



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**

---

## **ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**Департамент пищевых наук и технологий**

**Глухова Кристина Александровна**

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЦЕХА ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ СЛАБОАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТА ЛАМИНАРИИ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 1500 ДАЛ В ГОД**

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

по основной образовательной программе подготовки бакалавров  
по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья  
профиль Технология бродильных производств и виноделие

г. Владивосток  
2018

Автор работы студент гр. Б 7403 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (ФИО)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Защищена в ГЭК с оценкой  
\_\_\_\_\_  
Секретарь ГЭК  
\_\_\_\_\_  
подпись И.О. Фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

«Допустить к защите»  
Директор ДПНиТ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (ФИО)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Ю.С. Хотимченко / \_\_\_\_\_ /  
Ф.И.О. Подпись  
\_\_\_\_\_  
Директор Школы биомедицины  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**В материалах данной выпускной квалификационной работы не содержатся сведения, составляющие государственную тайну, и сведения, подлежащие экспортному контролю.**

Ю.С. Хотимченко / \_\_\_\_\_ /  
Ф.И.О. Подпись  
\_\_\_\_\_  
Уполномоченный по экспортному контролю  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## Оглавление

Введение.....	4
1 Техничко-экономическое обоснование.....	7
1.1 Характеристика предприятия.....	7
1.2 Районирование.....	7
1.3 Обеспеченность сырьем .....	8
1.4 Основные поставщики .....	9
1.5 Рынок сбыта.....	10
1.6 Характеристика сырья .....	10
1.6.1 Солод ячменный пивоваренный светлый [4] .....	10
1.6.2 Дрожжи [20].....	12
1.6.3 Хмель гранулированный [6] .....	13
1.6.4 Питъевая вода [16] .....	15
1.6.5 Ламинария мороженая [5] .....	19
1.6.6 Кислота лимонная моногидрат пищевая [7] .....	21
2 Технологическая часть.....	22
2.1 Технологический процесс .....	22
2.1.1 Приемка солода .....	22
2.1.2 Взвешивание.....	22
2.1.3 Подработка солода.....	22
2.1.4 Дробление солода.....	22
2.1.5 Исправление воды.....	23
2.1.6 Затираание .....	24
2.1.7 Фильтрация и выщелачивание.....	25
2.1.8 Экстрагирование ламинарии мороженой .....	26
2.1.9 Охмеление.....	27
2.1.10 Отделение сусла от хмелевой дробины .....	27
2.1.11 Охлаждение сусла .....	27

2.1.12	Разведение дрожжей с отъемом сусла .....	28
2.1.13	Главное брожение .....	28
2.1.14	Дображивание.....	28
2.1.15	Осветление напитка .....	29
2.1.16	Хранение слабоалкогольного напитка.....	29
2.1.17	Розлив и реализация .....	29
2.2	Продуктовый расчет .....	29
2.2.1	Продуктовый расчет на 100 кг зернопродукта .....	31
2.2.2	Расчет на 1 дал и на мощность цеха.....	34
2.3	Карта технологического баланса .....	36
3	Подбор технологического оборудования .....	37
3.1	Расчет основного и вспомогательного оборудования.....	37
3.2	Характеристика оборудования.....	40
3.3	Расстановка оборудования .....	45
	Список литературы .....	47
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	49
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	50
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	48

## Введение

В настоящее время все чаще и чаще в пищевой отрасли практикуется расширение ассортимента продукции за счет внедрения нетрадиционного сырья. И бродильные производства эта тенденция стороной не обходит. Можно легко вспомнить многочисленные пивные напитки с различным растительным сырьем в составе, которые сейчас повсеместно представлены во многих магазинах. Такое пополнение ассортимента интересными новыми вкусами давно знакомого продукта положительно влияет на доходность предприятия, в первую очередь, конечно, за счет привлечения новых покупателей. Среди них могут быть не только любители новинок, но и люди, кто ранее не имел возможность употреблять классический вариант продукта ввиду медицинских показаний. Например, внедрение гречишного солода в производство пива позволило насладиться этим продуктом людям с непереносимостью глютена (целиакия).

Кроме того, использование нетрадиционного сырья может повысить биологическую ценность продукта, что особенно важно, так как здоровье и качество жизни человека напрямую зависит от питания. Также, возможны интенсификация производства или снижение себестоимости продукта за счет замены одного из видов сырья на новое нетрадиционное.

Таким образом, внедрение и использование нового сырья, разработка технологических схем с этим сырьем и внедрение их в производство, является одним из важных направлений развития пищевой промышленности.

На Дальнем Востоке перспективным сырьем являются морские водоросли, поскольку запасы их огромны и использование их в производстве экономически выгодно. Нельзя не упомянуть и об их уникальной способности извлекать из морской воды и концентрировать в своих тканях различные микро- и макроэлементы, которые необходимы для нормального функционирования

Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разработал		Глухова К.А.			ДВФУ ВКР 260204.65/07 В Расчет и проектирование специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год		
Проверил		Корчагин В.П.					
Руководитель		Струпуль Н.Э.					
Н.контроль		Корчагин В.П.					
Утвердил		Приходько Ю.В.					
					Лист	Лист	Листов
						4	50
					Б 7403 группа		

организма. Содержание этих веществ в морских водорослях во много раз выше, чем в наземных растениях. Некоторые же полезные компоненты, обнаруженные в водорослях, в наземных растениях не встречаются вовсе [14].

Из промысловых водорослей наибольшее значение имеют ламинариевые, в частности ламинария японская (*Laminaria japonica* недавно переименованная в *Saccharina japonica*), состав, свойства и пищевое применение которой изучены более подробно. Эти водоросли активно культивируются и внедряются в различные сферы производства в азиатских странах Тихоокеанского региона, но в России их использование носит случайный характер. По данным краевого департамента рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов, добыча *Saccharina japonica* в Приморье в 2016 году составила всего 1153 тонн, а в прошлом году (2017 г), по состоянию на 15 ноября, было выловлено 1021 тонн [9]. Хотя их запасы, по данным ТИНРО-центра, находятся на достаточно высоком уровне – около 200 тыс. тонн. Таким образом, осваивается менее 1 % ресурсной базы. Производят из ламинарии в Приморье в основном консервы, имеющие слабую реализацию, несмотря на ценовую доступность [1]. Высокой же популярностью в Приморском крае пользуется продукция из морской капусты китайского и корейского производителей. Складывается парадоксальная ситуация: имеются огромные запасы ресурса, но желания осваивать его ни у кого нет, при этом население активно потребляет импортную продукцию, полученную из такого и подобного сырья.

Необходимо более активно использовать сырьевые богатства Дальнего Востока, заниматься внедрением их в производства пищевых продуктов, в частности в бродильное производство, разрабатывать технологические схемы, внедрять их в производство, расширять ассортимент продукции.

В частности, если внедрить ламинарию в производство напитков брожения, можно получить эксклюзивный сезонный продукт, обладающий высокой биологической ценностью и интересными органолептическими свойствами,

привлекающий внимание туристов и жителей региона. С экономической же точки зрения получится задействовать в производстве дешевое сырье, которое в огромных количествах произрастает в нашем крае, расширить ассортимент продукции предприятия, а также привлечь внимание к собственной марке и к остальной продукции в целом.

**Целью** данного проекта является проектирование цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год.

Поставлены следующие *задачи*.

1. Представить технико-экономическое обоснование проекта.
2. Разработать технологическую схему и произвести продуктовый расчет производства слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии и представить карту технологического баланса.
3. Произвести подбор и компоновку оборудования цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии. Разработать аппаратно-технологическую схему и выполнить чертеж расстановки оборудования.

## 1 Техничко-экономическое обоснование

### 1.1 Характеристика предприятия

Мощность специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии составляет 1500 дал в год (4,4 в сутки). Будет осуществляться одна варка в неделю на 30 дал. Режим работы специализированного цеха представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Режим работы специализированного цеха

Наименование	Число смен работы в сутки	Число дней работы		Примечание
		в месяц	в год	
Варочное отделение (дробление, варка, осветление, охлаждение суслы)	1	4-5	48-60	С учетом вычетов часов на дезинфекцию, профилактический ремонт, праздники
Отделение брожения	1	28-30	338	За вычетом 36 ч в месяц на дезинфекции варочного цеха, ремонта, праздников
Отделение фильтрации и хранения	1	28	338	С учетом вычетов часов на профилактические работы, дезинфекции, праздники
Производство работает в целом			11,5 месяца	

### 1.2 Районирование

К расположению предприятия по производству слабоалкогольного напитка

Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разработал		Глухова К.А.			ДВФУ ВКР 260204.65/07 В Расчет и проектирование специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год		
Проверил		Корчагин В.П.					
Руководитель		Струнгуль Н.Э.					
Н.контроль		Корчагин В.П.					
Утвердил		Приходько Ю.В.					
					Лист	Лист	Листов
						7	50
					Б 7403 группа		



с использованием экстракта ламинарии необходимы следующие требования:

- территория должна быть расположена вблизи основных центральных сетей энерго- водо- и теплоснабжения, телефонных и канализационных сетей;
- наличие удобного подъезда для транспорта;
- наличие свободной площади под застройку;
- застройка выбранного участка была минимальной плотности, в следствие чего сети не будут перегружены;
- близость поставщиков основного оборудования и сырья;
- близость к потенциальным потребителям – жителям и туристам Приморского края.

