

612.015
M42

612.015

M42

Конспект по
Медведев А.К.
Конспект по
физиологической химии

905

ИЗам
11/1198

Шкаруаш
1908г.

КОНСПЕКТ

ПО

~~№ 281~~

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ.

ПО ЛЕКЦИЯМ, ЧИТАНЫМ

в Императорском Новороссійском Университетѣ

орд. профессором А. К. Медвѣдевым.



1972

1952 г.

СОСТАВИЛИ СТУДЕНТЫ

Г. Корнман, А. Тихостов и В. Флоровскій.

БИБЛИОТЕКА
СТУДЕНТОВЪ-МЕДИКОВЪ

№ ~~281~~

Новороссійскаго Университета.
Одесса

2012

Типо-Литографія Гладкова и Прищепова, Коблевская, 30.
1905.

ИНВЕНТАР
№ 3053

612.015

М

Дозволено цензурою. Одесса, 15 Ноября 1904 г.

ПЕРЕОБЛІК

Перепечатка воспрещается.

Элементы.

Физиологическая химия преслѣдует задачи двойкаго рода: во первых она изучает химическіе процессы, имѣющіе мѣсто в организмѣ, во вторых состав тканей, органов и жидкостей тѣла. Сначала займемся второй задачей.

В состав животнаго тѣла входят слѣдующіе элементы: O, H, C, N, S, Ph, Cl, Ft, J, Na, K, Ca, Mg, Fe, Si, Mn. Кромѣ того иногда встрѣчаются Cu, Zn, Pb, Li. Эти элементы принимают неодинаковое участіе в построеніи тѣла. Существуют безусловно необходимые для жизни элементы, так называемые біогены: O, H, C, N, S, Ph, Cl, Na, K, Ca, Mg, Fe (12). Обратив вниманіе на их положеніе в періодической системѣ Менделѣева, мы видим, что они занимают первые ряды ея, обладая малым атомнымъ вѣсомъ. (Maximum Fe—56). Факт этот весьма важен. Чѣм же объяснить, что в состав нашего организма входят столь легкіе элементы? Легкіе элементы находятся на поверхности нашей планеты. Так как жизнь возникла на поверхности, то не трудно понять присутствіе легких элементов в живом организмѣ. Присутствіе этих элементов имѣет слѣдующее значеніе. Соединенія их легко растворимы, а это важно для быстроты реакцій, в которых они участвуют. Это обстоятельство играет большую роль в физиологических превращеніях вещества. Соединенія, в состав которых входят эти элементы, принадлежат к сильным кислотам и щелочам. Сѣра вступает в цикл физиологических превращеній в видѣ H_2SO_4 , фосфор в видѣ H_3PO_4 и азот в видѣ N_2O_3 и N_2O_5 . Это сильныя кислоты, которыя в организмѣ растений и животных связываются с сильными же основаніями, которыя легко вытѣсняють другія основанія и потому имѣют больше шансов для закрѣпленія в организмѣ.

Теперь нужно послѣдовательно разсмотрѣть эти элементы, их формы и процессы их превращеній.

Кислород, O, чрезвычайно распространен и входит в состав

большинства органических и неорганических соединений, встречающихся в организмѣ. Не входит он в состав только: NaCl, KCl, $(NH_4)_2Cl$, соединений роданистых и синильной кислоты и немногих других. Особенно важно присутствие O в органических соединениях, напр. углеводах, жирах, бѣлках и их производных. В органических соединениях он участвует в построении слѣдующих элементарных групп:

OH...гидроксильная группа, CH_2OH ... первичная спиртовая группа.

$C=O$...кетонная » $CHOH$... вторичная » »

$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -C \\ | \\ \text{HO} \end{array}$ карбоксильная » $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -C \\ | \\ \text{H} \end{array}$ альдегидная группа.

Группы с азотом: $HO-C\equiv N$... циановая группа.

$O=C-NH$...изоциановая группа.

Кромѣ того, что кислород входит в состав органических и неорганических соединений, из которых построен организм, он является в тѣлѣ и в свободном состоянii, в рыхлой связи с гемоглобином, сложным бѣлковым веществом крови. В растворенном состоянii O находится в плазмѣ крови, в лимфѣ и других жидкостях, кромѣ мочи и желчи. Наконец в газообразном состоянii он находится в дыхательных путях и первых путях пищеварительнаго тракта (рот, желудок.). По вѣсу O составляет $\frac{1}{4}$ всей атмосферы, $\frac{1}{2}$ воды и $\frac{1}{2}$ всего плотнаго вещества земной коры. Благодаря жизни O продѣлывает известнѣйшій цикл. При дыханii животных, при процессах гниенiя и броженiя, O поглощается и связывается в организмах. Но общее количество его в атмосферѣ не уменьшается, а остается постоянным. На это в XVIII столѣтii обратил вниманiе Priestley и сталъ искать процессов, возвращающих атмосферѣ потерянный кислород. Он обратил вниманiе на жизнь зеленых растений, гдѣ и открыл процесс, обратный процессу, происходящему в животном организмѣ. Животное поглощает O, который разносится по организму, и выдѣляет CO_2 . Растенiе, обратно, поглощает и разлагает CO_2 и выдѣляет свободный O, удерживая C. Эти два процесса уясняют равновѣсiе O в природѣ.

Водород, H также принимает большое участiе в построении органических веществ. Элементарная группа, в состав которых он входит, отчасти уже были описаны; кромѣ того он входит в состав слѣдующих групп:

1. безазотистых:

СН—метиновая группа.

СН₂—метиленовая »

СН₃—метиловая »

С₆Н₆—группа бензола и его многочисленных производных.

2. азотистых:

НН—иминогруппа.

НН₂—амино-группа (амидо-группа)

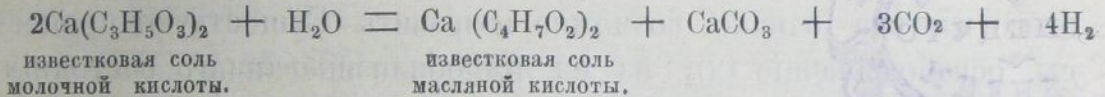
НН₃—амміак.

СНН—ціанистоводородная группа.

СОНН—ціановая и изоціановая группа.

СОНН₂—аминокарбонильная группа.

В свободном состояніи Н в организмѣ встрѣчается в небольших количествах и только как продукт жизнедѣятельности низших организмов, продукт броженія напримѣр маслянокислаго. Этот сложный химическій процесс можно выразить приближительным уравненіем:



Образующійся в кишечном каналѣ свободный Н может всасываться в кровь, выдѣляться при дыханіи и диффундировать через кожу (кожное дыханіе). Теперь прослѣдим круговорот Н в природѣ. В природѣ Н находится в связанномъ состояніи, главным образомъ в видѣ Н₂О и НН₃.

Амміак, его производныя и вода попадают в почву, всасываются растеніями, участвуют в образованіи бѣлковых веществ и углеводов, которые поступают в качествѣ пищевых начал в животный организм, гдѣ Н их окисляется в Н₂О или выдѣляется в видѣ амидо-соединеній.

Углерод—С—главная составная часть всѣх органических веществ. По массѣ С играет преобладающую роль: он составляет $\frac{1}{2}$ вѣса сухого вещества тѣла. В природѣ он находится в соединеніи с О в СО₂ и связан с основаніями, главным образом с Са и Mg. Несоединенный С имѣется в залежах угля, в графитѣ и т. п. Количество С в углеводах, жирах и бѣлках, поступающих в наш организм в качествѣ ежедневной пищи, составляет 250—300 гр. Большая часть этого С выдѣляется из тѣла при дыханіи в видѣ СО₂. Зеленыя части растеній поглощают СО₂, выдѣляют О₂ и удерживают С, который идет на образованіе углеводов (крахмал, сахар). Растенія корнями всасывают из почвы простыя азотистыя соединенія, которыя вступают для образованія бѣлковых веществ в соединенія с безазотистыми группами, образовавшимся в зеленых частях.

Бѣлки, углеводы и жиры служатъ пищей для животныхъ организмов. С ихъ в животномъ организмѣ окисляется и выдѣляется изъ тѣла в видѣ свободной CO_2 , или в составѣ простыхъ азотистыхъ соединеній (мочевина и т. д.). От количества CO_2 зависитъ вся жизнь земного шара. Если бы количество CO_2 уменьшилось, то жизнь замерла бы и даже прекратилась бы. Такой процесс, по мнѣнiю Вунге, долженъ имѣть мѣсто в природѣ. Дѣло в томъ, что большое количество CO_2 уносится водою в растворенномъ состоянiи. На своемъ пути CO_2 вступаетъ в реакцію с силикатами, выдѣляетъ свободную кремневую кислоту и образуетъ углекислыя нерастворимыя соли (Са и Mg). Благодаря нерастворимости этихъ солей CO_2 навсегда потеряна для живыхъ организмов. Противъ этого взгляда однако возможно возразить. Существуютъ процессы, освобождающіе CO_2 изъ ея иммобилизованнаго состоянiя. Во первыхъ—вулканическая дѣятельность земли; при высокой температурѣ кремневая кислота способна вытѣснять CO_2 . Этотъ источникъ возстановленiя CO_2 во всякомъ случаѣ невеликъ. Во вторыхъ в почвѣ найдены микроорганизмы, способные переводить NH_3 в азотную и азотистую кислоты. Насчетъ развивающейся при этомъ превращенiи энергiи CO_2 можетъ освободиться изъ ея соединеній, в которыхъ ее замѣщаетъ кремневая кислота.

Эти процессы, повидимому, достаточно велики для поддержанiя количества CO_2 в постоянномъ равновѣсiи.

Азот—N—сообщаетъ бѣлковымъ веществамъ (какъ и многимъ другимъ азотистымъ соединенiямъ) спеціальнiй характеръ, выражающійся в подвижности частицы и наклонности к изомерiи и полимерiи. Это объясняется малымъ сродствомъ азота с другими элементами. Бѣлковыя вещества, разрушаясь в организмѣ, оставляютъ его в видѣ его производныхъ: NH_3 , мочевины, креатина и гуанина. Эти вещества попадаютъ в почву, гдѣ минерализуются, благодаря процессу превращенiя NH_3 в N_2O_3 и N_2O_5 и гдѣ, слѣдовательно, образуются азотнокислыя соли. Эти соли воспринимаются корнями растенiй; в нихъ N ихъ перерабатывается в бѣлковiй азотъ, который снова можетъ вступать в животное тѣло и т. д. Кромѣ того в природѣ есть еще микроорганизмы, способные усваивать газообразнiй N изъ атмосферы. На это явленiе (обогащенiе почвы азотомъ) впервые указалъ Boussingault, послѣ него много сдѣлалъ в этомъ отношенiи Berthelot в концѣ XIX столѣтiя. Во первыхъ онъ обратилъ вниманiе на общія космическiя условiя, которыя могли-бы объяснить эти явленiя, именно—на

грозы. Он нашел, что под влияніем тихаго электрическаго разряда совершается превращеніе: $N_2 + 2NO_2 = NH_4NO_2$. Но это превращеніе совершается в ограниченных размѣрах и не в состояніи объяснить нарощенія N в нивах. Тогда он обратился к изслѣдованію условій наростанія N в почвѣ и нашел, что в прокаленной землѣ количество азота не увеличивалось, а в обыкновенной увеличивалось. Ясно, что наростаніе N связано с какими-то организмами, погибавшими при стерилизаціи нивы. Одновременно с этим Hellrigger и Willfarth показали, что на корнях бобовых растений существуют какія-то бугристости, оказавшіяся колоніями специальных микробов; с их присутствіем и симбиозом с высшими растениями связан почвенный процесс, состоящій в фиксаціи азота.

Сѣра, S входит: 1. в состав бѣлков и продуктов их разложенія (цистин, таурин и т. д.); 2. в состав солей сѣрной кислоты со щелочными и щелочно-земельными металлами. Эти соли встрѣчаются вездѣ в соках организма. В пищѣ таких солей почти нѣтъ; источником их появленія в организмѣ является окисленіе S бѣлковых веществ в сѣрную кислоту; 3. в видѣ солей, т. наз., эфиро-сѣрныхъ кислот, это соединеніе H_2SO_4 с ароматическими веществами (фенол, пирокатехин и т. д.). Эти ароматическіе продукты образуются преимущественно в кишечном каналѣ, всасываются в кровь и образуют затѣм с H_2SO_4 так наз. эфиро-сѣрныя кислоты. Далѣе S встрѣчается в слѣдующих соединеніях; 4. в солях сѣрнистой кислоты в мочѣ кошек и собак; 5. в недоокисленной сѣрѣ в мочѣ; 6. в слювѣ у человѣка и в желудочном соку в видѣ роданистаго калия и натрія ($KCNS$ и $NaCNS$); 7. в видѣ сѣрнистаго желѣза и сѣрнистых соединеній фекальных масс; 8. в видѣ сѣро-водорода, образующагося при процессѣ гніенія в кишечникѣ и т. д. Сѣра вступает в растенія в видѣ солей сѣрной кислоты, которыя и служат источником сѣры бѣлковых веществ.

Фосфор, Ph играет важную роль в организмѣ, так как нѣтъ клѣточного ядра без него. Ядро, регулятор клѣточных отравленій, состоит из весьма сложных веществ (нуклеопротеидов), в которых содержится органически-связанный фосфор. Затѣм он содержится в видѣ фосфатов: Na, K, Ca, Mg—одно, двух и трехметалльных. Фосфаты Na и K существуют въ крови, обуславливая щелочную реакцію ея у плотоядных, в мышцах и центральной нервной системѣ, в костной ткани, зубах, во многих

пищевых веществах, особенно в молокѣ, гдѣ они связаны с казеином. В растенія фосфор поступает в видѣ солей фосфорной кислоты; растенія образуют из фосфорной кислоты нуклеины, попадающіе в животный организм, откуда фосфор выдѣляется опять в видѣ фосфорной кислоты.

