

ГДЕ ПРЯЧУТСЯ НИТРАТЫ И ФОСФАТЫ?

Ахмина П.В., Купцова Д.Р.

Дмитровский район МО, МОУ «Подосинковская СОШ», 11 класс

Научный руководитель: Кузьминых Л.Б., Дмитровский район МО,
МОУ «Подосинковская СОШ»

Рано или поздно многие люди задумываются о необходимости придерживаться сбалансированного питания, практически лишённого вредных продуктов, насыщенных искусственными добавками.

Правильное питание – это основа здоровья. В мясе можно найти белок, в рыбе фосфор. А молоко, сыр, кефир насыщают организм кальцием. Овощи и фрукты содержат важные организму витамины и клетчатку. Мы стараемся исключить из нашего рациона еду, содержащую вещества, которые в избытке могут нанести ущерб нашему организму. Но если они имеют допустимые значения, то их употребление приносит нам только пользу.

Одними из таких веществ являются фосфаты, фториды и нитраты, которые жизненно необходимы человеку. Находясь в летней химической школе в г.Дубна, у нас появилась возможность узнать, каково же их содержание в некоторых фруктах и соках, которые мы достаточно часто употребляем в пищу, и соответствует ли оно в действительности нормам ПДК. В современном мире почти каждый человек может определить содержание этих веществ с помощью экотестера, но мы воспользовались физико-химическими методами анализа.

Цель работы:

1) используя спектрофотометрический и ионометрический методы анализа определить содержание нитратов, фосфатов и фторидов в пакетированных соках и свежих фруктах;

2) сравнить полученные результаты с предельно допустимыми концентрациями.

Задачи исследования:

1. Научиться строить градуировочные зависимости для количественного определения нитратов и фосфатов;

2. Научиться пользоваться методами ионометрии и спектрофотометрии

Гипотеза: соки и фрукты, которые мы обычно употребляем в пищу, содержат нитраты, фосфаты и фториды, соответствующие нормам ПДК.

Объекты исследования: ябл. сок «Добрый», апельсиновый сок «Добрый», апельсин, яблоко «Гренни Смит», яблоко «Папировка», яблоко красное.

Методы исследования: анализ, эксперимент.

1. Литературный обзор

1.1. Нитраты

Нитраты – это химические неорганические соединения, соли и эфиры азотной кислоты. Они образуются и в нашем собственном организме, выполняя роль антимикробного агента в слюне, и участвуя в работе сердечно-сосудистой системы, регулируя кровяное давление.

Больше всего нитратов попадает в организм с растительной пищей – до 70%. Считается, что нитраты в малых дозах безопасны для человека. Но систематическое поступление нитратов в организм, их превращение в процессе обмена веществ в нитриты и другие азотсодержащие соединения отрицательно влияют на здоровье человека.

Вред нитратов состоит в том, что с помощью микроорганизмов в пищевом тракте (или при отсутствии специальных ферментов) нитраты могут превратиться в нитриты, которые способны взаимодействовать с гемоглобином крови с образованием метгемоглобина. Он не переносит кислород с кровью, в результате этого может начаться кислородный голод клеток и тканей организма. Нитраты иногда являются причинами возникновения в организме интоксикации, опухолей, они снижают содержания йода, что чревато увеличением щитовидной железы. Нитраты также понижают содержание витаминов С, РР, В2 и Е в сельхозпродукции.

Положительное влияние нитратов выражено их способностью расширять сосуды, что благотворно сказывается на сердечно-сосудистой системе [1].

1.2. Фосфаты

Фосфаты – это соли фосфорной кислоты. Существует множество фосфатов, а сфера их применения начинается пищевой промышленностью и заканчивается выплавкой металлов. Давно известно, что эти вещества представляют опасность для здоровья людей, особенно тех, кто страдает почечной недостаточностью, т.к. повреждённые почки не могут выводить фосфаты. Они на-

капливаются в крови и залегают в сосудах и мягких тканях, происходит повреждения сосудов (их внутренние стенки кальцифицируются), а также сердца. Подвергаются риску и кости по той причине, что фосфаты обеспечивают высвобождение и вымывание кальция из них. В результате кости становятся хрупкими. Фосфаты могут попадать в тело человека через кожу, вызывая дерматологические болезни и ускоренное старение кожи. Кроме того, они влияют и на кровь человека – изменяют содержание гемоглобина, плотность сыворотки и количество белка, что приводит к нарушению работы печени, мышц, тяжелым отравлениям, нарушению обмена веществ [2].

