

## **ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛАМИНАРИИ**

*Алимбетов А.А., Нозирзода Ш.С.*

*Юргинский технологический институт (филиал)  
Томского политехнического университета, г.Юрга*

*Научный руководитель: Деменкова Л.Г., старший преподаватель  
кафедры естественнонаучного образования*

Водоросли (по латыни *Algae*) – это низшие водные растения, обычно содержащие хлорофилл и вырабатывающие органические вещества путём фотосинтеза. Сейчас в мире насчитывается более 30000 видов водорослей, некоторые могут встречаться в почве и в воздухе. Изучением строения, свойств и использования водорослей занимается наука альгология. В ряде стран водоросли широко применяются в качестве пищевого продукта благодаря своему составу: наличию практически всех известных витаминов, разнообразию белков, жиров, углеводов, минеральных веществ. В данной работе было проведено биохимическое исследование морских водорослей на примере ламинарии, выявить содержание ряда полезных для человека веществ. Для этого была изучена литература по теме исследования, рассмотрен химический состав морских водорослей и их воздействие на человеческий организм, проведён качественный анализ ламинарии.

В альгологии водоросли классифицируют в зависимости от пигментов, входящих в их состав: красные водоросли, или багрянки, красная окраска которых обусловлена наличием пигмента фикоэритрина. Багрянки необходимы для получения широко применяемого студнеобразователя – агар-агара. Бурые, в состав которых входят жёлтые и бурые пигменты (в т.ч. фукоксантин), образуют подводные джунгли, например, хорошо известное Саргассово море. В средние века бурые водоросли сжигали в больших количествах для получения соды, которая шла на производство мыла и стекла. К бурым водорослям относится и исследованная нами ламинария (морская капуста), достигающая до 15 м. В Японии морская капуста выращивается в промышленных масштабах. Диатомовые водоросли, или диатомеи, – это одноклеточные водоросли, которые могут приспособляться к огромному температурному диапазону – от Антарктиды до гейзеров Исландии. Интересно, что они имеют твёрдую оболочку из кремнезёма ( $\text{SiO}_2$ ), которая может иметь разнообразную форму [1].

Зеленые водоросли содержат хлорофилл, благодаря которому имеют ярко-зелёную окраску. От них произошли более высокоразвитые

харовые водоросли, растущие на дне пресных водоёмов, служа индикатором их чистоты. Сине-зеленые водоросли, в отличие от остальных, не входят в царство растений, а вместе с бактериями составляют царство дробянок. Они относятся к древнейшим организмам на планете, т.к. существовали ещё более 3 млрд. лет назад. Зелёный цвет обусловлен наличием хлорофилла, синий – фикоцианина, который используется в качестве пищевого красителя. Избыточное размножение сине-зелёных водорослей наблюдается в водоёмах, загрязнённых сточными водами. Это является настоящим экологическим действием, приводящим к ухудшению доступа кислорода в воду, гибели обитателей водоёма, порче очистных сооружений водопроводных станций.

В данной работе объектом исследования были слоевища ламинарии, которые используются человеком очень широко – в кулинарии, в лечебных целях, для получения пищевых добавок (альгинатов), являющихся загустителями и т.д. Химический состав ламинарии приведён в таблице 1. Кроме приведённых компонентов, ламинария содержит некоторые микроэлементы, например, железо (740 мг/кг), цинк (128 мг/кг), иод (2,5 мг/кг), витамины, каротин и др.

Таблица 1 – Химический состав *Laminaria Digitata* (Белое и Баренцево море) [2]

Вещество	Содержание, %	Аминокислота	Содержание, %
Вода	6,51	Лизин	0,37
Белок	8,65	Гистидин	0,3
Углеводы	11,29	Аргинин	0,64
Жир	0,48	Аспарагиновая кислота	0,99
Кальций	0,686	Треонин	0,41
Фосфор	0,38	Серин	0,35
Натрий	4,1	Глутаминовая кислота	1,88

Одним из наиболее ценных компонентов ламинарии является шестиатомный спирт маннит (до 21 %), состав которого выражается формулой  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{CH}_2\text{OH}$ . Он используется в качестве питательной среды для роста микроорганизмов, а также в качестве лекарственного вещества.

В данной работе было подтверждено наличие маннита в составе ламинарии. Образец ламинарии разморозили, промыли дистиллированной водой, разрезали. На срез насыпали сухую борную кислоту  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и добавили кристалл метилового оранжевого.

Окрашивание среза в ярко-красный цвет свидетельствует о наличии в ламинарии маннита [3].

Кроме того, нам удалось выделить из ламинарии каротин. Предварительно была приготовлена спиртовая вытяжка ламинарии: размороженную морскую капусту измельчили, залили этиловым спиртом в соотношении 1:20, выдержали в течение суток, периодически взбалтывая. Полученную вытяжку отфильтровали и опускают в нее фильтровальной бумаги, на которой появилась полоса желто-оранжевого цвета, что обуславливается наличием каротина в составе ламинарии [4].

Для определения содержания витамина С водоросли разморозили, измельчили, взяли навеску массой 2 г, растерли в фарфоровой посуде, добавляя 8 мл раствора соляной кислоты с  $C(\text{HCl}) = 0,1$  моль/л. Образовавшуюся массу отфильтровали, и к фильтрату добавили при перемешивании 5 мл раствора перманганата калия с  $C(\text{KMnO}_4) = 0,004$  моль/л. Обесцвечивание раствора перманганата калия свидетельствует о присутствии витамина С (аскорбиновой кислоты) в исследуемом образце [5].

