Государственное автономное нетиповое образовательное учреждение Мурманской области «Центр образования «Лапландия»

Мурманская область

г. Мурманск

Детский технопарк «Кванториум - 51»

Объединение «Микробиология. Линия 1»

**ТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ:**

**ОПАСЕН ЛИ КОФЕИН В ЧАЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ**

Выполнил: Федотенко Егор Алексеевич

МБОУ г. Мурманска "Мурманский международный лицей" имени Владислава Шишлова, 6 класс

Научный руководитель: Глазунова Елена Джемсовна,

педагог дополнительного образования,

Государственное автономное нетиповое образовательное учреждение

Мурманской области «Центр образования «Лапландия»

2022 год

Оглавление

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стр. |
| Введение…………………………………………………………………..... | 3 |
| Обзор литературы………………………………………………………….. | 4 |
| Методика исследований…………………………………………………… | 5 |
| Результаты исследований и их обсуждение……………………………… | 6 |
| Выводы……………………………………………………………………… | 8 |
| Заключение………………………………………………………………..... | 9 |
| Список использованной литературы……………………………………… | 10 |
| Приложения…………………………………………………………………. | 12 |

**Введение**

Каждый пробовал такой напиток как чай. Чай пьют по утрам за завтраком, заходят на чай к друзьям или в кафе, чашкой чая согреваются после зимней прогулки. Чай вкусный и ставший привычным напиток. И почти никто из людей, употребляющих чай, не думает о его полезных и вредных свойствах. Между тем в прессе можно найти сообщения о том, что содержащийся в чае кофеин вреден для здоровья. Даже на сайте чайного интернет-магазина говорится о том, что кофеин может привести к отравлению организма и вызывает привыкание, как наркотическое вещество [16]. Между тем чай пьют даже дошкольники, неужели такой потенциально опасный напиток предлагается маленьким детям?

Здоровье детей — это актуальная проблема во все времена. Каждый родитель хочет, чтобы его ребёнок рос здоровым. Много говорится о вреде избыточного потребления таких популярных, но нездоровых продуктов как сладкие газировки, в том числе энергетики, чипсы и сухарики, на фоне которых чай кажется крайне полезным. Но, как известно, даже самый полезный продукт может принести вред, если им злоупотреблять.

**Цель настоящего исследования**: выяснить, какой среднесуточный уровень потребления чая является безопасным для дошкольников.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Выяснить, как условия заваривания чая влияют на содержание в нём кофеина.
2. Рассчитать безопасный суточный объём чая.
3. Составить рекомендации потребления чая для дошкольников.

Исследование проводилось в лаборатории Биоквантума, в Детском Технопарке Кванториум-51 в течение 2021-2022 гг.

**Обзор литературы**

Человечество знакомо с чаем много веков. Однако только в последние десятилетия стало возможно получить сравнительно полное представление о химическом составе этого напитка. На данный момент известно более 2000 компонентов, которые можно выделить из листьев чайного дерева (*Camelia sinensis* L.). Среди них наиболее важны соединения трёх групп: алкалоиды, флавоноиды и дубильные вещества. Из алкалоидов в чае больше всего кофеина, от 1 до 4% в зависимости от сорта, что больше, чем содержание в кофе почти в два раза. Однако в чае соединение связано с танином, поэтому быстро выводится из организма [3].

Сведения о влиянии кофеина на организм человека противоречивы. С одной стороны, есть данные, что большие дозы могут приводить к нежелательным последствиям: вызывать язву желудка, негативно влиять на надпочечники и печень, становиться причиной преждевременных родов [2]. Неблагоприятное влияние может оказывать кофеин и на животных. Выращивание плодовых мушек на среде, содержащей кофеин, приводило к задержке сроков вылета имаго на 1-2 суток, увеличению в 7-9 раз числа мутаций, связанных с пигментацией тела и глаз, появлению мутаций, изменяющих форму крыла [11].

С другой стороны, гораздо чаще сообщается о положительном воздействии кофеина на организм человека и животных. Например, исследование поведения крыс при введении 150 мг/кг кофеина показали, что кофеин имеет психостимулирующий эффект, а также снижает тревожность и повышает исследовательскую активность подопытных животных [10]. Кофеин повышает концентрацию внимания, а также эффективен при лечении мигрени: эффективность комбинации эрготамин-кофеин была доказана в двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании. Сочетание эрготамина и кофеина достоверно быстрее по сравнению с плацебо снижает интенсивность боли (80 минут против 114 минут) и купирует приступ (94 минуты против 124 минуты). Возможно, этим объясняется высокая популярность кофеин содержащих комбинированных анальгетиков среди людей, страдающих мигренью [1]. Пчелы, получающие кофеин, жили дольше и были менее подвержены заражению паразитическими грибками. Кофеин можно рассматривать как натуральную пищевую добавку, повышающую устойчивость пчел к стрессу [6].

