продуктами переработки СКС являются кедровое масло и жмых

#### **1.3.1 Характеристика и применение кедрового масла**

Основным компонентом ядер кедровых орехов являются липиды, среднее содержание которых составляет от 56 до 63% (в пересчёте на абсолютно сухое вещество), что сопоставимо с содержанием масла в высокомасличных растениях (подсолнечник, арахис, масличная пальма) и орехоплодных (грецкий орех, фундук, фисташка) [41,49].

Липидный комплекс ядер семян сосны кедровой сибирской представлен запасными и структурными липидами, который видно из таблицы 1.10 [36].

Таблица 1.10 - Фракционный состав липидов кедровых орехов

Фракция липидов	Массовая доля, % на 100 г жира
Триглицериды	78,8
Диглицериды	2,7
моноглицериды	2,1
Фосфолипиды	6,5
Свободные жирные кислоты	1,1
Стерины	3,7
Тритерпеновые спирты	2,1
Неиндентифицированные фракции	3,1



Жирнокислотный состав масла, наряду с фракционным составом, является показателем, отражающим степень биологической ценности продукта.

Жирнокислотный состав кедрового масла представлен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Жирнокислотный состав масла кедровых орехов

Жирные кислоты	Содержание, % от суммы жирных кислот		
	[31,36,49]	[20]	[24]
Миристиновая C <sub>14:0</sub>	0,2 – 0,4	0,08	Насыщенные – 7,58
Пентадекановая C <sub>15:0</sub>	0 – 0,1	-	
Пальмитиновая C <sub>16:0</sub>	3,0 – 3,9	4,47	
Стеариновая C <sub>18:0</sub>	3,4 – 4,1	2,63	
Арахидиновая C <sub>20:0</sub>	До 0,2	-	
Бигеновая C <sub>22:0</sub>	0,1 – 0,15	-	
Пальмитолеиновая C <sub>16:1</sub>	0,3 – 0,33	0,05	Мононенасыщенные – 24,98
Олеиновая C <sub>18:1</sub>	22,5 – 36,0	24,25	
Эйкозеновая C <sub>20:1</sub>	1,1 – 1,3		
Линолевая C <sub>18:2</sub>	36,0 – 68,8	44,30	Полиненасыщенные – 64,44
Линоленовая C <sub>18:3</sub>	0,15 – 28,0		
γ-Линоленовая ω-6	-	19,13	-
α-Линоленовая ω-3	-	0,35	-
Отношение ω-3:ω-6	-	1:180	-

Кедровое масло, широко используемое в питании жителями Сибири и Дальнего Востока, служит источником комплекса полиненасыщенных жирных кислот семейства омега 6 – линолевой и неметиленразветвлённой октадекатриеновой кислоты C<sub>18:3Δ5,9,12</sub> (линоленовой). Эта кислота обнаружена только в кедровых орехах, и её наличие служит показателем подлинности масла [30].

Кедровое жирное масло - конечный продукт и в тоже время может являться сырьём для других производств. В связи с этим необходимо знать органолептические и физико-химические характеристики масла, необходимые для проведения технологического процесса. В таблице 1.12 представлены органолептические и физико-химические свойства кедрового масла [10].

Таблица 1.12 - Органолептические и физико-химические показатели жирного кедрового масла

Наименование показателя	Характеристика
Органолептические	
Внешний вид	Маслянистая жидкость, допускается незначительный осадок
Вкус, запах	Специфический, тонкий ореховый вкус и аромат
Цвет	Золотисто-желтый
Физико-химические	
Плотность (при 15 <sup>0</sup> С), кг/м <sup>3</sup>	927 - 932
Показатель преломления (при 20 <sup>0</sup> С)	1,4771 – 1,4772
Вязкость (при 20 <sup>0</sup> С), спз	59,7 – 66,8
Температура застывания, °С	20
Перекисное число, моль/кг	0,9
Кислотное число, мг КОН/г	3,5
Число омыления, мг КОН	192,8 – 193,2
Йодное число, % йода	146 – 155
Родановое число, % йода	90,9 – 94,5
Число Генера, %	97,3 – 97,6
Гидроксильное число, мг КОН	2,8 – 4,3
Число Рейхерта – Мейссля, %	0,26 – 0,32
Число Поленске, %	1,11 – 1,21
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,08
Массовая доля нежировых примесей, %	0,02
Неомыляемые вещества, %	1,1

Степень проявления биологической активности кедрового масла напрямую зависит от количества индивидуальных ПНЖК, фосфолипидов, токоферолов, стерингов. Характерное сочетание эссенциальных и биологически активных веществ в кедровом масле открывает широкие перспективы его использования. В масложировой промышленности масло можно использовать в качестве ароматической и вкусовой добавки при производстве эмульсионных продуктов, в качестве компонента купажированных масел. В хлебопекарной (вкусовая и ароматическая добавка); консервной - компонент заливных масел; молочной; кондитерской, а также в косметической промышленности.

Хороший отклик как со стороны производителей, так и от потребителей готовой продукции получили разработки в области сыроделия – разработаны рецептуры мягких, плавленых и полутвёрдых сыров с кедровым жмыхом и маслом [15].

### 1.3.2 Характеристика и применение кедрового жмыха

Жмыхи масличных растений относятся к вторичным сырьевым ресурсам и имеют большое значение как дополнительный источник получения пищевых продуктов. Они являются источником полноценного белка, легко усвояемых углеводов, витаминов, минеральных веществ [36].

Кедровый жмых представляет собой порошок светло-кремового цвета без посторонних включений с лёгким ароматом, свойственным ядрам кедровых орехов, сладковатый на вкус. Химический состав, органолептические и физические показатели кедрового жмыха зависят от качества ядер, способов и режимов подготовки ядер к прессованию и собственно прессования [36].

Основными компонентами жмыха являются белки, липиды, углеводы и минеральные вещества.

Органолептические и физико-химические характеристики жмыха кедрового представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Органолептические и физико-химические показатели жмыха [36].

Наименование показателя	Значение
Цвет	От светло-кремового до кремового
Запах	Чистый, свойственный кедровому жмыху, без посторонних запахов
Вкус	Сладковатый, свойственный кедровому жмыху, без посторонних привкусов
Минеральные примеси	При разжёвывании кедрового жмыха, смоченного водой, хруста не наблюдается
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг жмыха, не более	Отсутствуют
Прочие посторонние примеси	Отсутствуют
Заражённость вредителями или наличие следов заражения	Отсутствуют

Химический состав кедрового жмыха представлен в таблице 1.14

Таблица 1.14 – Химический состав кедрового жмыха.

Компоненты	Массовая доля, % на абсолютно сухое вещество		
	[36]	[19]	[29]
Влага	-	-	3,5 – 8,6
Белок	35,2	20,2 – 41,4	30,2 – 41,4
Жир	24,5	17,0 – 25,2	18,0 – 25,2
Углеводы, в том числе:	35,0	33,7 – 44,4	-
сахароза	9,6		
крахмал	9,2		
пентозаны	3,5		
клетчатка	3,8		
Зола (общая)	5,3	3,5 – 4,5	4,0 – 4,5
Зола (нерастворимая)	-	-	0,02 – 0,04

Состав и количество аминокислот белка кедрового жмыха определяется составом и количеством аминокислот белка в ядре перерабатываемых орехов. В таблице 1.15 представлен аминокислотный состав белков жмыха кедрового.

Таблица 1.15 – Аминокислотный состав белков кедрового жмыха [36]

Наименование аминокислоты	Содержание			
	г/100 г продукта	%	г/100 г белка	
			Жмых	Ядро
Незаменимые аминокислоты, в т.ч.:	12,76	36,32	36,31	36,25
Валин	1,78	5,07	5,06	5,10
Изолейцин	1,74	4,95	4,95	4,95
Лейцин	2,14	6,09	6,09	6,07
Лизин	2,21	6,29	6,29	6,28
Метионин	0,74	2,11	2,11	2,09
Треонин	1,45	4,13	4,12	4,10
триптофан	0,88	2,50	2,50	2,50
Фенилаланин	1,82	5,18	5,18	5,16
Заменимые аминокислоты, в т.ч.:	22,37	63,68	63,27	63,75
Аланин	1,34	3,81	3,81	3,67
Аргинин	5,22	14,86	13,85	13,49
Аспарагиновая кислота	4,2	11,96	12,95	13,11
Гистидин	1,23	3,50	3,50	2,72
Глицин	1,13	3,22	3,22	4,40
Глутаминовая кислота	4,41	12,55	10,55	10,40
Пролин	1,52	4,33	7,73	8,26
Серин	1,73	4,92	3,92	3,56
Тирозин	0,85	2,42	2,42	2,63
Цистин	0,74	2,11	1,75	1,51
Всего:	35,13	100	100	100

В состав белка кедрового жмыха входит 19 аминокислот, из них не менее 40% составляют незаменимые аминокислоты [36].

Углеводы жмыха имеют большое пищевое и технологическое значение, оказывая влияние на вкусовые достоинства, усвояемость продуктов с использованием кедрового жмыха [36].

Количественный состав углеводов, также как и других основных пищевых компонентов жмыха, подвержен колебаниям и зависит от места произрастания сосны кедровой сибирской и технологии переработки кедровых орехов [36].

Витаминная и минеральная ценность кедрового жмыха зависит как от исходного химического состава перерабатываемого кедрового ореха, так и от остаточного содержания масла в жмыхе после прессования. Отделение масла приводит к естественному изменению содержания в полученном кедровом жмыхе не только основных пищевых веществ, но и минеральных элементов и витаминов [36].

Кедровый жмых характеризуется повышенным содержанием фосфора и магния. В нём преобладают минеральные вещества щелочного характера, что имеет большое значение для кислотно-щелочного равновесия крови и других жидкостей на необходимом уровне [36].

Особенностью минерального состава кедрового жмыха, также как и ядер кедровых орехов, является низкое содержание кальция (46,8 г/кг продукта) и выраженное преобладание калия над натрием, что необходимо учитывать при составлении рецептур продуктов с его участием [36].

Минеральный и витаминный комплексы кедрового жмыха представлены в таблицах 1.16 и 1.17.

Таблица 1.16 – Минеральный состав кедрового жмыха [36]

Содержание в жмыхе, мг/100 г				
Макроэлементы				
К	Ca	Mg	Na	P
1206,3	48,6	601,9	19,7	2273,9
Микроэлементы				
Mn	Fe	Cu	Zn	
16,1	13,2	0,18	21,3	

Витаминная ценность кедрового жмыха обусловлена водорастворимыми витаминами группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub> и В<sub>6</sub>), и токоферолами.

Таблица 1.17 – Витаминный состав кедрового жмыха [36]

Наименование	Содержание, мг/100 г
Токоферолы (Е)	11,4
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,58
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,86
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	1,72
Ниацин (В <sub>5</sub> )	3,24
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,14

Жмых ядра кедрового ореха, производимый региональными предприятиями (Алтайский край) в объеме 24-30 т/год по технологии однократного холодного прессования из безлузгового ядра орехов сибирской (*Pinus sibirica* L.) и дальневосточной (*Pinus koraiensis* L.) кедровых сосен, от других масличных жмыхов отличается повышенной усвояемостью белков, более сбалансированным соотношением усвояемых и не усвояемых углеводов, достаточно высоким содержанием витаминов группы В и токоферолов [18].

Кедровый жмых – это пищевой продукт, следовательно, необходимо проверять не только органолептические и физико-химические показатели, но и показатели безопасности. Показатели безопасности для кедрового жмыха представлены в таблице 1.18 [1].

Таблица 1.18 – Показатели безопасности кедрового жмыха

Наименование показателя	Допустимые уровни, не более
Токсичные элементы, мг/кг:	
свинец	0,5
мышьяк	0,3
кадмий	0,1
ртуть	0,05
Афлатоксин В <sub>1</sub> , мг/кг	0,005
Пестициды, мг/кг:	
ГХЦГ и его измеры	0,5
ДДТ и его метаболиты	0,15
Радионуклиды, Бк/кг	
Цезий-137	200
Стронций-90	100

Даже если жмых соответствует всем требованиям по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности, этого недостаточно для употребления в пищу, необходимо проведение исследований по микробиологическим показателям. Допустимые уровни по микробиологическим показателям представлены в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Допустимые уровни микрофлоры в кедровом жмыхе[1]

Наименование показателя	Допустимые уровни
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$5 \times 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
Патогенные, в том числе сальмонеллы, не допускаются в массе продукта (г)	25
<i>S.aureus</i> , не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
Дрожжи, КОЕ/г, не более	$5 \times 10^2$
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \times 10^2$

Жмых можно использовать в качестве наполнителя, например, в творожных массах, пастах, мясных продуктах, качестве обогащающего сырья в производстве круп быстрого приготовления [24,19]. Высокая биологическая ценность белков кедрового жмыха, большое содержание полисахаридов, олигосахаридов и минеральных веществ, вероятно, создают благоприятные условия для развития бифидобактерий, в связи с этим кедровый жмых может быть использован в качестве пребиотика при производстве молочных продуктов нового поколения [40]. Жмых кедрового ореха нашёл широкое применение в кондитерской промышленности, а именно в рецептурах многих изделий (шоколадно-ореховые пасты, грильяжные конфеты, печенье, пирожные, сухие смеси – полуфабрикаты мучных кондитерских изделий) [15]. Кедровый жмых может выступать не только как пищевой и технологической добавкой в различных технологиях приготовления пищевых

продуктов, но и как самостоятельный продукт, пригодный в пищу. Кедровый жмых также возможно переработать в другой продукт: кедровую муку.

