**ГБОУ Гимназия №1505**

**«Московская городская педагогическая гимназия–лаборатория»**

**Реферат**

**Металлы – элементы жизни.**

Автор: ученик 9 класса «Б»

Беляков Станислав

Руководитель: Шипарева Г.А.

**Москва**

**2014 - 2015 гг.**

 Содержание.

Введение…….………………………………………..………………………………3

Параграф №1……………………………....……...…………………….…….стр. 4-6

 1.1…………………………………………………………………….……стр. 4

 1.2…………………………………………………………………….….стр.4-5

 1.3………………………………………………………………………..стр.5-6

Параграф №2………………………………....……...………………………стр. 6-12

 2.1……………………………………………………………………….стр. 6-8

 2.2………………..…………………………………………………….стр. 8-11

 2.3……………………………………………………..……………...стр. 11-13

Таблица значений металлов………………………………………………стр. 12-13

Заключение и примечания……………...……………………………………стр. 14

Список литературы……………………………………………………………стр. 15

Введение.

Данная тема актуальна потому, что металлы имеют большое значение в нашей жизни. В жизни человек использует металлы практически во всем, кроме того часть из них, в виде ионов, присутствуют в нем самом. Поэтому без каждого из металлов существование человека невозможно потому, что в случае их избытка или недостатка у человека появляются проблемы со здоровьем. В своем реферате я объясню, зачем нам необходимы определенные металлы и почему без некоторых не можем существовать ни мы, ни окружающие нас вещи. Кроме того, я объясню, какие вещества и почему играют самую большую роль в жизни человека.

Цель: представить описание металлов, которые содержатся в человеке, а также объяснить их важность для организма.

Задачи реферата:

1. Рассказать общую информацию о металлах и их воздействие на организм.

2. Описать некоторые металлы, содержащиеся в человеке, их свойства и функции в клетках и органических соединениях.

Литературные источники:

Егоров А.С., Иванченко Н.М., Шацкая К.П. "Химия внутри нас".

В этой работе исследуются основы органической и биоорганической химии. Эта книга дает представление о роли химических элементов и их соединений в жизнедеятельности организма, о важнейших химических превращениях, лежащих в основе метаболизма, о применении в медицине некоторых неорганических и органических веществ.

Ледовская Е.М. "Металлы в организме человека».

Большое место в работе занимает рассмотрение необходимых для человека и окружающей среды металлов и их влияние на жизнедеятельность человека.

Венецкий С.И. "Рассказы о металлах”. В этой книге идет описание различных металлов, способы их применения, объяснение их названия, а также различногг рода ситуации, связанные с каждым металлом.

Никитин М.А. "Элементы жизни: почему не кремний и не фтор". В статье показано почему основные элементы в жизни человека и окружающей среды – такие вещества, как углерод, кислород, азот и водород, а не фтор, хром, сера.

Параграф №1. Что такое металлы в живых организмах и общая информация о них.

* 1. Общая информация о металлах.

В наше время науке известно огромное количество металлов, но лишь некоторые участвуют в процессах жизнедеятельности человека.

Всего существует 16 элементов жизни, необходимых человеку. Из них 11 – металлы: магний, кальций, калий, марганец, натрий, железо, цинк, медь, кобальт, никель и молибден.

В моем реферате вы узнаете именно о них. Как мы знаем существует классификация элементов, которая основана на их электронной конфигурацией. Это связано со степенью заполнения электронных орбиталей (s, p, d и f) электронами (e-). Таким образом, элементы подразделяются на S-элементы, P-элементы, D-элементы и F- элементы. В организме человека содержатся ионы лёгких металлов Na+, K+, Mg2+, Ca2+, которые относятся S-элементам, ионы Mn2+, Cu2+, Fe2+, Co3+ и Zn2+, относящиеся к d-элементам.

При этом нельзя забывать и о молибдене (Mo), который является тоже d-элементом, но, в отличии от других девяти металлов, молибден – тяжелый.

Сейчас, чтобы узнать состояние здоровья человека, необходимо просто взять анализ о количестве вышеперечисленных веществ и сравнить с нормой.

* 1. Классификация биогенных элементов.

В наше время установлено, что в клетках содержится 81 химический элемент из периодической таблицы Д.И. Менделеева. Все эти элементы можно условно поделить на три группы: макроэлементы, микроэлементы и ультра микроэлементы.