По-видимому, эффект кофеина зависит от дозы. Напитки с концентрацией кофеина 300 мг/л оказывают на крыс слабое тонизирующее воздействие, а менее концентрированные растворы не вызывают заметных изменений. Более сильный тонизирующий эффект, чем содержащее кофеин питьё, имел 7%-ный раствор этанола [5]. Кроме того, не исключены индивидуальные особенности реакции организма на это соединение. Показано, что одна и та же доза кофеина оказывает индивидуальное влияние на разных спортсменов: у одних скорость бега увеличивается, у других — снижается [4].

При оценке влияния кофеина на организм человека не надо забывать и о возможном взаимодействии его с другими химическими соединениями. В экспериментах на мышах обнаружено, что кофеин в концентрации 100 мг/кг сам по себе безвреден, но может усилить негативный эффект других вредных веществ, например, мутагенный эффект диоксидина [7].

Общепринятых норм, какое количество кофеина безвредно, нет. Специалисты из Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA), Национальной академии наук США (NAS) и Минздрава Канады полагают, что здоровый взрослый человек может употреблять в сутки до 400 мг кофеина. Кормящим и беременным женщинам разрешается вдвое меньшая доза, а детям следует ограничиться 3 мг/кг веса (то есть 45–85 мг) в сутки [15]. Российскими гигиеническими нормативами для взрослых установлены адекватный и верхний допустимый уровни суточного потребления в 50 и 150 мг соответственно [9]. Документа, нормирующего потребление кофеина детьми, обнаружить не удалось.

**Методика исследований**

Для проведения эксперимента нами были выбраны две марки чёрного чая: «Азерчай Букет» и «Принцесса Канди». Это популярные марки, представленные в форме как листового, так и пакетированного чая и продающиеся практически во всех магазинах.

Чай заваривали согласно ГОСТ ISO 3103-2013 [13] с небольшими модификациями, вызванными отсутствием требуемой посуды.

Отбор проб осуществляли случайным образом из упаковки чая, требования ГОСТ ISO 1839-2018 [12] не выполняли, поскольку имелось ограниченное количество материала.

Листовой чай взвешивали на весах ANDEJ-2000 (точность 0,1 г.). Пакетированный чай заваривали как в пакете, так и высыпанным из пакета. Взвешивание показало, что количество чая в пакете неодинаково у двух марок: у «Азерчай Букет» – 2,1 грамма, в случае с «Принцесса Канди» – 2,0 грамма. Листовой чай обеих марок мы заваривали по тем же нормам. Навески чая помещали в фарфоровые стаканы и заливали кипящей водой. По ГОСТу время заваривания – 5 минут, но мы заваривали не только 5 минут, но также в 2 раза дольше (10 мин) и в 2 раза меньше (2,5 мин). По окончанию заваривания центрифугировали чай в течение 5 минут при 13000 об./мин на центрифуге Minispin. Эта операция проводилась для того, чтобы чайная пыль из пакетика осела на дне пробирки и не засорила капилляры хроматографа.

После центрфугирования 30 мкл супернатанта (жидкости над осадком) переносили в виалы, устанавливали в штатив автодозатора хроматографа «Милихром А-02». Хроматографирование проводилось с использованием стандартной методики производителя, анализ хроматограмм осуществлялся с помощью программ «Альфа-Спектр» и «Альфа-Хром». Пример хроматограммы приведён в Приложении 1.

Все эксперименты проведены с тройной повторностью. Вычисление среднего арифметического и ошибки среднего проводилось при помощи табличного редактора Microsoft Exel.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Результаты эксперимента по определению концентрации кофеина в чае разных марок и форм выпуска при заваривании в течение разных промежутков времени представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Зависимость концентрации кофеина в чае (мг/мл)**