### 1.3.2.1 Характеристика кедровой муки обезжиренной (КМО)

Обычно жмыхи и шроты семян масличных растений используют в основном в виде трёх продуктов различной степени очистки: в виде обезжиренной муки (содержание белка около 50%), белкового концентрата (70 – 75% белка) и изолята (90 – 95% белка). Наиболее дешёвая и доступная форма растительного белка – мука, полученная после извлечения липидов из жиросодержащего материала [34].

Кедровая мука обезжиренная представляет собой порошок светло-кремового цвета с лёгким ореховым ароматом, сладковата на вкус. В пересчёте на сухое вещество исследуемые образцы в среднем содержат от 45,5 до 48,0% белков, моно- и дисахаридов (более 12%), крахмала (не менее 13,6%), клетчатку (около 3%), золу (более 7%). Полный химический состав представлен в таблице 1.20 [34].

Таблица 1.20 – Химический состав кедровой муки обезжиренной

Наименование показателя	Массовая доля, % в пересчёте на а. с. в.
Белки	45,5
Жиры	1,0
Углеводы:	42,4
глюкоза	0,55
фруктоза	0,50
сахароза	12,60
рафиноза	2,00
дикстрин	5,40
крахмал	13,80
пентозаны	4,60
целлюлоза	2,97
Зола	7,00

Углеводный состав кедровой муки представлен водорастворимыми сахарами (глюкоза, фруктоза, сахароза и рафиноза) и полисахаридами (крахмал, пентозаны, клетчатка). Отличительная особенность – высокое содержание сахарозы



(до 13,7%), крахмала (более 14,0%). Пищевые волокна муки представлены целлюлозой (2,9 – 3,5%) и пентозанами (4,0 – 4,75%) [34].

О высоком качестве белка кедровой муки свидетельствует его аминокислотный состав, представленный в таблице 1.21.

Таблица 1.21 – Аминокислотный состав белков кедровой муки

Аминокислота	Содержание, мг/100 г продукта
Незаменимая:	18669,5
Валин	2508,0
Изолейцин	2130,0
Лейцин	2813,5
Лизин	4260,0
Метионин	1003,2
Треонин	2074,8
Триптофан	1660,0
Фенилаланин	2220,0
Заменимая:	26969,6
Аланин	1824,0
Аргинин	6292,8
Аспарагиновая кислота	3784,8
Гистидин	1276,8
Глицин	1550,4
Глутаминовая кислота	6110,4
Пролин	2052,0
Серин	1625,8
Тирозин	1272,2
Цистин	1140,4

Белки муки кедровой обезжиренной содержат все незаменимые аминокислоты и отличаются высоким содержанием лизина, метионина, триптофана (наиболее дефицитные аминокислоты, обычно лимитирующие биологическую ценность белков пищевых продуктов). По содержанию незаменимых аминокислот белок КМО превосходит стандарт ФАО/ВОЗ, за исключением лейцина (88,1%). Остальные аминокислоты содержатся в избыточном количестве, что указывает на высокую биологическую ценность белка и позволяет рекомендовать КМО в качестве биологически активной добавки. Содержание незаменимых аминокислот белка КМО составляет 40,9%. [34].

КМО содержит комплекс витаминов группы В: тиамин (0,05 мг в 100 г муки), рибофлавин (0,15), пиридоксин (0,10), ниацин (0,24), пантотеновая кислота (0,80 мг в 100 г муки) [34].

Минеральный состав КМО представлен в таблице 1.22 [34].

Таблица 1.22 – Минеральный состав КМО

Наименование показателя	Содержание, в 100 г продукта
Зола, %	7,2
Макроэлементы, мг:	
калий	1610
кальций	70
магний	800
натрий	210
фосфор	3030
Микроэлементы, мкг:	
железо	17750
йод	169
марганец	21660
медь	250
цинк	27970

КМО содержит практически весь комплекс минеральных веществ, которые играют важную роль в жизнедеятельности человека. Высокое содержание калия, магния, фосфора, железа, а также цинка свидетельствует о возможности использования данного вида сырья в производстве пищевых продуктов с определёнными лечебно-профилактическими функциональными свойствами.

Допустимые уровни показателей безопасности КМО представлены в таблице 1.23.

Таблица 1.23 – Допустимые уровни показателей безопасности для КМО [1]

Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг
1	2
Токсичные элементы:	
свинец	1,0
кадмий	0,2
мышьяк	1,0
ртуть	0,03
Микотоксины	
афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005

Продолжение таблицы 1.23

1	2
Пестициды:	
ГХЦГ ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)	0,5
ДДТ и его метаболиты	0,15
Радионуклиды (Бк/кг):	
цезий-137	5,9
стронций-90	100

Таким образом, КМО целесообразно использовать в производстве функциональных продуктов, то является перспективным направлением при решении практических задач создания новых функциональных продуктов питания [34].

#### **1.4 Характеристика и применение отходов при переработке семян СКС**

Основной продукт, который получают в ходе переработки семян сосны кедровой сибирской – кедровое жирное масло, которое ценится высокой биологической активностью и вторичный продукт – кедровый жмых (шрот). В ходе технологического процесса образуются отходы, а именно: обрушенные шишки, частички шишек «чешуйки», плодовая оболочка и околоплодная плёнка.

Все эти отходы целесообразно использовать, либо продать другим предприятиям в качестве сырья.

##### **1.4.1 Характеристика и применение плодовой оболочки**

Скорлупа представляет собой внешнюю твёрдую плодовую оболочку коричневого цвета, которая выполняет защитную функцию.

Скорлупа семян сосны кедровой сибирской – это уникальный источник углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ. В химический состав скорлупы кедрового ореха входят такие вещества как клетчатка, жиры и смолы, белки, эфирные масла, витамины, а так же красящие и дубильные вещества [42].

Содержание влаги в скорлупе СКС составляет не более 7%. Основную часть скорлупы кедрового ореха (91,73%) составляют углеводы, главным образом клетчатка (69,06%). Наличие минеральных веществ (0,92%) и большое

содержание углеводов характеризует скорлупу кедрового ореха как источник углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ [42].

Химический состав скорлупы кедрового ореха представлен в таблице 1.24.

Таблица 1.24 – Химический состав скорлупы СКС [48]

Наименование показателя	Содержание, %
Жиры	1,2 – 1,9
Смолы	3,5 – 4
Белки	1,6 – 1,9
Клетчатка	68 – 69
Пентозаны	21,5 – 22,7
Зола	0,6 – 0,9
Водорастворимые вещества (при 20 <sup>0</sup> С)	4,6 – 4,8

Скорлупа семян СКС имеет своеобразный аминокислотный и минеральный состав. Аминокислотный состав белков кедровой скорлупы (включаящий около 16 аминокислот, в т.ч. и незаменимых) отличается повышенным содержанием глутаминовой кислоты. Минеральные составы скорлупы и ядра кедрового ореха имеют определенные отличия. Как в скорлупе, так и в ядре кедрового ореха, содержится много ценных макро- и микроэлементов (кальций, калий, железо, натрий, магний, марганец, цинк, медь, олово, ванадий, барий, титан) в составе кедровой скорлупы все же отсутствуют некоторые микроэлементы, присутствующие в ядре кедрового ореха (такие как йод, кобальт, бор, стронций) [47].

В скорлупе семян СКС содержится витамин С.

Также в составе скорлупы содержатся красящие и дубильные вещества.

Не смотря на то, что скорлупа семян СКС является отходом производства, она находит широкое применение в медицине и косметологии. В сельском хозяйстве в качестве естественного катализатора щелочи при пониженной щелочной составляющей возделываемой земли, разрыхлителем и аэратором почвы, а также скорлупа семян СКС в измельчённом состоянии может использоваться в качестве витаминно-минеральной кормовой добавки для кормления животных [42]. В химической промышленности используется в качестве сырья

для производства уксусной кислоты, древесного спирта, ацетона, краски для кожаных изделий [47]. В строительстве кедровая скорлупа применяется для изготовления не несущих блоков как связующий материал; альтернативный заменитель традиционных утеплителей потолков, полов (опилки, торф) – отличается лёгкостью, отсутствием слёживаемости, хорошей теплоизоляцией. В ландшафтном дизайне используется в качестве декоративного материала при облагораживании земельных участков: отсыпка прогулочных дорожек, кустарников и деревьев, летних бассейнов и т.д. Кедровая скорлупа также используется в ликёроводочной промышленности для приготовления настоек и бальзамов [42].

#### 1.4.2 Характеристика и применение околоплодной плёнки

Околоплодная оболочка представляет собой тонкую и хрупкую прозрачную плёнку светло-жёлтого цвета, выполняющую защитную функцию.

Химический состав плёнки представлен в таблице 1.25.

Таблица 1.25 – Химический состав плёнки кедрового ореха [45]

Наименование показателя	Содержание, %
Влага	8,2
Липиды	20,3
Белки	8,4
Зола	4,2
Углеводы:	57,4
водорастворимые	1,5
клетчатка	26,3
прочие	31,1

Жирнокислотный состав масла из плёнки кедровых орехов представлен в таблице 1.26.

Таблица 1.26 – Жирнокислотный состав липидов плёнки кедрового ореха [45]

Жирные кислоты	% к сумме кислот
1	2
Насыщенные, в т.ч.:	7,4
C <sub>16:0</sub> пальмитиновая	4,6
C <sub>18:0</sub> стеариновая	2,5
C <sub>20:0</sub> арахидиновая	0,3

## Продолжение таблицы 1.26

1	2
Ненасыщенные, в т.ч.:	92,6
Мононенасыщенные:	31,7
C <sub>18:1</sub> олеиновая	30,5
C <sub>20:1</sub> эйкозеновая	1,2
Полиненасыщенные:	60,9
C <sub>18:2</sub> линолевая	22,6
C <sub>18:3</sub> линоленовая	37,4
C <sub>20:2</sub> эйкозодиеновая	0,9

Масло из плёнки кедровых орехов характеризуется высоким содержанием неомыляемых веществ – 7,1%, что свидетельствует о его высокой биологической ценности. В состав неомыляемых веществ масла из пленки кедрового ореха входят токоферолы (80 мг %), стеролы (0,5 мг %), сквален, каротиноиды и ряд других веществ. В обезжиренной пленке кедрового ореха содержание дубильных веществ составляет 9,2% [48].

Минеральный состав плёнки семян сосны сибирской представлен в таблице 1.27.

Таблица 1.27 – Минеральный состав плёнки семян СКС [48]

Макроэлементы	Содержание, мг/кг
K	4025,0
Na	13000,0
P	5367,8
Ca	528,1
Mg	846,5
Fe	137,3
Co	0,01
Ni	1,6
Mn	25,0
Cr	1,17
Cu	10,4
Pb	0,15
Cd	0,08
Zn	97,9
Al	194,9
Si	130,8

Спиртовые экстракты из обезжиренных плёнок кедрового ореха обладают антиоксидантной активностью [45].

Подскорлупная пленка семян сосны сибирской является перспективным сырьем для обогащения пищевых продуктов полиненасыщенными жирными кислотами, токоферолами, эссенциальными микроэлементами, клетчаткой, а также для получения экстрактов, обладающих антиоксидантными свойствами [45].

Также плёнка применяется в качестве наполнителя для подушек, матрасов, одеял, перин [43,46].

### **1.4.3 Характеристика и применение обрушенных шишек**

Обрушенные шишки сосны кедровой сибирской и их «чешуйки» по химическому составу близки к химическому составу скорлупы, однако, содержание некоторых веществ отличается (более высокое содержание смолистых и эфирных веществ, незначительное количество белка).

Обрушенные шишки кедровой сосны являются перспективным и ценным сырьём, которое найдёт широкое применение в пищевой промышленности (пищевые волокна), в сельскохозяйственной промышленности (в качестве углеводно-минеральной добавки к кормам для животных), ликёрово-дочной промышленности для приготовления настоек и бальзамов, в медицине (создания биологически активных добавок) и косметологии. Наряду с этим обрушенные шишки могут найти применение в ландшафтном дизайне.

### **1.5 Заключение по обзору литературы**

Таким образом, на основе данных из литературных источников, можно сделать вывод о ценности для пищевой промышленности такой культуры как сосна кедровая сибирская. Данная культура ещё не нашла своего широкого применения в промышленности, однако использование СКС постепенно возрастает, проводятся различные исследования с использованием как самих семян СКС, так и продуктов их переработки, а также отходов. Сбалансированные по аминокислотному составу белковые продукты, ценные для пищевых и технологических целей углеводы, витаминный и минеральный комплексы, биологиче-

ски активное кедровое масло, а также отходы (оболочка и плёнка), находят широкое применение не только в пищевой промышленности, но и в других отраслях.

