Лекция

Биогенные элементы

1.Классификация

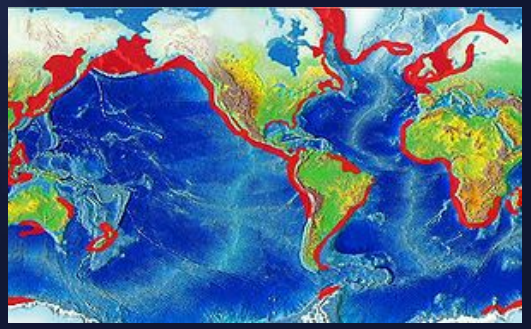
2. Топография биогенных элементов в организме человека

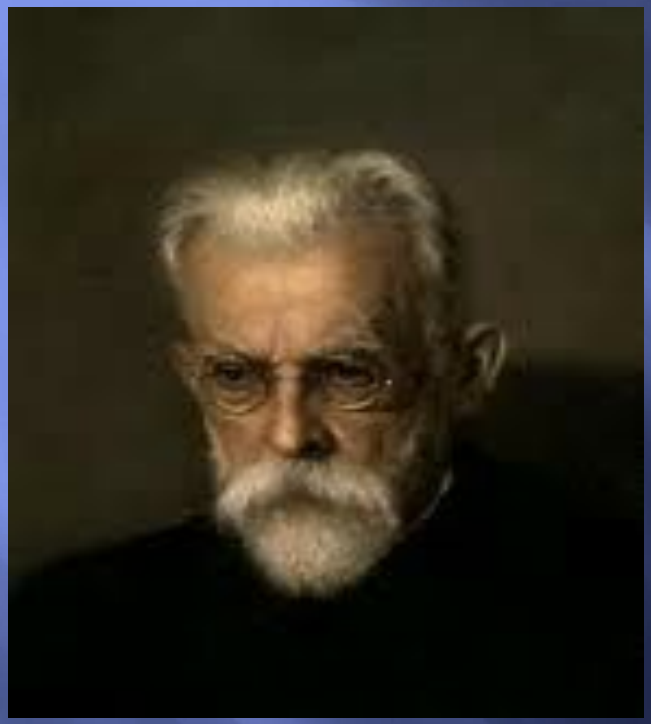
3. Формы нахождения биогенных элементов в организме человека

4.Биогеохимические провинции

5.Эндемические заболевания

Лектор: Ганзина Ирина Викторовна
доцент кафедры химии
кандидат биологических наук





В начале 20 в. советским академиком В.И. Вернадским на основе геохимии, биологии и биохимии была создана новая наука – *биогеохимия*

- ***Биогеохимия*** **– наука, изучающая взаимосвязь элементарного химического состава земной коры и живых организмов, а также миграцию химических элементов и их круговорот в системе «живая материя – земля».**
- **Часть земной оболочки, занятой растительными и животными организмами, переработанная ими и космическими излучениями и приспособленная к жизни, на зывают *биосферой* (по Вернадскому).**

В процессе деятельности живых организмов в биосфере образуются минералы и различные природные вещества.

Известно ≈ 90 хим. элементов в составе земной коры.

В составе живых организмов обнаружено около 70 химических элементов периодической системы.

Реальные зоны, в которых в результате жизнедеятельности осуществляется круговорот элементов, называют *экосистемами* или, по определению академика В.Н. Сукачева, *биогеоценозами*.