Хлор—Cl—встрѣчается в видѣ свободной соляной кислоты (HCl), или связанной с бѣлками в желудочном сокѣ. Желудочный сок есть один из пищеварительных соков, имѣющих задачу превращать бѣлковыя пищевыя вещества в состояніе, в котором они могут быть усвоены организмами. Такое превращеніе пищевых начал происходит под вліяніем особых агентов, имѣющихся в пищеварительном сокѣ, т. наз. «энзим» или растворимых ферментов. Энзима желудочнаго сока называется пепсином. Он обнаруживает свою дѣятельность только в присутствіи HCl. Далѣе хлор встрѣчается в видѣ хлоридов K, Na, Ca. Особенно важен NaCl, так как он имѣется во всѣх соках и тканях, поступающа туда или как составная часть пищевых веществ, или в качествѣ вкусоваго средства. Хлор продѣлывает свой цикл в организмѣ, нигдѣ не вступая в постоянный состав клѣтки, как это мы видѣли по отношенію к Ph, S, N и другим элементам; он проходит через организм, не задерживаясь в организованных его частях.

Фтор Ft.—встрѣчается в видѣ CaFt₂ в костной ткани, в зубах и в ничтожных количествах в других тканях (кровь). Профессор Tamman нашел в яичном желткѣ только 0,001% его.

Бром, Br—в высших организмах не встрѣчается, но имѣется в морских животных и растеніях.

Іод, J—очень распространен в водорослях. В послѣднее время он был найден и в животных организмах (именно в *glandula thyreoidea*) в видѣ іодистых солей и в составѣ одного из бѣлков этой железы, так. наз. тирео-глобулина.

Натрій, Na и Калий, K встрѣчаются в самых разнообразных тканях и соках. Соли Na и K встрѣчаются в крови, лимфѣ, мочѣ, желчи, поту, пищеварительных соках etc, особенно NaCl. Поваренной соли мы принимаем 15—20 gr. ежедневно вмѣстѣ с пищей, такое же приблизительно количество выдѣляется мочей в сутки. Соли Na находятся в жидкостях тѣла, а соли K в организованных элементах. Соли K вносятся в наш организм преимущественно с растительной пищей.

Кальцій, Ca встрѣчается в организмѣ в видѣ цѣлаго ряда соединений (с Fe, Cl, H_3PO_4 и друг.) $CaEt_2$ имѣется в костной ткани. Очень распространены в тѣлѣ кальціевыя соли фосфорной кислоты. Таких солей три: 1) $CaH_4(PO_4)_2$, 2) $Ca_2H_2(PO_4)_2$ и 3) $Ca_3(PO_4)_2$. Двухкальціевый фосфат находится во всѣх тканях и жидкостях организма, а трехкальціевый фосфат, как нерастворимое соединеніе, сообщает костям их крѣпость. Присутствіе солей Ca весьма важно для нѣкоторых превращеній бѣлковых веществ, напр. для свертыванія крови, молока и др. Углекальціевая соль $CaCO_3$, обыкновенно сопровождающая фосфорнокислыя соли кальція, находится между прочим в слюнѣ и является причиной отложенія зубного камня. Шавелевокислый кальцій, CaC_2O_4 , (нерастворимая соль) образуетъ часто мочевые камни.

Магній, Mg — в небольших количествах сопровождает кальцій. Физиологическая роль его до сих пор не выяснена.

Желѣзо, Fe играет в природѣ чрезвычайно важную роль. Соединенія, в видѣ которых оно встрѣчается в организмѣ, слѣдующія: 1) *гемоглобин* весьма сложное бѣлковое вещество, способное давать рыхлыя легко диссоціирующія соединенія с кислородом и другими тѣлами. Гемоглобин является в тѣлѣ переносчиком кислорода и сообщает крови красный цвѣт. 2) *гематоген*, вещество, имѣющее отношеніе к образованію крови. Из него, при развитіи организма, образуется гемоглобин. Найдено было это вещество Bunge в желткѣ птичьяго яйца (в составѣ т. наз. вителлина), 3) *гепатин или ферратин* образует отложенія в печени, 4) бѣлковыя соединенія селезенки и костнаго мозга, 5) ряд пигментов глаз, волос, перьев etc. Наконец в малых количествах Fe находится повсюду в организмѣ. Так наз. нуклеопротеиды содержат органически связанное желѣзо. Роль желѣза весьма велика. В органическом мѣрѣ оно является переносчиком O_2 , а в неорганическом мѣрѣ переносчиком CO_2 . В неорганической природѣ Fe встрѣчается в видѣ закиси FeO и окиси Fe_2O_3 . Когда желѣзная соль (желѣзные силикаты) в почвѣ встрѣчаются с CO_2 и углекислыми солями, то происходит реакція обменнаго разложенія и получается растворимая в водѣ в присутствіи CO_2 непрочная углекислая закись желѣза $FeCO_3$. Под влияніем кислорода воздуха закись легко переходит в окись. Получается окись желѣза Fe_2O_3 и освобождается CO_2 . Окись желѣза в почвѣ вновь возстановляется и переходит в закись, вновь

фиксирует CO_2 etc. Таким образом ограниченное количество железа в почвѣ участвует в передвиженіи огромнаго количества CO_2 . Кроме этого Fe играет роль в растительном царствѣ, т. к. без него неспособен образоваться хлорофил, который сам однако железа не содержит.

Мышьяк, As . Найден он был в организмѣ в качествѣ постоянной составной части въ 1900 году французским химиком Gautier. Но не связано ли присутствіе As в тѣлѣ с геологическими особенностями только нѣкоторых мѣстностей на землѣ? Этот вопрос требует дальнѣйших изслѣдованій.

Кремній, Si . встрѣчается в видѣ SiO_2 в плотных образованіях и в эпидермальных придатках (волосы, перья).

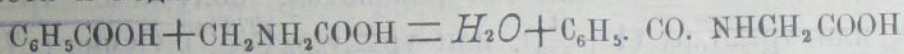
Марганец, Mn вездѣ в животном организмѣ сопровождает желѣзо, однако количество его незначительно.

Литій (Li), Свинец (Pb), Мѣдь (Cu) и цинкъ (Zn) встрѣчаются в высших организмах случайно. Наиболее интересна мѣдь. Она у высших организмов ровно никакой физиологической роли не играет, тѣм не менѣе находится в печени, особенно у пожилых людей. Но у низших организмов Cu имѣет значеніе, напр. у ракообразных и головоногих мѣдь в крови замѣняет желѣзо.

Неорганическія соединенія.

Из неорганических соединеній самой важной составной частью организма является вода (H_2O). По Bischoff'у на 1000 вѣсовых частей тѣла у взрослого воды 585 частей, твердых веществ—415; у новорожденнаго воды 664 части, твердых веществ—336. Чѣм моложе человек, тѣм тѣло его водянистѣе. У женщины больше воды, чѣм у мужчины, у худых больше чѣм у жирных, наконец у кахектичных больше, чѣм у хорошо питающихся. Взрослый человек выпивает от 2 до 3 литров воды ежедневно; из них от $1\frac{1}{2}$ до 2 литров приходится на напитки и от $\frac{1}{2}$ до 1 литра на воду собственно пищевых веществ. Такое же, приблизительно, количество воды выдѣляется из нашего организма, причем почками ок. 1500 куб. с., легкими и кожей от 800—900 куб. с., а с изверженіями кишечнаго канала до 100 куб. с. Однако необходимо имѣть в виду, что в состав выдѣленной воды входит не только выпитая вода, но и вода, образовавшаяся в самом

организмѣ. Напр. при окисленіи сахара в тѣлѣ $C_6H_{12}O_6 + O_{12}$ образуется $6CO_2 + 6H_2O$. Вода образуется также при нѣкоторых синтетических процессах. Напр. бензойная кислота, введенная в организм C_6H_5COOH соединяется в тѣлѣ с гликоколем амидоукусной кислоты (CH_2NH_2COOH), причем образуется гиппуровая кислота и вода:



Также при синтезѣ гликогена из сахара образуется вода:
 $nC_6H_{12}O_6 = (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$.

Роль H_2O . Вода служит во 1) растворителем для продуктов обмена веществ, 2) испареніе воды с поверхности легких и кожи является одним из факторов, регулирующих температуру тѣла, 3) вода сообщает физическія особенности нѣкоторым тканям. Это относится к связкам и другим образованиям, построенным из эластической ткани, упругим только благодаря имбибиціонной водѣ, 4) вода принимаетъ участіе не только в организации клѣток, но и в большом числѣ реакцій, так называемых гидролитических: напр. инверсія сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$; превращеніе крахмала в сахар, расщепленіе жиров и мн. др.

О значеніи неорганических солей в организмѣ.

Всякая мягкая часть организма содержитъ извѣстное количество неорганических солей, так называемую золу. В мягких частях на 1000 грамм приходится около 1 грамма; во всем тѣлѣ ея до 4,7%. Эти соли находятся: 1) в состояніи растворенном, 2) в видѣ болѣе или мене прочных соединеній с органическими веществами (бѣлками). Последнее обстоятельство обнаруживается при помощи *діализа*, способа, на котором основано отдѣленіе многих бѣлковых веществ от солей. От многих бѣлков, как это показали изслѣдованія Claude-Bernard'a, нельзя отдѣлить солей діализом; надо думать, что в этих случаях соли связаны с бѣлками химически. Неорганическія соли являются регуляторами процессов питанія клѣток, обнаруживая в растворах, так называемое, *осмотическое давленіе*. Чтобы понять сущность ученія об осмотическом давленіи мы должны возстановить в памяти нѣкоторые физико-химическіе факты и опредѣленія.

Уравненіемъ состоянія газа называется соотношеніе между его объемом, давленіем и температурою. Это ничто иное, как соединеніе законов Бойля—Маріотта и Гей-Люссака. Возьмем напр. один и тот же газ при различных условіях:

	объем.	температура.	давление.
I	V_0	0°	P_0
II	V	t°	P
III	V_1	0°	P

Состояніе (I) и III) связаны уравненіем: $v_1 p = v_0 p_0$ (закон Бойля-Мариотта). Состояніе (II) и (III) уравненіем: $v = v_1 (1 + \alpha t)$, гдѣ $\alpha = \frac{1}{273}$. Перемножая почленно оба равенства, получаем: $vp = v_0 p_0 (1 + \alpha t)$, или $vp = v_0 p_0 (1 + \frac{t}{273})$, или $vp = v_0 p_0 (\frac{273+t}{273})$. Сумма $(273+t)$ есть так называемая абсолютная температура и обозначается посредством T ; слѣдовательно $vp = \frac{v_0 p_0}{273} \cdot T$. Дробь $\frac{v_0 p_0}{273}$ есть величина постоянная для каждаго газа, но для опредѣленной массы его. Если же разсматривать газы в количествах, равных их молекулярным вѣсам, то $\frac{v_0 p_0}{273}$ есть величина постоянная для всѣх газов; эта постоянная обозначается буквою R . Окончательно формула принимает вид: $vp = R \cdot T$ или же $R = \frac{vp}{T}$. Численное значеніе R опредѣляется слѣдующим образом. Один грамм O_2 при 0° и 760 мм. давленія занимает 699,8 куб. с. Грамм-молекула кислорода, т.е. 32 грамма, занимает объем $v = 699,8 \times 32 = 22380$ куб. с. Давленіе 760 мм. ртути равно $p = 1033$ грамма. Температура его 0° , слѣдовательно, абсолютная температура $T = 273$, подставляя всѣ эти значенія v , p и T , получаем $R = \frac{22380 \cdot 1033}{273} = 84700$. Траубе показал, что можно изготовить перепонки, проницаемыя для одних веществ и непроницаемыя для других; он брал ячейку из пористой глины, пропитывал ее $CuSO_4$ и потом погружал в раствор желѣзисто-синеродистаго калия. В порах образовывался осадок желѣзисто-синеродистой мѣди, проницаемый для воды, но непроницаемый для многих других веществ. Это т. наз. полупроницаемая пленка. Pfeiffer брал такую ячейку, наливал туда раствор тростниковаго сахара, закрывал пробкой и соединял с манометром. Все это было погружено в чистую воду. Через нѣкоторое время манометр обнаруживал повышеніе давленія внутри ячейки. Это и есть т. наз. осмотическое давленіе. Оказалось, что осмотическое давленіе подчиняется тѣм-же законам, как и давленіе газов. Примѣним к растворам формулу уравненія состоянія газов. В опытѣ над однопроцентным раствором тростниковаго сахара Pfeiffer нашел, что при $t = 0$ осмотическое давленіе равнялось 49,3 см. ртутнаго столба. Слѣдовательно, p (давленіе) $= 49,3 \times 13,975 = 676$ грам. Один грамм занимает объем 100 кб. см. Грамм—молекула тростниковаго сахара ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

вѣсит 342 грамма. Слѣдовательно, v ея = 34200 к.с. Температура равнялась 0°, слѣдовательно абсолютная температура $T = 273^\circ$. Формула уравненія состоянія газов слѣдующая: $R = \frac{p \cdot v}{t}$. Подставим найденныя числа и получим: $R = \frac{676 \times 34200}{273} = 84685$. Для O_2 мы раньше получили $R = 84700$, слѣдовательно, величины для газов и растворов мы получили почти идентичныя. Уравненіе состоянія газов оказывается таким образом примѣнимым к растворам. Мы знаем, что давленіе газа увеличивается пропорціонально его массѣ, при одном и том-же объемѣ их. Этот же закон подтверждается для осмотического давленія опытами Pfeiffer'a над растворами тростниковаго сахара.

Для 1% раствора осмотическ. давленіе было = 535 гр.