Для практических целей вызывают интерес исследования, целью которых является создание технологии, позволяющей как можно более полно перерабатывать семена СКС, а также увеличить выход основного продукта – кедрового масла, за счёт создания условий при которых липидная составляющая кедровых орехов будет лучше отделяться от белково-углеводного комплекса. Это позволит не только увеличить выход масла, но и улучшить качество белковых продуктов – кедрового жмыха и шрота.



## **2 МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

### **2.1 Организация проведения исследований**

Цель работы - изучить влияние подготовки семян сосны кедровой сибирской к прессованию, на выход и показатели качества масла. В рамках реализации цели были поставлены следующие задачи:

- изучить научную литературу, нормативную и техническую документацию по теме исследования;
- исследовать состав и свойства исходного сырья;
- проанализировать и обосновать способ подготовки материала к прессованию;
- изучить показатели качества продуктов на каждом этапе исследований;
- разработать технологию переработки семян СКС методом однократного прессования.

Экспериментальные исследования проводились в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университете) в соответствии с поставленными задачами. Общая схема и последовательность выполнения исследований представлена на рисунке 1.

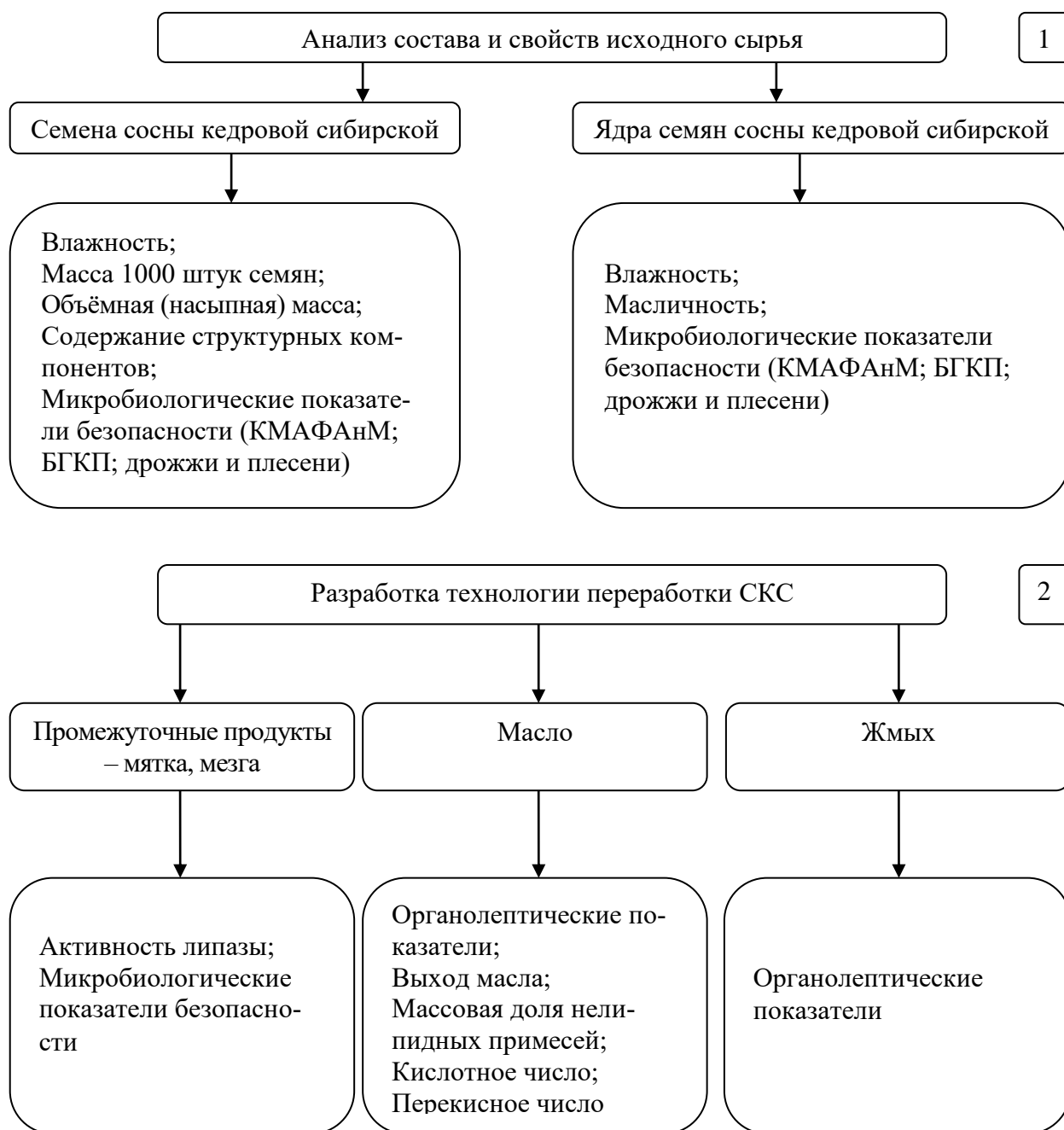


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Первый этап исследований заключался в изучении состава и свойств семян и ядра сосны кедровой сибирской. В семенах исследованы физико-механические свойства (масса 1000 штук семян, объёмная масса), содержание структурных компонентов, определена влажность и микробиологические показатели безопасности. В ядрах исследованы физико-химические показатели (влажность и масличность) и микробиологические показатели безопасности.

На втором этапе проводили анализ существующих способов подготовки материала к прессованию, обосновали выбор подготовительных операций к извлечению масла. Для этого сравнивали опытные образцы измельчённого материала (обработанные волнами СВЧ) с контрольным образцом мятки (без обработки) по следующим показателям: активность липазы и микробиологические показатели безопасности. Полученные образцы прессового масла сравнивали между собой по органолептическим показателям, показателям окислительной порчи, выходу масла и содержанию нелипидных примесей. Также изучены органолептические свойства полученного жмыха. Разработана технология получения кедрового масла из семян сосны кедровой сибирской.

Число опытов на всех этапах определялось, исходя из требований точности результатов, но не менее, чем в трёх повторениях.

## **2.2 Методы исследования**

### **2.2.1 Методы исследования исходного сырья**

#### **2.2.1.1 Методы исследования семян**

Отбор и подготовку проб для анализа проводили согласно требованиям ГОСТ 10852 - 86 «Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб».

Определение влажности семян проводилось в соответствии с ГОСТ 10856 – 96 «Семена масличные. Метод определения влажности».

Массовую долю влаги в семенах определяют методом высушивания до постоянной массы. Высушивание навески в электрическом сушильном шкафу при температуре 100-105<sup>0</sup>С до постоянной массы. Семена высушивают целыми [8].

Определение массы 1000 штук семян проводилось в соответствии с ГОСТ 10842-89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян».

Определяют массу 1000 штук семян путём отбора навесок по 100 штук семян каждая методом диагонального деления с последующим её взвешиванием. Опыт повторяют 10 раз. Из полученных результатов 10-ти опытов вычисляют среднеарифметическое значение [6].

Определение объёмной (насыпной) массы по известной методике.

Семена насыпают в мерный цилиндр, разравнивают поверхность и определяют объём (приблизительно 200 - 300 см<sup>3</sup>). Взвешивают выделенный объём семян.

Определение содержания структурных компонентов семян по известной методике.

Методом диагонального деления выделяется навеска семян. Взятая навеска обрушивается, после чего отдельно взвешивают ядро, оболочку и плёнку. Полученные значения пересчитывают в %.

КМАФАнМ определяли по ГОСТ 10444.15-1994 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

БГКП по ГОСТ 31747-2012. «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».

Плесени и дрожжи исследовали по ГОСТ 10444.12-1988 «Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов».

Для приготовления разведений продукта используют пробирки с 9 см<sup>3</sup> стерильной воды. В первую пробирку стерильной пипеткой заносят 1 см<sup>3</sup> продукта. Новой стерильной пипеткой тщательно перемешивают содержимое пробирки (разведение 1:10). Затем этой же пипеткой из пробирки с разведением 1:10 отбирают 1 см<sup>3</sup> жидкости и переносят во вторую пробирку с водой (разведение 1:100). Новой стерильной пипеткой из пробирки (разведение 1:100) отбирают по 1 см<sup>3</sup> в чашки Петри со средой МПА и Сабура, а также в пробирку со средой Кесслера. Отбирают 1 см<sup>3</sup> и переносят в третью пробирку с водой

(разведение 1:1000). Новой стерильной пипеткой отбирают 1 см<sup>3</sup> из пробирки (разведение 1:1000) и переносят в чашку Петри со средой Сабуро. После посева образцы помещают в термостат с температурой 28 – 37<sup>0</sup>С в зависимости от исследуемого показателя [5, 11, 4]. Схема представлена на рисунке 2.

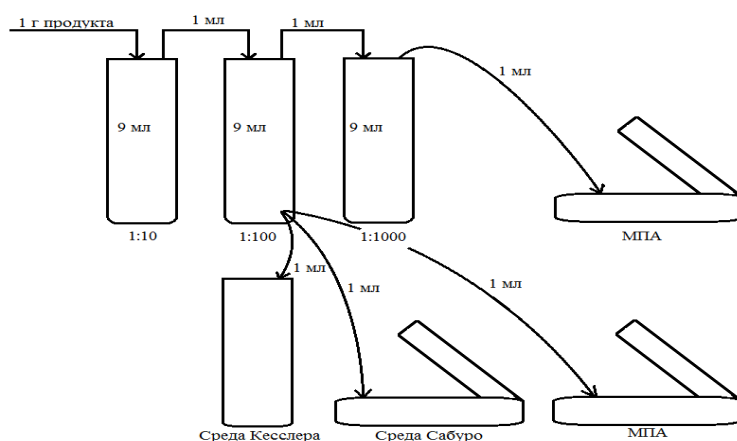


Рисунок 2 – Схема проведения микробиологического исследования

### 2.2.1.2 Методы исследования ядер семян

Определение влажности ядра проводилось в соответствии с ГОСТ 10856 – 96 «Семена масличные. Метод определения влажности».

Массовую долю влаги в ядре определяют высушиванием до постоянной массы в электрическом сушильном шкафу. Высушивание навески осуществляется при температуре 100 – 105<sup>0</sup>С до постоянной массы. Навеску ядра перед высушиванием незначительно измельчают [8].

Определение массовой доли сырого жира в ядре проводилось в соответствии с ГОСТ 10857-64 «Семена масличные. Методы определения масличности».

Взятую с учётом масличности навеску ядра тщательно измельчают и помещают в заранее приготовленный и взвешенный патрон. Патрон закрывают и помещают в аппарат Сокслета для экстракции [9].

КМАФАНМ определяли по ГОСТ 10444.15-1994 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

БГКП по ГОСТ 31747-2012. «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».

Плесени и дрожжи исследовали по ГОСТ 10444.12-1988 «Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов».

### **2.2.2 Методы исследования мятки и мезги**

Активность липазы определяли методом А.И. Ермакова.

Наиболее активными в семенах масличных является кислая и щелочная липазы. Определение их активности основано на учете концентрации жирных кислот, образующихся при действии на чистый препарат какого-либо жира (масла) экстрактом липаз, выделенным из семян [26].

В небольшие ступки брали навеску около 2,5 г свежеизмельченных семян и тщательно растирали с 1 см<sup>3</sup> подсолнечного масла и 5 см<sup>3</sup> кислого (или щелочного) буфера. Затем растертую массу перенесли в колбы на 100 см<sup>3</sup>, смывая остатки 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Добавляли 5 капель толуола, затем перемешивали на автоматической мешалке содержимое колб, после чего колбы закрыли пробками и ставили на 20-24 ч в термостат при 30°C. По истечении времени в колбы приливали по 50 см<sup>3</sup> смеси спирта с эфиром (4:1). После отстаивания титровали смесь 0,1н спиртовой щелочью в присутствии тимолфталеина. Для контрольных проб так же брали по 2 навески материала, делали то же самое, как и в рабочем опыте, только не ставили их в термостат, а сразу титровали. Из результатов опытных проб вычитывали результаты титрования контрольных. Активность кислой липазы выражается в см<sup>3</sup> 0,1н раствора щелочи, пошедшей на нейтрализацию свободных жирных кислот, образовавшихся под действием липазы 1 г семян или на 100 мг белка.

КМАФАНМ определяли по ГОСТ 10444.15-1994 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

БГКП по ГОСТ 31747-2012. «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».

Плесени и дрожжи исследовали по ГОСТ 10444.12-1988 «Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов».

### **2.2.3 Методы исследования масла**

Определение кислотного числа проводили согласно ГОСТ 31933-2012 «Масла растительные. Методы определения кислотного числа».