Взрослый человек может употреблять максимум 700 мг фосфатов в сутки, но мы часто превышаем эту норму, потому что фосфатные добавки содержатся в огромном количестве продуктов. В мясной и рыбной продукции они удерживают влагу, обеспечивая нужную консистенцию и объем, в хлебном производстве работают как загустители, в овощной заморозке позволяют сохранить яркую окраску. Опасность в том, что искусственные фосфаты поглощаются организмом почти на 100%. В приведенной таблице отображены некоторые добавки, представляющие собой фосфаты [3] (приложение 1).

1.3. Фториды

Фтор присутствует почти во всех тканях человеческого организма, но наивысшая концентрация вещества в составе зубов и костей. Фториды, попадающие в организм с пищей, полностью ионизируются и быстро всасываются, распределяясь между клетками. Фтор и кальций тесно взаимосвязаны в пределах человеческого организма и работают в основном в тандеме, чаще во внешних частях костей.

Недостаточное потребление этого микроэлемента вызывает кариес, ухудшает зрение, усиливает уязвимость организма перед инфекциями. Передозировка фтором хоть и редко, но все-таки встречается. В случае отравления минералом важно пить много воды и принимать кальция глюконат (способствует более быстрому выведению фтора из организма).

О важности фтора для детей не приходится напоминать. Растущий организм, как никто другой нуждается в этом микроэлементе для формирования здоровых костей и зубов, укрепления эмали и предотвращения стоматологических болезней. Фруктовые и овощные соки – в числе продовольствий, насыщенных фтором. Содержания фтора в некоторых продуктах показано

в таблице (приложение 2). Он не встречается в природе в виде простого вещества, а литр природной воды содержит в себе от 3 до 12 мг фторида. В человеческом организме также представлен в комбинациях с другими компонентами [9].

1.4. Спектрофотометрический метод

Спектрофотометрический метод анализа основан на способности определяемого вещества поглощать электромагнитное излучение оптического диапазона. Концентрацию поглощающего вещества определяют, измеряя интенсивность поглощения. Поглощение при определенной длине волны является информацией о качественном и количественном составе определяемого вещества. Светопоглощение анализируемого вещества измеряют по отношению к раствору сравнения, оптическая плотность которого близка к нулю (принимается равной нулю) [4].

Преимущества метода:

1. Высокая чувствительность.
2. Небольшая погрешность.
3. Методы применимы для анализа больших и малых содержаний.
4. Возможность определения примесей (до 10^{-5} ... 10^{-6} %)
5. Определение элементов в сложных пробах без хим. раз-я компонентов.
6. Простота.
7. Экспрессность (быстрота) [5].

1.5. ПДК

Предельно допустимая концентрация в овощах и фруктах – мера насыщенности данными веществами сельхозкультур, при превышении которой отмечаются отрицательные последствия для организма [7] (приложение 3).

2. Практическая часть

2.1. Исследование. Построение градуировочного графика для фосфатов методом спектрофотометрии и их определение в исследуемых пробах.

Приготавливаем смешанный реактив: в колбе на 250 мл смешиваем 125 мл раствора серной кислоты, 50 мл раствора молибдата аммония, 50 мл раствора аскорбиновой кислоты и 25 мл раствора антимонилтартрата калия.