Макроэлементы – вещества, в основном содержащиеся в тканях, их количество обычно выражается процентами и десятыми долями процентов. Макроэлементы включают в себя такие элементы, как: железо, натрий, калий, магний, кальций, фосфор. В основном, представленные выше вещества – S-элементы.

Микроэлементов в организме человека меньше чем, макроэлементов, но они тоже очень важны для человека. Содержание среднестатистического микроэлемента в тканях менее одной сотой процента. Основные представители: йод, фтор, марганец, алюминий, бром, кобальт, кремний, цинк, никель, мышьяк.

Наименее распространенная группа – ультрамикроэлементы. Содержание их очень мало. Наиболее яркие представители: свинец, ртуть, серебро, радий, рубидий. В основном это – тяжелые элементы, которые вредны для организма, что объясняет их низкое содержание.

Из всех трех групп, рассмотренных выше, можно выделить элементы, без которых жизнь не могла бы существовать. Их четырнадцать: железо, цинк, йод, медь, кобальт, хром, молибден, никель, ванадий, селен, марганец, мышьяк, фтор, а также кремний.

Шесть из них являются металлами – элементами жизни, что еще раз показывает их высокую значимость для организма.

* 1. Общие принципы воздействия металлов на организм.

Для того, чтобы яснее понять, общие принципы воздействия металлов-элементов жизни на организм, их надо разделить по группам и проанализировать каждую.

Рассмотрим металлы, которые относятся к s-элементам. К ним относятся металлы I и II групп периодической системы. Значение подобных металлов для организма огромно. Они участвуют в обеспечении нормальных параметров кислотно-основного равновесия. Натрий и калий играют роль в передаче нервных импульсов, а также в создании мембранных потенциалов8. Магний участвует в синтезе белка. Также роль магния в организме человека заключается в оказании щелочного действия на органы и ткани. Основная функция кальция – формирование скелета человека. Также кальций влияет на процессы свертывания крови и обмен воды, нормализует обмен углеводов.

Ионы натрия и калия распределены по всему организму человека. Подсчитано, что в человеческом организме содержится 250 грамм калия и 4-6 граммов натрия10. От концентрации обоих ионов зависит проводимость нервов и сократительная способность мышц. Вот некоторые факты: шок при тяжёлых ожогах обусловлен потерей ионов калия из клеток, введение ионов калия способствует расслаблению сердечной мышцы между сокращениями сердца, хлорид натрия служит источником для образования соляной кислоты в желудке, гидрокарбонат натрия – соль, поддерживающая равновесие между кислотами и щелочами в жидких средах организма и служит переносчиком углерода. Лечение некоторых психических заболеваний основано на замене ионов K+ и Na+ на ионы Li+.

Магний и кальций находятся во второй группе периодической системы Д. И. Менделеева и также относятся к s-элементам. Если ионы натрия и калия — это проводники, то ионы магния и кальция строят комплексы нуклеиновых кислот, тем самым налаживая процесс. Большинство ферментативных процессов9 не проходит без их участия. Магний можно назвать центральным элементом энергетических процессов. Избыток магния приводит к нервному возбуждению, а недостаток – вызывает судороги. Кальций – основа всего скелета человека.

По сравнению с рассмотренными выше s-элементами, d-элементы содержатся в организме в значительно меньших количествах. Ионы d-элементов имеют незаполненные орбитали. Это объясняет различные степени окисления металлов d-подуровней, их способность участвовать в различных окислительно-восстановительных процессах.

Итак, основную пользу организму приносят не сами металлы, а их соединения, каждое со своими уникальными свойствами, без каждого из которых жизнь человека не возможна.

Параграф №2. Уникальные особенности каждого металла в живых организмах.

2.1. Легкие металлы s-подуровня (калий, кальций, магний, натрий).

Калий – это элемент, находящийся в главной подгруппе первой группы, четвертого периода в периодической системе Д. И. Менделеева. По химическим свойствам калий является щелочным металлом, но с точки зрения биологической функции и использования его клетками живых организмов калий не имеет аналогов.