Определение К.Ч. заключается в титровании навески жира (растворённой в нейтрализованной смеси спирта с диэтиловым эфиром) спиртовым или водным раствором гидроксида калия в присутствии фенолфталеина [13].

Определение перекисного числа масла проводили методом кратковременного настаивания согласно ГОСТ 26593-85 «Масла растительные. Методы определения перекисного числа».

В зависимости от предполагаемого П.Ч. берут навеску масла и растворяют в хлороформе с последующим добавлением уксусной кислоты и раствора йодистого калия. В реакционную смесь, выдержанную в тёмном месте, приливают воду, 5-7 капель раствора крахмала и титруют раствором тиосульфата натрия концентрацией 0,002 моль/дм<sup>3</sup> [10].

Органолептические показатели масла определяли согласно ГОСТ 5472-50 «Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности».

Содержание нелипидных примесей проводили по известной методике.

### **2.2.4 Методы исследования жмыха**

Определение органолептических показателей жмыха проводилось по стандартным методикам.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Результаты исследования исходного сырья

##### 3.1.1 Результаты исследования семян СКС

Сырьем для получения кедрового масла являются семена СКС. Существует множество способов подготовки ядер к прессованию, от которых зависит качество конечных продуктов. Одним из условий получения качественных продуктов является состояние исходного сырья.

Были исследованы физико-механические свойства, структурный состав семян и микробиологические показатели безопасности семян урожайности 2012 г из республики Тыва. Физико-механические свойства единичных семян и семенной массы необходимы для расчёта и подбора оборудования, бункеров для временного хранения и выбора технологии переработки. В связи с этим были изучены такие физико-механические свойства как абсолютная масса 1000 штук семян и объёмная масса семян. Физико-механические свойства семенной массы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Физико-механические показатели семян СКС

Наименование показателя	Значение
Абсолютная масса 1000 штук семян, г	257,6
Объёмная (насыпная) масса семян, г/дм <sup>3</sup>	490,97

Полученные данные свидетельствуют о том, что размеры семян в семенной массе составляют от 8 до 9 мм.



Структурный состав семян необходимо знать для того чтобы рассчитать выход масла и жмыха и соответственно подобрать необходимое оборудование. Структурный состав семян представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Структурный состав семян СКС

Наименование показателя	Значение, %
Скорлупа	51,49
Плѐнка	1,92
Ядро	46,59

Анализируя данные таблицы 3.2 можно сделать вывод, что выход ядра составляет менее 50%.

В семенах исследовали массовую долю влаги, которая составляет 2,9%, это говорит о том, что они пересушены.

Микробиологические показатели являются не менее важными, чем органолептические и физико-химические показатели. Уровень микрофлоры в исходном сырье существенно влияет на качество готовой продукции. Избыток микроорганизмов может привести к ухудшению качества продукта и перевести его в разряд непищевых. Поэтому очень важно контролировать микробиологические показатели сырья.

Таблица 3.3 – Микробиологические показатели семян СКС

Наименование показателя	Значение	Допустимый уровень
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2,0 \times 10^2$	не более $1 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружено в 0,1 г	не допускается в 1,0 г
Плесени, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	не более $5,0 \times 10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	Менее $1,0 \times 10^1$	не более $5,0 \times 10^1$

Как видно из результатов таблицы 3.3 семена СКС из республики Тыва урожая 2012 г, которые хранились в холодильнике при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , характеризуются относительно низким уровнем микрофлоры и удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям. Кроме условий хранения это также обусловлено толстой, прочной внешней оболочкой, которая имеет в своём составе вещества, обладающие бактерицидными свойствами (смолы, дубильные вещества, терпены).

### 3.1.2 Результаты исследования ядер СКС

Высокая устойчивость неповреждённых семян СКС к микробиологическому заражению позволяет хранить их долгое время и обрушивать непосредственно перед прессованием. Однако, если ядра остаются, их необходимо отправить на временное хранение. Чтобы ядро не подверглось микробиологическому заражению необходимо подобрать оптимальные условия для хранения.

Были исследованы микробиологические показатели качества очищенных ядер СКС, которые хранились при разных условиях (температура хранения, герметичность упаковки и подготовка материала). Для исследований брали следующие образцы ядер:

1) ядра, извлечённые из семян СКС из республики Тыва урожая 2012 г, непосредственно перед исследованием, очищены сухим способом;

2) ядра ООО «КЕДР ЭКСПОРТ» Золотая крепость, дата производства: от 08.06.2016, хранились в герметичной вакуумной упаковке, очищены мокрым способом (за 2 дня до исследований);

3) цельное ядро, хранилось в таре без крышки в холодильнике при температуре  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Дата производства: 15 февраля 2016 г (время хранения 4 месяца), очищены сухим способом;

4) ядра «Золотая крепость» в заводской упаковке, тара не вскрыта. Дата производства: 1 февраля 2016 г (время хранения 4 месяца). Хранились в холодильнике при температуре  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ , очищены мокрым способом;

5) ядра «Золотая крепость» в заводской упаковке, тара не вскрыта. Дата производства: 1 февраля 2016 г (время хранения 4 месяца). Хранились в морозильной камере холодильника при температуре  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ , очищены мокрым способом;

б) цельное ядро, хранилось в герметичной прозрачной таре в холодильнике при температуре  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Дата производства: 17 февраля 2014 г (время хранения 2 года и 4 месяца), очищены сухим способом.

Результаты исследования микробиологических показателей безопасности ядра представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4– Микробиологические показатели ядер семян СКС

Показатель	Значение						Допустимый уровень
	1	2	3	4	5	6	
КМА-ФАНМ, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	не более $1 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено	не допускается в 1,0 г
Плесени, КОЕ/г	$2,0 \times 10^1$	$5,5 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^1$	не более $5,0 \times 10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	$4,0 \times 10^1$	$2,1 \times 10^4$					не более $5,0 \times 10^1$

Как видно из таблицы 3.4 наименьшей микробиологической заражённостью обладают ядра из семян СКС, очищенных перед исследованием (образец 1), это подтверждает то, что семена необходимо обрушивать непосредственно перед прессованием, при этом предпочтительным является сухой способ обрушивания, о чём свидетельствуют результаты исследований (образцы 1 и 2).

Для дальнейшей работы использовали ядра ООО «КЕДР ЭКСПОРТ» Золотая крепость, дата производства: от 08.06.2016. В ядрах были определены следующие физико-химические показатели: влажность и масличность. Эти показатели являются очень важными, так как на их основе можно подобрать оптимальную технологию переработки и соответствующие режимы работы оборудования. Результаты исследования представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Физико-химические показатели ядер семян СКС

Наименование показателя	Значение, %
Влажность	3,76
Масличность	62,6

Семена СКС характеризуются низким содержанием ядра, однако, как видно из таблицы 3.5, ядро обладает высокой масличностью. Влажность исследуемых ядер ниже критической влажности (5,42%). Такая влажность подходит для ядер, которые идут непосредственно для употребления в пищу, т.е. низкая влажность препятствует интенсивному развитию микрофлоры.

## **3.2 Разработка технологии переработки СКС**

### **3.2.1 Сравнение способов подготовки материала к прессованию**

Существует множество различных технологических схем подготовки материала к прессованию, каждая из которых подбирается для конкретной культуры, с учетом свойств, состава семян (геометрические размеры, масличность, наличие и прочность оболочки, жирнокислотный состав масла, аминокислотный состав белкового комплекса т.д.) и объема производства, именно поэтому необходимо знать сущность и назначение каждого процесса подготовки материала к прессованию. Это позволит составить эффективную технологию получения масла.

В технологии подготовки семян СКС обязательны следующие операции: обрушивание и сепарирование рушки, которые необходимы для получения чистого ядра. Такие операции как измельчение ядра и влаготепловая обработка являются необязательными и исключаются некоторыми производствами из технологии, однако необходимо знать назначение этих процессов.

Измельчение семян и продуктов их переработки играет важную роль в производстве растительных масел, оказывая непосредственное влияние на выход масла и производительность основного технологического оборудования [39].

Главная задача измельчения семян и ядровой фракции – разрушение клеточной структуры. Масло локализовано в клетках, а именно в виде гранул, плотно заполняющих весь свободный объём клеток между алейроновы-

ми зернами и другими органоидами. Гранулы тесно примыкают друг к другу, но не сливаются. Между ними видна тонкая граница, свидетельствующая о замкнутом объёме, который занимает каждая липидная структура [39].

Чтобы извлечь масло, необходимо разрушить клетки. Без этого невозможно добиться значительного выхода масла [39].

Вторая задача при измельчении семян и ядровой фракции - достижение оптимального размера частиц. Скорость процессов диффузии влаги и переноса тепла, протекающих при влаготепловой обработке, зависит от размера частиц. Чем меньше толщина частиц, тем больше скорость этих процессов. Однако тонкость помола мятки должна быть ограничена. Излишне мелкие помолы могут затруднять прохождение всех процессов из-за повышения плотности мятки в результате её слеживания. Мятка должна быть достаточно рыхлой, что является благоприятным фактором для её обработки в жаровнях [39].

Третья задача измельчения - достижение наибольшей однородности мятки. Скорость диффузии влаги, передачи тепла зависят от размера частиц. Если помол неоднороден, то для одних частиц (более мелких) эти процессы завершатся при данной продолжительности пребывания мятки в жаровне, а для других (более крупных) – нет, т.е. на выходе из жаровни материал будет характеризоваться недородным составом. Это приведёт к нарушению процесса прессования материала и к повышению маслячности прессового жмыха [39].

В маслодобывающей отрасли влаготепловую обработку материала называют жарением, а продукт, получаемый в процессе жарения, мезгой [39].

Приготовление мезги является одним из важнейших этапов получения растительных масел, оказывающих значительное влияние на их выход [39].

Масло в мятке распределено на её широко развитой поверхности в виде тонкого слоя, где оно удерживается огромным силовым молекулярным полем. Величина сил, удерживающих масло, особенно слоёв, непосредственно прилегающих к поверхности мятки, намного превышает давление, развиваемое в прессах. Поэтому достичь нужной глубины отжима масла на прессах из мятки не удаётся [39].

Для снижения величины этих сил применяют влаготепловую обработку, которая заключается в воздействии на мятку влаги и тепла с доведением её до оптимальных параметров по температуре и влажности [39].

При подготовке материала к извлечению масла только прессованием или прессованием с последующей экстракцией полученного жмыха целью жарения является достижение:

- оптимальной пластичности мезги для обеспечения брикетирования жмыховой ракушки;
- достаточной упругости мезги для развития трения между её частицами и высокого давления в прессе;
- снижение вязкости масла и ослабления связей между масляной и белково-углеводной частями;
- инактивации ферментной системы.

Процесс влаготепловой обработки следует вести при таких режимах, которые бы обеспечили:

- максимальное сохранение нативных свойств масла, отжимаемого в прессах и остающегося в жмыхах, которое затем извлекается повторным прессованием или экстракцией;
- оптимальную степень денатурации белковых веществ;
- детоксикацию жмыхов и шротов таких культур, как хлопчатник, кле-щевина, рапс и др.

Малоизвестным способом обработки материала является - обработка материала в поле волн сверхвысокой частоты (СВЧ), что является альтернативой процесса влаготепловой обработки.

Прохождение коротких и ультракоротких волн через среду вызывает возникновение в ней переменных токов высокой (ВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ). В электромагнитном поле электрическая энергия преобразуется в тепловую.

Данный метод сокращает время обработки материала, т.е. уменьшается время воздействия высокой температуры на ценные термолабильные вещества и позволяет достичь нужной структуры прессуемого материала, ослаб-

ляет связь между липидным и белково-углеводным комплексами. Обработка волнами СВЧ не подразумевает добавления влаги, соответственно масло будет в меньшей степени подвергаться процессам окисления и гидролиза, что несомненно повлияет на качество масла.

В процессе обработки мятки в электромагнитном поле высокой интенсивности происходит гибель микроорганизмов, которая наступает в результате теплового эффекта, но полностью механизм действия СВЧ-энергии на микроорганизмы не раскрыт.

### 3.2.2 Получение и исследование мятки и мезги

Измельчение ядра – важная технологическая операция, которая влияет на выход масла. Измельчение ядра ведёт к разрушению клеточных структур и как следствие выделению масла из сферосом. Однако, материал не должен быть сильно измельчён, иначе это приведёт к уплотнению материала и его сильному замасливанью. В связи с этим исследуемые ядра измельчали в незначительной степени (одно ядро разрезали на четыре части). В результате получили измельчённое ядро – мятку.

Исследуемый измельчённый материал подвергали кратковременному термическому воздействию в течение 120 секунд в поле волн СВЧ различной мощности. Обработку материала проводили в микроволновой печи при разной интенсивности волн при перемешивании. Параметры проведения процесса представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Характеристика режимов обработки материала

Характеристика режима	№ образца		
	1	2	3
Мощность, Вт	100	300	500
Высота слоя материала, мм	35		
Температура нагрева материала, °С	59	102	106
Время отлёжки, мин	20		
Температура материала после отлёжки, °С	30	55	57

Для изучения степени воздействия волн СВЧ на материал, анализировали следующие показатели: активность липазы и микробиологические показатели качества прессуемого материала – мезги и мятки, кислотное и перекисное числа полученного масла. Для установления влияния поля СВЧ на материал, перечисленные показатели определяли параллельно у мятки (контрольный образец).