Принимая во внимание малую мощность проектируемого цеха, 1500 дал в год (4,4 дал в сутки / 29 дал в неделю), а также основные требования, перечисленные выше, его целесообразно будет добавлять к малому пивоваренному производству г. Владивостока, расширив его ассортимент напитков. Например, это могут быть «Ханс», «Мюнхен», «Republic», «Ливония».

### **1.3 Обеспеченность сырьем**

Основным сырьем для производства слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии является пивоваренный ячменный светлый солод, мороженая ламинария и вода.

Запасы ламинарии в Приморском крае находятся на высоком уровне, при этом осваивается менее 1% ресурсной базы. Себестоимость данного сырья невелика. Есть несколько местных компаний, имеющих определенную квоту на добычу бурой водоросли *Saccharina japonica*, что обеспечивает бесперебойные поставки сырья на предприятие.

Подвод холодной воды, электроснабжение, канализационные коммуникации осуществляются от городских сетей.

#### 1.4 Основные поставщики

При выборе поставщиков сырья приоритетом владели отечественные фирмы изготовители. Перечень всех основных поставщиков сырья с их контактными данными представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Основные поставщики

Название компании	Продукция	Контакты компании
ООО «Акватехнологии»	Мороженая морская капуста, шинкованная	г. Владивосток. Калинина, 151а +7(423)228-01-01, 228-67-57
ООО «Курский солод»	Солод	г. Курск, ул. Магистральная, д. 2 +7 (495) 789-89-43
ООО «Сланис»	Хмель гранулированный	г. Чебоксары, Урукова, 17 (8352) 66-42-20
ООО «Самодел-ДВ»	Сухие дрожжи	г. Владивосток, ул. Героев Тихоокеанцев, 5А +7 (423) 272-24-85
ООО «Росхимимпорт»	Лимонная кислота	г. Хабаровск, Комсомольская , д. 83 стр.Б +7 (924) 403-00-53 +7 (4212) 42-14-13

Мороженую ламинарию в шинкованно-мороженном виде предполагается закупать у ООО «Акватехнологии». Эта одна из крупных компаний Приморского края, имеющая квоты на добычу различных морепродуктов: спизулы, анадары, мактры, карбикулы, трубача и, конечно же, ламинарии. Ее в прошлом году (2017 г), по состоянию на 15 ноября, было добыто 1021 тонн, из них 750 тонн добыла «Акватехнология», полностью освоив квоту.

Светлый пивоваренный ячменный солод планируется закупать у отечественного производителя ООО «Курский солод». Компания существует более 5 лет, уже успев зарекомендовать себя как надежный производитель и поставщик качественного солода. Дальность перевозок компенсируется качеством сырья.

ООО «Сланис» - официальный торговый представитель ряда крупных производителей хмеля Европы и Новой Зеландии; официальный представитель фирмы ВКМ Magdeburg GmbH, Германия, выпускающей оборудование для пивобезалкогольной промышленности. Производство и переработка российских сортов хмеля, импорт хмеля и хмелевых препаратов.

## **1.5 Рынок сбыта**

Данный проект направлен на расширение ассортимента слабоалкогольных напитков во Владивостоке. Город является туристическим центром Приморского края. Если внедрить ламинарию в производство слабоалкогольных напитков во Владивостоке, получится эксклюзивный продукт, обладающий высокой биологической ценностью и интересными органолептическими свойствами, который привлечет внимание туристов и жителей региона.

## **1.6 Характеристика сырья**

### ***1.6.1 Солод ячменный пивоваренный светлый [4]***

Рецептура производства пивного напитка с ламинарией предполагает использование светлого ячменного пивоваренного солода. Качество солода должно соответствовать ГОСТ 29294-2014 «Солод пивоваренный. Технические условия».

Физико-химические характеристики. Физико-химические показатели светлого ячменного солода приведены в таблице 3.

Органолептические характеристики. Основные органолептические показатели – это внешний вид, цвет, вкус и запах.

На внешний вид зерновая масса должна быть однородной, не содержащей плесневелых зерен и зерновых вредителей.

Таблица 3 – Физико-химические показатели светлого ячменного солода

Наименование показателя	Значение		
	Высшего класса	Первого класса	Второго класса
Массовая доля влаги, %, не более	4,5	5,0	6,0
Массовая доля сорной примеси, %, не более	Не допускается	0,3	0,5
Проход через сито (2,2x20) мм, %, не более	3,0	5,0	8,0
Проход через сито (1,7x20) мм, %, не более	Не регламентируется		
Количество зерен, %			
-мучнистых, не менее	85,0	80	
-стекловидных, не более	3,0	5,0	10,0
-темных, не более	Не допускается		4,0
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	79,0	78,0	76,0
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов, %, не более	1,5	2,5	4,0
Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода, %, не более	11,5		12,0
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха) %	39-41	Не регламентируется	

*Окончание таблицы 3.*

Наименование показателя	Значение		
	Высшего класса	Первого класса	Второго класса
Показатели лабораторного сусла:			
-прозрачность (визуально)	Прозрачное		Допускается небольшая опалесценция
-продолжительность осахаривания, мин, не более	15	20	25
-цвет, ц.ед	Не более 0,20	Не более 0,30	Не более 0,40
ед. ЕВС	3,1	3,5	9,7
Кислотность, к. ед.	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3

Цвет солода равномерный, варьируется от светло-желтого до желтого. Не допускаются тона зеленоватые и темные, обусловленные плесенью.

Запах светлого солода должен быть чистым, солодовым. Не должно быть посторонних запахов: затхлого запаха, кислого, запаха плесени и дыма и других, не свойственных солоду.

Вкус солода должен быть приятно сладковатым, солодовым, без постороннего привкуса, при раскусывании зерно должно быть хрупким, эндосперм – белым и рассыпчатым. Хорошо растворенное, рыхлое солодовое зерно должно сохранять форму и размер зерна переработанного ячменя.

### ***1.6.2 Дрожжи [20]***

Для брожения сусла слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии будут использоваться сухие дрожжи низового брожения – Saflager s-189 (Fermentis, Франция). Характеристика данных дрожжей приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики применяемых дрожжей [20]

Показатель	Значение
Температура брожения	9-22 °С оптимально 12-15 °С
Дозировка	от 80 до 120г/гл для засева при 12°С – 15°С Увеличить дозировку дрожжей при <12°С, а при 9°С увеличить до 200 - 300 г/гл
% сухих дрожжей	94,0-96,5
Количество живых клеток	>6x10 <sup>9</sup> /г
Общее содержание бактерий	<5 / мл
Уксусные бактерии	<1 / мл
Молочнокислые бактерии	<1 / мл
Педиококки	<1 / мл
Дикие дрожжи	<1 / мл
Патогенные микроорганизмы	Согласно законодательству

### ***1.6.3 Хмель гранулированный [6]***

Для охмеления сула слабоалкогольного напитка с водным экстрактом ламинарии предполагается применение гранулированного ароматного хмеля SAAZ (ЖАТЕЦКИЙ) тип 90.

Обязательным условием доставки является наличие качественного удостоверения и сертификата соответствия. Показатели гранулированного хмеля тип 90 в соответствии с ГОСТ 32912-2014.

Требования к органолептическим и физико-химическим показателям гранулированного ароматного хмеля тип 90 приведены в таблицах 5 и 6 соответственно.

Показатели безопасности гранулированного ароматного хмеля в соответствии с ГОСТ 32912-2014 приведены в таблице 7.

Таблица 5 – Органолептические показатели гранулированного хмеля

Показатель	Значение
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы
Запах	Специфический хмелевой. Не допускается наличие плесневого, прелого, затхлого, сырного, дымного, валерианового или другого постороннего запаха, не свойственного хмелю
Цвет	От светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого и зеленовато-желтого

Таблица 6 – Физико-химические показатели гранулированного хмеля

Показатель	Значение
Массовая доля влаги, %	6,0 – 13,0
Массовая доля $\alpha$ - кислот в пересчете на сухое вещество, %, не менее	2,5
КПП, %, не менее	Не определяют
Массовая доля золы, в пересчете на сухое вещество, %, не более	14,0
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	Не определяют
Массовая доля эфирного масла, %, не менее	Не определяют

Таблица 7 – показатели безопасности для гранулированного хмеля

Показатели		Допустимые уровни, мг/кг, не более
Токсичные элементы	Свинец	6,0
	Мышьяк	0,5
	Кадмий	1,0
	Ртуть	0,1
Микотоксины	Афлатоксин В1	0,005
Пестициды	Гексахлорциклогексан ( $\alpha, \delta, \gamma$ -изомеры)	0,1
	ДДТ и его метаболиты	0,1
	Гептахлор	Не допускается

Показатели		Допустимые уровни, мг/кг, не более
Вредные примеси	Зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые клещи)	Не допускается
Микробиологические показатели	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \times 10^5$
	БГКП, не допускаются, в г	0,01
	E. coli, не допускается, г	0,1
	Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \times 10^3$
	Дрожжи, КОЕ/г, не более	100
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, не допускается, г	10

#### **1.6.4 Питьева вода [16]**

Вода для производства пивного напитка поступает из централизованного источника и должна соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». С учетом ее влияния на физико-химические и биохимические процессы в пивоварении к ней предъявляются дополнительные требования, указанные в технологической инструкции по водоподготовке для производства пива и безалкогольных напитков (ТИ 10-5031536-73-90). По органолептическим показателям вода должна представлять собой прозрачную бесцветную жидкость без вкуса и запаха.