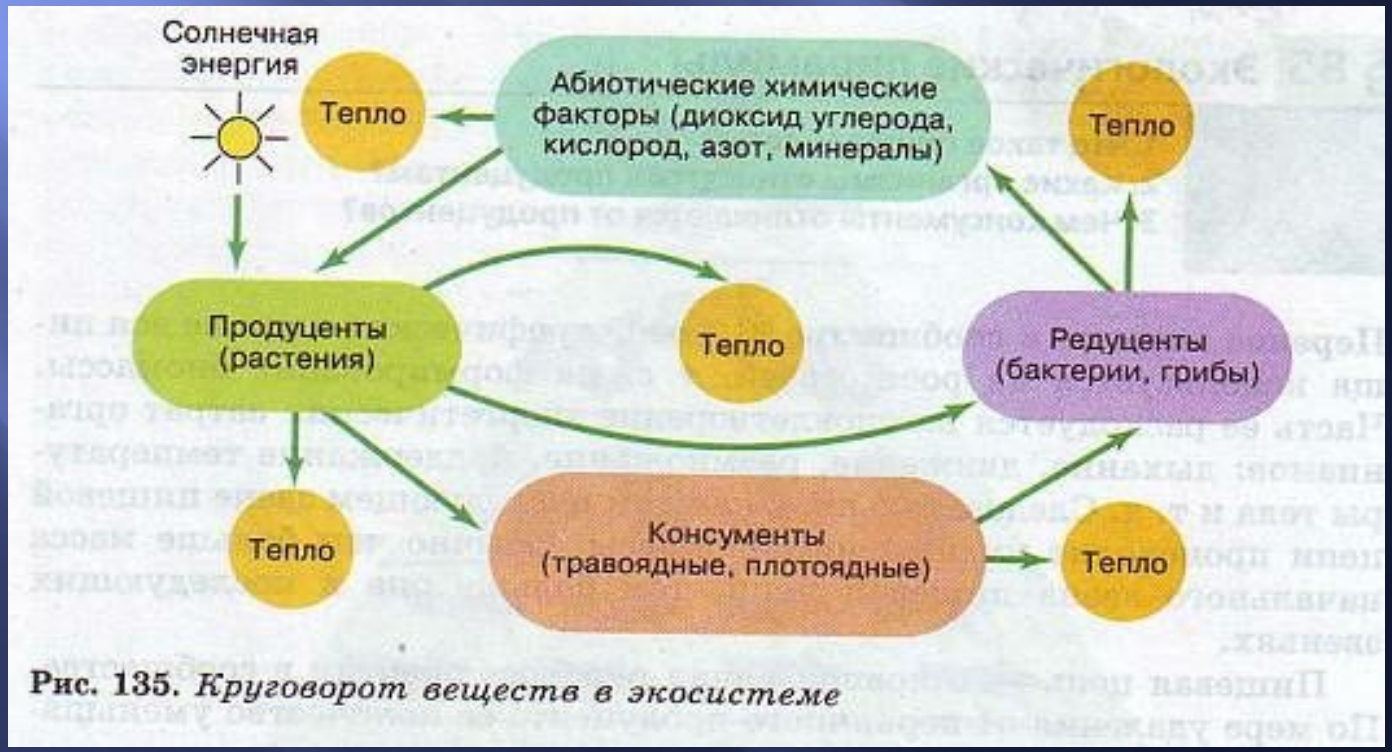


Рис. 135. *Круговорот веществ в экосистеме*

По мнению А. П. Виноградова ***химический состав организма определяется составом окружающей среды.***

А. П. Виноградов считал, что ***концентрация элемента в живом веществе прямо пропорциональна его содержанию в среде обитания с учетом растворимости соединений элемента.***

Биосфера содержит 100 млрд тонн живого вещества.

Около 50% массы земной коры приходится на кислород, более 25% на кремний.

Восемнадцать элементов

O, Si, Al, Fe, Ca. Na, K, Mg, H, Ti, C, P, N, S, Cl, F, Mn, Ba составляют 99,8% массы земной коры.

Живые организмы принимают активное участие в перераспределении химических элементов в земной коре.

Согласно биогеохимической теории Вернадского существует «биогенная миграция атомов» по цепочке

воздух → почва → вода → пища → человек,

в результате которой практически все элементы, окружающие человека во внешней среде, в большей или меньшей степени проникают внутрь организма.