Липаза – это фермент, расщепляющий триглицериды на глицерин и свободные жирные кислоты. В маслодобывающей отрасли действие ферментной системы, в частности липазы, крайне нежелательный процесс, приводящий к уменьшению выхода продукта, а также к снижению его качества (увеличение кислотного числа масла). Этот фактор обуславливает применение в промышленности такой технологической операции как влаготепловая обработка, которая приводит к инактивации ферментной системы. Влаготепловая обработка при получении кедрового масла нежелательна, так как длительное воздействие температуры и влаги может привести к ухудшению качества готовых продуктов. Результаты исследования активности липазы мятки и мезги представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Активность липазы мятки и мезги

	Контроль	1*	2*	3*
Активность липазы, у. ед.	1,01	0,68	0,12	0,1
*Примечание: 1 – мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.				

Как видно из результатов таблицы 3.7 обработка измельчённого материала волнами СВЧ существенно снижает активность липазы, что в свою очередь повлияет на качество масла при хранении.

Измельчённый материал наиболее сильно подвержен микробиологическому заражению, чем ядра и семена, что обусловлено, во-первых, отсутствием оболочки, выполняющей защитную функцию, во-вторых, разрушением клеточной структуры и «вскрытием» всех питательных веществ, в-третьих, увеличением поверхности контакта материала с окружающей сре-



дой. Это может привести к ухудшению качества готовой продукции (жмыха для пищевых целей) или вовсе перевести продукт в разряд непищевых. Поэтому целесообразно изучить микробиологические показатели качества промежуточных продуктов – мятки и мезги и определить степень влияния волн СВЧ на развитие микрофлоры. Результаты исследования микробиологических показателей представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Микробиологические показатели мятки и мезги

Показатель	Контроль	1*	2*	3*
КМАФАнМ, КОЕ/г	$7,0 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$
БГКП (количественные формы)	Обнаружены		Обнаружены	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^1$
Дрожжи, КОЕ/г	$3,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$
*Примечание: 1 – мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.				

Как видно из таблицы 3.8 на измельчённом материале интенсивно развивается микрофлора, что является крайне нежелательным фактором. Тепловая обработка измельчённого ядра в поле СВЧ волн оказывает бактерицидное действие, т.е. вызывает гибель микроорганизмов. Чем мощнее поток волн СВЧ, тем больше микроорганизмов погибает, вследствие воздействия температуры и микроволновых волн. Результат качественного анализа определения БГКП представлен на рисунке 3.

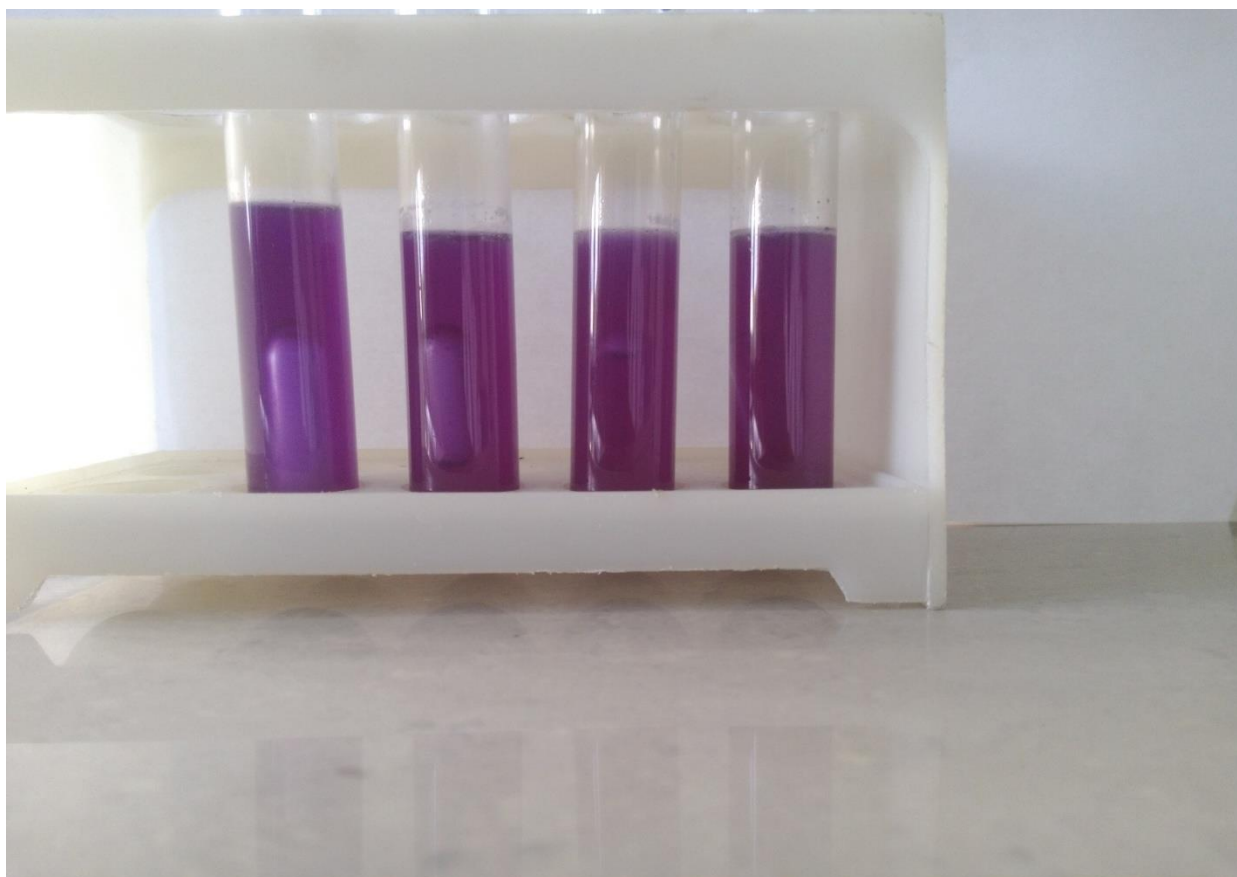


Рисунок 3 – Среды Кесслера с исследуемой мяткой и мезгой

На рисунке 3, слева направо: контрольный образец без обработки; опытный образец, обработанный волнами СВЧ 100 Вт; опытный образец, обработанный волнами СВЧ 300 Вт; опытный образец обработанный волнами СВЧ 500 Вт.

На рисунке 4 представлены чашки Петри с опытными образцами 3 и 4, микрофлора которых росла на питательных средах Сабуро.

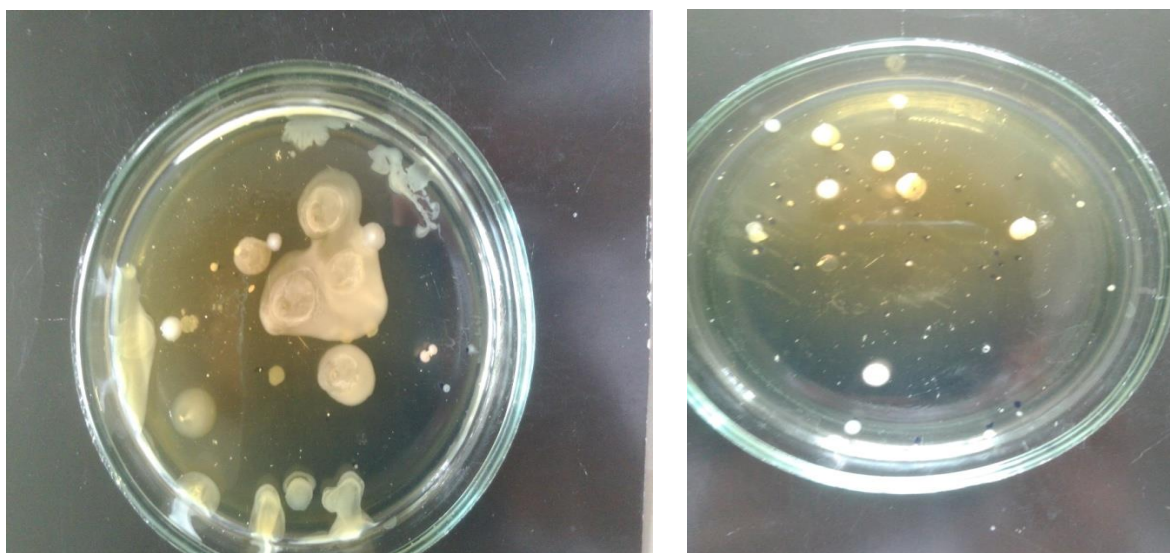


Рисунок 4 – Чашки Петри с питательной средой

### 3.2.3 Получение и исследование масла

В ходе исследований было получено кедровое масло четырёх видов: из мятки (контрольный образец) и три образца из обработанной в поле волн СВЧ мезги. Масло получали на ручном маслопрессе Piteba, который предназначен для отжима масел в домашних условиях. При этом масличный материал в процессе отжима масла не нагревался, что свидетельствует о том, что масло получено методом «холодного» прессования. Выход продуктов при прессовании представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Выход масла и жмыха при прессовании

Наименование показателя	Значение, %			
	Контроль*	1*	2*	3*
Выход масла	18,26	22,28	16,98	12,94
Выход жмыха	70,11	70,75	74,28	77,69
Потери	11,63	6,97	8,74	9,37
Массовая доля нелипидных примесей	22,11	19,54	23,76	40,19

\*Примечание: контроль – мятка, не обрабатывалась в поле волн СВЧ; 1 – мезга, полу-

ченная путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 - мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.

Анализируя данные таблицы 3.9 можно сделать вывод, что наибольший выход масла, меньше всего потерь и массовой доли нелипидных примесей при прессовании образца 1. Обработка материала волнами СВЧ высокой мощности отрицательно сказывается на структуре материала, он становится пересушен и во время прессования впитывает масло, что приводит к увеличению масличности жмыха и снижению выхода масла и увеличению потерь.

В полученных маслах определяли органолептические показатели и показатели окислительной порчи.

Органолептические показатели качества позволяют определить потребительские свойства готовой продукции, и её пригодность для пищевых целей. Органолептические показатели должны соответствовать продукту, в котором они определяются, их незначительное изменение может зависеть от используемой технологии, отдельные операции которой придают определённые органолептические качества готовому продукту. Органолептические показатели полученных образцов масла представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Органолептические показатели качества масла

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
Запах и вкус	Свойственный кедровому маслу		Лёгкий запах и вкус поджаренных орехов	Сильный запах и вкус поджаренных орехов
Цвет	Светло-жёлтый			
*Примечание: контроль – масло из мятки, которая не обрабатывалась в поле волн СВЧ; 1 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.				

Согласно результатам исследований все полученные масла обладают приятными органолептическими свойствами (вкус, запах и цвет).

Наряду с органолептическими показателями качества в масле определяли показатели окислительной порчи, которые являются показателями безопасности. К ним относятся кислотное число и перекисное число.

Кислотным числом называют количество миллиграммов едкого кали (КОН), необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме жира. Кислотное число – важная характеристика для жира. По его величине судят о степени пригодности жира для пищевых целей. Высокое кислотное число снижает качество масла, ухудшает его пищевое достоинство.

Перекисным числом называют количество граммов йода, выделенного из йодистого калия перекисями, содержащимися в 100 г жира. Перекисное число характеризует содержание в жире (масле) первичных продуктов окисления – перекисей и гидроперекисей.

Масло считается пригодным для пищевых целей, если значение кислотного числа не превышает 4 мг КОН/г, а перекисного числа не более 10 ммоль активного кислорода/кг [2]. Показатели окислительной порчи полученных образцов масел представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Показатели окислительной порчи масел

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
К.Ч., мг КОН/г	0,97	1,14	1,07	0,86
П.Ч., ммоль активного кислорода/кг	1,23	1,12	1,17	1,26

\*Примечание: контроль – масло из мятки, которая не обрабатывалась в поле волн СВЧ; 1 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.

Как видно из таблицы 3.11 обработка материала волнами СВЧ не оказывает влияния на показатели окислительной порчи масла, все исследуемые масла соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011.

### 3.2.4 Результаты исследования жмыха

Жмых является возвратным отходом при производстве растительных масел методом прессования. Термин «возвратные отходы» производства означает, что жмых, оставшийся после прессования, может быть использован и реализован в дальнейшем с целью получения прибыли.