Роль калия в организме человека велика. Калий содержится в основном в клетках, до сорока раз больше чем в межклеточном пространстве. Существуют даже специальные клеточные механизмы, чтобы всасывать избыточный калий обратно в клетки. При недостатке калия развивается гипокалиемия и болезни сердечной и опорной мускулатуры, при избытке – язвы тонкого кишечника. Алкоголь вызывает пониженное освоение калия, витамин В6 - повышенное. Калий способствует выведению воды через почки и регулирует содержание воды в тканях.

Калий широко используется в агропромышленной индустрии, ведь он один из трех (калий, азот, фосфор) биогенных элементов необходимых для роста и развития растений.

Растения остро нуждаются в калии, ведь при его недостатке урожай уменьшается в разы, а рост заметно замедляется, т.к. калий отвечает за выработку углеводов и синтез белков. Порядком 90% добываемых солей калия используют как удобрения.

Натрий - это элемент главной подгруппы первой группы, третьего периода периодической системы Д. И. Менделеева. Его получают путем восстановления карбоната натрия углем и используют как сильный восстановитель.

Натрий необходим для нормального роста и поддержки состояния организма. Натрий оказывает немалое воздействие на организм, как самостоятельно, так и в сочетании с другими микро- и макроэлементами. К примеру, натрий взаимодействует с хлором, и предотвращает утечку жидкости из кровеносных сосудов в прилежащие к ним ткани.

Натрий участвует в переносе различных веществ, к примеру, сахара и крови, к каждой клетке, генерирует нормальные нервные сигналы и принимает участие в мышечном сокращении, позволяя нам двигаться.

Натрий выходит вместе с потом, поэтому потребность в нём клетки испытывают почти постоянно. При этом наш организм не способен вырабатывать натрий, следовательно, получить его можно только из пищи. Самый популярный и доступный источник натрия – это поваренная соль (хлорид натрия).

Этот элемент ответственен за терморегуляцию в организме, расширяя и сужая сосуды. Также натрий выполняет ферментативную функцию, активируя энзимы1 (ферменты).

За сбалансированное содержание натрия в организме отвечают почки, они либо удерживают, либо выделяют натрий, в зависимости от его уровня содержания в организме.

Магний — элемент главной подгруппы второй группы, третьего периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Этот металл невероятно легкий, а также обладает пиротехническими свойствами.

Биологическая роль магния огромна. На нем основывается синтез хлорофилла в растениях. Магний задействован во многих каталитических реакциях организма. Дефицит магния вызывает целый ряд болезней, включая диабет. С его помощью происходит синтез белка в клетках. Соли магния предотвращают спазмы и судороги.

Даже в яичной скорлупе присутствует магний, чем его больше, тем крепче скорлупа. Соли магния используют как слабительное, перекись (МgO2) – как дезинфицирующее средство, а чистую окись (MgO) применяют при повышенной кислотности желудочного сока. Во время стресса магний в организме расходуется, что дает нам еще одну причину быть спокойнее. В крови уставших людей содержится меньше магния, чем в крови отдохнувших. Магний помогает сокращаться сердечным мышцам, его недостаток может вызвать инфаркт.

Одним из источников поступления магния в организм, является жесткая питьевая вода. Солями магния также богаты фрукты и овощи (особенно персики, абрикосы и цветная капуста).

Дополнительный прием магния уменьшает боли людей, страдающих мигренью. При нехватке магния в организме снижается прочность и твердость костей и зубов. Ощущения онемения и покалывания конечностей вызвано недостатком магния. Метаболизм2 невозможен без этого элемента.

Кальций — элемент главной подгруппы второй группы, четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Употребление кальция хорошо влияет на зубы и кости человека. В организме человека кальций, в основном, содержится в костях скелета, понижая риск переломов. Также кальций содержится в зубах укрепляя их. Схожую роль кальций выполняет во всех позвоночных обитателях земли.

В организме кальций содержится как в свободной, так и в связанной форме. Если резервы минерального вещества в свободной форме истощены, извлекается кальций из костей для поддержания его уровня в крови. Каждый год происходит обновление костей в организме взрослого человека на 20%, благодаря выработке нового кальция.

Кальций вносит немалый вклад в свертывание крови. Без него мы не смогли бы двигаться, ведь он - ключевой элемент в процессах сокращения мышечных клеток. Также кальций отвечает за координацию проницаемости клеточных мембран5.