» 2% » » » = 1036 »

» 4% » » » = 2082 »

» 6% » » » = 3075 »

Итак, осмотическое давленіе при одинаковой температурѣ пропорціонально концентраціи раствора.

Далѣе, осмотическое давленіе повышается с температурою. Если осмотическое давленіе при $0^\circ = p_0$, то при t° оно будет равняться $p_t = p_0 (1 + \alpha t)$. Опыты опять таки подтверждают это положеніе.

Из всего этого ясно видно, что растворы представляют полную аналогію с газами. Обратимся теперь к значенію осмотическаго давленія для фізіологіи.

Если у нас в U-образной трубкѣ находятся два раствора, отдѣленные полупроницаемой пленкой, то эти растворы будут в равновѣсіи только при равенствѣ осмотических давленій по ту и другую сторону перепонки. Растворы, имѣющіе равныя осмотическія давленія, были названы голландским ботаником De-Vries — изотоническими. De-Vries брал растительную клѣтку клал ее в различные растворы солей и искал, при какой концентраціи солей нарушится строеніе клѣтки. Это измѣненіе состоянія клѣтки он назвал плазмолизом. Наблюдая плазмолиз, он нашел, что он наступает при слѣдующей концентраціи солей: для KNO_3 — 1,01%, $NaCl$ — 0,59%, K_2SO_4 — 1,11%, $C_{12}H_{22}O_{11}$ — 5,96%, CH_2 , $COOK$ (уксуснокислый калий) — 1,03%, $(COOK)_2$ (щавелевокислый калий) — 1,225%, $MgSO_4$ — 1,78% и $CaCl_2$ — 0,823%. Оказалось, что все эти соли при вышеприведенной концентраціи изотоничны, т. е. обнаруживают одинаковое осмотическое давленіе.

Независимо от De-Vries'a, Hamburger производил опыты над эритроцитами собаки, кошки, человека etc. Оказалось, что в сильных растворах NaCl и других солей красные кровяные шарики съеживаются и принимают форму тутовой ягоды, а в слабых растворах тѣх же солей набухают, разрушаются и отдают раствору свой гемоглобин. Опредѣлив, при какой концентрации солей начинается переход в раствор гемоглобина, Hamburger нашел для KNO_3 — 1,01%, NaCl — 1,585%, K_2SO_4 — 1,305%, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ — 5,13%, $\text{CH}_3(\text{COOK})$ — 0,98%, $(\text{COOK})_2$ — 1,245%, MgSO_4 — 1,9% и CaCl_2 — 0,832%. Числа им найденныя почти идентичны числам De-Vries'a. Слѣдовательно, разрушеніе красных кровяных шариков (отхождение гемоглобина, цитоллиз) подчиняется тѣм-же условіям, как и плазмолиз; оба явленія опредѣляются осмотическими давленіями той среды, в которой находятся клѣтки.

Из этих фактов видно, что для организма весьма важно регулированіе осмотического давленія для сохраненія цѣлости клѣток. И дѣйствительно, цѣлый ряд опытов показал существованіе регуляторов осмотического давленія в живом организмѣ. Наиболее интересны изслѣдованія над осмотическим давленіем крови Hamburger'a. Он брал 5% раствор сѣрнокислаго натра (Na_2SO_4) и вводил 7 литров этого раствора в кровеносную систему лошади. Через нѣсколько минут он опредѣлял осмотическое давленіе крови (беря кровь из вены) и оказывалось, что непосредственно послѣ впрыскиванія осмотическое давленіе немного увеличивалось, но затѣм быстро возвращалось к нормѣ. По теоретическим-же расчетам осмотическое давленіе должно было увеличиваться в чрезвычайной степени. Оказывается, что послѣ впрыскиванія начинается сейчас-же усиленное выдѣленіе мочи, слюны, слез, пота и т. д. Но этого не достаточно для выдѣленія из крови всего количества впрыснутого Na_2SO_4 , избыток солей выбрасывается из крови через стѣнки капилляров в близ лежащія ткани. Обратный опыт, состоящій в концентрированіи уже имѣющихся в организмѣ солей путем удаленія растворителя, дает нам тѣ-же результаты. Отнять воду можно алкалоидами, напр. пилокарпином или эзеринном, которые вызывают усиленное выдѣленіе слез, пота и слюны. Таким путем удавалось отнимать до десяти литров воды, но все-таки осмотическое давленіе крови оставалось почти неизмѣнным. Обратимся к опредѣленію осмотического давленія. Непосредственное измѣреніе осмотического

давления в растворах, пользуясь полупроницаемыми пленками, в практическом отношении неудобно, так как такія пленки получаютъ с большим трудом. Но существуютъ легко измѣримыя величины, пропорціональныя концентрации раствора, и слѣдовательно и осмотическому давлению. Эти величины суть: повышеніе точки кипѣнія растворов и пониженіе точки их замерзанія (по сравненію с растворителями). Опредѣленіем повышенія точки кипѣнія (тонометрія) пользуются в органической химіи, а в фізіологической пользуются опредѣленіем пониженія точки замерзанія растворов (криоскопія). Пониженіе (Δ) точки замерзанія растворов, как это указано было Raoult'ем можно выразить формулой: $\Delta = r \cdot \frac{n}{G}$, гдѣ r —коэффициент постоянный для каждаго растворителя, G —число граммов растворителя, а n —число грамм-молекул раствореннаго вещества. Вмѣсто числа грамм-молекул мы можем ввести молекулярный вѣс: одна грамм-молекула пусть вѣсит m , тогда n грамм—молекул будут вѣсить mn . Пусть $mn = g$, тогда $n = \frac{g}{m}$ и формула принимает вид:

$$\Delta = r \cdot \frac{g}{m \cdot G}, \text{ или } m = r \cdot \frac{g}{G \cdot \Delta}$$

Итак важно опредѣлить Δ , т. е. пониженіе точки замерзанія раствора. Для этого существуетъ цѣлый ряд приборов, из которыхъ наиболѣе распространен: прибор Вескманн'а, годный для самых разнообразныхъ растворителей. Чтобы вызвать замерзаніе раствора, употребляютъ охлаждающія смѣси: смѣсь с поваренной солью, $KCNs$, $(NH_4)_2 NO_3$ и т. д.

Итак солям в организмѣ принадлежит важная роль в образованіи осмотическаго давленія тѣх сред, в которыхъ находятся клѣтки. Второю их функцией является их способность содѣйствовать растворенному состоянію нѣкоторыхъ бѣлковыхъ веществ. Если, напр., в дефибрированной крови отдѣлить кровяныя тѣльца от сыворотки и значительно измѣнить концентрацію солей, то нѣкоторые бѣлки выпадаютъ из раствора; нѣкоторые бѣлки и сыворотки растворимы только при извѣстной определенной концентрации солей. Наконец, солям принадлежит важная роль в нейтрализаціи тѣх кислот, которыя непрерывно образуются в организмѣ, напр. CO_2 , H_2SO_4 и др. H_2SO_4 при самом своем образованіи из бѣлковъ должна быть нейтрализована основаніями. Вот здѣсь и участвуют соли. Напр. трехметалльный фосфат нат-

рія (Na_3PO_4) превращается в двух и одно-металльный фосфат (Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4), освобождая основание, связывающее H_2SO_4 .

Относительно распределенія функций неорганических веществ мы на двух примѣрах покажем, что эти вещества способны иногда замѣнять друг друга. Напр. щелочной характер крови у плотоядных обуславливается главным образом присутствіем Na_2HPO_4 , а у травоядных главным образом — Na_2CO_3 и NaHCO_3 . Другой примѣр: в желудочном сокѣ постоянной составною частью у позвоночных является соляная кислота (HCl), а у нѣкоторых низших животных (моллюсков) сѣрная (H_2SO_4).

Что касается перечня солей, входящих в состав нашего организма, то достаточно указать на слѣдующія:

1. хлориды: NaCl , KCl , (CaCl_2).
2. сульфаты (сѣрнокислыя соли): Na_2SO_4 , K_2SO_4 .
3. фосфаты (фосфорнокислыя соли):
 - a) однометалльные: NaH_2PO_4 , KH_2PO_4 , $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$
 - b) двухметалльные: Na_2HPO_4 , K_2HPO_4 , MgHPO_4 , $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$
 - c) трехметалльные: Na_3PO_4 , K_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
4. карбонаты (углекислыя соли): Na_2CO_3 , NaHCO_3 и CaCO_3 .

Внутри клѣток преобладают соли K , принимая, повидимому, участіе в пластикѣ их, а в жидкостях организма соли Na , участвующія, повидимому, в раствореніи и перенесеніи питательных и пластических веществ. Соли Ca имѣют отношеніе к цѣлому ряду процессов: присутствіе их, напримѣр, безусловно необходимо для свертыванія крови и молока и для трупнаго (мышечнаго) окоченѣнія. Всѣ эти процессы обуславливают свертываніе в крови, молокоѣ и мышцах нѣкоторых бѣлковых веществ. Наконец соли Ca участвуют в пластикѣ костей. Отсутствие их в пищѣ отражается на здоровьѣ взрослого организма, вызывая заболѣванія нервной системы, а недостаточное количество их в пищѣ или недостаточное усвоеніе их организмом во время роста обуславливает развитіе англійской болѣзни (рахита) и других патологических состояній. В частности всѣ эти вопросы будут рассмотрѣны на соответствующем мѣстѣ, а теперь перейдем к изученію органических соединений.

Органическія соединенія.

Мы рассмотрим углеводы, жиры, бѣлки и нѣкоторыя из ближайших их производных.

I. Углеводы—это безазотистыя вещества, в состав которых входят С, Н, О, причем отношеніе числа атомов Н к О будет как 2: 1. т. е. такое же, как и в водѣ. Вот почему встарину эти вещества опредѣлялись, как гидраты углерода. Невѣрность этого взгляда вытекает напр. уже из того, что многія соединенія, имѣя такую же эмпирическую формулу, как и углеводы, ничего общаго с ними не имѣют (уксусная кислота $C_2H_4O_2$, молочная кислота $C_3H_6O_3$ etc).

Углеводы дѣлятся на 3 группы:

1. моносахариды, с. монозы $C_nH_{2n}O_n$
2. дисахариды, с. сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$
3. полисахариды с. сахарокolloиды $C_6H_{10}O_5$.

I. Монозы. Обратимся к I-му классу, к монозам, общая формула которых $C_nH_{2n}O_n$, гдѣ n имѣет различныя значенія. Смотря по тому, чему равняется n, мы различаем: біозы ($C_2H_4O_2$), тріозы ($C_3H_6O_3$), тетрозы ($C_4H_8O_4$), пентозы ($C_5H_{10}O_5$), гексозы ($C_6H_{12}O_6$), гептозы ($C_7H_{14}O_7$), октозы ($C_8H_{16}O_8$) и нонозы ($C_9H_{18}O_9$). Монозы с большим числом атомов углерода неизвѣстны.

а) Біоза есть альдегид гликолеваго спирта $CH_2OH.COH$.

б) Тріоза заключает тѣ же элементарныя группы + вторично спиртовую $CH_2OH.CHOH.CO$.

в) Тетроза $CH_2OH.CHOH.CHOH.CO$.

д) Пентозы $CH_2OH.(CHOH)_2.CO$, встрѣчаются в животном организмѣ, как компоненты болѣе сложных соединеній. Очень распространены онѣ в растительном мірѣ. Всѣ эти соединенія образованы из сочетаній спиртовых и альдегидных групп, почему и функція их двойная: с одной стороны—это спирты, а с другой альдегиды. Как пищевое вещество для травоядных животных пентозы имѣют большое значеніе. О важности их имѣются наблюденія Salkowski, Stemer'a и др. над кроликами и цыплятами с кормленіем их арабинозой и ксилозой, по которым эти животные усваивают пентозы и пользуются ими для образованія гликогена. Однако Freitzel при кормленіи ксилозой кроликов, совершенно лишенных гликогена дѣйствіем стрихнина, не видѣлъ увеличенія гликогена. Из пентоз рассмотрим арабинозу и ксилозу. Это вещества, имѣющія формулу: $CH_2(OH).[CH(OH)]_2.CO$ с диссимметрическим атомом углерода и имѣющія каждое по 3 оптических изомера. В человеческом организмѣ найдены только

ИНВЕНТАР
№ 3053

l-арабиноза и *l*-ксилоза. *J*-арабиноза, выдѣленная Neuberg'ом из человѣческой мочи, представляет из себя кристаллическое тѣло, оптически недѣятельное. *l*-арабиноза получается при кипяченіи с разбавленной сѣрной кислотой арабиновой кислоты, получаемой из аравійской камеди или свекловичных выжимок. *l*-арабиноза получена синтетически.

l-ксилоза получена Neuberg'ом из протеидов панкреатической железы. Это кристаллическое вещество, слабо вращающее плоскость поляризаціи вправо, тождественно с ксилозой, получаемой из древесной камеди при кипяченіи ея с разведенными кислотами.

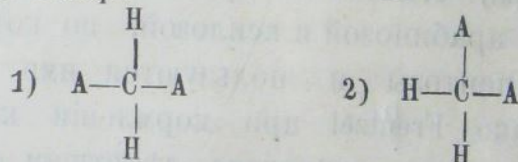
е) Особенно важны гексозы. Онѣ извѣстны двоякаго строенія, 1. *альдогексозы* или *альдозы*, с альдегидной группой: $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COH}$ (виногр. сахар, галактоза) и 2. *кетогексозы* или *кетозы* с кетонной группой: $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{COCH}_2\text{OH}$ (плодовый сахар). Отличаются альдозы от кетоз тѣм, что альдозы при окисленіи дают кислоты с таким-же числом углеродных атомов, как и исходный сахар, а кетозы дают кислоты с меньшим числом углеродных атомов. Это видно из слѣдующих двух примѣров:

1. $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COH}$ при окисленіи дает $\text{COOH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$, двусловную кислоту, имѣющую такое-же число атомов С, как и первоначальный сахар.

