

**Изучение содержания каротиноидов
в рыбе семейства лососёвых при разных способах её хранения**

Горбунов С.А.

Химия

10 класс МБОУ «Гимназия №6» г. Архангельск

Научный руководитель: Мартынова Н.Н., заслуженный учитель России,

МБОУ «Гимназия №6» г. Архангельск

Каротиноиды — это природные пигменты, которые приносят много пользы для здоровья живых организмов. Наземные растения являются основным пищевым источником этих пигментов для человека, но и водные организмы (особенно рыба и моллюски) не менее важны, поскольку они богаты определенными каротиноидами, которых нет во фруктах и овощах.

Одним из основных показателей, определяющих потребительский спрос на рыбную продукцию из лососевых, является цвет мяса, а также яркость наружных покровов рыбы. В природе яркий оранжево-розовый цвет мускулатуры лососевых обусловлен кислородсодержащих каротиноидов, преимущественно астаксантина, который поступает в организм рыбы с пищей. Он придаёт клеткам красный цвет и считается самым мощным антиоксидантом.

Каротиноиды в чистом виде характеризуются высокой лабильностью — они весьма чувствительны к воздействию солнечного света, кислорода воздуха, нагреванию. Под воздействием этих факторов они подвергаются окислению и разрушению. Сохранение каротиноидов является основной проблемой при приготовлении, переработке и хранении красной рыбы. [13]

Цель: Сравнить содержание каротиноидов в рыбе семейства лососёвых при разных способах её хранения.

Задачи:

1. С помощью эксперимента выявить наличие каротиноидов в рыбе семейства лососёвых
2. Определить лучший способ (заморозка, засолка) для сохранения каротиноидов

3. Предложить рекомендации для потребителей рыбы семейства лососевых.

Предмет исследования: каротиноиды, содержащиеся в филе лососёвых.

Объект исследования: филе горбуши, сёмги и форели.

Гипотеза: содержание каротиноидов в филе лососёвых не зависит от способов хранения.

1 Воздействие каротиноидов на организм человека.

Каротиноиды — это химические соединения растительного происхождения, которые необходимы человеческому организму для нормального функционирования. Они известны как витамин А, который участвует во многих процессах жизнедеятельности.

В организме в результате ферментативного расщепления каротиноиды превращаются в витамин А. Он повышает иммунный статус, предохраняет от повышенной чувствительности кожи к воздействию солнечных лучей, играет важную роль в процессах восприятия света сетчаткой глаза. Витамин А является природным антиоксидантом. Антиоксидантная функция каротиноидов сводится к защите от разрушительной активности свободных радикалов.

Монитор компьютера является источником повышенной опасности для глаз, так как излучает ультрафиолетовый свет, действие которого усиливается при использовании люминесцентных ламп. В сочетании с напряжённой работой глаз это может вызвать быстрое их утомление и ухудшение зрения. Для усиления антиоксидантной защиты органов зрения людям, постоянно работающим за компьютером необходимо достаточное поступление различных каротиноидов: лютеин, родопсин.

Эпидемиологические и экспериментальные исследования показывают, что снижение потребления и усвоения определённых видов каротиноидов, низкий их уровень в плазме крови повышают риск возникновения рака, катаракты, сердечно-сосудистых и некоторых дегенеративных заболеваний. [13]

Каротиноиды обладают рядом полезных свойств, которые используются в традиционной и народной медицине:

- антиоксидантный и иммуностимулирующий эффект, нейтрализация свободных радикалов и выведение токсинов;
- воздействие на клеточную структуру. Витамин А способен воздействовать на хромосомы клеток, восстанавливая их структуру;
- контроль над развитием клеточной массы, т. е. выступает регулятором деления клеток, может затормозить рост мутагенной ткани;
- противовоспалительный эффект;
- стимуляция выработки ферментов.