Подготавливаем рабочий раствор концентрации фосфат – анионов 0.01 мг/мл. Используя его, подготавливаем серию градуировочных растворов. В 6 мерных колб вместимостью 50 мл вносим дозатором соответственно 2.5, 2, 1.5, 1, 0.5, 0 мл рабочего раствора стандарта фосфат – ионов. Дово-

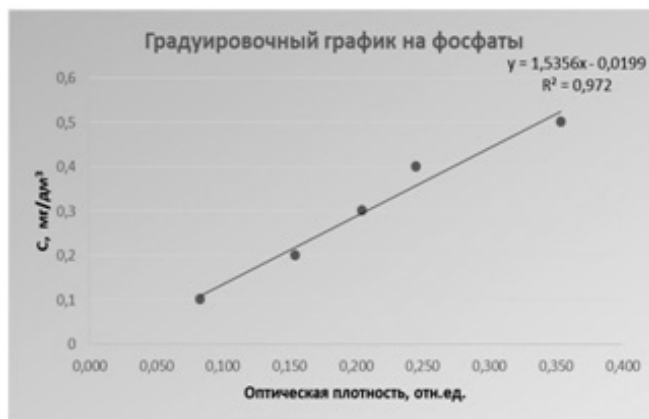
дим раствор до метки дистиллированной водой закрываем пробкой и перемешиваем.

Затем готовые растворы переливаем в конические колбы на 100 мл. В каждую прибавляем 5 мл смешанного реактива и не раньше, чем через 2 минуты 0,5 мл аскорбиновой кислоты. (Фотография 1) Смесь перемешиваем. Через 15 минут измеряем оптическую плотность полученного раствора, начиная с раствора с наименьшей концентрацией, при длине волны 690 нанометров. Фотометрирование каждой пробы проводим не менее 2 раз, рассчитываем концентрацию фосфат-ионов мг/л (фото 2). То же самое проделываем с контрольным раствором. На основе полученных данных строим градуировочный график, который будем использовать для определения концентрации исследуемых ионов в пробах.

зине. Подготавливаем фрукты. Для этого с исследуемых объектов счищаем кожуру и убираем косточки, взвешиваем их и затем фрукты натираем на мелкой терке. Мякоть собираем в марлевую ткань и выжимаем сок в колбу (фото 3). После того, как исследуемая жидкость была подготовлена, мы помещаем сок в колбы и проводим те же действия, что и при подготовке градуировочных растворов (фото 4). Результаты измерений заносим в таблицу и рассчитываем концентрацию по формуле

$$X = \frac{C \cdot 50}{V},$$

где X – содержание фосфат-ионов; V – объём, взятый для анализа для анализа, мл; 50 – объём пробы, в мл; C – концентрация фосфат-ионов, найденная по градуировочному графику, мг/л.



1. Градуировочный график на фосфаты

Теперь приступаем к подготовке проб соков из фруктов, приобретенных в мага-

Очевидно, что концентрация фосфатов превышена в яблоках.

Результаты определения фосфатов в исследуемых проба

Исследуемые фрукты	m , г	C , мг/л		X , мг/л		X , мг/л	$X_{\text{ср}}$, мг/кг	ПДК, мг/кг
Апельсин	77,3	3,19	3,3	15,9	16,5	16,2	210	230
Яблоко «Гренни Смит»	94,6	3,97	3,97	19,8	19,9	19,8	210	110
Яблоко «Папировка»	135	3,93	3,95	19,7	19,7	19,7	146	110
Яблоко Красное	119	3,77	3,78	18,8	18,9	18,9	159	110
Виноград	139	3,89	3,91	19,4	19,6	19,5	140	220

2.2. Исследование. Построение градуировочного графика для нитратов методом спектрофотометрии и их определение в исследуемых пробах

Мы приготавливаем для них градуировочные растворы. Для этого в фарфоровые чашки вносим 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 и 8 мл рабочего раствора нитрат – ионов и доводим его объем в чашках до 10 мл дистиллированной водой, прибавляем в каждую чашку по 1 мл раствора салицилата натрия и выпариваем на водяной бане досуха. После охлаждения сухой остаток в каждой чашке увлажняем 1 мл концентрированной серной кислотой, затем тщательно растираем его стеклянной палочкой и оставляем на 10 минут, после добавляем 5–10 мл дистиллированной воды и количественно переносим в мерные колбы вместимостью 50 мл. Прибавляем в каждую колбу по 7 мл 40% раствора гидроксида натрия и доводим объём дистиллированной водой до метки, перемешиваем. Через 10 минут проводим измерение оптической плотности. Градуировочный раствор с массовой концентрацией нитратов равной нулю – холостая проба.