**от времени заваривания**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид чая | Время заваривания, мин |
| 2,5 | 5 | 10 |
| «Азерчай Букет», чёрный, листовой | 0,082±0,015 | 0,107±0,024 | 0,126±0,024 |
| «Азерчай Букет», чёрный, пакетированный | 0,072±0,006 | 0,099±0,004 | 0,110±0,005 |
| «Азерчай Букет», чёрный, пакетированный (высыпан из пакета) | 0,089±0,012 | 0,102±0,020 | 0,107±0,021 |
| «Принцесса Канди», чёрный, листовой | 0,087±0,009 | 0,100±0,009 | 0,091±0,021 |
| «Принцесса Канди», чёрный, пакетированный | 0,069±0,001 | 0,080±0,006 | 0,084±0,010 |
| «Принцесса Канди» чёрный, пакетированный (высыпан из пакета) | 0,091±0,015 | 0,096±0,021 | 0,099±0,021 |

Различие между разными пробами одного и того же чая больше, чем между разными марками чая. В Приложении 2 приведены значения концентраций кофеина во всех образцах в трёх пробах. В работе, проведённой Платоновой Н. В. и др. [8], было показано, что пробы одного и того же чая могут показать разное количество кофеина. На содержание кофеина в чае влияют условия выращивания, применяемая агротехника, условия переработки сырья и время сбора. Наиболее активно синтез кофеина в листьях протекает в июле. Но даже если сырьё в пачке или пакете чая однородно, строение листа растения неоднородно. В одну пробу попадёт больше черешков, во вторую больше тканей листовой пластинки, а в черешках и в пластинках листьев может быть разное содержание кофеина, возможно, поэтому так велик разброс значений. Тем не менее, благодаря тому, что эксперимент был повторён трижды, можно обнаружить следующие закономерности.

1. Как правило, увеличение времени заваривания способствует увеличению концентрации кофеина. Единственное исключение составил чай «Принцесса Канди» листовой.

2. В листовом чае, как правило, большее количество кофеина, чем в пакетированном. Возможно, это связано с тем, что при производстве пакетированного чая используют менее качественное сырьё, оставшееся при изготовлении листового чая. Или здесь также играет роль упомянутая выше неоднородность сырья.

3. Как правило, при заварке чая из вскрытых пакетов концентрация кофеина больше, чем при заварке целых пакетов. Возможно, меньшее содержание кофеина в пакетированном чае объясняется тем, что выделению кофеина в настой мешают стенки пакета.

Таким образом, можно считать, что при заваривании чая в течение 5 минут концентрация кофеина составляет около 0,100 мг/мл. Рассчитаем, сколько чая можно употребить в день, если он является единственным источником кофеина (см. табл. 2).

Таблица 2

**Объём чая, который можно употребить в сутки при условии отсутствия других источников кофеина**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормативы и категория населения | Количество кофеина, мг | Объём чая, мл |
| Взрослый здоровый человек, западные нормативы  | 400 | 4000 |
| Беременные и кормящие женщины, западные нормативы | 200 | 2000 |
| Дети, западные нормативы | 45–85 | 450–850 |
| Адекватный уровень для взрослых, российские нормативы | 50 | 500 |
| Верхний допустимый уровень для взрослых, российские нормативы | 150 | 1500 |

Из приведённых в табл. 2. расчётов можно сделать вывод, что при употреблении только чая в качестве кофеин содержащего продукта взрослому человеку трудно превысить допустимый уровень суточного потребления. Однако ребёнок, выпивая в день более трёх кружек крепкого чая, может получить слишком много кофеина.

К сожалению, российских рекомендаций по содержанию в суточном рационе детей кофеина обнаружить не удалось. Но в Санитарно-эпидемиологических требованиях к организации общественного питания населения [14] имеются указания к составу среднесуточного набора пищевой продукции для питания детей различного возраста. Согласно этим требованиям, ребёнку от 1 до 3 лет в сутки полагается 0,5 г, от 3 до 7 — 0,6 г, от 7 до 11 лет — 1 г, а от 12 до 18 лет — 2 г чая.

В СанПиН не регламентируется продолжительность заваривания чая. Мы взяли те же самые временные промежутки, что и в первом эксперименте (2,5, 5 и 10 минут). Мы заваривали листовой чай, так как в СанПиН именно такие требования. Поскольку первый эксперимент не показал достоверных различий между сортами чая, мы использовали только один сорт, «Принцесса Канди». Поскольку объём напитка также не устанавливается, нами было принято решение использовать для заваривания 150 мл воды (объём средней кружки) и подсчитать количество кофеина в этой порции. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Содержание кофеина в порции чая, заваренной в соответствии с рекомендованным среднесуточным набором пищевой продукции**

**для детей от 1 года до 3 лет**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Время заваривания, мин |
| 2,5 | 5 | 10 |
| Концентрация кофеина, мг/мл | 0,020±0,006 | 0,033±0,008 | 0,035±0,008 |
| Количество кофеина в порции, мг | 3,00±0,90 | 4,95±1,20 | 5,25±1,20 |

Чай, заваренный с учётом требований к среднесуточным нормам потребления этого продукта детьми ясельного возраста, оказался очень некрепким. Одна порция такого напитка содержит менее 10 мг кофеина, что значительно меньше как западных норм для детей, так и адекватного уровня по российским нормативам. При условии, что в рационе отсутствуют другие кофеин содержащие продукты (какао, шоколад, натуральный кофе), можно употреблять такой чай несколько раз в день (до 4-5).