Помимо этих функций, у каротиноидов есть еще одно важное направление деятельности: идентификация и уничтожение онкогенов, которые становятся причиной развития опухолевых заболеваний.

2 Содержание каротиноидов в продуктах питания.

Каротиноиды в основном содержатся в дарах природы красного, оранжевого и желтого цвета, хотя некоторые зеленые листовые овощи также являются их хорошим источником. Несмотря на свое разнообразие, все каротиноиды могут быть разделены на два типа: ксантофиллы и каротины. Главное отличие между каротином и ксантофиллом заключается в том, что каротин дает оранжевый цвет, тогда как ксантофилл дает желтый цвет. [9]

Богатым источником каротинов, таких как бета-каротин и ликопин, являются морковь, сладкий картофель, тыква, помидоры, грейпфруты, крыжовник, черника.

Ксантофильными каротиноидами (например, лютеином) в свою очередь насыщены такие продукты, как оранжевый перец, сладкая кукуруза, черный виноград, хурма, брокколи, шпинат, авокадо.

Помимо фруктов и овощей каротиноиды также имеются в водорослях и рыбе. В частности, астаксантин, один из самых мощных антиоксидантов,

содержится в водорослях и семге (именно астаксантин придает ей характерный розовый оттенок).

Астаксантин выполняет важнейшую функцию в процессах метаболизма и обновления клеток, способствуя смягчению или устранению вреда от факторов, способствующих преждевременному старению. Вещество обладает полезными свойствами для сухожилий, суставов, снижает болевые синдромы в мышцах, повышает силу и выносливость, тормозит воспалительные процессы, обеспечивая таким образом профилактику рака.

Помимо этого астаксантин помогает сохранять когнитивные функции: его употребление уменьшает вероятность возрастных нейродегенеративных процессов, деменции.

3 Содержание каротиноидов в рыбе семейства лососёвых.

Розовый и красный цвета мяса лососевых видов обусловлен каротиноидами, поступающими в их организм с пищей. В организме диких особей основным каротиноидом является астаксантин, содержащийся в употребляемых ими ракообразных. Его основной природный источник — микроскопическая водоросль гематококкус. Вот почему морская рыба из породы лососевых, креветки, другие морские обитатели, которые питаются этой водорослью, приобретают красноватую окраску (Рис.1). [8]

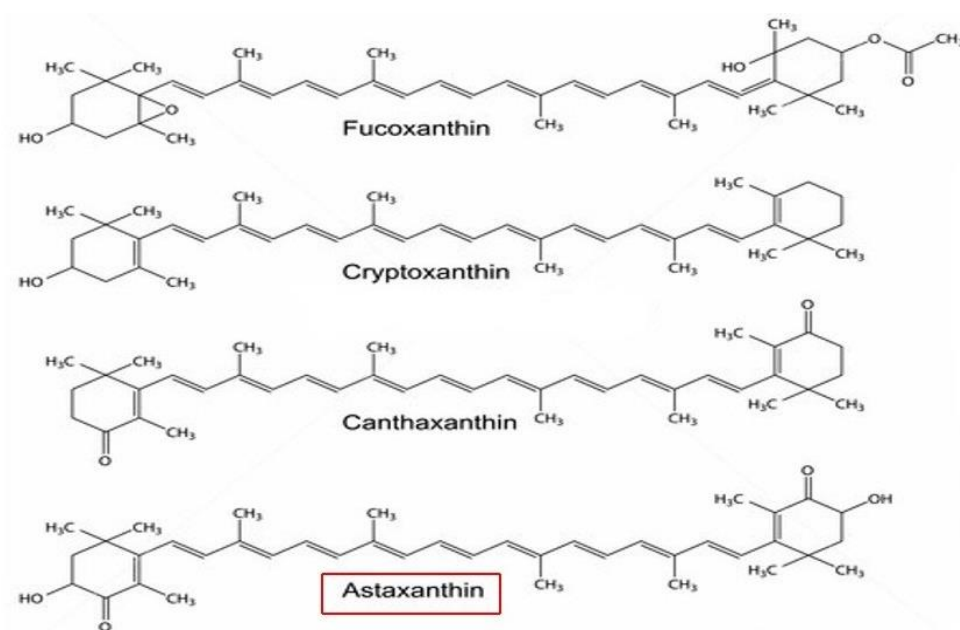


Рис. 1. Каротиноиды лососевых рыб.