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в таблице 8.



Таблица 8 – Микробиологические и паразитологические показатели питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

Безопасность питьевой воды по химическому составу определяется по нескольким группам показателей. Во-первых, это обобщенные показатели, а также содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, в том числе и вещества антропогенного происхождения, представленные в таблице 9. Во-вторых, содержание вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения, информация о которых представлена в таблице 10.

Дополнительные требования к питьевой воде, используемой в производстве пива и безалкогольных напитков, представлены в таблице 11.

Таблица 9 – Химические показатели питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
<b>Обобщенные показатели</b>				
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)		
Жесткость общая	мг-эquiv./л	7,0 (10)		
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0		
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5		
Фенольный индекс	мг/л	0,25		
<b>Неорганические вещества</b>				
Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba <sup>2+</sup> )	-"	0,1	-"	2
Бериллий (Be <sup>2+</sup> )	-"	0,0002	-"	1
Бор (В, суммарно)	-"	0,5	-"	2
Железо (Fe, суммарно)	-"	0,3 (1,0)	орг.	3
Кадмий (Cd, суммарно)	-"	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	-"	0,1(0,5)	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	-"	1,0	-"	3
Молибден (Mo, суммарно)	-"	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	-"	0,05	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)	мг/л	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по NO <sup>3-</sup> )	-"	45	с.-т.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	-"	0,0005	с.-т.	1
Свинец (Pb, суммарно)	-"	0,03	-"	2
Селен (Se, суммарно)	-"	0,01	-"	2
Стронций (Sr <sup>2+</sup> )	-"	7,0	-"	2
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	-"	500	орг.	4
Фториды (F <sup>-</sup> )				
<b>для климатических районов</b>				
- I и II	-"	1,5	с.-т.	2
- III	-"	1,2		2
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	-"	350	орг.	4
Хром (Cr <sup>6+</sup> )	-"	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN <sup>II</sup> )	-"	0,035	-"	2
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	-"	5,0	орг.	3
<b>Органические вещества</b>				
γ-ГХЦГ (линдан)	-"	0,002	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	-"	0,002	-"	2
2,4-Д	-"	0,03	-"	2

Таблица 10 – Нормативы по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор				
- остаточный свободный	мг/л	в пределах 0,3-0,5	орг.	3
- остаточный связанный	"-	в пределах 0,8-1,2	"-	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	"-	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	"-	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	"-	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	"-	2,0	"-	2
Активированная кремнекислота (по Si)	"-	10	"-	2
Полифосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	-	3,5	орг.	3
Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов	мг/л	0,5	с.-т.	2
	"-	0,3 (1,0)	орг.	3

Для очистки воды от опасных и ненужных примесей, а также для исправления ее солевого состава, производят водоподготовку, которая заключается в пропускании воды через различные фильтры, например, с активированным углем, песчаные, марганцовые фильтры, умягчение воды на натрий-катионитовом фильтре, обеззараживание – на установке с использованием ультрафиолетового облучения. Кроме УФ облучения могут использоваться такие способы обеззараживания как серебрение или озонирование.

Таблица 11 – Дополнительные требования к воде, используемой в производстве пива и безалкогольных напитков

Показатель	Единица измерения	Значение
рН		6.0 – 6.5
Жесткость общая	мг-экв/л, не более	2.0 – 4.0
Щелочность	мг-экв/л, не более	0.5 – 1.5
Сухой остаток	мг/л, не более	500
Окисляемость	мгО <sub>2</sub> /л	2
Кальций	мг-экв/л	2.0 – 4.0
Магний	мг-экв/л	следы
Железо общее	мг/л, не более	0.1
Марганец	мг/л, не более	0.1
Алюминий	мг/л, не более	0.5
Сульфаты	мг/л, не более	100 – 150
Хлориды	мг/л, не более	100 – 150
Нитраты	мг/л, не более	10
Нитриты	мг/л	0
Сероводород	мг/л	следы
Цинк	мг/л, не более	5
Аммиак	мг/л, не более	следы
Медь	мг/л, не более	0.5
Кремний	мг/л, не более	2
ОМЧ	не более	100 (20)
Коли-индекс	не более	3 (0)

### ***1.6.5 Ламинария мороженая [5]***

По органолептическим, физическим и химическим показателям ламинария должна соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 31583-2012 «Капуста морская мороженая. Технические условия», которые представлены в таблице 12.

Рекомендуемые сроки хранения мороженой морской капусты (ламинарии) – год при температуре хранения не выше минус 18 °С, 2 года при температуре хранения не выше минус 25 °С.

Таблица 12 – Органолептические, физические и химические показатели ламинарии мороженой

Наименование показателя	Характеристика, норма
Внешний вид: - блока  - морской капусты (после размораживания)	Целый. Поверхность ровная, чистая.  Могут быть незначительные впадины на поверхности блока и снежный налет Поверхность чистая
Разделка	Слоевище - целая водоросль с удаленными ризоидами и черешком. Кусок - слоевище водоросли, разрезанное на поперечные части длиной не более длины блокформы, но не менее 10 см. Допускается продольное разрезание утолщенной части слоевища. Шинкованная - слоевище водоросли, нарезанное на полоски по ширине и (или) длине. Другие виды разделки морской капусты - по согласованию с приобретателем, в соответствии с договором на поставку продукции.
Цвет	Свойственный данному виду морской капусты, от оливкового до темно-коричневого
Консистенция	Плотная, эластичная
Вкус и запах (после варки)	Свойственные морской капусте без посторонних привкуса и запаха

*Продолжение таблицы 12*

Наименование показателя	Характеристика, норма
Размер полосок шинкованной морской капусты:	
- длина, мм, не менее	20
- ширина, мм, не более	5
Порядок укладки:	
- слоевища или куска	Ровными, плотными (без пустот) рядами
- шинкованной морской капусты	Насыпью с разравниванием
Наличие посторонних примесей (в потребительской таре)	Не допускается
Массовая доля минеральных примесей (песка), %, не более	0,1

По показателям безопасности морская капуста должна соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции, представленным в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели безопасности мороженой ламинарии

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
<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта (г)	0,1
Плесени, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	100

***1.6.6 Кислота лимонная моногидрат пищевая [7]***

Органолептические показатели лимонной кислоты должны соответствовать указанным в таблице 14. Физико-химические показатели лимонной кислоты должны соответствовать указанным в таблице 15.

Таблица 14 – Органолептические показатели лимонной кислоты

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и цвет	Бесцветные кристаллы или белый порошок без комков
Вкус	Кислый, без постороннего привкуса
Запах	Отсутствие запаха
Структура	Сыпучая и сухая, на ощупь не липкая
Механические примеси	Не допускаются

Таблица 15 – Физико-химические показатели лимонной кислоты

Наименование показателя	Норма
Идентификация лимонной кислоты	Выдерживает испытание
Массовая доля лимонной кислоты моногидрата ( $C_6H_8O_7 \cdot 2H_2O$ ), %, не менее	99,5
не более	100,5
Массовая доля воды, %, не менее	7,5
не более	8,8
Массовая доля сульфатной золы, %, не более	0,05
Массовая доля сульфатов, %, не более	0,015
Массовая доля оксалатов, %, не более	0,01
Испытание на ферроцианиды	Выдерживает испытание
Испытание на легкообугливаемые вещества	Выдерживает испытание
Испытание на железо	Выдерживает испытание

Содержание токсичных элементов в лимонной кислоте не должно превышать допустимые уровни, указанные в таблице 16.

Таблица 16 – Допустимые уровни содержания токсичных элементов

Наименование токсичного элемента	Содержание токсичного элемента, мг/кг, не более
Свинец	0,5
Мышьяк	0,7

## **2 Технологическая часть**

### **2.1 Технологический процесс**

Схема технологического процесса приведена в приложении 1.

#### **2.1.1 Приемка солода**

Качество солода должно соответствовать требованиям ГОСТ 29294-2014 «Солод пивоваренный. Технические условия».

#### **2.1.2 Взвешивание**

Солод из мешков подают на весы и отмеряют требуемое в соответствии с рецептурой количество.

#### **2.1.3 Подработка солода**

Перед дроблением солод очищают от загрязнений в полировочной машине и магнитном сепараторе. Отлежавшийся солод неизбежно содержит в массе различные примеси, такие как остатки ростков, мелкие камушки, металлические предметы и др. даже несмотря на то, что солод уже проходил интенсивную очистку на солодовне. Эти примеси, если их своевременно не удалить, далее приведут к повреждению оборудования.

#### **2.1.4 Дробление солода**

Дробление солода необходимо для интенсификации физических и биохимических процессов растворения зерна при затирании.

Очищенный солод подают в приемный бункер 2-х вальцовой дробилки. Качество дробления солода оценивают визуально: помол должен получиться

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>ФИО</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разработал</i>		<i>Глухова К.А.</i>			<b>ДВФУ ВКР 260204.65/07 В</b> Расчет и проектирование специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год		
<i>Проверил</i>		<i>Корчагин В.П.</i>					
<i>Руководитель</i>		<i>Струпуль Н.Э.</i>					
<i>Н.контроль</i>		<i>Корчагин В.П.</i>					
<i>Утвердил</i>		<i>Приходько Ю.В.</i>					
					<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						22	50
					Б 7403 группа		



неоднородным, состоящим из нескольких фракций, с преобладанием мелкой крупки и муки. Наличие целых нераздробленных зерен не допускается.