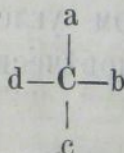
2. $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{COCH}_2\text{OH} + \text{O}_2 = \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_2\text{COOH} + \text{CH}_2\text{OHCOOH}$
 фруктоза. оксипутириновая кислота. гликолевая к.

Распаденіе происходит на мѣстѣ кетонной группы, так что по числу углеродных атомов продукта окисленія можно опредѣлить положеніе кетонной группы в молекулѣ кетозы.

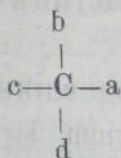
Объ изомеріи гексоз. Теорія строенія (созданная Кекуле и Бутлеровым) рассматривает частицу, какъ находящуюся в одной плоскости. Возьмем напр. болотный газ CH_4 и замѣтим веществом А 2 атома Н, получим CH_2A_2 . По теоріи строенія здѣсь должны быть 2 изомера:



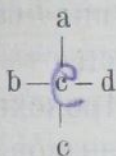
Однако, они не существуют. Слѣдовательно, теорія строенія ожидает существованіе изомеров там, гдѣ их нѣтъ. С другой стороны она не предвидит существованія изомеров там, гдѣ они есть. Возьмем вещество слѣдующаго строенія:



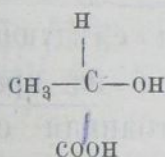
Если группы a, b, c, d расположены в одной плоскости, то изомером этого соединения будет:



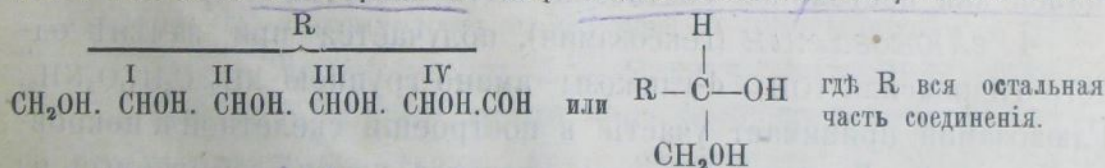
Но не трудно видѣть, что этот изомер или, что тоже



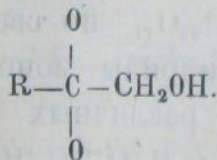
есть исходное соединеніе, разсматриваемое сзади т. е. изомеріи в этом случаѣ нѣтъ. Таким веществом является молочная кислота $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{CHOH}$ или:



Теорія строенія, как мы показали, изомеров не предвидит. Но мы знаем 2 изомера: молочную кислоту правую и лѣвую. Единственным выходом из этого затрудненія служит гипотеза, что С расположен в центрѣ правильного тетраэдра, а группы его расположены по вершинам тетраэдра. (Стереохимическая теорія). При вращеніи такого тетраэдра мы идентичных изомеров получить не можем, так как при наложеніи тетраэдров соотвѣтственные точки их не совпадают. Такіе изомеры отличаются не химическими, а физическими (отношеніе к поляризованному лучу) и физиологическими (отношеніе к протоплазмѣ клѣтки) свойствами. Среди углеводов много таких соединеній, у которых атом С связывает четыре различных атома или группы. Такой атом С называется асимметрическим. Напр. альдоза имѣет 4 асимметрических атома:



Кетоза имѣет 3 асимметрических атома, четвертый не асимметрический, так как связывает двѣ одинаковыя группы:



Послѣ этих предварительных замѣчаній, обратимся к физиологическим свойствам сахара.—Важнѣйшим свойством является способность к броженію. Броженіе есть химическій процесс, связанный с жизнедѣятельностью низших организмов. Наболѣе важныя:

1. спиртовое. Под вліяніем почкующихся дрожжей (род *saccharomycetes*) сахар превращается в спирт и угольную кислоту:

$C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O + 2CO_2$. К такому броженію способны только тѣ моносахариды, у которыхъ в частицѣ число атомов С равно тремъ или кратному трехъ.

2. молочное броженіе Подъ вліяніемъ цѣлаго ряда видовъ бактеріальныхъ организмов (*bacterium lacticum*) сахаръ превращается в молочную кислоту: $C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$. Здѣсь существенно измѣняется строеніе первоначальныхъ группъ: сахар $CH_2OH.(CHOH)_4COH$ даетъ молочную кислоту: $CH_2.CHOH.COOH$.

3. болотное броженіе. Происходитъ в природѣ и в кишечникѣ под вліяніемъ микроорганизмовъ, в точности не установленныхъ: $C_6H_{12}O_6 = 3CH_4 + 3CO_2$. Другіе виды броженія оставляются нами в сторонѣ.

Из гексоз замѣчательны слѣдующія: 1. глюкоза, виноградный сахар. Онъ образуется из крахмала и находится в кишечномъ каналѣ и, как постоянная составная часть, в крови. В нормальныхъ выдѣленіяхъ сахара нѣтъ, но появляется онъ при нѣкоторыхъ болѣзняхъ, напр. при diabetes. Вообще онъ имѣетъ громадное фізіологическое значеніе, какъ важнѣйшій источникъ энергіи, необходимой для мышечнаго движенія и другихъ фізіологическихъ работъ.

2. галактоза, составная часть молочнаго сахара и cerebrin'a, вещества находимаго в мозгу.

3. фруктоза, принадлежащая к кетозамъ и нестрѣчающаяся какъ постоянная составная часть животнаго организма.

4. глюкозамин (гексозамин), получается при замѣнѣ одного гидроксила (ОН) d-глюкозы амино-группою NH_2 : $C_6H_{11}O_5NH_2$. Глюкозаминъ принимаетъ участіе в построеніи скелетной и покровныхъ тканей. Производнымъ его является хитинъ, добываемый изъ клешней раков и омаровъ.

II. Сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ по своему составу могутъ быть разсматриваемы, какъ ангидриды монозъ. Онѣ происходятъ отъ двухъ частицъ одинаковыхъ или различныхъ монозъ при выдѣленіи одной частицы воды: $2C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_{12}H_{22}O_{11}$. Для насъ представляютъ интересъ 3 изомера: тростниковый сахар, молочный сахар (лактосахароза) и мальтоза. Воспріятіемъ элемента воды эти 3 изомера могутъ быть превращены в гексозы: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$. Эта реакція принадлежитъ къ типу такъ называемыхъ гидролитическихъ расщепленій, идущихъ при воспріятіи воды. Производить такія гидролитическія расщепленія можно,

Фруктоза — самое
малоизвестное?

между прочими, слѣдующими двумя способами: 1. кипяченіем с кислотами, 2. дѣйствіем энзимов (ферментов). При этом тростниковый сахар распадается на виноградный сахар и фруктозу, мальтоза на двѣ молекулы винограднаго сахара, а молочный сахар на виноградный сахар и галактозу. Энзимы, под вліяніем которых происходит это превращеніе, суть для тростниковаго сахара инвертин, для мальтозы—мальтаза и для молочнаго сахара—лактаза. Инвертин и мальтаза вырабатываются обыкновенными дрожжами, а лактаза дрожжами кефирными или кумысными.

1. *Тростниковый сахар*, обычная составная часть пищи, вырабатывается во многих растеніях, напр. в сахарном тростникѣ, свеклѣ etc. Плоскость поляризаціи вращает вправо.

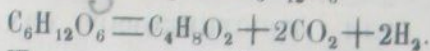
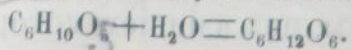
2. *Мальтоза*—продукт превращенія крахмала в пищеварительном каналѣ под вліяніем ферментов. Плоскость поляризаціи вращает вправо.

3. *Молочный сахар*—постоянная составная часть молока млекопитающих. Плоскость поляризаціи вращает вправо.

III. *Полисахариды*. Слѣдующій отдѣл углеводов составляют *полисахариды* или сахарокolloиды ($C_6H_{10}O_5$)_n. Формула $C_6H_{10}O_5$ в каждой частицѣ повторяется нѣсколько раз, не менѣе двух. В химическом отношеніи они могут быть разсматриваемы как ангидриды моноз (гексоз), отличаясь от сахароз тѣм, что сахарозы получаютя путем выдѣленія одной частицы воды из двух частиц монозы ($2C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_{12}H_{22}O_{11}$), а полисахариды путем выдѣленія 12 частиц воды из 12 частиц монозы ($nC_6H_{12}O_6 - nH_2O = (C_6H_{10}O_5)_n$).—Характерными свойствами их являются: 1) аморфность, 2) большой молекулярный вѣс и 3) неспособность проникать через растительныя ткани, напр. пергамент. К числу сахарокolloидов относятся соединенія: 1) нерастворимыя: клѣтчатка (вата, бумага), 2) полурстворимыя: крахмал, гликоген, 3) растворимыя: камеди, декстрины. Каждое из этих веществ может быть в концѣ концов превращено в монозу путем гидролитических процессов. Эти превращенія идут не сразу, в видѣ одной реакціи, но постепенно, цѣлым рядом промежуточных реакцій. Напр. крахмал дает цѣлый ряд декстринов, потом сахарозу (мальтоза) и, наконец, глюкозу. Чѣм сложнѣе сахарокolloид, тѣм больше промежуточных продуктов.

1. *Клѣтчатка*. Травоядная животныя поглощают громадное количество клѣтчатки в видѣ оболочек растительных клѣток.

В пищеварительном каналѣ она подвергается броженію двоякаго рода, маслянокислому и болотному. а) При маслянокислом броженіи клетчатка превращается в сахар, а сахар дает масляную кислоту, угольную кислоту и водород:



Такое броженіе имѣет мѣсто в почвѣ, под вліяніем Bacillus fermentationis cellulosaе и в кишечникѣ при щелочной его реакціи.

б) При болотном броженіи клетчатка превращается в болотный газ и угольную кислоту. Это броженіе также имѣет мѣсто в почвѣ и в кишечном каналѣ при нейтральной и кислой реакціи. При этих измѣненіях клетчатка безвозвратно погибает для организма. Клетчатка—вещество покровное по преимуществу: древесина, пробка etc. У туника и головоногих покровы образованы tunicin'ом, веществом весьма похожим на клетчатку. У высших же организмов клетчатка встрѣчается в органах туберкулезных.

2. Крахмал всегда имѣет форму слоистаго зерна. Добывается он из растений, гдѣ служит запасным питательным веществом (зерна злаков, корневища, клубни etc). Вводится в организм вмѣстѣ с пищею (хлѣб, картофель). Крахмал нерастворим в холодной водѣ, алкогольѣ и эфирѣ.

Реакціи на крахмал. Наиболѣе характерна реакція с іодом, при которой получается синее окрашиваніе. Крахмал кипятят с водою и получают крахмальный клейстер. Прибавляют раствор іода в іодистом калии и получают рыхлое соединеніе синяго цвѣта, легко разрушающееся при нагрѣваніи или под вліяніем щелочей.

Под вліяніем ферментов и вообще гидролитических агентов крахмал превращается в сахар. Промежуточными продуктами являются декстрины (эритродекстрины и ахроодекстрины) и мальтоза.

2. Инулин по характеру близок к крахмалу, но при гидролизѣ дает не виноградный сахар, а фруктозу, на чем основана попытка его примѣненія при сахарной болѣзни. Находится он в клубнях нѣкоторых сложноцвѣтных растений (георгины), замѣняя в них крахмал. От іода окрашивается в желтый цвѣт.

4. Гликоген или животный крахмал своими физиологическими функциями напоминает обыкновенный растительный крахмал.

Фрукт
фредин

Ке
челі
реакціи

7

Подобно последнему он является типичным запасным веществом, отлагаясь в мышцах, в печени, в эмбриональных тканях и в патологических образованиях.

Реакции на гликоген ($C_6H_{10}O_5$)₂. Гликоген в водѣ дает опалесцирующий раствор, который от йода окрашивается в непрочный красный цвѣтъ, исчезающій при нагреваніи.

5. Камеди находятся в растеніях. Из деревьев онѣ при разрьзѣ выступают в видѣ прозрачной жидкости, растворы которой обладают клейкостью (обыкновенный гумми-арабик). Сюда-же относится агар-агар, добываемый из водорослей. Камеди в животных организмах не встрѣчаются.

II. Жиры встрѣчаются преимущественно в животном организмѣ. Они не обладают запахом, вкусом и цвѣтом. Отличительным их свойством является полная нерастворимость в водѣ; растворяются они в эфирѣ, бензолѣ и кипящем спиртѣ. По составу жиры являются сложными эфирами.

Эфиры получаютъ при взаимодействіи спирта с кислотою, причем насчет гидроксила спирта и водорода карбоксильной группы образуется вода: $CH_3.COOH + C_2H_5OH = CH_3.CO.O.C_2H_5 + H_2O$.

Итак эфир $CH_3CO-O-C_2H_5$ состоит из радикалов кислоты и спирта, соединенных атомом O (эфирная связь). Многоатомные спирты дают нѣсколько эфиров различной основности, напр.

глицерин $C_3H_5(OH)_3$ или $\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix}$ дает три эфира, смотря по числу

$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix}$ он, вступающих в реакцію: $C_3H_5(OH)_3$; $C_3H_5(OH)(OR)_2$; $C_3H_5(OH)_2OR$. (R есть радикал кислоты). Что касается кислот, то в образованіи жиров принимаютъ участіе три ряда:

1. ряд предѣльных одноосновных кислот $C_nH_{2n+1}(COOH)$.