Уровень содержания каротиноидов у лососевых зависит от количества еды, размера особей, степени половой зрелости, а также особенностей пигментного обмена. [10]

В местах, где занимаются разведением красной рыбы, производители активно добавляют каротиноиды в корма, чтобы повысить её внешние признаки качества.

4 Методы определения содержания каротиноидов.

Существует несколько методов определения содержания каротиноидов:

1. Метод спектрофотометрии — физико-химический метод исследования растворов и твёрдых веществ, основан на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Основная зависимость, изучаемая в спектрофотометрии, — зависимость интенсивности поглощения падающего света от длины волны.

2. Метод экстракции — извлечение вещества из раствора или сухой смеси с помощью растворителя, практически не смешивающегося с исходной смесью. Для извлечения каротиноидов подойдут такие растворители, как этилацетат, изопропанол, этанол, ацетон и бензол. При наличии пигментов в рыбе, цвет растворителя должен измениться на цвет преобладающего пигмента. Для экстракции требуется время, чем дольше, тем заметнее результат.

3. Колориметрический метод. Основан на принципе хроматографии.

Хроматография — метод разделения и анализа смесей веществ, а также изучения физико-химических свойств веществ. Осуществляется путем распределения веществ между двумя фазами — неподвижной (твёрдая фаза) и подвижной (газовая или жидкая фаза).

5 Способы хранения рыбы на примере сёмги

Поморы испокон веков ловили красную рыбу. Это было их промыслом и рационом питания. Сёмгу, как правило, готовили к праздникам. Чтобы сохранить рыбу поморы хранили её в ледниках, либо засаливали. В наши дни люди тоже используют заморозку и засолку.

Сёмгу, купленную в вакуумной упаковке, можно держать в холодильнике 30-45 суток. А если упаковка уже вскрыта, даже при хранении на полке холодильника, употребить продукт нужно будет в течение 24 часов.

Также существует способ хранить сёмгу в ледяной корке. Для этого охлажденную рыбу окунают в воду и замораживают до образования на ее поверхности корочки льда.

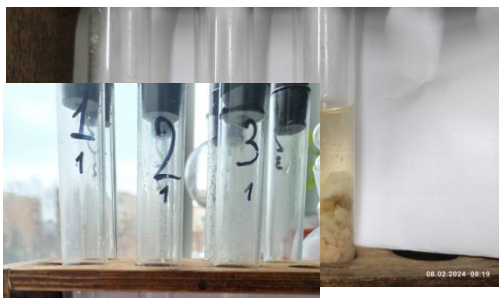
Соленая рыба — скоропортящийся продукт. Место для хранения выбирают холодное и темное. Если такого места нет, она может испортиться уже через несколько часов. Если же хранить соленую сёмгу в холодильнике, то она там может находиться не более пяти дней. [11], [12]

Экспериментальная часть

1 Обнаружение каротиноидов в рыбе семейства лососёвых.

Для обнаружения пигментов каротиноидов в красной рыбе будет использоваться метод экстракции. В данном эксперименте выделения каротиноидов будут использованы три вида свежей рыбы семейства лососёвых, а именно горбуша, сёмга и форель, также растворители — ацетон и толуол. В дальнейшем горбуша будет обозначаться образцом №1, сёмга — образец №2, форель — образец №3. Номер образца написан на пробирках и на чашках Петри.