Фракционный состав дробленного солода достигается регулированием зазора между вальцами солододробилки – рекомендуется выставить 1,4 мм.

Фракционный состав засыпи:

- шелуха 15-20 %
- крупная крупка 15-20 %
- мелкая крупка 30-40 %
- мука 20-30 %

Для определения точного состава помола, его просеивают через сита с разной величиной отверстий. Процентное соотношение фракций для грубого и тонкого помолов, которые приводят Франтишек Главачек и Алоис Лхотский в книге «Пивоварение», представлено в таблице 17 [2].

Таблица 17 – Сортировка дробленного солода по ситам (пфунгштадское решето)

Сито	Величина отверстий	Фракции	Сортировка	
			Грубый помол, %	Тонкий помол, %
1	1,27	Оболочка	27,0	14,2
2	1,01	Крупная крупка I	16,1	8,3 также обломки пленки
3	0,547	Крупная крупка II	16,0	22,8
4	0,253	Мелкая крупка	15,4	18,0
5	0,152	Мука	6,5	10,1
Дно	-	Пудра	19,0	26,6

### ***2.1.5 Исправление воды***

Для использования воды в производстве слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии производят водоподготовку: пропускают воду через фильтр с активированным углем, песчаный фильтр, фильтры марганцовые; умягчение воды осуществляется на натрий-катионитовом фильтре, обеззараживание – на установке с использованием ультрафиолетового облучения.

### 2.1.6 Затираание

Затираание – процесс ферментативного гидролиза высокомолекулярных компонентов зернового сырья. Цель этого процесса – получение суслу, пригодного для дальнейшего сбраживания.

Процесс приготовления осахаренного затора проводят настольным (инфузионным) способом затираания. Гидромуль 1:4, то есть на каждые 100 кг солода берут 400 л воды. Заполняют заторно-сусловарочный котел предварительно исправленной водой и нагревают до температуры  $(35 \pm 1) ^\circ\text{C}$ .

Затем засыпают дробленый солод в соответствии с рецептурой и перемешивают в течение (5 – 10) минут, не допуская образования комков.

В автоматическом режиме, при периодически работающей мешалке, затирают по следующему режиму, представленному в таблице 18. Схема затираания представлена на рисунке 1.

Таблица 18 – Рекомендуемые режимы затираания

Операция	Температура, $^\circ\text{C}$	Продолжительность, мин	Примечание
Выдержка	$50 \pm 1$	10	
Подогрев	до $62 \pm 1$	12	
Выдержка	$62 \pm 1$	40	
Подогрев	до $70 \pm 1$	8	
Выдержка	$70 \pm 1$	10 – 15 минут	Проверка на осахаривание по йодной пробе
Подогрев	до 75– 78	5 – 10 минут	

В ходе затираания производят постепенный нагрев температурными паузами, необходимыми для действия различных ферментов. 50-52 градуса в течение 10-15 минут (белковая пауза, для расщепления белков), 62-63 градуса 30-40 минут (мальтозная пауза, действует фермент бета-амилаза, которая дробит крахмал на крупные фрагменты), 70-72 градуса 10-15 минут (осахаривание,

действует альфа-амилаза, дробящая декстрины на более мелкие фрагменты — олигосахариды, мальтозу).

Окончание процесса осахаривания контролируют йодометрическим методом (капли йода не должны синеть). Затем осахаренный затор нагревают до 78 градусов (для инактивации ферментов и снижения вязкости) и подают на фильтрацию. Общее время затираания составило 90 минут.

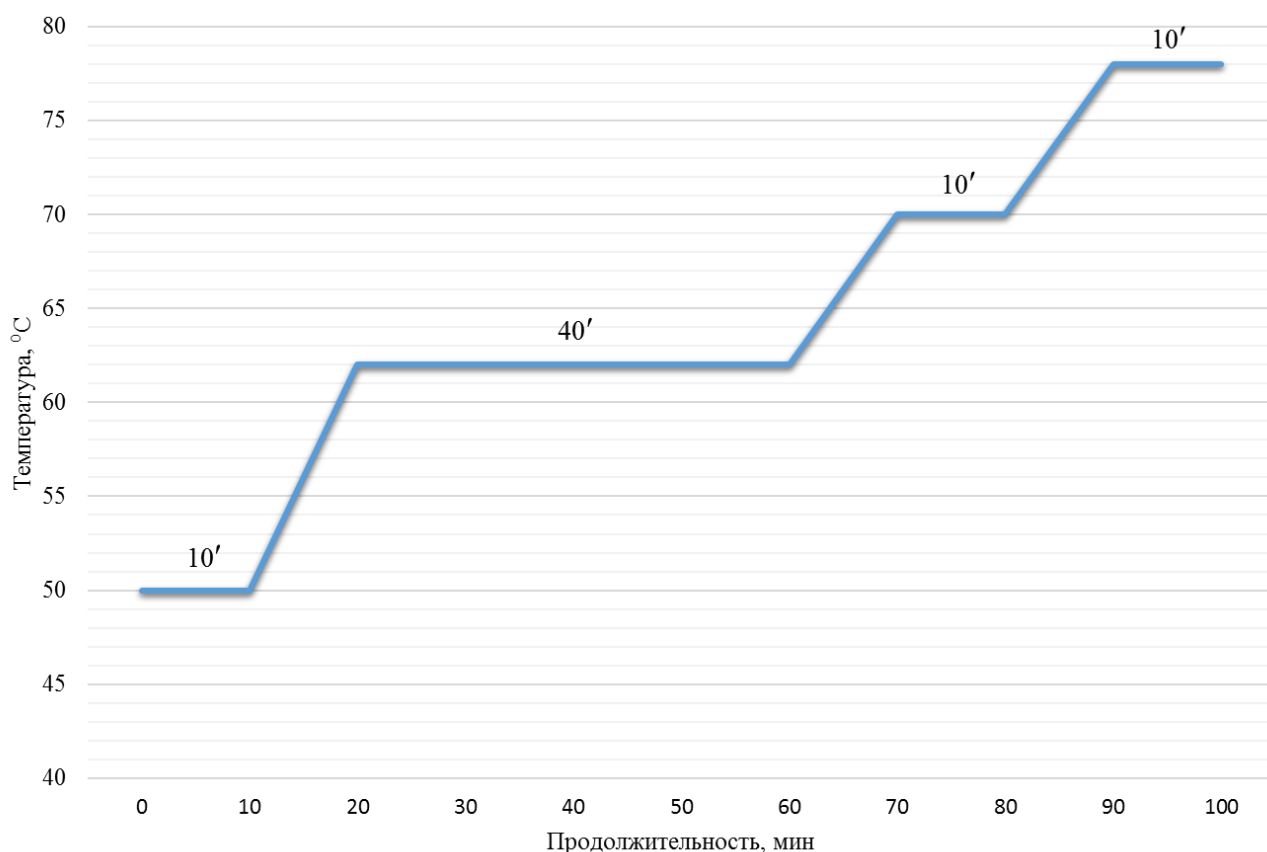


Рисунок 1 – Затираание настойным способом

### ***2.1.7 Фильтрация и выщелачивание***

Для дальнейшего производства напитка следует отделить сусло от дробины. Оборудование для фильтрации - фильтрационный аппарат.

Подогревают воду в баке горячей воды до температуры  $(75 \pm 1) ^\circ\text{C}$ , а затем подают горячую воду в фильтрационный чан для его подогрева. Первые порции воды сбрасывают в канализацию и набирают в чан горячую воду, уровень

поверхности которой на 1,5 – 2,0 см превышает уровень сит. Затем подают осахаренный затор.

При фильтровании получают сначала первое сусло, а затем, после промывания дробины горячей водой (при температуре 73 – 75 °С) - второе сусло или промывные воды. Выщелачивание необходимо для более полного получения экстрактивных веществ, которые задерживаются в дробине после фильтрации. И первое и второе сусло набирают в сусловарочный котел. Набор сусла осуществляют до достижения массовой доли сухих веществ на (0,5 – 0,7) % ниже значений массовой доли сухих в начальном сусле соответствующего сорта пива.

Неиспользованные промывные воды сбрасывают в канализацию, а дробину вручную выгружают в контейнер-сборник. Сразу после освобождения фильтрационный чан промывают водой.

### ***2.1.8 Экстрагирование ламинарии мороженой***

Экстрагирование ламинарии производят в специальном аппарате – экстракторе. Для этого отмеряют необходимое количество ламинарии мороженой по рецептуре, приливают воду, гидромодуль 1:3. Лимонную кислоту добавляют в количестве 3 % от общего количества смеси. Перемешивают. Нагревают смесь и выдерживают 10 минут с момента кипения с включенным перемешивающим устройством.

В конусной части днища экстрактора расположен фильтрующий элемент, позволяющий отделить экстракт от вываренной ламинарии. Получившийся экстракт переливают в сборник мерник, откуда экстракт подают в заторно-сусловарочный чан на этапе охмеления сусла в количестве 15 % от его объема через 30 минут после закипания сусла.