Пакетированные соки переливаем в фарфоровые чашки и проводим те же действия, что и при подготовке градуировочных растворов. (фото 5) Измеряют их оптическую плотность и холостой пробы три раза (при длине волны от 400 до 425 нм в оптической кювете 5 см), используя раствор сравнения – дистиллированную воду. Для каждого раствора рассчитывают концентрацию по формуле. Концентрация нитратов не была превышена.

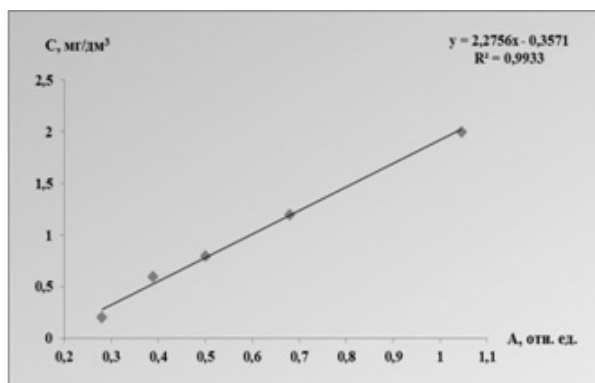
Заключение

По итогам проделанной работы можно сделать следующие выводы: норма ПДК относительно фосфатов, найденных при помощи спектрофотометрического метода, была превышена лишь в яблоках. В апельсине и винограде фосфаты были в норме. Что касается нитратов, можно сказать следующее – ни в одном из двух проверяемых образцов соков норма ПДК нарушена не была, а значит количество нитратов, находящихся в составе этих соков не несёт никакого вреда человеку.

Мы выяснили, что любые овощи и фрукты можно избавить от вредных примесей. Чтобы вдвое уменьшить количество нитратов, следует на некоторое время замочить зелень, фрукты или овощи. Также обезопасить себя можно выбирая продукт по внешнему виду. Например, покупая яблоки, необходимо внимательно осмотреть их. Если плоды слишком гладкие и скользкие – значит, они обработаны химикатами и при их употреблении стоит считать с них кожуру.

Список литературы

1. Нитраты в свежих овощах, фруктах и зелени [Электронный ресурс]. – <https://iriska.club/zdorove/pitanie/produkt/nitraty-v-ovoshhah-i-zeleni.html>.
2. Фосфаты: что скрывается в продуктах под индексом Е? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zhenskoe-mnenie.ru/themes/flowers/fosfaty-chto-skryvaetsia-v-produktakh-pod-indeksom-e-kakov-potentsialnyi-i-priamoi-vred-ot-fosfatov-zdoroviu-cheloveka/>.
3. Чем страшны фосфаты в пищевых продуктах [Электронный ресурс]. – https://roscontrol.com/journal/articles/chem_strashni_fosfati_v_pishchevix_produkтах/.
4. Сущность фотометрических методов анализа [Электронный ресурс]. – http://info.anchem.pro/sites/files/user_files/user3/doc/fotometricheskie_metody_analiza.pdf.



1. Градуировочный график на нитраты

Результаты определения нитратов в исследуемых пробах

Исследуемые соки	Хср, мг/л	Норма ПДК, мг/л
Сок «Добрый» апельсиновый	7,5	10
Сок «Добрый» яблочный	6,8	10

5. Основной закон поглощения электромагнитного излучения [Эл.ресурс]: <http://webkonspect.com/?room=profile&id=8005&labelid=111394>.

6. ПДК нитратов в овощах и фруктах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.finehealth.ru/nitrati/pdk-ovoshej-fruktoy/>.

7. ГОСТ 18309–2014. Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ [Эл. ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115799>.

8. Определение фтора [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3971549/page:24/>.