Оборудование: штатив с пробирками, пробирки с номерами образцов, чашки Петри с номерами образцов, скальпель, пинцет, мерный цилиндр, разделочная доска, филе сёмги, форели, горбуши, толуол, ацетон, фотоаппарат, весы, резиновые перчатки.



1 фото Опыт с ацетоном



Опыт №1 Определение лучшего растворителя. Приготовим измельчённые образцы рыбы массой 5 граммов, предварительно очищенные от кожицы и

костей, и помещаем их в пробирки. В каждую из пробирок приливаем 10 мл ацетона, закрываем пробкой. Аналогично готовим образцы рыбы и приливаем к пробиркам по 10 мл

толуола и закрываем пробкой. Образцы ставим в штатив, необходимо, чтобы прошло некоторое время. Спустя 4 дня, определяем, что лучшим вариантом растворителя является толуол.

2 фото Опыт с толуолом

2 Изучение содержания каротиноидов в засоленной рыбе.

Для выявления содержания каротиноидов в засоленной рыбе необходимо предварительно её засолить. Для этого используется крупная соль. Тушка рыбы режется на куски поперёк, затем её посыпают или окунают в соль, уделяя внимание внутренней части рыбы. Далее завернуть в полиэтиленовый пакет, оставить в холодильнике, при температуре -3°C , на 2 дня. После этого красная рыба считается готовой, и её можно использовать в опыте.

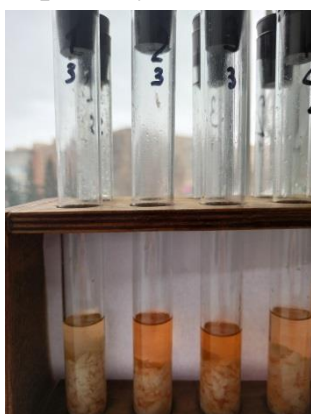


3 фото Опыт с засоленной рыбой

Произведём все те же действия с образцами засоленных видов рыб, как делали в первом опыте, используя толуол в качестве растворителя. Образец: №1 — горбуша, №2 — сёмга, №3 — форель.

3 Изучение содержания каротиноидов в замороженной рыбе.

При изучении содержания каротиноидов в замороженной рыбе изначально нужно подготовить замороженную рыбу. Рыба режется на куски, заворачивается в полиэтиленовый пакет, затем кладётся в морозильную камеру при температуре -20°C . Для более тщательного выявления изменения содержания каротиноидов в рыбе, оставляем её на три недели. После необходимо сделать все те же действия, как и в предыдущих опытах, но уже с замороженной рыбой. Образец №1 — горбуша, образец №2 — сёмга, образец №3 — форель.



4 фото Опыт с замороженной рыбой

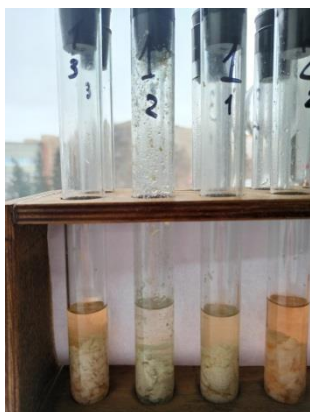
Растворитель — толуол.

Обсуждение результатов

Экстракция каротиноидов в рыбе семейства лососёвых.

По истечению четырех дней путём экстракции было выявлено содержание каротиноидов в рыбе семейства лососёвых. В пробирках с рыбой, цвет растворов поменялся на оранжевый, что свидетельствует о наличии каротиноидов в филе рыб. Предположительно, цвет придаёт астаксантин, которого больше всего содержится именно в красной рыбе. В пробирках с образцами свежей рыбы, находящихся в разных растворителях, видны явные отличия. Цвет раствора толуола в пробирках значительно более выраженный, чем ацетона. Толуол — лучший растворитель.

Зависимость содержания каротиноидов в рыбе семейства лососёвых от способа хранения (заморозка, засолка)



5 фото Сравнение образца №1 в разных опытах

рыбы.