### ***2.1.9 Охмеление***

Хмель, в нашем случае ароматный гранулированный SAAZ (Жатецкий) тип 90, с первым суслон и промывными водами кипятят в суслонварочном аппарате. В результате этого происходит экстрагирование и соответствующие превращения горьких и ароматических веществ хмеля – охмеление суслон. Процесс также ведет к осаждению или коагуляции высокомолекулярных белков, инактивации ферментов, стерилизации суслон. Охмеление проводится стандартным однозаточным способом 0,30 г на 1 дм<sup>3</sup> спустя 30 минут после закипания суслон. Экстракт ламинарии, в количестве 15 % от объема суслон, приливают к основному объему суслон на стадии охмеления, через 30 минут после закипания суслон. Общее время охмеления 120 минут.

В среднем, при варке, выпаривается 8 – 12 % воды от общего объема суслон.

После окончания кипячения суслон отключают нагрев, поверхность суслон успокаивается, после чего замеряют его объем и отбирают пробу для определения экстрактивности. Горячее охлажденное суслон подают на осветление, охлаждение и смешивание с водным экстрактом ламинарии.

### ***2.1.10 Отделение суслон от хмелевой дробины***

Сразу после кипячения суслон освобождают от хмелевой дробины и грубых взвесей в хмелеотделителе, представляющий собой резервуар со вставным ситом, на котором задерживается дробина. Дробину для извлечения остатков суслон промывают горячей водой (на 1 кг 6-7 л), а эти промывные воды присоединяют к суслон. Из хмелеотделителя суслон подают на охлаждение.

### ***2.1.11 Охлаждение суслон***

Для насыщения суслон кислородом воздуха и осаждения взвешенных частиц суслон охлаждают. Охлаждение происходит в две стадии.

Сначала используют гидроциклонный аппарат с круговой циркуляцией сусла. Согласно законам физики, взвешенные частицы оседают в центре днища. Продолжительность операции 20-40 мин при этом температура горячего охмеленного сусла на выходе из аппарата 90 °С.

Чтобы довести сусло до начальной температуры брожения производится его охлаждение на теплообменном пластинчатом аппарате до 10-12 °С. После охлаждения получается начальное сусло, поступающее на брожение.

#### ***2.1.12 Разведение дрожжей с отъемом сусла***

Перед главным брожением делают отъем сусла в количестве 1 % от общего объема сусла, добавляют дрожжи Saflager s-189 (Fermentis, Франция), перемешивают и приливают обратно к суслу. Дозировка от 80 до 120 г/гЛ для засева при 12-15 °С.

#### ***2.1.13 Главное брожение***

ЦКТ заполняется до 75% его полной (геометрической) вместимости. Брожение верховое, используемые дрожжи – Saflager s-189 (Fermentis, Франция), оптимальные температуры 12-15 °С. Продолжительность брожения 7 суток.

Первый сьем дрожжей проводят через 7 суток от начала брожения, по завершению главного брожения, путем их медленного слива с небольшим противодавлением из конической части ЦКТ.

#### ***2.1.14 Дображивание***

Дображивание продолжительностью 21 сутки при температуре 0-2 °С. После окончания брожения дрожжи собирают в сборник и после оценки либо передают на утилизацию, либо собирают в продезинфицированный сборник для использования их в следующем брожении.

### ***2.1.15 Осветление напитка***

После дображивания производят осветление напитка на специальных кизельгуровых фильтрах для удаления взвешенных частиц и остатков дрожжей.

### ***2.1.16 Хранение слабоалкогольного напитка***

После осветления напиток подается в форфасы на хранение перед реализацией до 3 суток при температуре 5 °С.

### ***2.1.17 Розлив и реализация***

Напиток разливают при температуре не выше 5 °С в стеклянную тару в изобарических условиях, т.е. когда оно находится при постоянном избыточном давлении. Иначе напиток будет пениться, что приведет к потере газа и неполному наливу в бутылки. Затем производятся укупорка, этикетировка и укладка бутылок в ящики.

## **2.2 Продуктовый расчет**

Продуктовый расчет необходим для определения необходимого количества сырья, а также промежуточных продуктов и отходов.

Качественные показатели сырья, необходимые для расчета, приведены в таблице. Расчет производился на 100 кг солода, на 1 дал и на мощность цеха (1500 дал), согласно рецептуре слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии.

Характеристика основного сырья представлена в таблице 19. Нормативный расход прочего сырья вынесен в таблицу 20. Потери по стадиям производства представлены в таблице 21. Физико-химические показатели сусла, необходимые для расчетов, приведены в таблице 22.

Таблица 19 – Характеристика сырья

	Показатель	Значение
Солод светлый	Влажность, %	5,6
	Экстрактивность, %	76
Хмель гранулированный	Влажность, %	6,5
	Массовая доля $\alpha$ - кислот в пересчете на сухое вещество, %	3,5
Ламинария мороженая	Влажность, %	75
	Экстрактивность, %	30

Таблица 20 – Нормативные расходы сырья

Показатель	Значение
Нормативный расход экстракта ламинарии, % от объема горячего сусла	15
Нормативный расход хмеля гранулированного, г/дм <sup>3</sup> от объема сусла	0,30
Дрожжи, дозировка г/гл	от 80 до 120

Таблица 21 – Потери по стадиям производства

Потери по стадиям производства	Значение
Полировка, % к массе зернопродукта	0,5
В варочном отделении: - экстракта в солодовой дробине ( ПЭ % к массе зернопродукта); - в хмелевой дробине на стадии осветления и охлаждения сусла потери охлаждения % к объему холодного сусла.	2,7 6
В отделении брожения, % к объему холодного сусла.	2,3
В отделении дображивания и фильтрования, % к V молодого пива.	2,35
При розливе: - в бутылки Прб % V фильтрованного пива;	2,0



Таблица 22 – Физико-химические показатели суслу

Показатели	Значение
Экстрактивность начального суслу, %	12
Относительная плотность суслу при 20 °С, г/мл <sup>3</sup>	1,04840

### 2.2.1 Продуктовый расчет на 100 кг зернопродукта

Напиток готовится с использованием соложенного сырья – 100 % светлого пивоваренного ячменного солода.

1. Масса полированного солода. Потери при полировке 0,5 %

$$M_{\text{пс}} = 100 * (1 - P_{\text{п}} / 100) = 100 * (1 - 0,005) = 99,5 \text{ кг}$$

Потери составляют:  $100 - 99,5 = 0,5 \text{ кг}$

2. Масса сухих веществ полированного солода. Влажность солода 5,6 %

$$M_{\text{св}} = M_{\text{пс}} * (1 - W / 100) = 99,5 * (1 - 0,056) = 93,93 \text{ кг}$$

3. Масса экстрактивных веществ. Экстрактивность солода 76 %

$$\text{Э} = M_{\text{св}} * E_{\text{с}} = 93,93 * 0,76 = 71,39 \text{ кг}$$

4. Масса потерь экстракта в дробине.  $P_3 = 2,7 \%$  к массе солода.

$$P_3 = 100 * 2,7 / 100 = 2,7 \text{ кг}$$

В суслу перейдет следующее количество экстрактивных веществ  $\text{Э}_{\text{сул}}$ :

$$71,39 - 2,7 = 68,69 \text{ кг}$$

Потери сухих веществ:

$$93,93 - 68,69 = 25,24 \text{ кг}$$

Это составит в %:

$$25,24 / 93,93 * 100 = 26,9 \%$$

5. Количество расходуемой на затирание воды на 100 кг солода:

$$100 * 4 = 400 \text{ л}$$

Объем воды на выщелачивание дробины:

$$400 * 1,5 = 600 \text{ л}$$

6. Объем горячего сусла  $V_{г.сус}$ , л/100 кг зернопродуктов.

Содержание сухих веществ в сусле 12 %.

Относительная плотность сусла при 20 °С = 1,04840 кг/дм<sup>3</sup>

Коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до 100 °С = 1,04.

$$V_{г.сус} = 1,04 * \frac{\text{Э}_{сус} * 100}{cd} = 104 * \frac{68,69}{12 * 1,04840} = 567,83 \text{ л}$$

7. Расход экстракта ламинарии, л/100 кг зернопродуктов. 15 % от  $V_{г.сус}$

$$567,83 * 15 / 100 = 85,17 \text{ л}$$

8. Общий объем горячего сусла после приливания экстракта:

$$567,83 + 85,17 = 653 \text{ л}$$

9. Потери сусла с хмелевой дробинкой на стадии осветления и охлаждения равны 6 % объема горячего сусла. Из этого, объем холодного сусла  $V_{х.с}$ , л/100 кг:

$$653 * (1 - 0,06) = 613,82 \text{ л}$$

Потери:

$$653 - 613,82 = 39,18 \text{ л}$$

10. Расход хмеля. 0,30 г/л

$$0,30 * 653 = 195,9 \text{ г} = 0,20 \text{ кг}$$

11. Объем молодого пива. Потери в отделении брожения 2,3 % к объему холодного сусла.

$$613,82 * (1 - 0,023) = 599,70 \text{ л}$$

Потери:

$$613,82 - 599,70 = 14,12 \text{ л}$$

12. Объем пива на розлив. В отделении дображивания и фильтрования 2,35 % к V молодого пива.

$$599,70 \cdot (1 - 0,0235) = 585,61 \text{ л}$$

Потери:

$$599,70 - 585,61 = 14,09 \text{ л}$$

13. Объем товарного пива. Потери при розливе 2,0 % от V фильтрованного пива.