Он один из пяти самых распространенных в организме человека элементов. Количество кальция в организме человека составляет 1,4%, а его суточная норма приблизительно равна 800-1250 мг11. Содержится кальций во многих продуктах, но больше всего его в молоке и молочных продуктах, около 80% кальция поступает в организм с ними. Также он содержится во многих овощах, фруктах и рыбной продукции. Недостаток и избыток этого элемента могут вызвать ряд заболеваний таких как гипертензия3.

2.2 Легкие d-металлы (кобальт, медь, марганец, железо, цинк).

Кобальт — элемент девятой группы четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Хоть он и ядовит, и радиоактивен, но жизненно необходим организму. Он основной элемент в построении витамина B12 (участвующий в ферментативных реакциях и предотвращающий анемию).

Сам кобальт стимулирует выработку эритроцитов костным мозгом, помогает усваиваться железу и стимулирует фагоцитоз (устранение вредоносных бактерий) лейкоцитов.

Кобальт активно помогает в синтезе белков, углеводов, жиров, а также ДНК и РНК, а также стимулирует обновление клеток организма. Крупицы изотопа кобальт-60, помещенные в медицинские «пушки», не причиняя вреда организму человека, удаляют гамма-лучами6 внутренние злокачественные опухоли, губительно влияя на быстро размножающиеся больные клетки, приостанавливая их деятельность и тем самым ликвидируя очаги страшной болезни.

В организм этот элемент попадает в основном из зеленого горошка, печени, фасоли, много кобальта содержится в птице и рыбе.

Медь — элемент одиннадцатой группы четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Медь концентрируется в костях, мышцах, мозге, крови, почках и печени и отвечает за работу каждого из этих органов. Неудивительно, что в клетках человеческого организма содержится до восьмидесяти граммов меди.

Медь помогает синтезировать ферменты и белки, расти клеткам, укрепляться иммунной системе. Немаловажную роль этот элемент играет в процессе кроветворения. Железо превращается в гемоглобин благодаря меди.

Медь стимулирует работу эндокринной системы, в первую очередь гипофиза, что позволяет увеличивать активность инсулина в разы. При недостатке меди у человека развивается малокровие и анемия.

Марганец — элемент побочной подгруппы, седьмой группы четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Содержится он в основном в минерале пиролюзите (черная магнезия), из пиролюзита же и добывается.

В больших количествах этот металл ядовит для организма, поэтому его содержание ничтожно мало. Несмотря на это, он содержится в каждой клетке любого живого существа.

Он участвует в кроветворении, а также во многих нейрохимических процессах. Марганец помогает организму построить иммунную защиту. Этот металл способен вернуть мышцам тонус и чувствительность, а также снижает количество избыточного холестерина, не давая ему закупоривать сосуды, образуя тромбы.

Обмен витаминов C, E, В и формирование новых клеток происходит при участии марганца. Также он стимулирует рост и развитие хрящей. Марганец активно участвует в кроветворении и развитии клеток всех органов и тканей. Также марганец можно считать антиоксидантом, он поддерживает уровень сахара и восстанавливает структуру тканей. Этот металл содержится во многих фруктах, овощах и ягодах. Суточная потребность марганца 2-9 мг в день.

При дефиците марганца человек испытывает слабость, утомление, боль в мышцах. У детей с дефицитом марганца нарушается развитие.

При избытке марганца в организме рушится баланс многих необходимых организму элементов, таких как кальций, фосфор и железо.

Железо — элемент восьмой группы четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Биогенная роль железа очень высока. В организме оно встречается в виде двух катионов Fe2+ и Fe3+. Этот элемент в основном отвечает за белые и красные кровяные тельца. Красные называются эритроциты и содержат гемоглобин. Они ответственны за перенос кислорода в организме, без них мы не смогли бы дышать. Белые кровяные тельца называются лимфоцитами и строят иммунитет.

При недостатке железа организм заболевает анемией – малокровием, так как количество эритроцитов и лимфоцитов сокращается в разы. У детей дефицит железа может вызвать неправильное развитие мозга, и даже смерть. Особо страдают при этом заболевании ткани эпителия (покрытия), образуются экземы и дерматиты.