Содержание некоторых элементов в организме по сравнению с окружающей средой повышенное – это называют биологическим концентрированием элемента.

Например, углерода в земной коре 0,35%, а по содержанию в живых организмах он занимает второе место (21%).

Однако эта закономерность наблюдается не всегда. Так, кремния в земной коре 27,6%, а в живых организмах его мало, алюминия – 7,45%, а в живых организмах -$1 \cdot 10^{-5}$%.

Минералы, природные химические вещества, образуются в биосфере в различных количествах, благодаря деятельности живых веществ (образование железных руд, горных пород, в основе которых соединения кальция).

Кроме этого, оказывают влияние техногенные загрязнения окружающей среды.

Изменения, происходящие в верхних слоях земной коры, влияют на химический состав живых организмов.

Согласно учению В.И. Вернадского, оболочку нашей планеты, измененную хозяйственной деятельностью человека, называют *ноосферой*.

Главную роль в ноосфере играет техногенная миграция элементов – *техногенез*.

Химические элементы, находящиеся в живом организме и обладающие выраженной биологической ролью – называются <u>биогенными элементами</u>.

Отбор биогенных элементов в процессе эволюции происходил под влиянием следующих факторов:

- **Распространенность элементов в земной коре.**
- **Заряд атомного ядра. Биогенные элементы в основном легкие элементы.**
- **Растворимость природных соединений данного элемента в воде.**
- **Энергия гидратации иона.**
- **Значения координационных чисел атомов.**