Обнаружение ионов железа (III) в ламинарии проводилось с помощью известной аналитической реакции образования синего осадка берлинской лазури с гексацианоферратом (II) калия:

$4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\downarrow + 12\text{KCl}$ . Размороженную ламинарию измельчили, растерли в фарфоровой посуде, отжали сок. К полученному соку, взятому объёмом 1 мл, добавили 2 капли раствора гидроксида калия с  $C(\text{KOH}) = 0,1$  моль/л и 1 каплю раствора гексацианоферрата (II) калия с  $C(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 0,05$  моль/л. Появился синий осадок берлинской лазури  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ .

Учитывая достаточно большое содержание иода в ламинарии, мы предприняли попытку получения иода из исследуемых водорослей. Химизм процесса выражается реакцией:

$2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ . В чашку для выпаривания внесли 100 г размороженных и измельчённых слоевищ ламинарии и нагрели на электроплитке до появления белого дыма и обугливания образца. В химический стакан налили 50 мл дистиллированной воды, добавили обугленную массу, перемешали, отфильтровали через бумажный фильтр и выпарили фильтрат досуха. Образовавшиеся йодиды перенесли в тигель, добавили 5 капель раствора диоксида марганца  $\text{MnO}_2$  в серной кислоте с массовой долей растворённого вещества 10%. Тигель закрыли крышкой. Через 0,5 ч на стенках тигля появились серо-фиолетовые кристаллы иода. [5].

Водоросли по праву называют «медицинской пищей 21 века» [2]. В Восточной Азии употребление их традиционно и в Японии датируется IV веком, Китае – VI веком. Впервые упоминается об использовании в пищу красной водоросли нори в 530 г., а о её промышленном выращивании – ещё в 1640 г. Водоросли относят к так называемому функциональному питанию, т.е. пище, имеющей, кроме питательной ценности, калорийности, пользу для организма человека, выражающуюся в улучшении состояния здоровья или уменьшении риска заболевания. «Прозападный» образ жизни в области питания, распространённый в России в последние годы, уже привёл к всплеску болезней. Страдает желудочно-кишечный тракт, возникают ожирение и диабет. Одними шоу и передачами о похудении, заполонившими экраны телевизоров и Интернет, не добиться изменения существующего положения. Следует активно изучать новые пищевые продукты, могущие обеспечить оздоровление нации. К глубокому сожалению, хочется отметить, что альгология в России не является приоритетным научным направлением, и разработки российских учёных уступают зарубежным. Возможно, возвращение Крыма в состав России послужит преодолению этого разрыва, поскольку Чёрное море является важной территорией для культивирования отдельных видов водорослей.

Настоящая работа послужила подтверждением тезиса о богатстве и разнообразии качественного химического состава ламинарии. В дальнейшем исследования будут продолжены в направлении изучения её количественного состава, сравнении содержания полезных веществ в сушёной и замороженной морской капусте, а также определении химического состава такой водоросли, как фукус.

### **Список информационных источников**

1. Методы сбора и изучения водорослей. – <http://edu.greensail.ru/monitoring/methods/vodorosli.html>.
2. Коровкина Н.В., Богданович Н.И. Переработка фукоидов Белого моря с целью извлечения йода // Сб. науч. трудов. – Архангельск, 2014. – Вып. IX. – С. 124–127.
3. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: Наукова думка, 2010. – 334 с.
4. Сиренко Л.А. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – Киев: Наукова думка, 2009. – 219 с.

5. Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 229 с.

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

*Алиферова Т. Е.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Бородин Ю.В., к.т.н., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности*

Количественные оценки влияния человеческого фактора показывают, что он присутствует практически в 75 % несчастных случаев. Полученные данные исследований выявили необходимость понимания роли человеческого фактора в причине несчастного случая. Это важно и потому, что традиционные модели причин несчастного случая уделяли недостаточно внимания человеческому фактору. Элементы, относящиеся к действиям человека, связывались с ошибкой в цепи непосредственных событий, приведших к несчастному случаю. Лучшее понимание того как, когда и почему действия человека влияют на возникновение несчастных случаев, увеличит нашу способность делать прогнозы и поможет предотвратить несчастные случаи. Это позволит разработать строгую теорию мотивирования работников к безопасному производству работ, в том числе посредством их аттестации, профессионального и общеобразовательного обучения.

Сегодня в зависимости от ситуации анализ безопасности системы может проводиться до или после события – априорный или апостериорный анализ, в обоих случаях используемый метод может быть прямым или обратным.

**Априорный анализ** имеет место до нежелательного происшествия. Аналитик рассматривает определенное количество таких происшествий, чтобы узнать, как и почему они происходят, и его главной целью является – предупреждение несчастных случаев, аварий, катастроф, пожаров и т. п.

**Апостериорный анализ** проводится после того, как нежелательное происшествие свершилось. Его цель – определить ориентиры на будущее и, особенно, сделать выводы, которые могут оказаться полезными для последующих априорных анализов.

В данной методологии оценки профессионального риска предлагается ввести универсальную матрицу оценки человеческого фактора ( $R_{чф}$ ), оценки риска профзаболеваний ( $R_{пз}$ ) и риска несчастного