**Выводы**

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы.

1. Содержание кофеина в чайной продукции одного вида у двух исследованных марок достоверно не различается. При этом сырьё неоднородное, и концентрация кофеина в двух одинаково приготовленных порциях может различаться. Наблюдается закономерность: в листовом чае содержание кофеина выше, чем в пакетированном. Увеличение времени заваривания приводит к повышению концентрации кофеина.
2. При стандартном приготовлении напитка (один пакетик или аналогичное количество листового чая на среднюю чашку) концентрация кофеина в напитке составляет около 0,100 мг/мл, соответственно безопасным суточным объёмом чая для ребёнка (по западным нормативам) и взрослого (адекватный уровень по российским нормативам) является 3 средних чашки. Чай, приготовленный с учётом требований к среднесуточным нормам потребления этого продукта детьми ясельного возраста содержит в 3 раза меньше кофеина, поэтому даже самые маленькие дети могут безопасно употреблять 4-5 порций напитка в день.
3. Помимо чая кофеин содержится в других продуктах: какао, шоколаде, натуральном кофе. Поэтому при употреблении данных продуктов количество чая в рационе необходимо снижать.

**Заключение**

Чай прочно вошёл в нашу жизнь. Кофеин, содержащийся в этом напитке, помогает нам взбодриться, даёт силы. Но при неумеренном потреблении это же вещество может привести к неприятным последствиям для организма. Споры о пользе и вреде кофеина не утихают, однако при сознательном подходе можно избежать вредного влияния и пользоваться положительными свойствами. Для этого нужно учитывать все кофеин содержащие продукты в рационе, избегать употребления напитков с высокими концентрациями соединения, например, энергетиков и крепкого натурального кофе. В разумных же пределах чай не опасен даже для самых маленьких детей.

**Список использованной литературы**

1. Азимова, Ю. Э. Мигрень, кофеин, эрготамин: классическое трио / Ю. Э. Азимова, А. П. Рачин // Поликлиника. – 2016. – № 1-1. – С. 28-30.
2. Анзоров, В. А. Влияние кофеина на показатели кардио-респираторной системы студенток / В. А. Анзоров, З. А. Магомедова, М. О. Байтаев // Вестник Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова. – 2015. – № 3(19). – С. 83-88.
3. Афонина, С. Н. Биохимия компонентов чая и особенности его биологического действия на организм (обзор) / С. Н. Афонина, Е. Н. Лебедева, Н. П. Сетко // Оренбургский медицинский вестник. – 2017. – Т. V. – № 4(20). – С. 17-33.
4. Влияние кофеина на результат и технику бега на различных участках спринтерской дистанции / О. Б. Немцев, Б. М. Гогодзе, А. Б. Бгуашев [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 6(172). – С. 177-181.
5. Дозозависимое тонизирующее влияние кофеина в составе модельных смесей на крыс в эксперименте / А. А. Стружкова, А. В. Козлов, Е. Д. Минаева, Л. В. Самойлик // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 3-5. – С. 14-19.
6. Непредвиденно сильное влияние кофеина на жизнеспособность западной медоносной пчелы *Apis mellifera* / А. Страческа, М. Краузе, К. Олчевски [и др.] // Биохимия. – 2014. – Т. 79. – № 11. – С. 1464-1475.
7. Оценка цитогенетического действия кофеина в микроядерном тесте / Н. А. Дурнова, А. Р. Кланцатая, М. Н. Курчатова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2021. – Т. 25. – № 2. – С. 147-153.
8. Платонова, Н. Б. Влияние онтогенетических и климатических факторов на содержание кофеина в чае / Н. Б. Платонова, В. Н. Бехтерев, О. Г. Белоус // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2020. – № 4. – С. 28-34.
9. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.—46 с.
10. Рыскулова, Г. М. Влияние кофеина на ориентировочно-исследовательское поведение и эмоциональный статус крыс / Г. М. Рыскулова, И. И. Садртдинова // Инициатива в науке как новая стратегия развития системы знаний : Сборник научных трудов. – Казань : ООО "СитИвент", 2019. – С. 335-337.
11. Юрьева, Д. А. Изучение влияния кофеина на частоту проявления мутаций у Drosophila melanogaster / Д. А. Юрьева, С. Н. Алябышева // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Всероссийской научной конференции, Йошкар-Ола, 23–27 апреля 2018 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2018. – С. 607-609.
12. ГОСТ ISO 1839-2018. Чай. Отбор проб: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 мая 2018 г. N 109-П): дата введения 2019-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200159722#7D20K3> (дата обращения: 19.09.2022). – Текст: электронный.
13. ГОСТ ISO 3103-2013. Чай. Приготовление настоя для органолептического анализа: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. N 44): дата введения 2015-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109633> (дата обращения: 19.09.2022). – Текст: электронный.
14. Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения [Электронный ресурс]: СанПиН 2.3/2.4.3590-20; утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 октября 2020 г. № 32 – URL: <http://strgimn1.ru/wp-content/uploads/2021/04/sanpin-2-3-2-4-3590-20.pdf> (дата обращения: 19.09.2022). – Текст: электронный.
15. Ассоциация профессионалов фитнеса. 2000-2022. [Электронный ресурс] URL: <https://fitness-pro.ru/biblioteka/doza-kofeina/>, свободный. — Загл. с экрана.
16. Чайная лавка «Tea Warrior». 2011-2022 [Электронный ресурс] URL: <https://tea.warrior.in.ua/skolko-polzy-v-chashke-chaya>, свободный. — Загл. с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пример хроматограммы образца чая