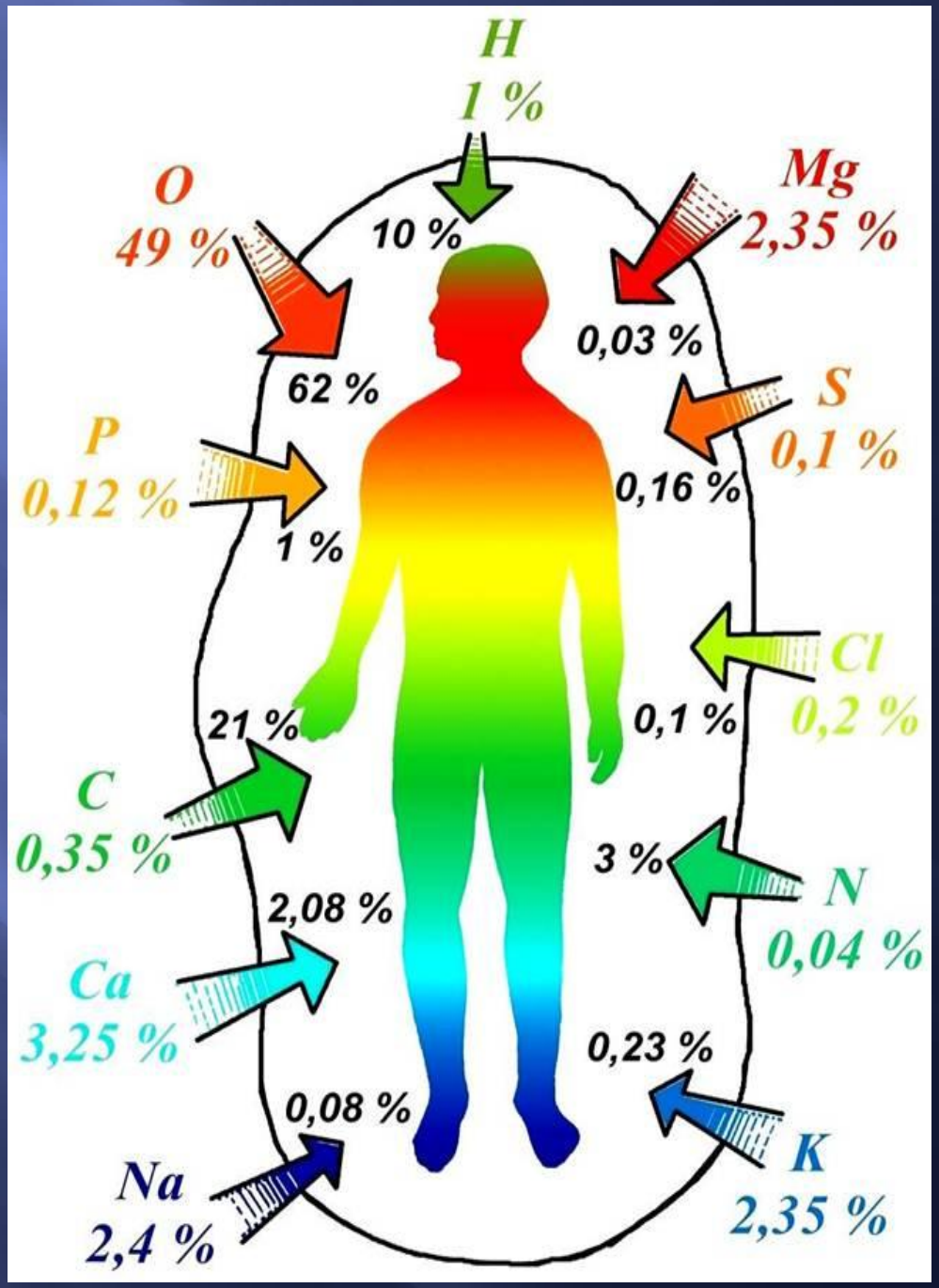
Классификация биогенных элементов

В зависимости от содержания, т.е. массовой доли элемента (ω%) в организме человека:

Макроэлементы **содержащие ω >0,01% от массы организма-C, O, H, N, P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K, Fe.**

Микроэлементы **ω от 10^{-3} до 10^{-5} % от массы организма – Cu, Mo, Co, Cr, F, Br, I и др**

Ультрамикроэлементы**- ω <10^{-5} % от массы организма – Hg, Au, Ra, Se, Co, V, As, Ni, Li, Ba, Ti и др.**


H
1 %
10 %
O
49 %
62 %
Mg
2,35 %
0,03 %
S
0,1 %
0,16 %
P
0,12 %
1 %
Cl
0,2 %
0,1 %
21 %
C
0,35 %
3 %
N
0,04 %
2,08 %
Ca
3,25 %
0,23 %
0,08 %
K
2,35 %
Na
2,4 %

Макроэлементы

C, O, H, N, P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K, Fe

в организме

- **выполняют роль пластического материала;**
- **участвуют в построении тканей;**
- **в поддержании осмотического давления;**
- **в регулировании кислотно – основного равновесия (гомеостаза), pH среды.**

99% живых тканей содержат только шесть элементов: C, H, O, N, P, Ca.

Микроэлементы

Cu, Mo, Co, Cr, F, Br, I и др

- **входят в структуру и активные центры ферментов;**
- **находятся в составе витаминов, гормонов;**
- **влияют на обмен белков, жиров, углеводов;**
- **активно влияют на процессы кроветворения, окисления-восстановления, проницаемость сосудов и тканей.**

Биологическая роль *ультромикроэлементов* мало изучена.

Основу всех живых систем составляют

элементы-органогены

C, H, O, N, P, S

Все элементы-органогены являются неметаллами-макроэлементами.

Их содержание в организме достигает 97%.

Органогены – углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера – входят в состав белков, жиров, нуклеиновых кислот и других биологически активных соединений организма.

Классификация биогенных элементов

В зависимости от значимости химических элементов в процессе жизнедеятельности (по В.В. Ковальскому)

Жизненно необходимые **(незаменимые, биогенные, эссенциальные) элементы**

Физиологически активные **(условно эссенциальные) элементы**

Примесные элементы

Жизненно необходимые **(незаменимые, биогенные, эссенциальные) элементы:**

C, H, O, N, P, S, Na, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V, I, Cl и др.