Если $n=1$, то получается $CH_3COOH = C_2H_4O_2$ уксусная кислота

» $n=2$, » $C_2H_5COOH = C_3H_6O_2$ пропионовая »

» $n=3$, » $C_3H_7COOH = C_4H_8O_2$ бутириновая »

» $n=15$, » $C_{15}H_{31}COOH = C_{16}H_{32}O_2$ пальмитиновая »

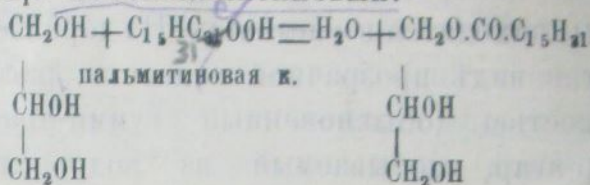
» $n=17$, » $C_{17}H_{35}COOH = C_{18}H_{36}O_2$ стеариновая »

Участіе низших кислот незначительно, за то важны двѣ послѣднія.

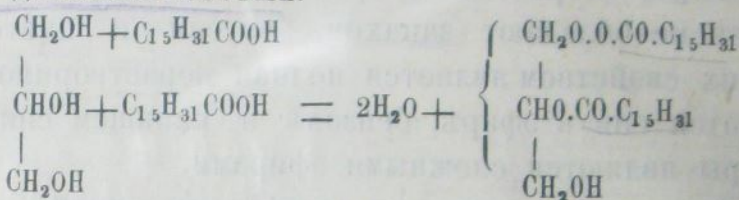
2. ряд непредѣльных одноосновных кислот: $C_nH_{n-1}.COOH$ напр. ($n=17$)— $C_{17}H_{33}COOH = C_{18}H_{34}O_2$ —олеиновая кислота. Она отличается от стеариновой только двумя атомами H.

3. ряд кислот $C_nH_{2n-3}COOH$ напр. ($n=17$) $C_{17}H_{31}COOH$ — льняно-масляная кислота.

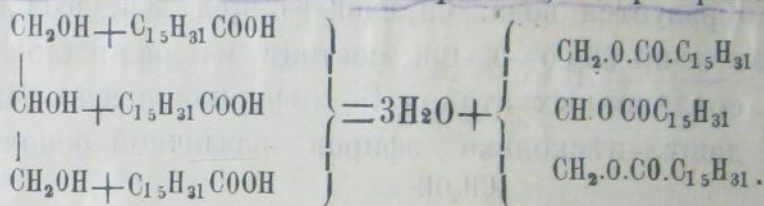
Вступая в соединеніе с этими кислотами, трехъатомный спирт глицерин дает, как мы уже говорили, три эфира. Если в реакцію вступает один остаток кислоты, то мы получаем основ-ной эфир, напр. монопальмитиновый:



Если в реакцію вступают 2 остатка кислоты, то мы полу-чаем эфир дипальмитиновый:



Если в реакцію вступают 3 остатка кислоты, то получаются нейтральные эфиры, называемые жирами, напр. трипальмитин:



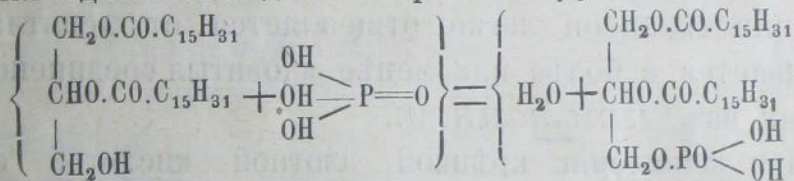
К таким эфирам принадлежат еще триолеиновый, тристеарино-вый и т. п. Вообще жир получает названіе кислоты, принимающей участие в его образованіи. Жиры образуются в организмѣ, но могут быть получены и искусственно, если нагрѣвать ближай-шіе их компоненты до $300^\circ C$. По своей консистенціи жиры раз-дѣляются на 3 группы: 1. жиры плотные (сало животных), 2. жиры жидкіе, к которым принадлежат растительныя масла (льна-ное, конопляное, прованское) и 3. жиры полужидкіе, (жиры рыб и млекопитающих, тк. называемыя ворвани). Эти различныя фи-зическія свойства жиров объясняются различіем входящих в со-став их кислот. В живом организмѣ встрѣчаются все три груп-пы жиров, которыя смѣшаны в различных пропорціях и нахо-дятся в жидком или полужидком (расплавленном) состояніи. Объясняется это тѣм, что температура плавленія смѣси жиров зна-чительно ниже температуры плавленія каждаго компонента в отдѣльности. (Температура нашего тѣла $37^\circ C$, а температура

плавленія пальмитина 62°). Вообще присутствіе олеина придает смѣси жиров болѣе жидкую консистенцію, а присутствіе пальмитина уплотняет ее. Присутствіе жира в организмѣ весьма важно. Всякая соединительная ткань может при извѣстных условіях превратиться в жировую, плотность которой в разных частях организма различна. Наиболѣе жидкій жир находится в костном мозгу, болѣе плотный около почек и в подкожной клѣтчаткѣ. Жиры при патологических условіях могут образоваться во всѣх клѣтках (жировое перерожденіе). Они же иногда являются продуктами выдѣленія нѣкоторых желез (молочных, слѣзных). В молокѣ жир находится в видѣ эмульсіи.

Довольно близкое отношеніе к жирам имѣет *лецитин*, вещество чрезвычайно сложное и очень распространенное в природѣ. Чтобы понять его строеніе, нужны нѣкоторыя предварительныя замѣчанія. Возьмем трехъосновную фосфорную

кислоту: H_2PO_4 или $\text{PO}(\text{OH})_3$ или $\begin{matrix} \text{OH} \\ | \\ \text{OH}-\text{P}=\text{O} \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$. Предположим, что эта

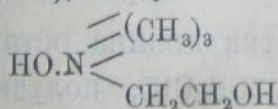
кислота вступает в реакцію с основным дипальмитиновым эфиром глицерина, сохранившим свой спиртовый характер, вследствие сохраненія одной свободной спиртовой группы:



Эта глицерино-фосфорная кислота, несущая двойную функцію, кислотную и спиртовую, и образует *лецитин* в соединеніи с другим сложным веществом, *холином*. Холин имѣет слѣдующее строеніе. Возьмем гипотетическій гидрат аммонія $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

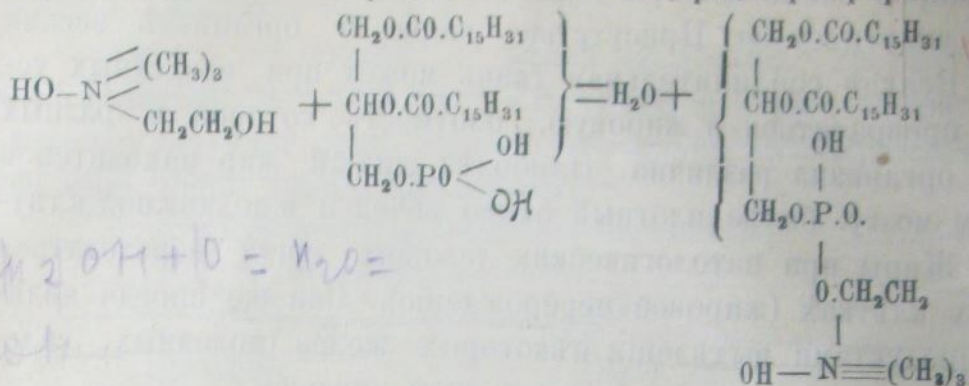
или NH_4OH . Строеніе его слѣдующее: $\text{HO.N} \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{matrix}$. Представим себѣ,

что три атома водорода аммонійной группы замѣщены тремя группами метила (CH_3), а четвертый атом водорода — остатком глицолевого спирта ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), получим:



Это соединеніе, тоже имѣющее двойную функцію, основную и спиртовую, было названо *холином*, так как обнаружено было

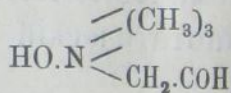
впервые в желчи. Холин, как спирт, с кислотою дает эфир. Пусть в реакцію вступят холин и глицерино-фосфорная кислота:



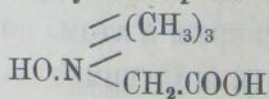
Это и есть лецитин. Лецитин, легко разлагаемый различными химическими и физическими агентами, играет очень важную роль в организмѣ. Он содержится во всякой клѣткѣ, особенно в периодѣ роста. Лецитин очень важная составная часть птичьего желтка; встрѣчается в образованиях половых желез—икрѣ, сперматозоидах и т. д. Особенно им богаты мозг и нервная система, гдѣ он входит в состав миэлина. Лецитин не встрѣчается в мочѣ и в пищеварительных соках: именно в слюнѣ, соках поджелудочной железы и кишечника.

Холин очень распространенная составная часть организма. При гниеніи ткани он легко отщепляется от лецитина и преобразовывается в болѣе или менѣе ядовитыя соединения, относясь к так наз. птолаинам.

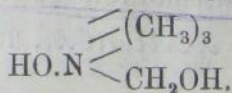
1. При окисленіи крѣпкой азотной кислотою спиртовой группы холина получается мускарин, вещество очень ядовитое и найденное в мухоморах, гниющем мясѣ (колбасный, рыбный яды):



2. При дальнѣйшем окисленіи альдегидная группа переходит в карбоксильную и получается бетаин, вещество не ядовитое, найденное в соку сахарной свекловицы:



3. При замѣнѣ остатка холина остатком винильнаго спирта (CH₂CH), (CH₂CH₂OH—H₂O=CH₂CH), получим нейрин, вещество очень ядовитое, найденное в гнилом мясѣ, мозгу и т. д.



К классу жиров еще можно отнести жиры холестериновые и воски.

Холестериновые жиры суть эфиры одноатомного спирта холестерина и какой-либо жирной кислоты. Формула холестерина- $C_{27}H_{45}OH$ -еще окончательно не установлена, так как строение его неизвестно и искусственно он получен не был. Эти жиры очень распространены в природе, особенно в животных покровах; например: ланолин. Он добывается из шерстного жира овец и принимает участие в образовании веществ, покрывающих волосы, перья, клювы птиц и т. д. Холестериновые жиры очень резистентны по отношению к микробам, по сравнению с обыкновенными жирами.

Воски тоже представляют из себя эфиры одноатомных спиртов и жирных кислот. Одними из представителей их является спермацет — пальмитиновый эфир этала ($C_{16}H_{33}OH$), одноатомного спирта, нормального состава. Кроме этала имеется еще стетал $C_{18}H_{37}OH$. Другие воски, напр. пчелиный и китайский воски, тоже эфиры жирных кислот и спиртов, именно церотинового $C_{27}H_{53}OH$ и мирицилового $C_{30}H_{61}OH$.

III. Бѣлковыя вещества. § I. Общія свойства бѣлков.

Бѣлковыя вещества в настоящее время еще мало изучены и не имеют строго установленной классификации. Искусственно они не были получены и единственным источником их образования являются организмы растительные и животные. Составляя наибольшую существенную часть клеток, бѣлковыя вещества сообщают протоплазмѣ их целый ряд физических и химических особенностей. Бѣлковыя вещества содержат кроме C, H, O, еще N и S. Для первоначальной ориентировки их можно дѣлать на слѣдующія группы:

1. нативные или genuинные бѣлки.
2. протеиды, — бѣлки, состоящие из соединения нативных бѣлков с какими-нибудь небѣлковыми атомокомплексами (пигментными, углеводными и т. д.).
3. продукты превращений первых двух групп:
 - a. альбумозы и пептоны.
 - b. альбуминоиды.

Эти три класса связаны между собой так, что при физиологических процессах представители одного класса переходят в другой. В природе бѣлки встречаются:

1. в растворенном состоянии в жидкостях организма (кровь, лимфа, клеточный сок).

- 2) в организованном состояніи в протоплазмѣ кліток.
- 3) в покровных и скелетных тканях (кости, хрящи, кожа и ея придатки—волосы, копыта, перья и т. п.)

Затѣм бѣлки встрѣчаются, как продукты пищеваренія в кишечном каналѣ и, наконец, в видѣ отложеній в качествѣ запасных веществ в растеніях.

Одним из основных свойствъ большинства бѣлковых веществ является их неспособность диффундировать через животныя и растительныя перепонки (напримѣр растительный пергамент). Грэм, впервые систематически изучавшій способность к диффузии у различных веществ, полагал, что все вещества на основаніи их способности к диффузии могут быть раздѣлены на *коллоиды* (не диффундирующіе через перепонки) и *кристаллоиды* (диффундирующіе). В настоящее время эта классификація не может считаться удовлетворительной: извѣстны хорошо кристаллизующіеся тѣла (гемоглобин, кремневая кислота), не диффундирующія через перепонки, а с другой стороны цѣлая группа бѣлковых веществ—так называемые альбумозы и пептоны, хотя не кристаллизующихся, но способных проникать через перепонки. Вторым основным свойством бѣлковых веществ является их легкая измѣняемость (*денатурированіе*) под вліяніем различных тепловых, химических и механических факторов. Сюда относится тепловое свертываніе бѣлка в растворах, причем свернутый бѣлок окончательно теряет свою первоначальную растворимость. Для свертыванія необходимо присутствіе нѣкоторых минеральных солей, напримѣр известковых, особенно способствующих свертыванію. Кроме того необходима нейтральная или слабо—кислотная реакція раствора. Почему бѣлок теряет свои свойства при свертываніи—неизвѣстно; возможно, что здѣсь происходит интрамолекулярное перемѣщеніе в бѣлковой молекулѣ, а может быть даже и расщепленіе ея. Вообще бѣлки представляются веществами очень нестойкими, легко разрушающимися от различных вліяній. Большинство веществ, осаждающих бѣлок из раствора, в то-же время и денатурируют его, это—так называемые алкалоидные реактивы, минеральныя кислоты, соки тяжелых металлов и др. Но существует сравнительно мало таких веществ, которыя осаждают бѣлок, не денатурируя его, таковы, напримѣр, спирт и хлороформ. Денатурированіе бѣлка вызывается даже механическими вліяніями, на-

примѣр, взбалтываніемъ бѣлковыхъ растворовъ с мелко-раздроблен- нымъ металлическимъ серебромъ.