Приложение

Искусственные фосфаты, их назначение и применение

Код	Назначение	Применение
Е 339 (фосфаты натрия)	Разрыхлитель, антиоксидант, регулятор кислотности, стабилизатор	Хлеб и сладости, безалкогольные напитки, сухое молоко и сливки, мясные продукты, сыры, соусы, продукты быстрого приготовления
Е 340 (фосфаты калия)	Регулятор кислотности, эмульгатор, стабилизатор, влагоудерживающий агент, фиксатор окраски	Окорока, ветчина, сосиски, колбасы, чипсы, сухие сливки, кондитерские изделия
Е 341 (ортофосфат кальция)	Стабилизатор, регулятор кислотности, разрыхлитель, фиксатор окраски	Сухое молоко, сливки, плавленые сыры, фруктовые и овощные консервы, спортивные напитки
Е 342 (фосфаты аммония)	Регулятор кислотности	Используется в производстве дрожжей
Е 343 (фосфаты магния)	Стабилизатор консистенции, загуститель, эмульгатор	Сухое молоко и сливки
Е 450 (пирофосфаты)	Увеличивает объем мышечной ткани	Плавленые сыры, мясные продукты

Содержание фтора в некоторых продуктах

Продукт (200 г)	Фтор (мг)
Чай (черный, зеленый, белый)	20
Скумбрия	3
Тунец	2
Минеральная вода	1,5
Хек	1,4
Минтай	1,4
Треска	1,4
Путассу	1,4
Орехи грецкие	1,3
Ставрида	1
Камбала	0,9
Лещ морской	0,86
Макрель	0,86
Лосось	0,86
Форель	0,86
Рак	0,86

Предельно допустимое содержание нитратов в овощах и фруктах

Вид продукции	ПДК для открытого грунта, мг/кг сырого продукта
Картофель	150
Капуста поздняя	400
Лук перьевой	400
Лук репчатый	80
Томаты	100
Огурцы	150
Кабачки, тыква	200
Салат, щавель, укроп, петрушка	1500
Морковь	200
Свекла столовая	1400
Яблоки, груши	60
Дыни	90
Редис	1500

Фотографии



Фото 1. Подготовка серии градуировочных растворов



Фото 2. Фотометрирование серии градуировочных растворов на фосфат-анионы



Фото 3. Подготовка проб готовых соков и осуществление пробоподготовки фруктов

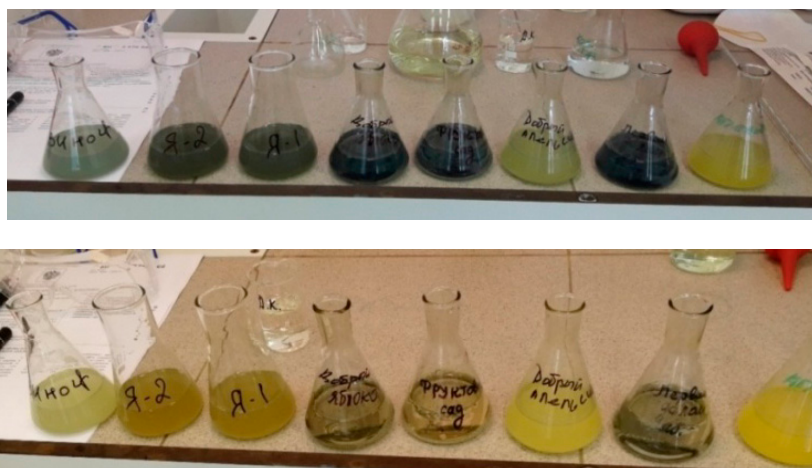


Фото 4. Подготовка растворов готовых и полученных из свежих фруктов соков для определения в них содержания фосфат-ионов

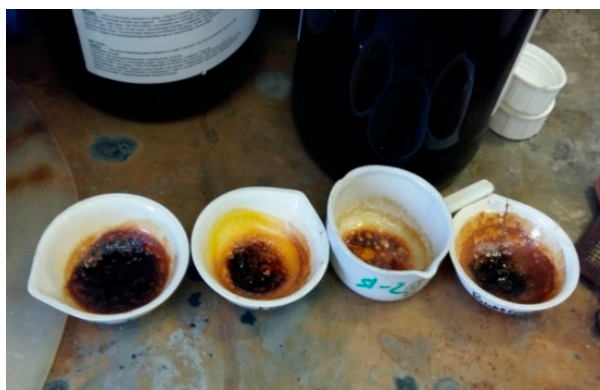


Фото 5. Подготовка растворов готовых соков для определения в них содержания нитрат-ионов