- **Группа эссенциальных элементов включает в себя все макроэлементы, часть микро- и ультамикроэлементов.**
- **Они постоянно содержаться в животном организме.**
- **Входят в состав ферментов, гормонов и витаминов.**

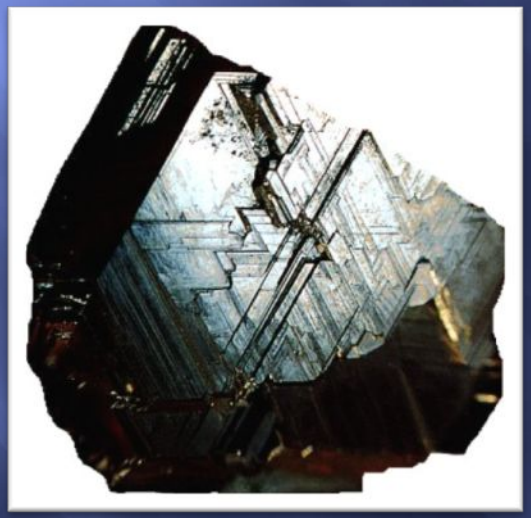
К числу биогенных элементов относится и ряд металлов, выполняющих особенно важные биологические функции.

Это «МЕТАЛЛЫ ЖИЗНИ»

Ca, K, Na, Mg

Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co

Их дефицит приводит к нарушению нормальной жизнедеятельности организма.



- **Например, недостаток цинка в организме проявляется в следующих симптомах:**

- замедление роста у детей
- позднее половое созревание
- плохое заживление ран
- раздражительность и потеря памяти
- появление угрей
- очаговое выпадение волос
- потеря аппетита, вкусовых ощущений и обоняния
- ломкость ногтей
- частые инфекции
- нарушение усвоения витаминов А, С и Е
- повышение уровня холестерина

Физиологически активные **(условно эссенциальные) элементы:**

Ga, Sb, Sr, Br, F, B, Be, Li, Si, Sn, Cs, Al, Ba, Ge, As, Rb, Pb, Ra, Bi, Cd, Cr, Ni, Ti, Ag, Tc, Hg, Ur, Se, Te

Они постоянно содержаться в животном организме. Биологическая роль их выяснена не до конца.

***Примесные** элементы:*

Sc, Ta, In, La, W, Re и др.

Они обнаружены в животном организме. Данные об их количестве и биологическая роль не выяснены.

Примесные элементы также делят на аккумулирующиеся (Hg, Pb, Cd) и неаккумулирующиеся (Al, Ag, Go, Ti, F).

Классификация биогенных элементов

По функциональной роли элементы делят на 3 группы:

Органогены- в организме их 97,4% -C, H, O, N, P, S.

Элементы электролитного фона **-Na, K, Ca, Mg, Cl. Металлы этой группы составляют 99% от общего содержания ионов металлов в организме.**

Микроэлементы **-Co, Sr, Ba, Mn, Mo, Zn,Rb, Cu, As, I, F, Br и др. Биологически активные атомы центров ферментов, гормонов и т.д.**

Организм состоит из:

Вода
60%

Органические вещества
34%

Неорганические вещества
6%

Основными компонентами органических веществ являются C, H, O. В их состав входят также N, P, S.

В составе неорганических веществ присутствуют 22 биогенных химических элемента.

Например, если вес человека составляет 70 кг, то в нём содержится (в граммах):

Ca – 1700 г. Mg – 42 г.

K – 250 г. Fe – 5 г.

Na –70 г. Zn – 3 г.

В целом на долю металлов приходится 2,1 кг.

Топография биогенных элементов в организме человека

Органы и среды человека по-разному концентрируют в себе химические элементы.

Водород и кислород – макроэлементы входят в состав H_2O, которой в организме человека примерно 65%.

Углерод, водород, азот, фосфор, кислород – входят в состав белков, примерно 80% которых содержится в селезенке, легких, мышцах.