В ходе процесса «холодного» прессования были получены образцы кедрового жмыха, результаты исследования органолептических показателей качества представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Органолептические показатели жмыха

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
Запах и вкус	Свойственный жмыху кедрового ореха		Слабый запах и вкус поджаренных орехов	Сильный запах и вкус пожаренных орехов
Цвет	Светло-жёлтый		От светло-жёлтого до светло-коричневого	От светло-коричневого до тёмно-коричневого
*Примечание: контроль – жмых из мятки, которая не обрабатывалась в поле волн СВЧ; 1 – масло из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт, 2 – жмых из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт, 3 – жмых из мезги, полученной путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.				

На основе данных таблицы 3.12 можно сделать вывод, что полученный жмых имеет приятные органолептические свойства. Жмых имеет высокий процент остаточной масличности, что обусловлено особенностями метода получения масла.

Поскольку сосна кедровая сибирская является белково-масличной культурой, после извлечения масла в жмыхе остается биологически ценный белок. Поэтому жмых можно отправить на получение белкового изолята или концентрата. Помимо этого кедровый жмых мог бы найти применение в кон-

дистерской промышленности при производстве, например, халвы; в производстве белковых продуктов для спортсменов. Наличие клетчатки в жмыхе позволяет использовать его в качестве ингредиента при производстве функциональных продуктов питания, содержащих пищевые волокна.

### **3.3 Процессуальная схема производства кедрового масла**

В основу технологии однократного прессования холодным способом положено использование только одной ступени прессования. В технологический процесс не включена ни механическая, ни термическая обработка семян перед прессованием, материал дозируется прямо в пресс.

Преимущества однократного прессования холодным способом - низкая энергоемкость, простая установка технологии, небольшие строительные размеры и, соответственно, низкие инвестиционные расходы. Не требуется источник пара. Материал перерабатывается в максимально щадящем режиме, поэтому полученное масло обладает всеми свойствами масла холодного отжима.

В технологической схеме переработки семян сосны кедровой сибирской предусматривается выполнение следующих операций: очистка ореха от сорных и металлических примесей; обрушивание ореха и отделение ядра от шелухи; однократное холодное прессование; первичная очистка масла.

Процессуальная схема подготовительно-прессового цеха представлена на рисунке 5.

#### Условные обозначения:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| - 0.41 - масличные семена; | - 0.62 – баковые отстои (баковый концентрат); |
| - 0.431 – ядро семян СКС;  | - 3.1 – воздух в атмосферу;                   |
| - 0.461 – жмых кедровый;   | - 3.97 – воздух с сорными примесями;          |
| - 0.52 - шелуха;           | - 8.39 - кедровое масло;                      |
| - 0.53 - недоруш;          | - 8.391 - кедровое мало после отстаивания;    |
| - 0.58 - сорные примеси;   | - 8.392 – кедровое масло после фильтрации.    |

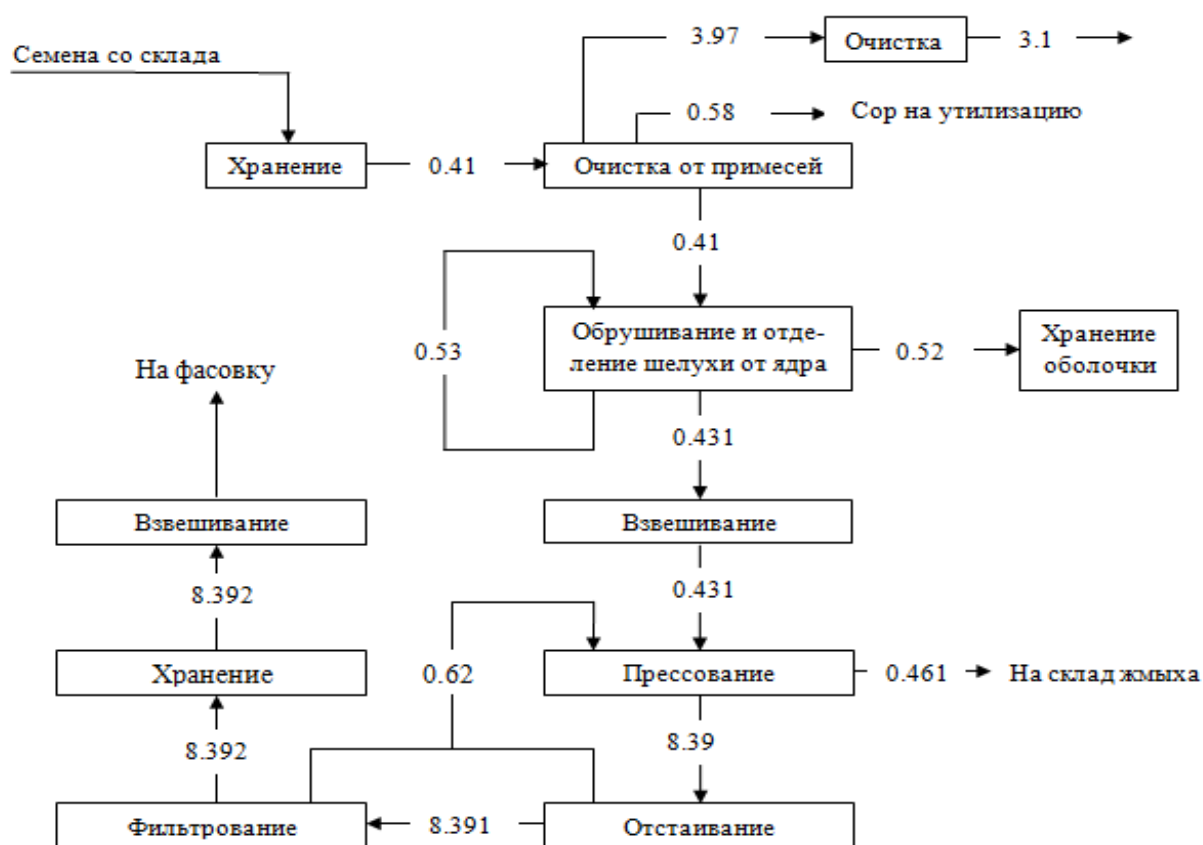


Рисунок 5 - Процессуальная схема подготовительно-прессового цеха

### 3.4 Описание технологических операций и выбор оборудования

#### 3.4.1 Очистка ореха от сорных примесей в сепараторах

Кедровый орех, поступающий на переработку, должен быть максимально освобождён как от минеральных и органических сорных примесей. Минерального сора в орехах содержится очень небольшое количество, что объясняется специфическими условиями шелушения шишек; основная масса сора представлена органическими примесями, а именно: остатками («чешуйками») шишек и главным образом пустыми орехами [32].

Очистка орехов от сора осуществляется в любых сепараторах, для чего на последних устанавливают сита со следующими диаметрами отверстий, мм:

Подситок	15 – 18
Верхнее сито	13 – 14
Нижнее сито	3 – 4



На подситке отбирается крупный сор, а также крупные «чешуйки» шишек; основная часть «чешуек» и другого аналогичного по размерам сора отделяется на верхнем сите; с нижнего сита сходом идёт основная масса ореха, отделённая от мелких примесей – минеральной пыли и мелких частичек органического сора. В аспирационную систему сепаратора уносятся пустые орехи и частично «чешуйки» шишек [32].

При правильной регулировке воздушного режима в аспирационной системе сепаратора из общей массы ореха удаляется 60-70% пустых орехов от их исходного количества в очищаемой смеси [32].

При общей исходной засорённости ореха 5% сорность его после очистки в сепараторах не превышает 2% [32].

На этапе сепарации предусмотрена установка сепаратора А1-БИС-12.

Внешний вид сепаратора А1-БИС-12 представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Сепаратор А1-БИС-12

Техническая характеристика сепаратора А1-БИС-12 представлена в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Техническая характеристика сепаратора А1-БИС-12

Наименование характеристики	Размерность	Значение
Производительность техническая	т/ч, не менее	12
Эффективность очистки семян от отделимой сорной примеси	%, не менее	80
Частота круговых колебаний решетного кузова в секунду	колебаний/с	5,4
Радиус круговых колебаний решётного кузова	мм	7 – 11

Частота колебаний ситового кузова	колеб./мин	325
Радиус колебания ситового кузова	мм	7 – 11
Расход воздуха на аспирацию и пневмосепарирование	м <sup>3</sup> /ч, не более	6100
Аэродинамическое сопротивление	Па, не более	500
Общее число ситовых рам	Шт	4
Размер решёт	Мм	1000 x 996
Площадь сит	м <sup>2</sup>	4
Установленная мощность	кВт	1,5
Габаритные размеры	мм, не более	
- длина		1950
- ширина		2520
- высота		1510
Масса	кг, не более	1400

### 3.4.2 Обрушивание ореха и отделение шелухи от ядра

При обрушивании необходимо получить материал с минимальным содержанием недоруша и сечки. На рушке устанавливают такую силу удара, соответственно размерам одной из подаваемой фракции ореха, ориентируясь на получение рушанки с минимальным содержанием сечки, поскольку недоруш возвращают обратно на рушку, а повышенный процент сечки ведёт к увеличению выноса ядра в шелуху, что ухудшает качество масла [32].

С целью предотвращения возможных затруднений в транспортировании рушанки к вейкам и обмасливании шелухи (вследствие высокой масличности ядра ореха и его малой механической прочности, ведущей к растиранию ядра в смеси с шелухой) рекомендуется устанавливать рушки непосредственно над вейками, чтобы транспортировать рушанку самотёком без применения шнеков; возможно также применение сборных ленточных транспортёров и норий [32].

Отделение шелухи от ядра происходит сухим способом [32].

Масличную пыль «вне ветра» направляют в шнек для ядра, недоруш возвращают для повторного обрушивания в рушанку, а ядро направляют на прессование [32].

При соответствующей регулировке воздушного режима аспирационной камеры содержание шелухи в ядре не превышает 2-3%, а вынос не превышает 0,5-1,5%. Масличность лужги (с выносом) доходит до 1,5% [32].

Для дальнейшего транспортирования ядра не рекомендуется применять шнеки, так как в них оно превращается в мазеобразную комкующуюся не-транспортабельную массу. Ядро с веек следует транспортировать к прессам ленточными транспортёрами и нориями [32].

На этапе обрушивания и отделения шелухи от ядра предусмотрена установка шелушильно-веяльной машины ШВМ-5.

Внешний вид шелушильно-веяльной машины ШВМ-5 представлен на рисунке 7.

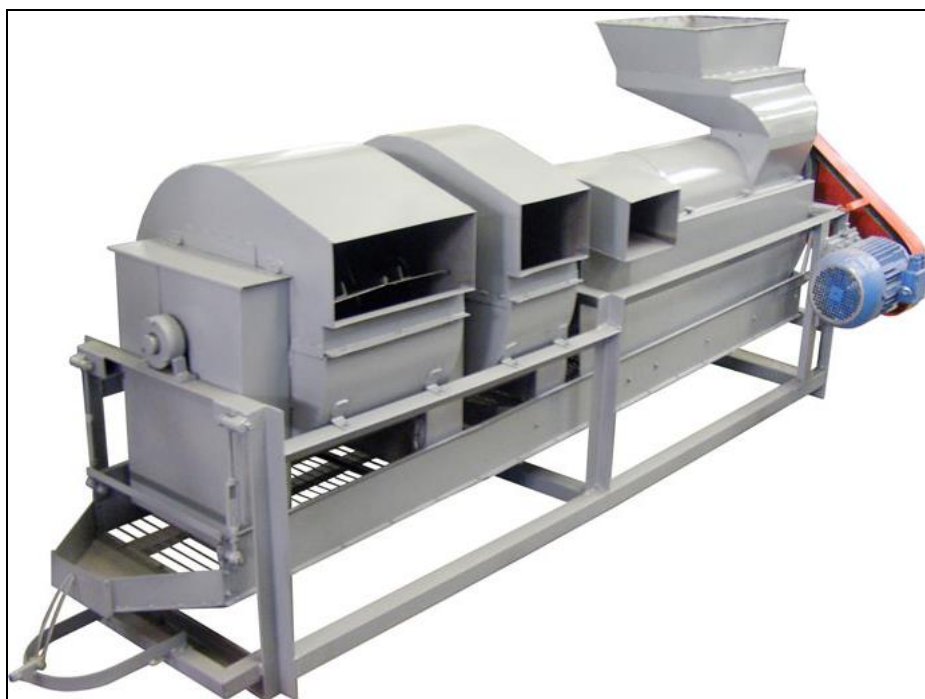


Рисунок 7 – Шелушильно-веяльная машина ШВМ-5 [44]

Техническая характеристика шелушильно-веяльной машины ШВМ-5 представлена в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Техническая характеристика ШВМ-5 [44]

Показатель	Размерность	Значение
Производительность	т/ч	5
Установленная мощность	кВт	3
Габаритные размеры:		
- длина	мм	3115
- ширина		995
- высота		1120
Масса	кг	350

### 3.4.3 Однократное холодное прессование ядра

Ядро кедрового ореха в силу его большой маслячности подвергают однократному холодному прессованию, что обеспечивает максимальный выход высококачественного пищевого масла [32].

На этапе прессования предусмотрена установка шнекового маслопресса FS 1010. Внешний вид маслопресса FS 1010 представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Шнековый маслопресс FS 1010.