$$585,61 \cdot (1 - 0,02) = 573,90 \text{ л}$$

Потери:

$$585,61 - 573,90 = 11,71 \text{ л}$$

14. Общие видимые потери по жидкой фазе

$$653 - 573,90 = 79,1 \text{ л}$$

Что в % =  $79,1/653 \cdot 100 = 12,1 \%$

15. Избыточные дрожжи. С каждого производственного цикла они направляются в дрожжегенератор для дальнейшего использования. При брожении суслу при брожении и дображивании в ЦКБА получается 2,0 л избыточных дрожжей влажностью 88 % на 10 дал сброживаемого суслу. Исходя из этого, количество избыточных дрожжей на 100 кг сырья:

$$61,382/10 \cdot 2 = 12,28 \text{ л}$$

#### Расчет для экстракта ламинарии

1. Расход экстракта ламинарии, л/100 кг зернопродуктов. 15 % от  $V_{г.сус}$

$$567,83 \cdot 15/100 = 85,17 \text{ л}$$

2. Масса экстрактивных веществ ламинарии, кг

$$V_{г.сус} = 1,04 * \frac{\text{Э}_{сус} * 100}{cd};$$

$$\text{Э}_{сус} = V_{г.сус} * c * d / 104 = 85,17 * 9 * 1,28 / 104 = 9,43 \text{ кг}$$

Учитывая потери:

$$9,43 * 100 / (100 - 2,7) = 9,69 \text{ кг}$$

3. Масса сухих веществ ламинарии, кг:

$$M_{св} = \text{Э}_{сус} / E = 9,69 / 0,3 = 32,3 \text{ кг}$$

4. Масса ламинарии для варки экстракта на 100 кг зернопродукта, кг:

$$M_{л} = M_{св} * 100 / (100 - W) = 32,3 * 100 / 25 = 129,2 \text{ кг}$$

Потери ламинарии:

$$129,2 - 9,43 = 119,77 \text{ кг}$$

$$119,77 / 129,2 * 100 = 92,7 \%$$

5. Расход воды на варку ламинарии на 100 кг зернопродукта, л:

$$V_{л} = M_{л} * 3 = 129,2 * 3 = 387,6 \text{ л}$$

6. Расход лимонной кислоты на варку ламинарии на 100 кг зернопродукта, кг:

$$M_{лк} = (387,6 + 129,2) / 100 * 3 = 15,5 \text{ кг}$$

### **2.2.2 Расчет на 1 дал и на мощность цеха**

1. Расход солода на 1 дал напитка, кг:

$$M = (960 * \text{Э}_{нс} * d) / ((\text{Э} - \text{П4}) * V) = (960 * 12 * 1,0484) / ((71,39 - 2,7) * 87,89) = 2,00 \text{ кг}$$

Где В – Выход товарного напитка, исходя из данных по потерям, %:

$$V = ((100 - \text{П}) * (100 - \text{П}) * (100 - \text{П}) * (100 - \text{П})) / 10^6 = ((100 - 6) * (100 - 2,3) * (100 - 2,35) * (100 - 2)) / 10^6 = 94 * 97,7 * 97,65 * 98 / 10^6 = 87,89 \%$$

2. Расход солода на мощность цеха по производству слабоалкогольного напитка, кг:

$$M_r = M * L = 2 * 1500 = 3000 \text{ кг}$$

3. Объем фильтрованного напитка

на 1 дал товарного, дал:

$$V_{\text{фн}} = 100 / (100 - \Pi) = 100 / (100 - 2) = 1,02 \text{ дал}$$

на годовую производительность, дал:  $V_{\text{фг}} = V_{\text{фн}} * 1500 = 1,02 * 1500 = 1530 \text{ дал}$

4. Объем молодого пивного напитка на 1 дал товарного, дал:

$$V_{\text{мн}} = (100 * V_{\text{фн}}) / (100 - \Pi) = (100 * 1,02) / (100 - 2,35) = 1,23 \text{ дал}$$

на годовую производительность, дал:  $V_{\text{мг}} = V_{\text{мн}} * 1500 = 1,23 * 1500 = 1845 \text{ дал}$

5. Объем холодного сусла на 1 дал товарного, дал:

$$V_{\text{хс}} = (100 * V_{\text{мн}}) / (100 - \Pi) = (100 * 1,23) / (100 - 2,3) = 1,26 \text{ дал}$$

на годовую производительность, дал:  $V_{\text{хг}} = V_{\text{хс}} * 1500 = 1,26 * 1500 = 1890 \text{ дал}$

6. Объем горячего сусла на 1 дал товарного, дал:

$$V_{\text{гс}} = (100 * V_{\text{хс}}) / (100 - \Pi) = (100 * 1,26) / (100 - 6) = 1,34 \text{ дал}$$

на годовую производительность, дал:  $V_{\text{гг}} = V_{\text{гс}} * 1500 = 1,34 * 1500 = 2010 \text{ дал}$

7. Масса сухой дробины светлого солода, кг:

$$M_{\text{свд}} = M * ((100 - W) / 100) - \text{Э} * (100 - \Pi) / 10^4 = 2 * (100 - 5,6) / 100 - 71,39 * (100 - 2,7) / 10^4 = 1,19 \text{ кг}$$

8. Масса дробины светлого солода с  $W=80\%$  на 1 дал напитка, кг:

$$M_{\text{вд}} = (M_{\text{свд}} * 100) / (100 - 80) = 1,19 * 100 / 20 = 5,97 \text{ кг}$$

на годовую производительность, кг:  $M_{\text{вдг}} = M_{\text{вд}} * L = 5,97 * 1500 = 8950,5 \text{ кг}$

## 2.3 Карта технологического баланса

Результаты продуктового расчета для слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Результаты расчета продуктов и полупродуктов, отходов

Наименование	На 100 кг зернового сырья	На 1 дал напитка	На 1500 дал в год
Сырье:			
Вода, л	1000	20,03	30450
Светлый солод, кг	100	2,03	3045
Хмель, г	195,9	3	4500
Дрожжи, г	491,04	8	12000
Экстракт ламинарии, л	85,17	1,68	2520
Ламинария мороженая, кг	129,2	2,62	3934
Кислота лимонная, кг	15,5	0,31	472
Вода, л	387,6	7,86	11790
Промежуточные продукты:			
Горячее сусло, дал	65,3	1,120	1680
Холодное сусло, дал	61,38	1,053	1580
Молодой напиток, дал	59,97	1,029	1544
Напиток фильтрованный, дал	58,56	1,005	1507
Отходы			
Дробина солодовая, кг	25,24	0,59	885
Общие видимые потери жидкой фазы, л	79,1	1,35	2026
Избыточные дрожжи, л	12,28	0,21	316

### 3 Подбор технологического оборудования

#### 3.1 Расчет основного и вспомогательного оборудования

Мощность специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии составляет 1500 дал в год. Будет осуществляться одна варка в неделю на 30 дал. Режим работы отделений представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Режим работы предприятия

Наименование	Число смен работы в сутки	Число дней работы		Примечание
		в месяц	в год	
Варочное отделение (дробление, варка, осветление, охлаждение суслу)	1	4-5	48-60	С учетом вычетов часов на дезинфекцию, профилактический ремонт, праздники
Отделение брожения	1	28-30	338	За вычетом 36 ч в месяц на дезинфекции варочного цеха, ремонта, праздников
Отделение фильтрации и хранения	1	28	338	С учетом вычетов часов на профилактические работы, дезинфекции, праздники
Производство работает в целом			11,5 месяца	

В таблице 25 представлены количество сырья, необходимого на одну варку для получения слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии в объеме 30 дал.

Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата	ДВФУ ВКР 260204.65/07 В				
Разработал		Глухова К.А.						Расчет и проектирование специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год	Лит
Проверил		Корчагин В.П.					37		50
Руководитель		Струнгуль Н.Э.			Б 7403 группа				
Н.контроль		Корчагин В.П.							
Утвердил		Приходько Ю.В.							

В таблице 26 указана длительность каждой операции технологического процесса. На основе этих данных необходимо произвести расчет и подбор оборудования для специализированного цеха.