Углерод, водород, кислород – входят в состав углеводов, липидов, которые концентрируются в печени, сыворотке крови.

Кальций, магний и фосфор содержаться в костной ткани, твердых тканях зубов.

Mo – в почках,

Zn – в поджелудочной железе,

I – в щитовидной железе,

Sr – в костях,

Mn, Cr, Br – в гипофизе,

Ba – в сетчатке глаза.

Большинство микроэлементов *концентрируются в печени – функциональном депо микроэлементов.*

Различны формы нахождения биогенных элементов в организме.

Биогенные элементы в организме находятся как в свободной ионизированной форме, так и в составе различных соединений.

Например, железо -

- **в кислой среде желудка содержится в виде свободных ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} ;**
- **в щелочной среде кишечника находится в виде $Fe(OH)_3$;**
- **в крови – в составе гемоглобина как комплексообразователь Fe^{2+} с к.ч.=6.**

Поступлению в организм химических элементов способствует питание и потребляемая вода.

В соответствии с рекомендацией диетологической комиссии Национальной академии США ежедневное поступление химических элементов с пищей должно находиться на определенном уровне.

Дефицит и избыток биогенного эл[illegible]ит вред организму. Все живые ор[illegible]ируют на недостаток и избыток или н[illegible]е соотношение элементов.

Суточное поступление химических элементов в организм человека

Химический элемент	Суточное потребление, в мг	
	Взрослые	Дети
Калий	2000-5500	530
Натрий	1100-3300	260
Кальций	800-1200	420
Магний	300-400	60
Цинк	15	5
Железо	10-15	7
Марганец	2-5	1,3
Медь	1,5-3,0	1,0
Титан	0,85	0,06
Молибден	0,075-0,250	-
Хром	0,05-0,20	0,04

Современная медицина широко исследует взаимосвязь между содержанием химических элементов в организме и развитием различных заболеваний.

Оказалось, что особенно чутко организм реагирует на *изменение концентраций микроэлементов*.

Содержание микроэлементов является характерным признаком вида и зависит от ряда условий:

возраста, пола, времени года и суток, условий труда, вида трудовой деятельности человека, а также различных физиологических (беременность, лактация) и патологических состояний.

Для нормального функционирования организма микроэлементный состав должен быть постоянным, т.е. должен поддерживаться микроэлементный гомеостаз, что осуществляется с помощью гормонов.

Дефицит и избыток микроэлементов отрицательно влияет на здоровье человека. Установлены биоритмы колебаний их содержания.

Отмечены значительные колебания для микро- и макроэлементов (Na, K, P, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mo, Al, Pb, Cr, Mn) при патологических состояниях организма.

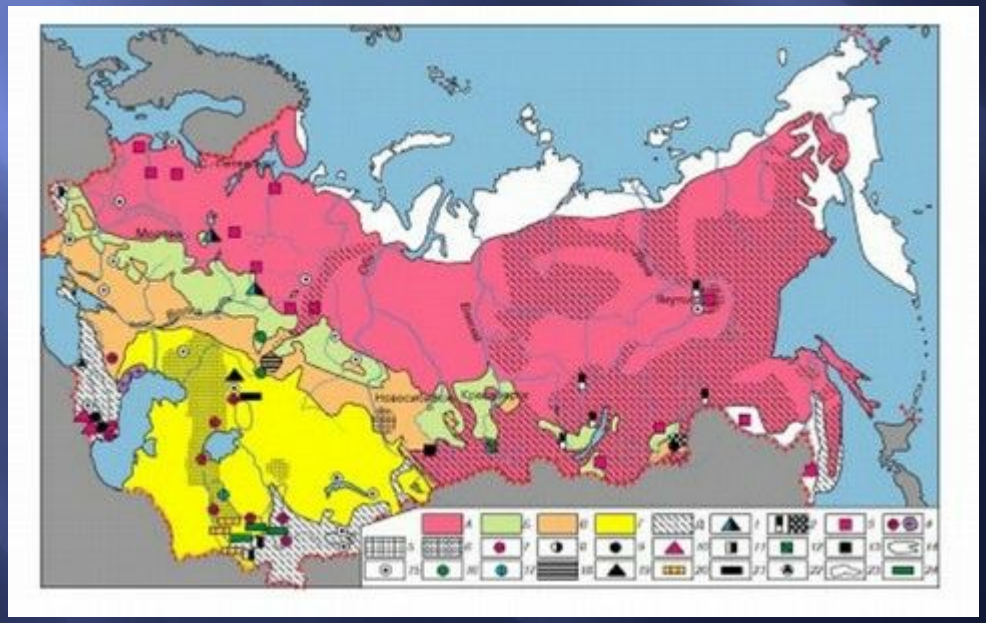
Так при развитии гипертонической болезни в крови и эритроцитах более, чем в 2 раза уменьшается содержание Li^{+}.