FS 1010 – это шнековый маслопресс, отличающийся широкой вариативностью использования. «Сердце» пресса - геометрия, состоящая из нескольких отделов, и вследствие изменения формы шнека в этих отделах происходит постепенное сжимание прессуемого материала в камерах пресса и выдавливание масла из семян. Масло вытекает через щели оттока в корзине пресса, причем продольное размещение пластин увеличивает площадь оттока и тем самым - выход масла. Изменение формы шнека и ширины щелей оттока позволяет оптимально настроить процесс прессования для конкретного вида масличных семян и определенной технологии.

В таблице 3.15 приведены характеристики пресса FS 1010.

Таблица 3.15 – Технические характеристики пресса FS 1010

Показатели работы пресса	Значение показателя
Ширина, мм	1570
Длина, мм	3800
Высота, мм	1700
Потребляемая эл. мощность, кВт	60 – 120
Производительность в семенах, кг/час	1000 – 4000
Вес, кг	7600 – 8500

#### 3.4.4 Первичная очистка масла

Кедровое масло холодного прессования очень мутное и содержит большое количество весового отстоя (от 7 до 12%), что объясняется нежной структурой прессуемого ядра и плохим брикетированием материала при холодном прессовании. Этот отстой представлен в основном очень мелкими частицами, удаление которых может быть достигнуто фильтрацией на фильтр-прессах [32].

Для улучшения работы фильтр-прессов при фильтрации холодного масла и удлинения их периода работы (от загрузки до разгрузки) рекомендуется масло холодного прессования подвергать суточному отстаиванию [32].

Масло после отстаивания отфильтровывают в фильтр-прессах, в результате чего получают высококачественное пищевое масло [32].

На этапе первичной очистки масла предусмотрена установка виброклассификатора. Внешний вид виброклассификатора представлен на рисунке 9.

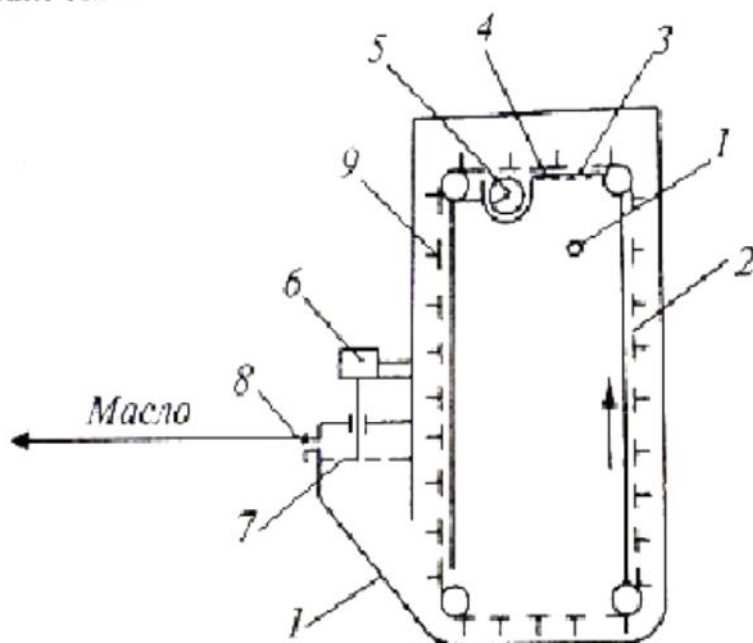


Рисунок 9 - Виброклассификатор

Масло, содержащее нежировые примеси, поступает в виброклассификатор через патрубок 1. Примеси под действием гравитационных сил оседают на дно, откуда скребками 9, прикреплёнными к движущейся цепи 2, подаются на сетчатую поверхность 3. Здесь они освобождаются от части масла, после чего попадают на гладкий лист 4, с которого сбрасываются в шнек 5, выводящий их из аппарата. Частично очищенное масло поступает в выходную часть классификатора, в которой установлена сетка 7, вибрирующая в направлении, перпендикулярном действию гравитационных сил. Вибрация создаётся с помощью электромеханического вибратора 6. При этом под сеткой происходит агрегирование нежировых примесей с образованием «уплотнённого» слоя частиц, который выполняет роль «фильтрующей перегородки» и задерживает проход через сетку более мелких частиц. По мере накопления слоя осадка и его утяжеления, он опускается вниз и увлекается скребками. Очищенное масло выводится из аппарата через патрубок 8 [39].

Показатели работы виброклассификатора представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Технические характеристики виброклассификатора

Показатель	Значение
Производительность виброклассификатора по маслу, т/ч	12-13
Рабочая ёмкость, м <sup>3</sup>	1,4
Амплитуда колебаний сетки, мм	0,3-0,4
Частота колебаний в мин	2800
Массовая доля нежировых примесей в масле, %:	
до очистки	До 10,0
после очистки	0,3-0,5

Дополнительная очистка масла осуществляется на фильтрах ФГДС.

Внешний вид фильтра ФГДС представлен на рисунке 10.

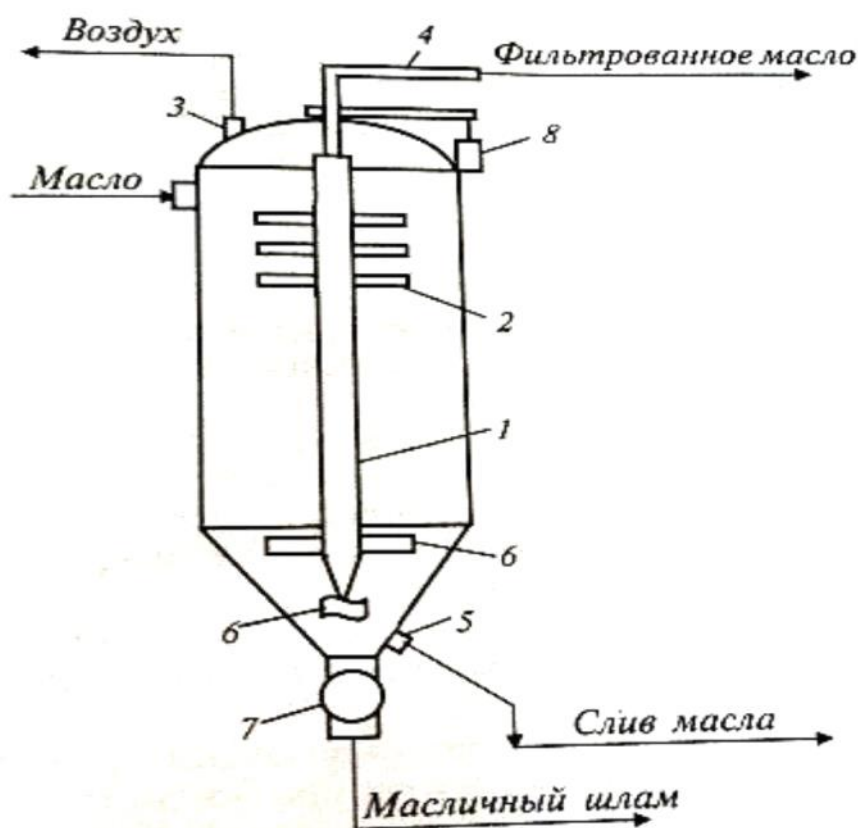


Рисунок 10 – Фильтр ФГДС

Данный аппарат представляет собой цилиндрический аппарат с коническим дном. Внутри него проходит полый вал 1, на котором укреплены 37 дисков 2. Диски выполнены из проволоки толщиной 6-8 мм, из которой сделаны клетки 20 x 20 мм. Диски с двух сторон обтянуты тканью. Масло поступает внутрь корпуса, заполняя пространство между дисками. Воздух вытесняется через патрубок 3. Пройдя фильтрующую поверхность дисков, масло через отверстия в полом вале поступает внутрь него и через патрубок 4 выводится из фильтра. При по-

вышении давления до 0,12 МПа прекращают подачу масла, сливают оставшееся масло через патрубок 5 в специальную ёмкость и включают электродвигатель. Под действием центробежной силы осадок сбрасывается с дисков на стенки корпуса и сползает в нижнюю конусную часть. Его удаление из аппарата производится с помощью двух ножей-мешалок 6 через шлюзовой затвор 7 [39].

Показатели работы фильтра ФГД представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Характеристика фильтра ФГДС

Показатель	Значение
Поверхность фильтрования, м <sup>2</sup>	50
Производительность 1 м <sup>2</sup> фильтрующей поверхности, кг/ч	40-60
Температура процесса фильтрования, °С, не менее	75
Массовая доля нежировых примесей в масле после фильтрования, %, не более	0,05

### 3.5 Описание технологической схемы

Технологическая схема подготовительно-прессового цеха представлена в приложении Д.

Семена со склада с помощью шнека 1 и нории 2 подают в производственный бункер 3. Откуда они самотёком ссыпаются в сепаратор 4. Сорные примеси из сепаратора шнеком 5 направляют на утилизацию. Очищенные семена самотёком ссыпаются в шелушильно-веяльную машину 6. Шелуху из ШВМ шнеком 7 направляют в бункер для шелухи 8. Недоруш повторно направляется а шелушение в ШВМ 6. Очищенное ядро с помощью нории 9 направляют на весы 10, откуда они самотёком ссыпаются в пресс 11. Прессовое масло насосом 21 подают в виброклассификатор 13. Откуда насосом 22 отстоявшееся масло попадает в фильтр ФГДС 14. Отстой по массе из виброклассификатора 13 и фильтра 14 поступает обратно на пресс 11, где смешивается с новой порцией ядра. Очищенное масло самотёком поступает в бак 15, откуда насосом 23 его направляют на весы для масла 16 и насосом 24 отправляют на розлив. Жмых из пресса 11 с помощью шнека 12 перемещают на склад готовой продукции. Избытки масла из фильтра 14 поступают в специальный бак для масла 25, откуда насосом 26 повторно направляется на фильтрование с новой порцией масла.



## ВЫВОДЫ

1. Проведен обзор научно-технической литературы, анализ нормативной и технической документации по теме исследования.

2. Исследованы состав и свойства исходного сырья. Определено: содержание скорлупы - 51,49%; плёнки - 1,92%; ядра - 46,59% в семенах; масличность ядра – 62,6%. Установлено, что семена СКС из республики Тыва урожая 2012 г. удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям. Изучены микробиологические показатели безопасности ядер, отличающихся способом обрушивания, условиями и временем хранения. Установлено, что самый низкий уровень обсеменённости микроорганизмами имеют ядра, очищенные сухим способом перед исследованием. Рекомендовано обрушивание семян непосредственно перед прессованием, при этом предпочтительным является сухой способ обрушивания.

3. Проанализированы способы подготовки материала к прессованию. Выявлено, что такие операции как измельчение ядра и тепловая обработка являются необязательными в технологии получения кедрового масла.

4. Установлено, что обработка мятки в поле волн СВЧ мощностью 100 Вт при высоте слоя 35 мм в течение 120 секунд позволяет снизить активность липазы в материале в 1,5 раза, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 2 раза, увеличить выход масла в 1,2 раза. Увеличение мощности до 300 Вт и 500 Вт приводит к дальнейшему снижению активности липазы, гибели микроорганизмов, при этом уменьшается выход масла с 22,28% до 16,98% при мощности 300 Вт и 12,94% - 500 Вт, предположительно за счёт изменения структуры прессуемого материала. Обработка мятки при мощности волн СВЧ 100 Вт не изменяет органолептических показателей масла и жмыха. Обработка при мощности 300 Вт придаёт маслу и жмыху лёгкий запах и вкус поджаренных орехов, при мощности 500 Вт – сильный запах и вкус поджаренных орехов. Установлено, что обработка материала волнами

СВЧ не оказывает значительного влияния на показатели окислительной порчи масла, все исследуемые масла соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011.

5. Разработана технология переработки семян СКС способом однократного «холодного» прессования. При этом такие стадии как измельчение и обработка в поле СВЧ не представлены на технологической схеме в связи с отсутствием оборудования для качественного выполнения перечисленных операций.

## Список используемой литературы

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции // <http://docs.cntd.ru/>: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 05.04.2016).
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 024/2011 Технический регламент на масложировую продукцию // <http://docs.cntd.ru/>: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320571> (дата обращения: 23.06.2016).
3. ГОСТ 5472-50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5472-50> (дата обращения: 19.06.2016).
4. ГОСТ 10444.12-1988 Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневелых грибов // VSEGOST.COM: Библиотека ГОСТов. URL: <http://vsegost.com/Catalog/11/11621.shtml> (дата обращения: 19.06.2016).
5. ГОСТ 10444.15-1994 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов // VSEGOST.COM: Библиотека ГОСТов. URL: <http://vsegost.com/Catalog/18/18812.shtml> (дата обращения: 19.06.2016).
6. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и зернобобовых культур и семена масличных. Метод определения массы 1000 зерён или семян // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10842-89> (дата обращения: 19.06.2016).
7. ГОСТ 10852-86 Семена масличные. Правила приёмки и методы отбора проб // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10852-86> (дата обращения: 19.06.2016).
8. ГОСТ 10856-96 Семена масличные. Метод определения влажности // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10856-96> (дата обращения: 19.06.2016).