Свертываемостью бѣлковъ пользуются в анатомической и гистологической практикѣ при уплотненіи препаратовъ различ- ными, так называемыми фиксирующими средствами (жидкость Мюл- лера, формалин). На этомъ же свойствѣ основано и дезинфекци- рующее дѣйствіе многихъ веществъ, напримѣр сулемы (HgCl_2).

Кромѣ вышеописанныхъ денатурирующихъ веществъ, сверты- ваютъ бѣлокъ и ферменты, и это свертываніе (ферментное) нужно отличать отъ вышеупомянутаго тепловаго и отъ дѣйствія осажда- ющихъ реагентовъ.

Вообще всѣ бѣлки обладаютъ слѣдующими свойствами:

1. они растворяются в водѣ или в солевыхъ растворахъ (иногда в кислотахъ и щелочахъ) и не растворяются в эфирахъ и спиртахъ, растворяющихъ жиры.

2. сгораютъ, распространяя запахъ горѣлыхъ волосъ и оставляя золу, в составъ которой входятъ иногда Mg, K, Na, S, Ph.

В составъ бѣлковъ входятъ C, H, N, S, O в приблизительно слѣ- дующемъ процентномъ содержаніи: C—53,08; H—7,1; N—15,93; S—1,9; O—21,99. Всѣ виды бѣлковъ мало различаются по содер- жанію C, H, N, но количества S и O в различныхъ бѣлковыхъ веществахъ бываютъ очень разнообразными. Постояннымъ свой- ствомъ бѣлковъ является ихъ молекулярная диссиметрія: всѣ бѣлко- выя вещества вращаютъ плоскость поляризаціи влѣво.

Молекулярный вѣсъ бѣлковъ очень великъ; напримѣр у яичнаго бѣлка онъ равенъ 14270 (или по другому опредѣленію 16000). Эти числа только приблизительно.

§ 2. Продукты разложенія бѣлковыхъ веществъ. Такъ какъ при современномъ состояніи нашихъ знаній о бѣлковыхъ веществахъ синтетическіе методы не могутъ быть примѣнены къ этимъ тѣламъ, то единственнымъ способомъ приблизиться къ пониманію состава и строенія бѣлковъ является изученіе тѣхъ сравнительно простыхъ и химически опредѣленныхъ продуктовъ, которые образуются изъ бѣлковъ при различныхъ процессахъ разложенія. С этой цѣлью примѣняются слѣдующіе способы разложенія бѣлковыхъ веществъ:

1. кипяченіе с кислотами (особенно сѣрной и соляной),
2. дѣйствіе перегрѣтаго водянаго пара,

3. кипяченіе с ѣдкими щелочами,
4. славленіе с ѣдкими щелочами,
5. расщепленіе бѣлков ферментами (особенно трипсином),
6. расщепленіе бѣлков микробами (т. наз. гвѣненіе).

Расщепленіе, производимое различными агентами, в общем протекает таким образом, что сначала из бѣлка образуются так называемые альбуминаты, альбумозы и пептоны—тѣла, сохраняющія еще бѣлковый характер, а затѣм из этих тѣл образуются уже простые, не имѣющіе бѣлковаго характера, «кристаллическіе», как их часто называют, продукты.

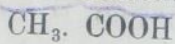
Бѣлковые продукты расщепленія (альбуминаты, альбумозы и пептоны) дают еще биуретовую реакцію, а среди кристаллических не извѣстно ни одного, который бы обнаруживал эту реакцію; она и является, таким образом, признаком, отличающим бѣлковые продукты расщепленія от небѣлковых.

Мы перечислим продукты расщепленія, которые были изучены при нѣкоторых способах разложенія.

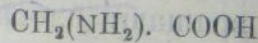
1. Кипяченіе бѣлковых веществ с концентрированной соляною кислотою.

При этом способѣ из бѣлка были получены слѣдующія тѣла:

1. Гликоколл, аминокусная кислота.

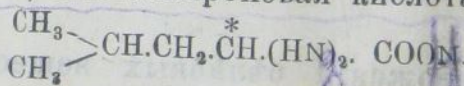


укусная кислота.



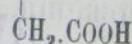
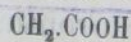
аминокусная кислота.

2. Лейцин, аминокaproновая кислота:

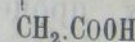
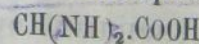


Эта формула указывает, что лейцин есть α -амино-бутилукусная кислота, что он содержит асимметрический атом углерода и потому является оптически дѣятельным.

3. Аспарагиновая кислота—аминоянтарная кислота:

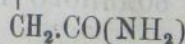


янтарная кислота.



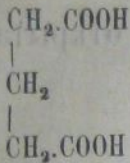
аспарагиновая кислота.

Амид этой кислоты: $\text{CH}(\text{NH}_2) \text{COOH}$ —аспарагин имѣет важное

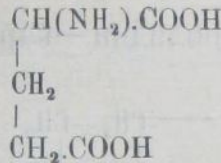


значеніе в физиології растений.

4. Глютаминовая кислота или α -аминоглутаровая кислота:



глутаровая кислота.

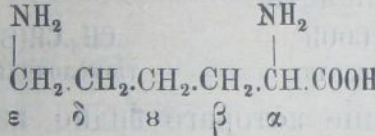


α -аминоглутаровая кислота.

Далѣ слѣдуютъ діамино-кислоты:

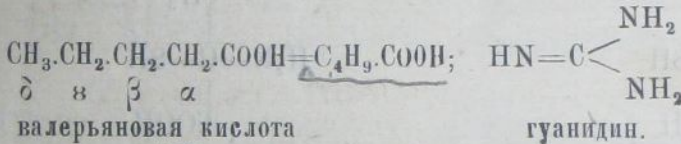
5. Діаминоуксусная кислота $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$.

6. Діаминокапроновая кислота или лизин $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$:



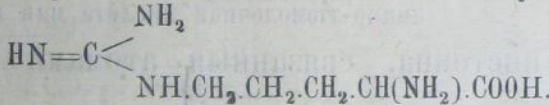
7. Аргинин или гуанидин — аминовалерьяновая кислота

$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{N}_4\text{O}_2$:



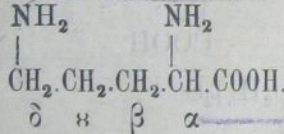
валерьяновая кислота

гуанидин.



аргинин=гуанидин— α —аминовалерьяновая кислота.

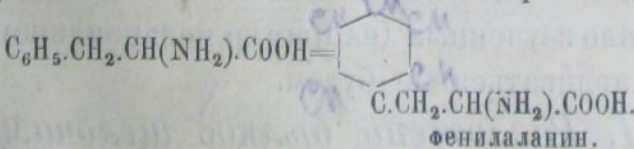
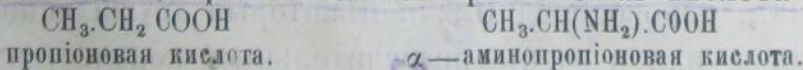
α — δ —діаминовалерьяновая кислота, так называемый орнитин, была найдена в моче птиц:



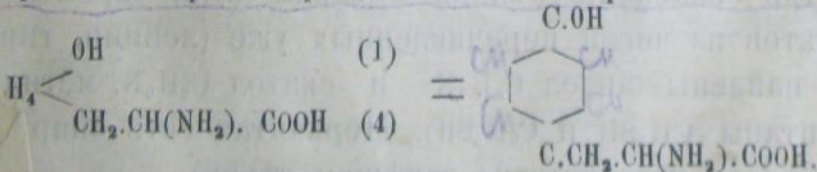
8. Гистидин $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$; строение его еще не определено.

Последнія три аминокислоты — лизин, аргинин и гистидин имеют основные свойства, образуют соли с кислотами и называются гексоновыми основаниями (так как содержат 6 атомов угля в частицѣ).

9. Фенилаланин = фенил—аминопропионовая кислота:

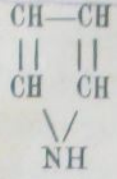


10. Тирозин = параоксифенил— α —аминопропионовая кислота:

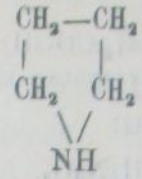


вид др.)
явл л—
(пел ром
кара

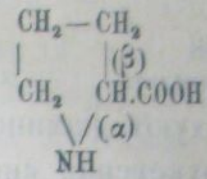
11. α -пирролидин-карбоновая кислота, открытая недавно Е. Fischer'ом:



пиррол.

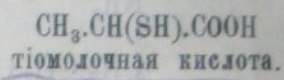
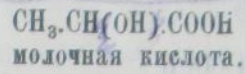


пирролидин.

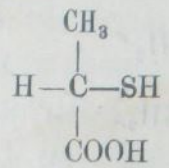


α -пирролидин-карбоновая кислота.

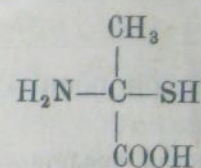
12. Тіомолочная кислота:



13. Цистин, строение котораго видно из слѣдующих сопоставленій:

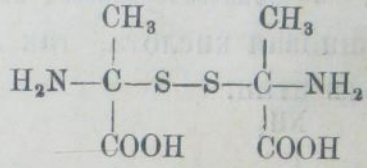


тіомолочная кислота.



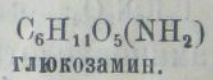
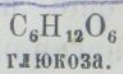
амино-тіомолочная кислота или цистеин.

Двѣ молекулы цистеина, связанные атомами сѣры, дают цистин:



14. Сѣрнистый этил: $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$.

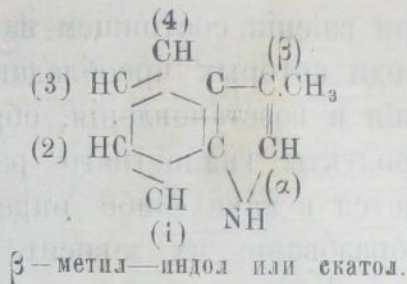
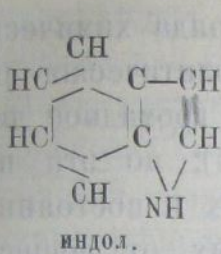
15. Глюкозамин:



Кромѣ перечисленных тѣл при разложеніи кислотами образуются: амміак NH_3 , щавелевая кислота COOH , угольная кислота CO_2 , сѣроводород H_2S , и нѣкоторыя другія вещества, образующіяся или в очень незначительных количествах (напримѣр ацетон) или мало изученныя (напримѣр меланоидиновая кислота; на них мы останавливаться не будем.

II. Разложение бѣлков щелочами.

При сплавленіи бѣлков с ѣдким кали кромѣ нѣскольких продуктов из числа перечисленных уже (лейцин, тирозин и были найдены индол $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$ и скатол $\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$, метил и эти меркаптаны CH_3SH и $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$). Меркаптан есть спирт, в котом кислород воднаго остатка замѣщен сѣрой).



III. Трипсинное переваривание.

Пищеварительный сок, образующийся в поджелудочной железе и отделяемый в duodenum, содержит фермент *трипсин*, растворяющий и расщепляющий белковые вещества. При этом образуются сначала альбумозы и пептоны, которые далее расщепляются на простые продукты, из которых мы назовем следующие:

1. Лейцин, 2. аспарагиновая кислота, 3. глутаминовая кислота, 4. тирозин, 5., 6., 7. гексоновыя основания—аргинин, лизин и гистидин, 8. триптофан или протеинохромоген. О существовании этого последнего заключают по тому, что раствор продуктов триптического переваривания от хлорной или бромной воды принимает фиолетовую окраску; соединение (или соединения, так как их может быть несколько), дающее эту реакцию, осаждается фосфорно-вольфрамовой кислотой; при разложении его щелочными кали образуются индол, скатол и пиррол; о строении его ничего не известно. Мы упомянули о нем только в виду того, что было высказано предположение, что этот хромоген есть та часть белковой молекулы, которая принимает участие в образовании пигментов животного организма (гемоглобина и его производных желчных и мочевых пигментов). Если это предположение будет доказано, то этим будет установлено, что клетка животного тела для образования пигментов пользуется теми-же атомо-комплексами (группы пиррола), как и растительная (растительное индиго).

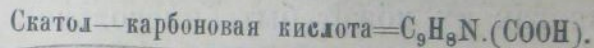
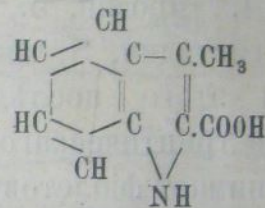
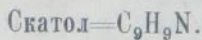
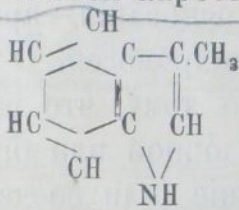
IV. Разложение белков гниением.

Гниение есть весьма сложное брожение, вызываемое многими видами микробов (анаэробных и аэробных) и субстратом которого являются белковые вещества и их ближайший производный (пептоны, желатины, азотистыя производныя не белкового характера, например лейцин, тирозин и т. д.).

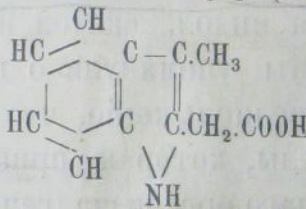
При гніенні, состоящем из цѣлаго ряда химических процес-
сов, среди которых преобладают гидролитическія расщепленія,
окисленія и возстановленія, образуется громадное число продук-
тов (продукты гнилостнаго разложенія); но эти продукты не
образуются в каких-либо опредѣленных и постоянных отноше-
ніях; образованіе их зависит, во-первых, от веществ, испыты-
вающих гніеніе, и во-вторых—от природы микробов, вызывающих
гнилостное броженіе. Гнилостные микробы существуют в атмо-
сферѣ, откуда они попадают на органическія вещества; из атмо-
сферы они попадают вмѣстѣ с пищей и в пищеварительный
канал животных, гдѣ также служат источником цѣлаго ряда
гнилостных разложеній продуктов пищеваренія.