При инфаркте миокарда в плазме крови снижается содержание Zn^{2+}.

Однако в нормально функционирующей системе нет хаоса в элементном составе. Есть закономерные и упорядоченные этапы поступления и утилизации микроэлементов.

В 1926 году академик Вернадский предложил выделить участки земной коры, отличающиеся накоплением одних элементов и обедненных другими элементами.

Эти участки были названы – биогеохимическими провинциями.



Таким образом, одни организмы попадают в условия избытка какого-либо элемента, а другие – недостатка.

Это приводит к возникновению эндемических заболеваний характерных для какой-то определенной местности или региона.

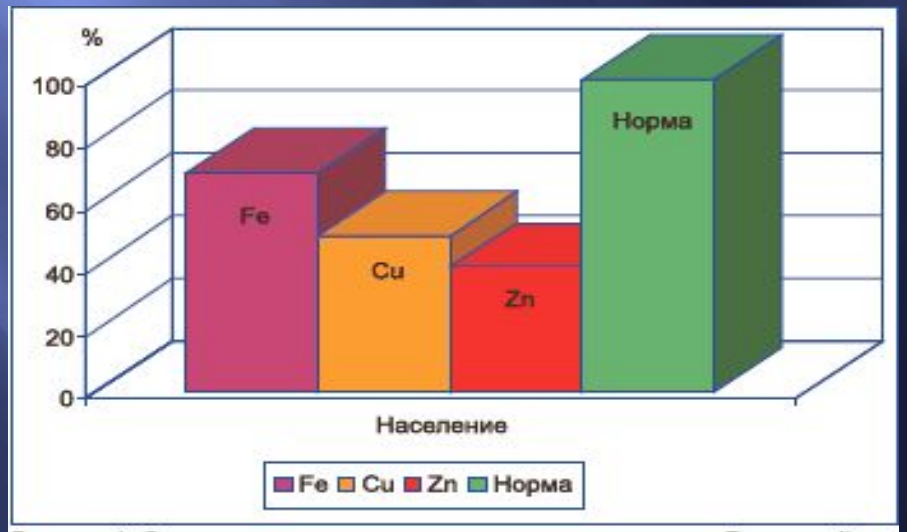
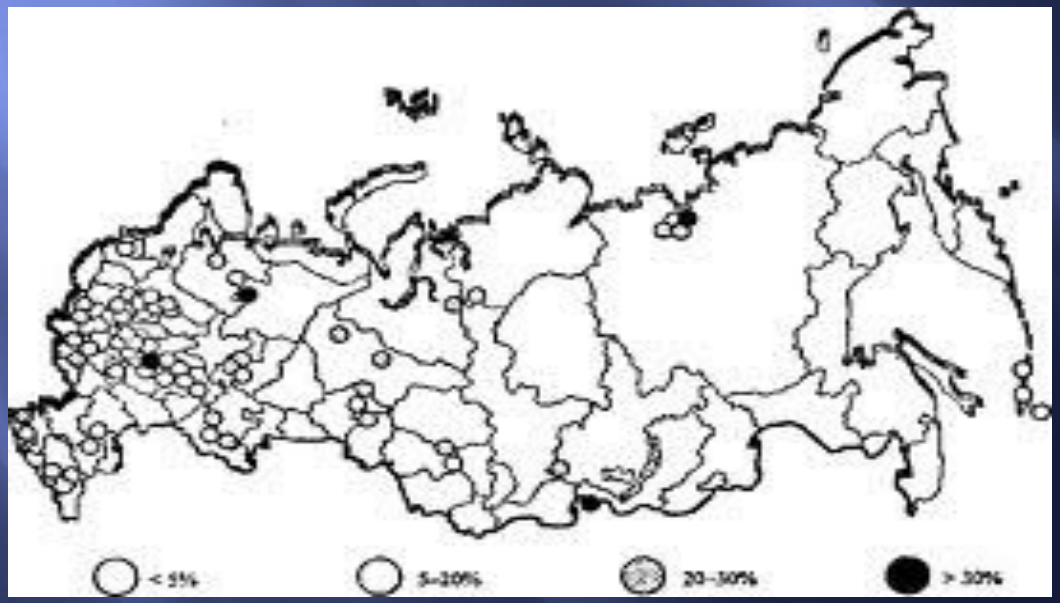
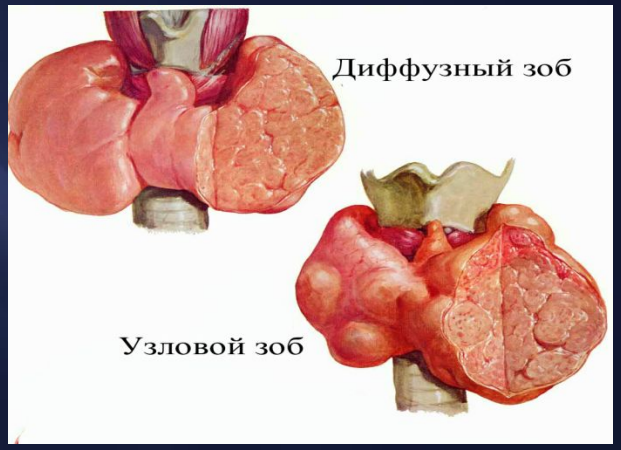