Это может говорить об содержании каротиноидов в Цвет растворов с образцами свежей замороженной почти идентичен, что том, что содержание каротиноидов в путём заморозки не изменяется. пробирках с образцами №1 — растворителя остался менее выраженным, чем в других пробирках. Можно предположить, что содержание пигментов также может зависеть от вида рыб.

Спустя пять дней после каждого опыта, сначала с засоленной, затем с замороженной рыбой, было также замечено изменение цвета растворов, что подтверждает наличие каротиноидов в горбуше, сёмге и форели при разных способах их хранения. Было выявлено, что в пробирках с образцами засоленной рыбы цвет растворов значительно менее выражен, по сравнению с образцами



6 фото Разница между замороженной рыбой на примере образца №3

замороженной уменьшении засоленной рыбы и свидетельствует о рыбе при хранении Также во всех горбушей цвет

Заключение и выводы

На опытах с образцами горбуши, сёмги, форели было доказано наличие каротиноидов, предположительно самого астаксантина. Способы хранения рыбы семейства лососёвых влияют на содержание в ней каротиноидов. При засолке количество каротиноидов в рыбе уменьшается, замораживание рыбы не изменяет содержание каротиноидов.

Список литературы

1. Fikselová M. et al. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions // *Czech Journal of Food Sciences*. – 2008. – Т. 26. – №. 4. – С. 268-274.;
2. Saini R. K., Keum Y. S. Carotenoid extraction methods: A review of recent developments // *Food Chemistry*. – 2018. – Т. 240. – С. 90-103.;
3. ГОСТ 13496.17-95. Корма. Методы определения каротина. – Введ. 01.01.99 ; взамен ГОСТ 13496.17-84. – Мн., 1995. – 8 с.
4. Курегян А. Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – Т. 23. – №. 2.
5. Лазыкина Л. Г., Кулишов С. А., Лазыкина А. Ю. Исследование пигментов растений // *Научные труды Калужского государственного университета имени КЭ Циолковского*. – 2018. – С. 95-101.;
6. Яржомбек А. А. Каротиноидные пигменты и систематика лососевых рыб.// *Труды ВНИРО. Вып. 3. Вопросы физиологии рыб.*: М.: Изд-во ВНИРО, 1972.-с. 148-153. – 1972.
7. Tan, K., Zhang, H., & Zheng, H. (2024). Carotenoid content and composition: A special focus on commercially important fish and shellfish. // *Critical reviews in food science and nutrition*, 64(2), 544–561.
8. Секрет лосося [Электронный ресурс] // Режим доступа: [<https://dzen.ru/a/ZZCZ5JfVqVipOdCH>] - свободный
9. В чем разница между каротином и ксантофиллом [Электронный ресурс] // Режим доступа: [<https://ru.books-kingdom.com/8880324-what-is-the-difference-between-carotene-and-xanthophyll#:~:text=В%20главное%20отличие%20между%20каротином,атом%20кислорода%20в%20своей%20структуре>]- свободный

10. Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб [Электронный ресурс] // Режим доступа: [\[http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/4251?show=full\]](http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/4251?show=full) - свободный
11. Как правильно хранить красную рыбу [Электронный ресурс] // Режим доступа: [\[https://dzen.ru/a/XFgMYOrchACwV4rL?experiment=931375\]](https://dzen.ru/a/XFgMYOrchACwV4rL?experiment=931375) - свободный
12. Засол для долгого хранения семги [Электронный ресурс] // Режим доступа: [\[https://mir-espresso.ru/uborka/zasol-dlya-dolgogo-hraneniya-semgi\]](https://mir-espresso.ru/uborka/zasol-dlya-dolgogo-hraneniya-semgi) – свободный
13. Физиологическая роль природных каротиноидов [Электронный ресурс] // Режим доступа: [\[https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskaya-rol-prirodnih-karotinoidov\]](https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskaya-rol-prirodnih-karotinoidov) - свободный