**Общая информация:**

Файл: *C:\AlphaChrom\Анализы\Кофеин\_2022\2022-09-29\13-46-06\_001.chrw*

Время записи: *29 сен 2022, Чт 13:46:06*

Номер анализа: *1*

Метод анализа: *Кофеин\_2022.mtd*

Метод обработки: *Кофеин\_2022.mtdw*

Оператор: *Федотенко Егор*

**Проба:**

Объем: *2 мкл*

Название: *Азерчай в пак 100 гр 2,5 мин*

Пробирка №: *1*

**Колонка:**

Номер: *4716*

Длина: *75 мм*

Диаметр: *2 мм*

Адсорбент: *ProntoSil-120-5-C18 AQ*

Размер частиц: *5 мкм*

**Элюенты:**

А: *0,1% HClO4*

Б: *95% Этанол*

Максимальное давление: *3,9 МПа*

Скорость потока: *100 мкл/мин*

Температура: *40 °C*

**График:**



**Таблица градиента:**

 Шаг Рег. No.1 No.2 No.3 No.4

 Объем, мкл 800 0 1500 1501 2000

 %Б 5 5 20 100 100

Скорость потока, мкл/мин 200 100 100 100 100

**Таблица пиков (канал разметки: 240 нм):**

Условные обозначения:

Vr - объем удерживания

h - высота пика

No. Vr h

 мкл е.о.п.

 1 1338 0,100

**Таблица компонентов:**

№ Удерживание Окно концентрация Имя канал интегрирования

 мин % мг/мл нм

1 13,32 5 0,027 кофеин 240

Приложение 2

Зависимость концентрации кофеина в чае (мг/мл)

от времени заваривания

(результаты трёх повторностей без статистической обработки)

|  |  |
| --- | --- |
| Вид чая | Время заваривания, мин |
| 2,5 | 5 | 10 |
| «Азерчай Букет», чёрный, листовой | 0,0640,1060,077 | 0,0820,1390,101 | 0,1010,1600,118 |
| «Азерчай Букет», чёрный, пакетированный | 0,0680,0950,053 | 0,0950,1350,067 | 0,0990,1480,083 |
| «Азерчай Букет», чёрный, пакетированный (высыпан из пакета) | 0,0720,1070,088 | 0,0800,1330,093 | 0,0870,1410,092 |
| «Принцесса Канди», чёрный, листовой | 0,0750,0850,100 | 0,0860,1090,106 | 0,1050,0560,111 |
| «Принцесса Канди», чёрный, пакетированный | 0,0680,0680,071 | 0,0760,0890,074 | 0,0800,1000,072 |
| «Принцесса Канди» чёрный, пакетированный (высыпан из пакета) | 0,0840,1000,089 | 0,0900,1020,096 | 0,0920,1060,098 |