Рисунок 1. Содержание микроэлементов в пище населения Восточной и Центральной Европы

Например, у лиц, проживающих в областях удаленных от моря, где в воде и растениях наблюдается недостаток иода, развивается эндемическое заболевание щитовидной железы (эндемический зоб).

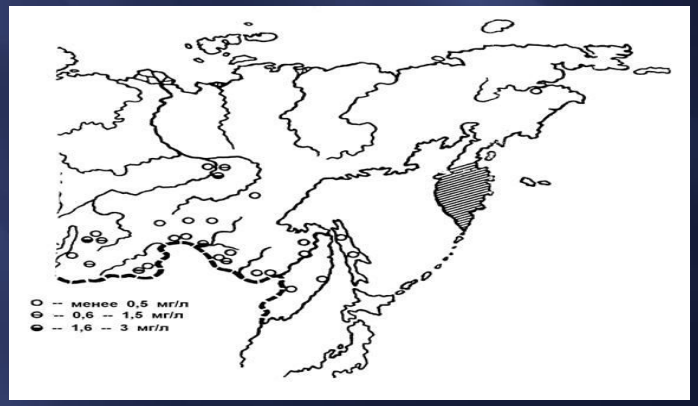




При избытке фтора в питьевой воде возникает флюороз – заболевание зубов.

Избыток свинца наблюдается на Алтае,

меди – на южном Урале.



Таким образом, количественное определение содержания элементов в природных источниках, органах, тканях в норме и патологии имеет большое значение для прогнозирования, диагностики и лечения различных заболеваний.

Благодарю за внимание!