Продукты гнилостнаго разложенія бѣлковых вещества:

1. Индол, $-C_8H_7N$
2. скатол, о которых мы уже говорили, C_9H_9N
3. скатол-карбоновая кислота:



4. Скатол—уксусная кислота = $C_9H_9N(CH_2.COOH)$:



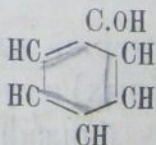
5. фенил—пропіоновая кислота: $C_6H_5.CH_2.CH_2.COOH$

6. фенил—уксусная кислота: $C_6H_5.CH_2.COOH$

7. параоксифенил-пропіоновая кислота: $C_6H_4 \begin{cases} \text{OH} \\ \text{CH}_2.CH_2.COOH \end{cases}$ (1)

8. параоксифенил—уксусная кислота: $C_6H_4 \begin{cases} \text{OH} \\ \text{CH}_2.COOH \end{cases}$ (1)

9. фенол: $C_6H_5.OH$:

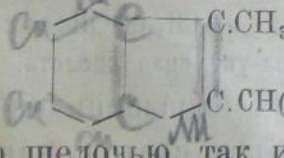


10. кресол: $C_6H_4 \begin{cases} \text{OH} \quad (1) \\ \text{CH}_3 \quad (4) \end{cases}$ (пара-кресол)

11. оксиминдальная кислота: $C_6H_4.OH.COON.COON$
12. виннокаменная кислота: $COON.COON.COON.COON$
13. масляная кислота: $C_4H_8O_2$ или $C_3H_7.COON$ — от уксуса
14. валерьяновая кислота: $C_5H_{10}O_2$ или $C_4H_9.COON$ — от уксуса
15. капроновая кислота: $C_6H_{12}O_2$ или $C_5H_{11}.COON$
16. δ-аминовалерьяновая кислота $C_5H_{11}NO_2$
17. фенил—этил—амин: $NH(C_6H_5)(C_2H_5)$.
18. путресцин = тетраметилен—диамин:
 $(H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2) = C_4H_{12}N_2$
19. кадаверин = пентаметилен—диамин:
 $(H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2) = C_5H_{14}N_2$
20. метил—меркаптан: $(CH)_3HS$.

Кромѣ этихъ продуктовъ были находимы и другія, знакомыя уже намъ, вещества, какъ лейцин, тирозин; далѣе амміак и летучіе амины, напримѣр триметил—амин; сѣроводород, угольная кислота, болотный газ, водород и т. д.

§ 3. Преформированныя группы бѣлковой молекулы. Мы видимъ, что разложеніе бѣлка при гніеніи имѣетъ сходство съ расщепленіемъ его при сплавленіи сѣдкою щелочью; въ обоихъ случаяхъ получается большое количество безазотистыхъ продуктовъ; въ обоихъ случаяхъ (и только при этихъ способахъ разложенія бѣлка) образуются индол и скатол. Что касается этихъ двухъ тѣл, то Ненцкій высказалъ предположеніе, что въ бѣлковой молекулѣ преобразованы собственно не эти вещества, а скатол—амино—уксусная кислота:

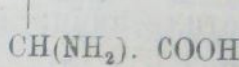
 $C.CH_3$
 $C.CH(NH_2).COOH$, и что изъ нея какъ при сплавленіи со щелочью, такъ и при гніеніи уже вторично образуются индол и скатол (а также и скатол—уксусная и скатол—карбоновая кислоты). что должно конечно происходить при удаленіи изъ частицы этого соединенія амидогруппы въ видѣ амміака; но до настоящаго времени эта кислота не была еще изолирована.

Что касается второй особенноти гнилостнаго разложенія бѣлковъ—появленія большого числа безазотистыхъ или бѣдныхъ азотомъ продуктовъ, то это обстоятельство объясняется слѣдующимъ образомъ. Микробы, вызывающіе гнилостное разложеніе бѣлка, дѣйствуютъ при этомъ при посредствѣ тѣхъ ферментовъ (энзимъ), которые они выдѣляютъ; эти ферменты по способу своего дѣйствія аналогичны трипсину, выдѣляемому клѣтками под-

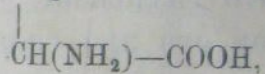
желудочной железы; поэтому как при дѣйстви трипсина, так и при гниеніи сначала образуются одни и тѣ-же продукты — альбумозы, пептоны, амидокислоты; но затѣм при гниеніи присоединяются к гидролитическому дѣйствию ферментов возстановительныя дѣвствія (редукціи), сопровождающія жизнедѣятельность гнилостных микробов, и обуславливаемая может быть водородом in statu nascendi (дѣйствительно, образование водорода при гниеніи было наблюдаемо очень часто); результатом этих возстановительных дѣвствій и является отщепленіе амидогрупп из первых продуктов гниенія; наконец при гниеніи имѣют мѣсто и окисленія. Благодаря всѣм этим процессам (гидролиз, возстановленія и окисленія) и получают продукты, характерные для гниенія.

Примѣры отщепленія амидогрупп:

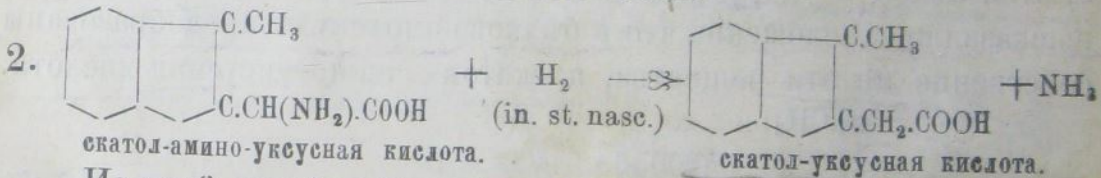
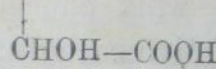
1. Из аспарагина $\text{CH}_2-\text{CO}(\text{NH}_2)$ вслѣдствіе отщепленія



амидогрупп в видѣ амміака и одновременных окисленій образуется сначала аспарагиновая кислота CH_2-COOH а из нея

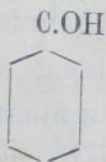


далѣе виннокаменная кислота $\text{CHON}-\text{COOH}$



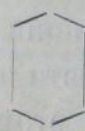
Из этой послѣдней вслѣдствіе дальнѣйших окисленій образуются сначала скатол-карбоновая кислота, затѣм скатол, наконец индол.

3.



параоксибензил-аминопропионовая к.

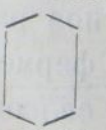
C.OH



$\text{C.CH}_2\text{COOH}$

параоксифенил-уксусная к.

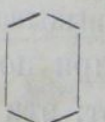
C.OH



C.CH_3

пара-крезол.

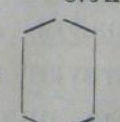
C.OH



C.COOH

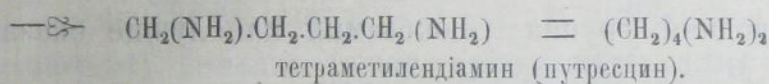
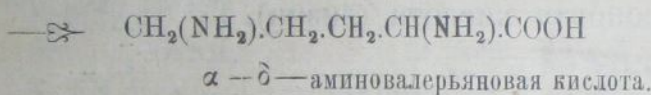
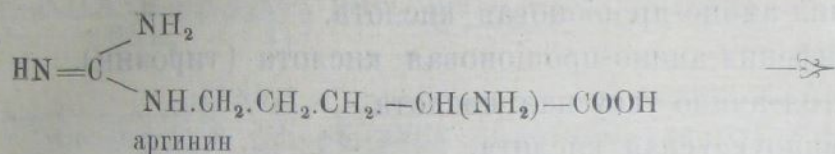
параоксибензойная кислота.

C.OH



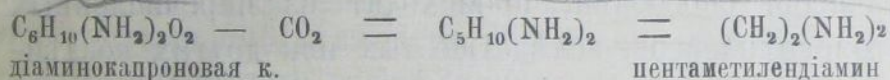
фенол.

4. Из аргинина при отщеплении α —аминогруппы и гуанидинового атомокомплекса образуется δ —аминовалерьяновая кислота; или-же, если отщепляется гуанидин и CO_2 , из аргинина образуется тетраметилендіамин:



*аргидин
диаминов
валерьяно
кисл.
или мави*

Точно также, как этот „птомаин“, образуется из діаминовалерьяновой кислоты, другой птомаин—пентаметилендіамин (кадаверин) образуется из діаминокапроновой кислоты:



Из этих и многих других примѣров, которые можно было бы привести, слѣдует, что между продуктами разложения бѣлков надо различать: 1) первичные, которые входят в состав молекулы бѣлка, „предобразованы“ в ней, и 2) вторичные, которые образуются из первичных под влияніем наших реактивов, или тѣх условий вообще, при которых мы разлагаем бѣлки. Особенно многочисленны и разнообразны эти вторичные продукты при гнилостном разложении бѣлка, что и не удивительно, если принять во вниманіе тѣ многообразныя дѣйствія, которым подвергается бѣлок в условіях гніенія. Но и чисто химическіе реактивы часто также не ограничиваются отщепленіем от бѣлка первичных продуктов, а измѣняют их дальше и ведут к образованію вторичных продуктов; это имѣет мѣсто особенно при разложеніи бѣлков щелочами. Отсюда понятнo, что встрѣчая громадное число продуктов разложения бѣлка, мы не имѣем права считать всѣ эти продукты предобразованными в бѣлковой молекулѣ, а в каждом частном случаѣ должны имѣть в виду возможность вторичных измѣненій. С этой точки зрѣнія первичными продуктами разложения бѣлка, непосредственно отщепляющимися от его молекулы, являются только слѣдующіе:

- | | | |
|--|---|---|
| Моноамино-кислоты жирного ряда. | { | 1. Аминоуксусная кислота (гликоколл). $C_2H_5NH_2COOH$ |
| | | 2. Аминокaproновая кислота (лейцин). $C_5H_{11}NH_2COOH$ |
| | | 3. Аминояantarная кислота (аспарагиновая). $C_4H_7NO_4$ |
| | | 4. Аминоглyтаровая кислота (глyтаминовая). $C_5H_9NO_4$ |
| Моноамино-кислоты ароматического ряда. | { | 5. Фенил-амино-пропионовая кислота. (фениланин) $C_9H_9NO_2$ |
| | | 6. Оксифенил-амино-пропионовая кислота (тирозин). |
| Диамино-кислоты. | { | 7. Скатола-амино-уксусная кислота. |
| | | 8. Диаминоуксусная кислота. $C_2H_4(NH_2)_2COOH$ |
| | | 9. Диаминокaproновая кислота (лизин). $C_6H_{11}N_2O_2$ |
| | | 10. Гистидин. $C_6H_9N_3O_2$ |
| | | 11. Гуанидин-амино-валерьяновая кислота (аргинин). |
| | | 12. Углеродная группа (глюкозамин или лучше сказать гексозамин). $C_6H_{11}O_6$ |

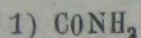
13. Цистин и может быть некоторые другие съру—содержація тѣла.

Всѣ остальные продукты, получавшіяся при расщепленіи бѣлков различными способами, происходят из перечисленных первичных атомокомплексов, вслѣдствіе тѣх или других воздѣйствій, которыя они испытывают в условіях разложенія бѣлков (непосредственное дѣйствіе примѣняемых реактивов, высокая температура, окисленія и восстановленія и т. д.).

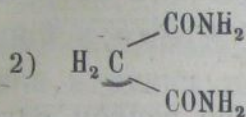
§ 4. Цвѣтныя реакціи бѣлковых веществ. С присутствіем опредѣленных атомокомплексов в бѣлковой молекулѣ связаны тѣ или другія цвѣтныя реакціи бѣлковых веществ. Реакція Millon'a и ксантопротеиновая обусловливаются существованіем в бѣлковой молекулѣ оксифенил-амино-пропионовой кислоты; Реакція Liebermann'a обусловливается одновременным присутствіем оксифениловых и углеводных групп, является слѣдовательно фурфуроловой реакціей; такое-же происхожденіе приписывается и реакціи Adamkiewicz'a (впрочем, без достаточных основаній). Что же касается биуретовой реакціи, то ея не дает ни один из комплексов, входящих в состав бѣлковой молекулы; она должна обусловливаться, слѣдовательно, не присутствіем тѣх или других групп в бѣлковой молекулѣ, а способом сочетанія этих групп, благодаря которому в молекулѣ бѣлка создаются извѣстныя сочетанія атомов, разрушающіяся при разложеніи бѣлка; поэтому эта реакція и принадлежит цѣльной бѣлковой молекулѣ и исчезает при нарушеніи связей между ея составными частями.

Эту реакцію дают соединенія, которыя содержат двѣ ами-

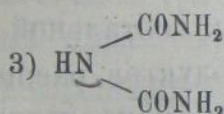
докарбильных группы — CONH_2 , связанные между собою непосредственно или через посредство атомов углерода или азота, т. е. соединения, принадлежащія к одному из трех слѣдующих типов:



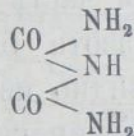
— амид щавелевой кислоты.



— амид яблочной кислоты.



— бiурет.