Таблица 25 – Расход сырья на одну варку

Операция	Продукты	Кол-во на 30 дал (1 варку)
Затираание	Вода, л	240
	Светлый солод, кг	60
<i>Отходы</i>	<i>Дробина, кг</i>	<i>16,2</i>
Приготовление экстракта ламинарии	Вода, л	240
	Ламинария мороженая, кг	80
	Кислота лимонная, кг	9,3
<i>Отходы</i>	<i>Ламинария, кг</i>	<i>74</i>
Охмеление	Сусло, л	230
	Промывные воды, л	360
	Экстракт ламинарии, л	50
	Хмель, г	90
	Горячее сусло, л	336
<i>Отходы</i>	<i>Сусло с хмелевой дробинкой, л</i>	<i>20,2</i>
Брожение	Холодное сусло, л	316 (1 % = 3,16)
	Дрожжи, г	240
<i>Отходы</i>	<i>Избыточные дрожжи, л</i>	<i>6,3</i>
	Молодой слабоалкогольный напиток, л	309
	Слабоалкогольный напиток фильтрованный, л	302
	ИТОГО, л	300



Таблица 26 – Продолжительность операций

Операция	Значение, мин
Подработка солода	10
Дробление солода	5
Затирание	90
Фильтрация и выщелачивание	60
Экстрагирование ламинарии	10
Охмеление	120
Отделение сусла от хмелевой дробины	60

#### Оборудование для полировки и очистки солода

Производительность полировочной машины и магнитного сепаратора определяется по количеству единовременной засыпи (М) и времени очистки (t).

$$\Pi = M/t = 65/0,05=1300 \text{ кг/ч}$$

Производительность двухвальцово́й дробилки рассчитывается подобным образом.

$$\Pi = 60/0,5=120 \text{ кг/ч}$$

#### Оборудование варочного отделения

Коэффициент заполнения заторно-сусловарочного аппарата 0,75. Следовательно необходимо к объему воды, необходимого для затирания добавить 25 %. Объем заторно-сусловарочного аппарата не менее:

$$V_{з1}=V_{в}+25\%=240+25\% = 300 \text{ л}$$

$$V_{з2}=V_{с}+V_{в}+V_{э}+25\%=230+360+50+25\% = 800 \text{ л}$$

#### Оборудование бродильного отделения

В емкость для разводки дрожжей (предварительного разбраживания) переливают 1 % от объема холодного сусла. Отсюда объем емкости равен:

$$V_{д} = V_{хс} / 100 * 1 = 316 / 100 * 1 = 3,16 \text{ л}$$

Количество ЦКТ рассчитывается в зависимости от длительности главного цикла брожения и дображивания, а также от кол-ва варок. В данном специализированном цеху по производству слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии производят 1 варку в неделю на 30 дал напитка. Длительность главного брожения напитка – 7 дней, дображивания – 21 день. Общая длительность 4 недели (28 дней), за которые в варочном цеху пройдет 4 варки.

Устанавливаем 6 ЦКТ (1 запасной) полезным объемом на 400 л. Для хранения фильтрованного пива устанавливаем 8 форфасов вместимостью 400 л.

### 3.2 Характеристика оборудования

Аппаратно-технологическая схема представлена в приложении 2.

Расстановка оборудования представлена в приложении 3.

Для взвешивания солода используют стандартные товарные весы марки ВТ8908 – 250. Характеристика весов представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Техническая характеристика весов ВТ8908 – 250

Характеристика	Значение
Пределы взвешивания, кг	2,5
	250
Габаритные размеры, мм:	
Длина	650
Ширина	580
Высота	180
Масса весов с гирями, кг	25

Перед дроблением светлый ячменный пивоваренный солод очищают от металлических примесей на магнитных колонках. Техническая характеристика представлена в таблице 28.

Таблица 28 – Техническая характеристика магнитной колонки ДНМ

Характеристика	Значение
Эффективность очистки от металломагнитных примесей, не менее, %	
при размерах примесей свыше 20 мм	100
при размерах примесей до 2 мм	80
Габаритные размеры, мм:	
Длина, мм	220
Ширина, мм	220
Высота, мм	240
Масса, кг	20

Для очистки солода от загрязнений используют солодополировочную машину марки МР-400. Техническая характеристика в таблице 29.

Таблица 29 – Техническая характеристика полировочной машины МР-400

Характеристика	Значение
Потребная мощность, кВт	5,5
Производительность, кг/ч	2000
Габаритные размеры, мм:	
Длина, мм	1440
Ширина, мм	830
Высота, мм	1510
Масса, кг	690

Для дробления очищенного подработанного солода используют двухвальцовую солододробилку ЗЕО СД-250. Техническая характеристика данной марки представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Техническая характеристика двухвальцовой дробилки ЗЕО СД-250

Характеристика	Значение
Потребная мощность, кВт	3,5
Производительность, кг/ч	250
Габаритные размеры, мм:	
Длина, мм	580
Ширина, мм	470
Высота, мм	1300
Масса, кг	50

Для приготовления затора и кипячения сусла используют заторно-сусловарочные аппараты. Коэффициент заполнения 0,75. Техническая характеристика аппаратов в таблице 31. Аппараты снабжены мешалками лопастными, которые приводятся в движение двигателем.

Таблица 31 – Техническая характеристика заторно-сусловарочных аппаратов

Характеристика	Значение
Потребная мощность, кВт	2,1
Рабочий объем, м <sup>3</sup>	1
Габаритные размеры, мм:	
Диаметр, мм	1350
Высота, мм	3100
Масса, кг	95

Для отделения сусла от дробины применяется фильтрационный аппарат, который снабжен перемешивающим разрыхляющим устройством, приводимым в движение двигателем. Техническая характеристика представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Техническая характеристика фильтрационного аппарата

Характеристика	Значение
Потребная мощность, кВт	1,1
Рабочий объем, м <sup>3</sup>	1
Габаритные размеры, мм:	
Диаметр, мм	1350
Высота, мм	3100
Масса, кг	95

Для получения экстракта из ламинарии используют экстрактор. Представляет собой аппарат цилиндрической формы с коническим днищем. Оснащен перемешивающим устройством в виде двух барботеров, которые установлены на валу, что приводится в движение от привода двигателя. Внизу аппарата расположен фильтрующий элемент, что позволяет производить фильтрацию экстракта непосредственно сразу после экстрагирования в одном аппарате. Техническая характеристика экстрактора в таблице 33.

Таблица 33 – Техническая характеристика экстрактора

Характеристика	Значение
Потребная мощность, кВт	2,1
Рабочий объем, м <sup>3</sup>	1
Габаритные размеры, мм:	
Диаметр, мм	1350
Высота, мм	3100
Масса, кг	105

Для сбраживания слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии устанавливают 6 ЦКТ объемом 400 л. Аппараты оснащены охлаждающей рубашкой. Изоляция – пенополиуретан. Материал стенок – сталь марки AISI 304.

Технические характеристики ЦКТ представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Техническая характеристика ЦКТ

Характеристика	Значение
Объем общий, л	480
Объем полезный, л	400
Габаритные размеры, мм:	
Диаметр, мм	880
Высота, мм	1920
Масса, кг	101

Для передачи солода с силосов в бункер, передачи ламинарии в экстрактор, и других подобных операций, используется тележка четырехколесная РН4852. Характеристика приводится в таблице 35.

Таблица 35 – Техническая характеристика тележки четырехколесной РН4852

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг	450
Габаритные размеры, мм:	
Длина, мм	1560
Ширина, мм	760
Высота, мм	960
Масса, кг	20

Для охлаждения горячего сула используют теплообменник пластинчатый марки Ридан НН №04. Техническая характеристика в таблице 36.

Таблица 36 – Техническая характеристика теплообменника пластинчатого Ридан НН №04

Характеристика	Значение
Пропускная способность, м <sup>3</sup>	13
Число пластин, (максимальное кол-во) шт	8 (90)
Габаритные размеры, мм:	
Длина, мм	320
Ширина, мм	210
Высота, мм	570
Масса, кг	44

### 3.3 Расстановка оборудования

Расстановку оборудования в специализированном цеху для производства слабоалкогольного напитка с экстрактом ламинарии производят, основываясь на последовательности операций в технологической и аппаратно-технологической схеме, размещенных в приложении 1 и 2 соответственно. Нормы размещения оборудования регламентируются в ВНТП 10-91. Нормы технологического проектирования предприятий пивоваренной промышленности. Нормы расстояния между оборудованием, от стены до аппаратов, центральные проходы, указаны в таблице 37.

Таблица 37 – Нормы размещения оборудования

Наименование оборудования	От стены до аппарата	Между оборудованием	Центральный проход
Варочные порядки	0,4-0,8	1,0	1,5-1,8
Цилиндро-конические танки	0,6-0,8	0,4-1,0	1,5
Гидроциклонный аппарат	0,8	0,6-1	1,8-2,0
Сепаратор	1,0	1,0	2,0
Охладитель (пластинчатый)	0,8	0,8-1	1,5-2,0
Фильтры пластинчатые	0,8	0,6-1	1,5-2,0