В организме железо тратится с интенсивностью 1 мг в день. Суточная норма примерно 10 мг, так как усваивается только 10% поступившего железа. Поступает железо в организм в основном из гречневой крупы, сои, печени и некоторых фруктов, ягод и овощей. Чемпионом среди всех источников является малина в 100 г который содержится 1200 мкг железа.

Цинк — элемент побочной подгруппы второй группы, четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Цинк — важный биогенный элемент, в живых организмах содержится в среднем 5•10% цинка. С помощью этого элемента синтезируется витамин Е. Цинк входит в состав большого числа ферментов и гормона инсулина.

Цинк отвечает за образование, рост и метаболизм (обмен веществ) клеток, синтез белков, заживление ран. Он активизирует иммунные реакции, направленные против бактерий, вирусов, опухолевых клеток и усваивает углеводы и жиры.

Этот элемент способствует поддержанию и улучшению памяти, вкусовой и обонятельной чувствительности, обеспечивает стабильность сетчатки и прозрачности хрусталика глаза.

Организм получает цинк главным образом из пищи. Суточная норма цинка 10-20 мг в день. Больше всего цинка содержится в говядине, свинине, курином мясе, отрубях, пшенице, грибах и устрицах13.

Недостаток цинка вызывает ряд серьезных заболеваний, таких как атеросклероз, цирроз печени, рак, болезни сердца и многие другие, порой смертельные болезни.

Кроме всего прочего, цинк положительно влияет на память, волосы, зубы и синтез витамина А.

2.3. Прочие металлы (Mo, Ni)

Молибден — элемент побочной подгруппы шестой группы пятого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Молибден, как и всякий тяжелый металл содержится в клетках в малых количествах, но тем не менее он является жизненно необходимым. Основная уникальная задача молибдена – усиливать свойства витаминов, синтез аминокислот, накопление азота в клетках, анаболические процессы.

Молибден защищает зубную эмаль и предотвращает кариес. Этот элемент помогает выработке гемоглобина. Суточная потребность в молибдене около 9 мг14.

При недостатке молибдена в тканях организма наблюдается значительное ослабление иммунной системы, загрязняются клетки, и ухудшается состав крови. При избытке может возникнуть отложение солей в суставах.

Молибден часто используется в медицине, так как его сплавы безвредны для организма, и из них изготавливаются протезы.

Никель — элемент десятой группы, четвёртого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Никель - тяжелый, ядовитый металл, в больших количествах вредный для организма. Однако последние исследования указывают на относительно высокое содержание никеля и его немалое участие в биологических процессах.

Этот элемент содержится в клетках печени, почек, поджелудочной железы, гипофиза и легких.

Никель участвует в активировании ферментативных реакций(1) гидролиза, а также реакций с участием карбоксильной группы (-COOH). Также никель продлевает действие инсулина и участвует в обмене многих веществ и витаминов С и В12.

Никель ядовит, поэтому его избыток может привести к отравлению и ряду других отклонений. Недостаток никеля вызывает сахарный диабет (из-за ослабленного действия инсулина), понижения уровня гемоглобина и замедление роста и развития организма.

Итак, из данного параграфа вы узнали об особенностях каждого из металлов, его функциях и значениях для организма.