- 9.ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10857-64> (дата обращения: 19.06.2016).
- 10.ГОСТ 26593-85 Масла растительные. Методы определения перекисного числа // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26593-85> (дата обращения: 19.06.2016).
- 11.ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098583> (дата обращения: 19.06.2016).
- 12.ГОСТ 31852-2012 (ISO 6756:1984) Орехи кедровые очищенные. Технические условия // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101738> (дата обращения: 05.04.2016).
- 13.ГОСТ 31933-2012 Масла растительные. Методы определения кислотного числа // DOCS.CNTD.RU: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102172> (дата обращения: 19.06.2016).
- 14.Букштынов, А.Д. Природа мира. Леса / А.Д. Букштынов, Б.И. Гралев, Г.В. Крылов. – М.: Мысль, 1981. – 320 с.
- 15.Гарченко Р.Г. Кедровое богатство России / Р.Г.Гарченко // масла и жиры. – 2015. – № 1-2. – С. 10-11.
- 16.Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / Отв. ред. Т. А. Работнов. — М.: Мысль, 1976. — С. 40—41. — (Справочники-определители географа и путешественника).
- 17.Евтеева Н.М. Кинетическое исследование антиокислительного потенциала кедрового масла в процессе хранения / Н.М. Гарченко // ХРАНЕНИЕ и ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ. – 2015. – № 10. – С. 34-38.
- 18.Егорова, Е.Ю., Баташова, Н.В., Бочкарев, М.С. Биологическая ценность и функционально-технологические свойства жмыха ядра кедрового ореха // Масложировая промышленность. 2007. № 6. С. 29-30.

- 19.Егорова Е.Ю. Закономерности формирования товароведно-технических характеристик круп быстрого приготовления с кедровым жмыхом / Е.Ю. Егорова, М.С. Бочкарев, В.М. Позняковский // ХРАНЕНИЕ и ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ. – 2011. - № 1. – С. 71-75.
- 20.Егорова Е.Ю. Исследование устойчивости растительных масел к окислению при введении кедровой живицы / Е.Ю. Егорова, Н.Н. Рощина, В.М. Позняковский // Масложировая промышленность. 2011. № 3. С. 14-17.
- 21.Ильичев, А.И. Кузбасс. Ресурсы, экономика, рынок. Кузбасская энциклопедия / А.И. Ильичев, М.П. Виткин, Н.В. Каменцев. – Кемерово 1995. – Т.1. – с. 36-41.
- 22.Крылов, Г.В. Сибирский кедр / Г.В. Крылов. – Кемерово, 1985. – 185 с.
- 23.Майонезы и соусы майонезные на основе эмульсии ядра кедрового ореха / А.Ю. Золотин [и др.] // МАСЛА и ЖИРЫ. – 2014. - № 9-10. – С. 1-3.
- 24.Майонезы и майонезные соусы на основе эмульсии яда кедрового ореха / А.Ю. Золотин [и др.] // Масложировая промышленность. 2012. № 3. С. 10-11.
- 25.Материалы к государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды в 2007 году» / Администрация Кемеровской области, ГУ «Областной комитет природных ресурсов». – Кемерово: «ИКТ», 2008. – 352с.
- 26.Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др.; Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд; перераб. И доп. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
- 27.Некрасова, Т.П. Биологические особенности семеношения кедра сибирского. – Новосибирск: Наука, 1972. – 274 с.
- 28.Нищакон, А.П. Пихта, кедр и другие. Портрет родного края / А.П. Нищакон. – Кемерово, 1990. – с.57-85.
- 29.Новый вид загустителя для майонезных соусов / Е.Ю. Егорова [и др.] // МАСЛА и ЖИРЫ. – 2010. - № 11-12. – С. 12-14.
- 30.Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова [и др.] // Масложировая промышленность. 2009. № 3. С. 16-19.
- 31.Руководство по методам исследования, техническому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Т. 5. Справочные материалы

по составу и важнейшим свойствам масличных семян и продуктов их переработки / под общ. ред. В. П. Ржехина и А. Г. Сергеева. - Л.: ВНИИЖ, 1969.

32.Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров, т. 1, изд. 2-е, доп. и перер., кн. 2, Л., ВНИИЖ, 1974.

33.Субботина, М.А. Биохимический состав и технологические свойства семян сосны сибирской. / М.А. Субботина. – Кемерово, 2005. – 140 с.

34.Субботина М.А. Исследование химического состава кедровой муки обезжиренной / М.А. Субботина // ХРАНЕНИЕ и ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ. – 2010. – № 4. – С. 49-50.

35.Субботина М.А. Микрофлора семян сосны кедровой сибирской [текст] / М.А. Субботина, И.А. Ерёмкина // Масложировая промышленность. 2009. №. 5. С. 37-38.

36.Субботина М.А. – Научное обоснование и практическая реализация технологий молочных продуктов с использованием семян сосны кедровой сибирской: дис ... д.т.н. /Субботина Маргарита Александровна. - Кемерово, 2012. – 437 с.

37.Субботина М.А. Совершенствование технологии подготовки кедровых орехов к извлечению масла [Текст] / М.А. Субботина, Т.В. Лобова // масла и жиры. – 2016. – № 1-2. – С. 28-30.

38.Судачкова, Н.Е. Семена кедрового / Н.Е. Судачкова. – Новосибирск, 1985. – 129 с.

39.Технология отрасли (производство растительных масел): учебник / Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена, Е.В. Мартовщук, С.К. Мустафаев; под общей ред. Е.П. Коррненой – СПб. : ГИОРД, 2009. – 352 с.

40.Хантураев А.Г. Исследование процесса ферментации кедрового шрота бифидобактериями / А.Г. Хантураев, И.С. Хамагаева, В.Г. Ширеторова // ХРАНЕНИЕ и ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ. – 2011. – № 10. – С. 60-62.

41.Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: КолоС, 2003. – 360 с.

42.Ведуныя. Забота природы // <http://www.doctorless.ru/>: Скорлупа кедрового ореха. URL: [http://www.doctorless.ru/docs/catalog/skorlupa\\_kedrovogo\\_oreha](http://www.doctorless.ru/docs/catalog/skorlupa_kedrovogo_oreha) (дата обращения: 28.05.2016).

43. Кедровые орехи // <http://kedr-o.ru/>: Плёнка кедрового ореха. URL: <http://kedr-o.ru/plyonka-keдрovogo-orexa.html> (дата обращения: 27.05.2016).
44. Машины и оборудование. Шишкорушки. // <http://www.opktb.ru/>: Оборудование и технологические линии по переработке растительного сырья. URL: <http://www.opktb.ru/index.php?mash=114> (дата обращения: 29.04.2016).
45. Научный журнал. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология // [http://journals.istu.edu/izvestia\\_biochemi/](http://journals.istu.edu/izvestia_biochemi/): Химический состав подскорлупной пленки семян Pinus Sibirica. URL: [http://journals.istu.edu/izvestia\\_biochemi/?ru/journals/2013/01/articles/7\\_1](http://journals.istu.edu/izvestia_biochemi/?ru/journals/2013/01/articles/7_1) (дата обращения: 28.05.2016)
46. ООО «Золотой орех» Переработка и продажа кедрового ореха и кедровой продукции по России и на экспорт // <http://www.gn42.ru/>: Плёнка кедрового ореха оптом. URL: <http://www.gn42.ru/> (дата обращения: 28.05.2016)
47. Продажа продуктов для здоровья с доставкой по всей России // <http://www.gabris.ru/>: Кедровая скорлупа. URL: <http://www.gabris.ru/gabris/health/keдр/skorlupa/> (дата обращения: 28.05.2016).
48. Радоград // <http://www.rado-grad.ru/>: Скорлупа кедрового ореха. URL: [http://www.rado-grad.ru/product/per\\_keдр\\_oreha/skorlupa\\_keдрovogo\\_oreha/](http://www.rado-grad.ru/product/per_keдр_oreha/skorlupa_keдрovogo_oreha/) (дата обращения: 28.05.2016).
49. Сосна кедровая сибирская // <https://ru.wikipedia.org/>: Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/сосна\\_сибирская\\_кедровая](https://ru.wikipedia.org/wiki/сосна_сибирская_кедровая) (дата обращения: 15.04.2016).
50. Состав и свойства БВК серии Кедровая сила // <http://www.golkom.ru/>: Библиотека природы – информационный портал. URL: [http://www.golkom.ru/book/29\\_8.html](http://www.golkom.ru/book/29_8.html) (дата обращения: 02.05.2016).
51. Физико-механические характеристики семян сосны кедровой сибирской // <http://cyberleninka.ru/>: CYBERLENINKA. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-mehanicheskie-harakteristiki-semyan-sosny-keдрovoy-sibirskoy> (дата обращения: 03.04.2016).
52. Борпак экспериментальное оборудование // <http://borpak.ru/>: Современные требования к технологиям продуктов питания. URL: <http://borpak.ru/pishhevaya-promyshlennost/sovremennye-trebovaniya-k-technologiyam-produktov-pitaniya.html> (дата обращения: 28.05.2016).

## Приложение А

## Состав и свойства исходного сырья

## Физико-механические показатели семян сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Значение
Абсолютная масса 1000 штук семян, г	257,6
Объёмная (насыпная) масса семян, г/дм <sup>3</sup>	490,97

## Структурный состав семян сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Значение, %
Скорлупа	51,49
Плѐнка	1,92
Ядро	46,59

## Физико-химические показатели ядер сосны кедровой сибирской (ООО «КЕДР ЭКСПОРТ»)

Наименование показателя	Значение, %
Влажность	3,76
Масличность	62,6

## Микробиологические показатели семян сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Значение	Допустимый уровень
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2,0 \times 10^2$	не более $1 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружено в 0,1 г	не допускается в 1,0 г
Плесени, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	не более $5,0 \times 10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	Менее $1,0 \times 10^1$	не более $5,0 \times 10^1$

## Микробиологические показатели ядер семян сосны кедровой сибирской

Показатель	Значение						Допустимый уровень
	1	2	3	4	5	6	
КМА-ФАнМ, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	не более $1 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено	Не обнаружено	Обнаружено	не допускается в 1,0 г
Плесени, КОЕ/г	$2,0 \times 10^1$	$5,5 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^1$	не более $5,0 \times 10^2$
Дрожжи, КОЕ/г	$4,0 \times 10^1$	$2,1 \times 10^4$					не более $5,0 \times 10^1$



## Характеристика режимов обработки материала

Характеристика режима	№ образца		
	1	2	3
Мощность, Вт	100	300	500
Высота слоя материала, мм	35		
Температура нагрева материала, °С	59	102	106
Время отлёжки, мин	20		
Температура материала после отлёжки, °С	30	55	57

### Результаты исследований мятки и мезги

#### Активность липазы мятки и мезги

	Контроль*	1*	2*	3*
Активность липазы, у. ед.	1,01	0,68	0,12	0,1
*Примечание: Контроль -мятка без обработки; 1-мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 100 Вт; 2- мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 300 Вт; 3-мезга, полученная путём обработки в поле СВЧ мощностью 500 Вт.				

#### Микробиологические показатели мятки и мезги

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
КМАФАнМ, КОЕ/г	$7,0 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$
БГКП (коли-формы)	Обнаружены		Обнаружены	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	$3,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^1$
Дрожжи, КОЕ/г	$3,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$

### Результаты исследования масла и жмыха

#### Выход масла и жмыха при прессовании

Наименование показателя	Значение, %			
	Контроль*	1*	2*	3*
Выход масла	18,26	22,28	16,98	12,94
Выход жмыха	70,11	70,75	74,28	77,69
Потери	11,63	6,97	8,74	9,37
Массовая доля нелипидных примесей	22,11	19,54	23,76	40,19

\*Примечание: контроль - без обработки в поле волн СВЧ ;  
 1-обработка в поле СВЧ мощностью 100 Вт,  
 2-обработка в поле СВЧ мощностью 300 Вт;  
 3-обработка в поле СВЧ мощностью 500 Вт.

#### Показатели окислительной порчи масел

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
К.Ч., мг КОН/г	0,97	1,14	1,07	0,86
П.Ч., ммоль активного кислорода/кг	1,23	1,12	1,17	1,26

#### Органолептические показатели качества масла

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
Запах и вкус	Свойственный кедровому маслу	Лёгкий запах и вкус поджаренных орехов	Сильный запах и вкус поджаренных орехов	
Цвет	Светло-жёлтый			

#### Органолептические показатели жмыха

Показатель	Контроль*	1*	2*	3*
Запах и вкус	Свойственный жмыху кедрового ореха	Слабый запах и вкус поджаренных орехов	Сильный запах и вкус жаренных орехов	
Цвет	Светло-жёлтый	От светло-жёлтого до светло-коричневого	От светло-коричневого до тёмно-коричневого	