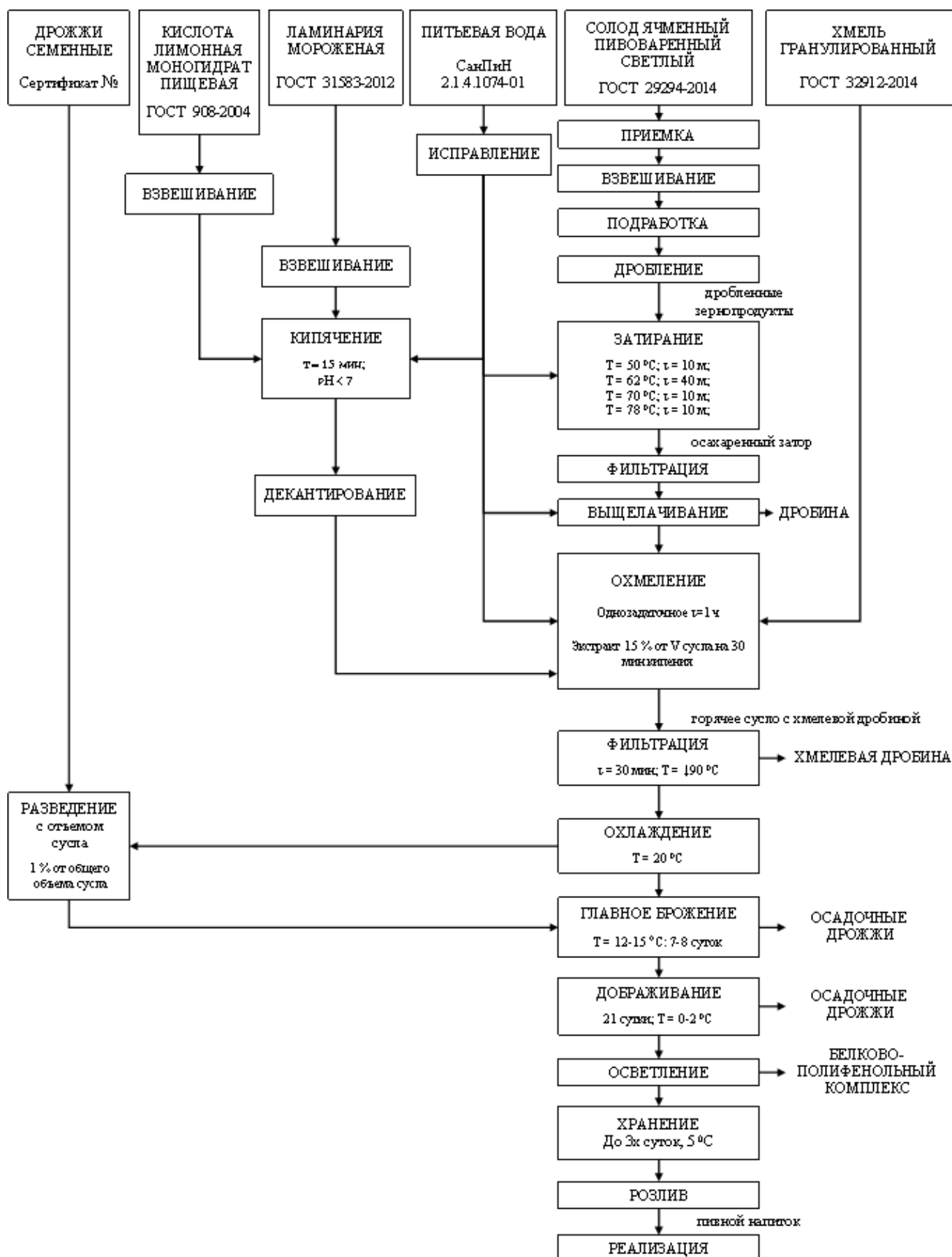


## Список литературы

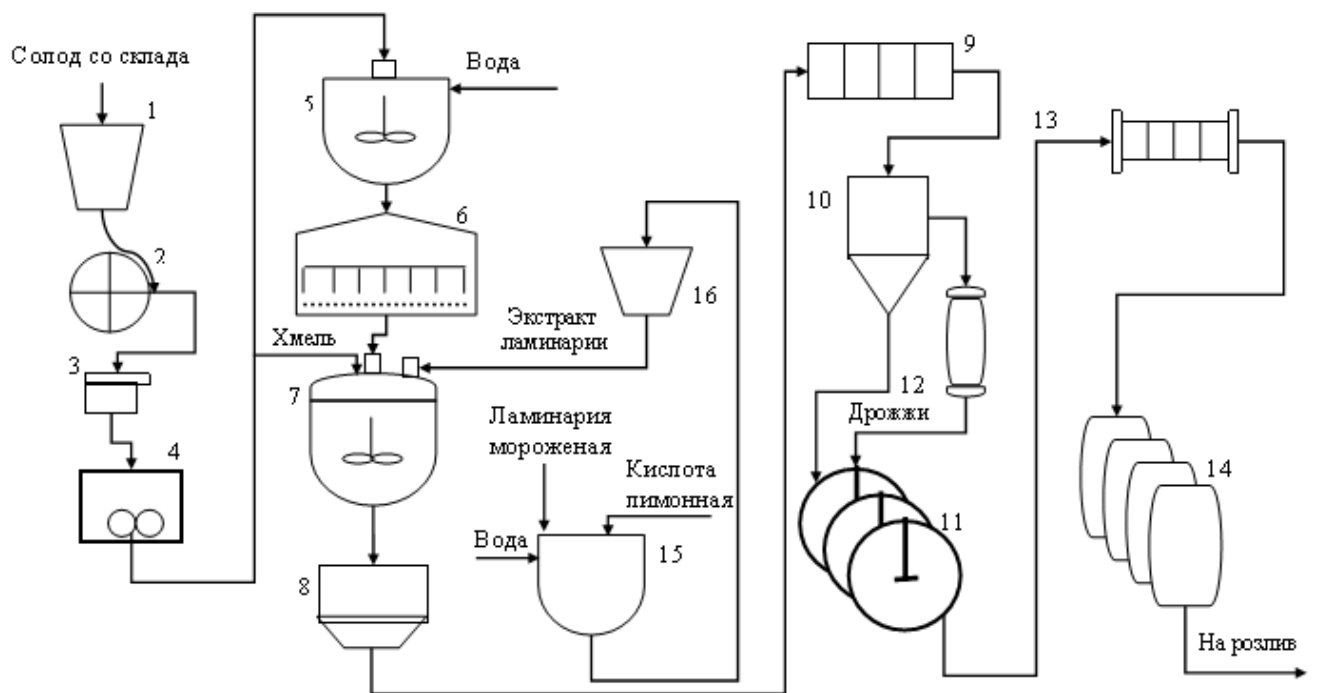
1. Акулин, В. Н. (2015) О проблеме и возможностях использования морских водорослей // Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tinro-center.ru/home/novosti/oproblemeivozmoznostahispolzovaniamors> (дата обращения 10.05.2018).
2. Главачек, Ф. Пивоварение / Ф. Главачек, А. Лхотский. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 624 с.
3. ГОСТ 26185-84. Водоросли, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 01.01.1985. – М. : Стандартиформ, 1984. – 188 с.
4. ГОСТ 29294-2014. Солод пивоваренный. Технические условия. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартиформ, 2014. – 25 с.
5. ГОСТ 31583-2012. Капуста морская мороженая. Технические условия. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2013. – 7 с.
6. ГОСТ 32912-2014. Хмелепродукты. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартиформ, 2014. – 13 с.
7. ГОСТ 908-2004. Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия. – Введ. 01.01.2006. – М. : Стандартиформ, 2007. – 17 с.
8. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. пособие / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева. – М. : ИРПО, 2000. – 416 с.
9. Ко, Р. В. Продукцию из 1000 тонн морской капусты поставят на внутренний рынок приморские предприятия [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации Приморского края и органов исполнительной власти Приморского края. – Режим доступа: <http://www.primorsky.ru/news/136645/?type=original> (дата обращения 10.05.2018)

10. Кретов, И. Т. Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности / И. Т. Кретов, С. Т. Антипов, С. В. Шахов. – М. : «КолосС», 2004. – 391 с.
11. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб. : «Профессия», 2001. – 912 с.
12. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс. – СПб. : «Профессия», 2007. – 640 с.
13. Нормы технологического проектирования предприятий пивоваренной промышленности. ВНТП 10-91. - Главагрупппромнаучпроект, Москва, 1991.
14. Ободов, Д. А. Некоторые аспекты сушки морских водорослей // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2010. №2. – С. 150-156.
15. Рожнов, Е. Д. Технология отрасли. Технологические расчеты в производстве пива / Е. Д. Рожнов, М. В. Обрезкова. – Бийск. : Изд-во АГТУ им. И. И. Ползунова, 2013. – 120 с.
16. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
17. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
18. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции".
19. ТИ 10-5031536-73-90 Технологическая инструкция по водоподготовке для производства пива и безалкогольных напитков.
20. Saflager – Fermentis : [Электронный ресурс] // Беер.рф., 2014-2018. URL: [http://beer.rf/ingredients/yeast/lager/w\\_34\\_70/15-1-0-3](http://beer.rf/ingredients/yeast/lager/w_34_70/15-1-0-3). (Дата обращения: 18.04.2018).

**Технологическая схема приготовления слабоалкогольного пивного  
напитка с использованием экстракта ламинарии**



**Аппаратно-технологическая схема производства слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии**





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**Департамент пищевых наук и технологий**

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ**

на выпускную квалификационную работу студента (ки) Глуховой Кристины Александровны

(фамилия, имя, отчество)

специальность (направление 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья  
группа Б 7403)

Руководитель ВКР доц., к.б.н. Н.Э. Струпуль

(ученая степень, ученое звание, и.о.фамилия)

на тему Расчет и проектирование специализированного цеха по производству слабоалкогольного напитка с использованием экстракта ламинарии производительностью 1500 дал в год

Дата защиты ВКР « 26 » июня 2018 г.

Работа соответствует поставленному заданию. Произведены необходимые расчеты и обработка полученных результатов. В ходе выполнения работ обоснован выбор сырья, оборудования, режимов и условий технологического процесса; приведено технико-экономическое обоснование представляемого проекта; представлен продуктовый расчет технологической линии. Разработан проект ТИ и ТУ на напиток.

Наличие плагиата – 24%.

Автор заслуживает присвоения квалификации бакалавр по направлению подготовки и оценки «отлично»

Руководитель ВКР доц., к.б.н.

(должность, уч. звание)

  
(подпись)

Струпуль Н.Э.

(и.о.ф)

« 23 » июня 2018 г.