Сводная таблица значений металлов жизни для организма человека и основные источники поступления в организм.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Металл | Значение для организма. | Последствия для организме при избытке/недостатке. | Источники поступления в организм. |
| Калий | -выведение воды через почки -регуляция воды в тканях | Недостаток: гипокалиемия.Избыток: язвы тонкого кишечника. | Продукты, содержащие витамин В6. |
| Натрий | -передача нервных сигналов. -отвечает за мышечную активность-терморегуляция | Недостаток: обезвоживание.Избыток: клеточная дегидратация4. | Поваренная соль. Пищевая сода. |
| Магний | -фотосинтез,-задействован в каталитических реакциях | Недостаток: инфаркт, тахикардия, диабет.Избыток: сонливость, заторможенность. | Персики, абрикосы, цветная капуста. |
| Кальций | -прочность костей -свертывание крови | Недостаток: гипертензия. Избыток: жажда, тошнота, судороги. | Инжир, курага, виноград, рыба. |
| Кобальт | -синтез эритроцитов и витамина В12.-стимулирует фагоцитоз(2) лейкоцитов | Недостаток: анемия, слабость, акобальтоз.Избыток: ухудшение работы нервной системы и мышц сердца. | Горох, фасоль, печень, морепродукты. |
| Медь | -синтез ферментов и белков-кроветворная функция  | Недостаток: малокровие и анемия.Избыток: бессонница, боль в мышцах. | Морепродукты. |
| Марганец | -поддерживает тонус мышц -предотвращает закупоривание тромбов | Недостаток: слабость, утомление, боль в мышцах. Избыток: ослабление иммунитета. | Фрукты, овощи. |
| Железо | -синтезирует белые и красные кровяные тельца -кроветворная функция | Недостаток: анемия, удушье, малокровие.Избыток: артрит, отравление органов, сахарный диабет. | Различная растительная пища, в первую очередь крупы. |
| Цинк | -синтез гормонов, белков, инсулина и витамина Е | Недостаток: цирроз, рак, болезни сердца и печени.Избыток: ломкость и выпадение волос, тошнота.  | Говядина, свинина, куриное мясо, отруби. |
| Молибден | -усиление витаминов -синтез аминокислот -защита эмали | Недостаток: ослабление иммунной системы, загрязнение клеток.Избыток: отложение солей в суставах и подагра. | Печень, горох, фасоль. |
| Никель | -катализ действия инсулина-катализ реакций с участием витаминов С и В12 | Недостаток: сахарный диабет, понижение уровня гемоглобина.Избыток: отравление клеток никелем. | Горох, фасоль, чечевица. |

Заключение.

Итоги проделанной работы: в реферате были обобщены сведения о металлах элементах жизни, об их свойствах и функциях, объяснены их функции, а также важность для организма. В первой главе объяснено понятие “металлы – элементы жизни”, описаны их сходства и различия.

Во второй главе работы описан каждый из металлов – элементов жизни. Там же приведены функции, последствия при недостатке и избытке и способы получения каждого из них. Заключением реферата также служит таблица, показывающая особенности каждого из одиннадцати металлов жизни.

Сноски и указания.

1. Энзимы — белковые молекулы или молекулы РНК.
2. Метаболизм – обмен веществ.
3. Гипертензия – повышенное гидростатическое давление в сосудах, полых органах либо в полостях организма. Повышенное давление может стать причиной повреждения кровеносных сосудов, сердца и почек и вызвать сердечный приступ, инсульт и другие серьезные осложнения.
4. Дегидратация – обезвоживание организма.
5. Клеточная мембрана - это тройная жиро-белковая оболочка, отделяющая клетку от окружающей среды, и осуществляющая управляемый обмен между клеткой и окружающей её средой.
6. Гамма-излучение— вид электромагнитного излучения с чрезвычайно малой длиной волны (менее 2·10−10 м) — и, вследствие этого, слабо выраженными волновыми свойствами.
7. Д. И. Менделеев - автор фундаментальных исследований по химии, химической технологии, физике, метрологии, воздухоплаванию, метеорологии, сельскому хозяйству, экономике, народному просвещению и других работ, тесно связанных с потребностями развития производительных сил России.
8. Мембранный потенциал (реже - трансмембранный потенциал) - разность электрических потенциалов между растворами электролитов, разделенных проницаемой мембраной.
9. Ферментативный процесс – процесс переводы части ДНК в белок.
10. <http://www.pravilnoe-pokhudenie.ru/zdorovye/kakpravpit/makroelementy.shtml>
11. <http://properdiet.ru/mineralnye_veshhestva/56-kalciy-v-organizme-cheloveka>
12. <http://www.dietaonline.ru/myhome/myblog_entry.php?id=136759>
13. <http://tutknow.ru/microelement/741-cink-zn-zincum.html>
14. <http://wolframpo.ru/molibden_i_ego_rol_v_zhizni>

Список литературы.

Егоров А.С., Иванченко Н.М., Шацкая К.П. "Химия внутри нас"/ Издатель: Феникс, 2004 год.

Ледовская Е.М. “Металлы в организме человека”. Химия в школе, 2005 год, №3.

Венецкий С.И. “Рассказы о металлах”. Издатель: Металлургия, 1980 год.

Никитин М.А “Элементы жизни: почему не кремний и не фтор”. Издатель: «ХиЖ», 2013 год, №1.