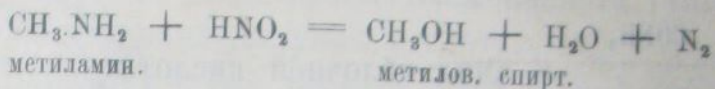


Дают эту реакцію также производныя этих трех амидов, происходящія из них при замѣщеніи водорода какими-нибудь группами. Бѣлковая молекула должна содержать, слѣдовательно, одну или нѣсколько групп, отвѣчающих указанным типам. Эти группировки разрушаются при расщепленіи бѣлка; ими обладают еще первые продукты денатурированія бѣлковых веществ—альбумозы и пептоны; эти группировки разрушаются при переходѣ пептонов в аминокислоты, вмѣстѣ с тѣм исчезает и бiуретовая реакція.

§ 5. Состояніе углерода, азота и сѣры в бѣлковой молекулѣ. Из обзоренія продуктов расщепленія бѣлка различными способами вытекают слѣдующія данныя: 1. Углерод содержится в бѣлковой молекулѣ в соединеніях жирнаго ряда и ароматическаго; большая часть углерода связана с азотом (в аминокислотах обоих рядов и их производных)—приблизительно 80—87% всего углерода связаны таким образом; остальная часть заключается в безазотистых продуктах расщепленія; между послѣдними пока опредѣлена только углеводная группа, остальные безазотистые продукты не изолированы и о строеніи их ничего неизвѣстно. Во всѣх до сих пор извѣстных продуктах расщепленія жирнаго ряда атомы угля связаны простыми связями; соединенія с двойными и тройными связями неизвѣстны.

2. Что касается азота бѣлковой молекулы, то он содержится повидимому только в формѣ аминнаго азота (в видѣ групп— NH_2); в бѣлковой молекулѣ нѣтъ ни нитро-групп ($-\text{NO}_2$), ни нитрозо-групп ($-\text{N}:\text{O}$), ни наконец азо-групп ($-\text{N}:\text{N}-$). Часть азота в бѣлковой молекулѣ связана рыхло и легко отщепляется от бѣл-

ковой молекулы в видѣ амміака (при дѣйствіи на бѣлок сла-
бых кислот и щелочей — уже при низких температурах или
при нагрѣваніи) или в видѣ газообразнаго азота при дѣйствіи
на бѣлок азотистой кислоты; в послѣднем случаѣ происходит
вѣроятно реакція, аналогичная реакціи азотистой кислоты на
амины, напр.:



Рыхло связанная часть азота составляет во всяком случаѣ
малую часть всего азота бѣлковой молекулы; остальной азот
находится, как это видно из рассмотрѣнія продуктов расщепле-
нія, или в видѣ моноаминокислот или в видѣ діаминокислот.

Каким образом связаны в бѣлковой молекулѣ углеазотные
атомокомплексы (аминокислоты и проч.) — неизвѣстно. Мы знаем
только, на основаніи біуретовой реакціи, что в бѣлковой моле-
кулѣ должны существовать группы — CONH , связанные по двѣ
через посредство атомов углерода или азота.

3. Всѣ бѣлки, быть может за исключеніем нѣкоторых пепто-
нов, содержат сѣру, которая всегда имѣется в двух формах.
Одна часть сѣры содержится в неокисленной формѣ в формѣ
какого-то или каких-то производных сѣрнистаго водорода; эта
часть связана очень рыхло (аналогично рыхло связанной части
азота в бѣлковой молекулѣ) и отщепляется от бѣлка уже при
обыкновенной температурѣ или при слабом нагрѣваніи при дѣй-
ствіи слабых щелочей в видѣ сѣроводорода (на этом основана
свинцовая реакція на бѣлки). Другая часть сѣры, напротив,
не может быть отщеплена при кипяченіи со щелочами и может
быть обнаружена только при полном разрушеніи бѣлковой моле-
кулы (сжиганіе бѣлка с селитрой); при этом она обнаруживается
в видѣ сѣрной кислоты, откуда, конечно, не слѣдует, что в
этой именно формѣ она содержалась и в бѣлковой молекулѣ.

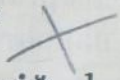
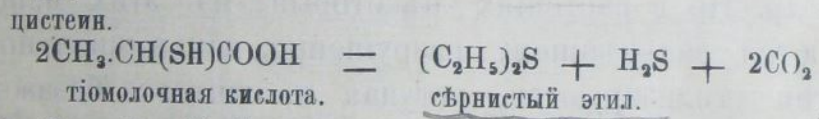
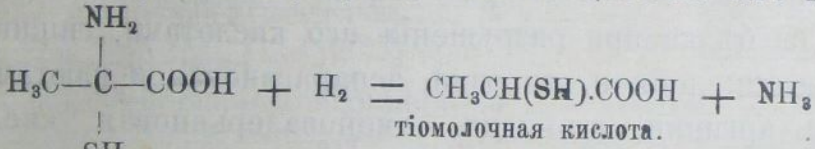
То обстоятельство, что сѣра содержится в бѣлках во пер-
вых в формѣ легко отщепляемой и во-вторых в формѣ, обнару-
живаемой лишь при разрушеніи всей бѣлковой молекулы, объяс-
няется обыкновенно предположеніем, что бѣлковая молекула со-
держит по меньшей мѣрѣ два атома сѣры, различным обра-
зом связанных. Такое заключеніе однако не вполне основательно.
Есть соединенія, содержащія два атома сѣры одинаково

связанных и однако отщепляющих при кипяченіи со щелочами только половину своей сѣры (очевидно, связи другого атома сѣры измѣнились во время кипяченія); примѣром может служить цистин. Поэтому, может быть, сѣра в бѣлковой молекулѣ дѣйствительно имѣется в числѣ нѣскольких различно связанных атомов, но это предположеніе требует еще дальнѣйших изслѣдованій и отнюдь не доказывается вышеуказанным отношеніем бѣлков к ѣдким щелочам.

Что касается характера тѣх элементарных групп, в видѣ которых сѣра содержится в бѣлках, то до сих пор извѣстны слѣдующіе сѣру-содержащіе продукты расщепленій бѣлка: 1. цистин, 2. тіомолочная кислота, 3. сѣрнистый этил, 4. метил- и этил-меркаптаны, 5. сѣроводород.

Не болѣе
свои свои
NH₂-C-S-S-C-NH₂
C₁₃ C₁₅

Возможно, что и в этом случаѣ нѣкоторые продукты, на- примѣр, тіомолочная кислота, сѣрнистый этил и сѣроводород являются вторичными продуктами, не предсуществующими в бѣлковой молекулѣ, а образующимися из цистина или цистеина:



§ 6. Судьба бѣлков в тѣлѣ животных и растеній. 1. В организмѣ млекопитающих бѣлковыя вещества распадаются и окисляются до очень простых соединеній: воды, угольной кислоты, амміака и сѣрной кислоты; амміак и часть угольной кислоты образуют мочевину.

2. В организмѣ птиц и рептилій конечными продуктами разрушенія бѣлка являются: молочная кислота, угольная кислота, амміак, вода и сѣрная кислота; подобно тому как у млекопитающих из амміака и угольной кислоты синтетически образуется мочевина, являющаяся главною формою, в видѣ которой азот оставляет организм, в тѣлѣ птиц из молочной кислоты, $\text{C}\ell_2$ и NH_3 синтетически образуется мочевая кислота — главный продукт азотистаго обмѣна в тѣлѣ птиц и рептилій.

Прежде чѣм дѣло дойдет до образованія из громадной бѣлковой молекулы таких простых веществ как CO_2 , H_2O , NH_3 , несомнѣнно из бѣлка должны образоваться промежуточные, гораздо

болѣе сложные продукты, связывающіе в одну непрерывную цѣпь исходныя вещества (бѣлковыя) и конечные продукты их метаморфоза (CO_2 , NH_3 и т. д.). Но об этих промежуточных продуктах мы знаем очень мало. Есть основаніе думать, что первыми продуктами разрушенія бѣлка в организмѣ животных являются: а) тѣ-же аминокислоты, которыя образуются и при всяких других способах гидролитическаго расщепленія бѣлков; б) кромѣ того изученіе нѣкоторых патологических фактов (напримѣр діабета) приводит к заключенію, что значительная доля безазотистой части бѣлка преобразуется в тѣлѣ в углеводы; из этих сложных продуктов (аминокислоты и углеводы) в концѣ концов образуются CO_2 , NH_3 и H_2O .

В растительных организмах продуктами разрушенія бѣлковых веществ (такое разрушеніе имѣет мѣсто, напримѣр, при прорастаніи растительных сѣмян, когда прорастающее растение живет на счет бѣлковых запасов сѣмени) являются сначала альбумозы и пептоны, а затѣм ряд тѣх-же соединеній, которыя образуются из бѣлка при разрушеніи его кислотами, гніеніем и т. п. процессами: лейцин, тирозин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аргинин, гуанидин, аминвалерьяновая кислота, амміак и др. Но в растеніях нѣкоторыя из этих веществ не подвергаются дальнѣйшему разрушенію, как в животном тѣлѣ, а напротив утилизируются, вступая в синтез с безазотистыми группами, напримѣр, углеводами, для образованія новых масс бѣлковых веществ.

§ 7. **Классификація бѣлковых веществ.** Классификація в органической химіи основывается на данных строенія. О строеніи бѣлков мы однако почти ничего не знаем, и их классификація основана поэтому на болѣе или менѣе условных и случайных данных. Мы раздѣляем бѣлковыя вещества на слѣдующія главныя группы:

I. Нативные или genuинные бѣлки.

II. Бѣлки, происходящіе из genuинных путем различных превращеній, но сохраняющіе основныя свойства бѣлковых веществ. Их можно раздѣлить на двѣ группы:

1. Бѣлки происходящіе из genuинных бѣлков под вліяніем ферментов. Это альбумозы и пептоны.

2. Бѣлки происходящіе при дѣйстви на genuинные бѣлки кислот или щелочей: при этом различают алькалеальбуминаты

(от дѣйствія щелочи), и кислотные альбуминаты или синтонины.

III. Нуклеоальбумины.

IV. Бѣлки, способные свертываться под вліяніем опредѣленных ферментов организма (такія вещества имѣются в крови, молокѣ, мышцах). Это свертываніе слѣдует отличать от теплового свертыванія.

V. Гистоны и протамины.

VI. Протеиды—вещества болѣе сложныя, состоящія из нативнаго бѣлка + какой нибудь атомокомплекса (бѣлковый, углеводный и т. д.).

VII. Альбуминоиды—бѣлковыя вещества, происходящія из нативных или генуинных бѣлков. Они преимущественно образуют защитительныя покровы, перья, волосы, ногти) и составляют органическую основу костной и хрящевой ткани.

VIII. Альбумоиды.

1. Генуинныя бѣлки. Они дѣлятся на двѣ группы:

1. Альбумины. Эти вещества встрѣчаются преимущественно в соках организма (крови, лимфѣ, молокѣ), а не в организованных его частях. В химическом отношеніи для них характерна растворимость в водѣ, разведенных кислотах, щелочах и солевых растворах. Представителями этой группы являются: а) *serumalbumin*—сывороточный альбумин, б) *ovalbumin*—альбумин птичьяго яйца, в) *lactalbumin*—альбумин молока.

2. Глобулины. От альбуминов отличаются своей нерастворимостью в чистой водѣ; они растворяются в водѣ только в присутствіи солей. Поэтому они выпадают из раствора при разбавленіи их водою (при пониженіи концентраціи солевого раствора). На этом свойствѣ основано отдѣленіе глобулина от альбуминов. Встрѣчаются они в жидкостях организма, а также в клѣточном сокѣ. Представители глобулинов: а) сывороточный глобулин (*serumglobulin*), б) яичный глобулин, в) клѣточный глобулин, встрѣчающійся в клѣтках на ряду с другими видами бѣлков, д) кристаллин—вещество, составляющее главную массу хрусталика глаза, е) растительный глобулин и нѣкоторые другіе.

II. 1. Альбумозы и пептоны. При дѣйствіи протеолитических ферментов, а также и других гидролитических агентов (кислот, щелочей) образуются сначала продукты, аналогичныя декстринам; это—альбумозы; при дальнѣйшем дѣйствіи этих агентов из альбумоз образуются пептоны, вещества сохраняющія еще бѣлковыя свойства; пептоны при дальнѣйшем гидролизѣ дают уже

небѣлковыя, так называемыя «кристаллическія» продукты расщепленія. От генуинныхъ бѣлковъ альбумозы и пептоны отличаются слѣдующими свойствами: они легче растворяются и способны диффундировать через животныя перепонки и растительный пергамент; наконец от тепла они не свертываются. Появленіе этихъ свойств, не присущихъ бѣлкамъ, можно объяснить уменьшеніемъ молекулярнаго вѣса. Громадная частица бѣлка (молекулярный вѣс = 10000—20000), не способная проникнуть через мелкія поры, распадается на части с меньшимъ молекулярнымъ вѣсомъ (альбумозы — 1500—2000, пептоны — 250—400) и поэтому легко диффундируютъ. Изъ растворовъ альбумозы выпадаютъ в осадокъ при насыщеніи растворовъ сѣрнокислымъ аммоніемъ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (подобно генуиннымъ бѣлкамъ); пептоны-же не подвергаются при этомъ осажденію. Это даетъ возможность отдѣлить альбумозы отъ пептоновъ. Альбумозамъ и пептонамъ свойственны реакціи бѣлковъ, но с нѣкоторой разницей. Напримѣръ при біуретовой реакціи бѣлокъ даетъ фіолетовое окрашиваніе, тогда какъ пептонъ — красное.

2. Къ группѣ ближайшихъ производныхъ бѣлковъ относятся альбуминаты, первые продукты воздѣйствія на бѣлокъ кислот или щелочей. При этомъ они изъ индифферентнаго состоянія переводятъ бѣлокъ или в состояніе с ясно выраженнымъ кислотнымъ характеромъ (при дѣйствіи кислоты) или в состояніе с выраженнымъ основнымъ характеромъ (при дѣйствіи щелочи); в обоихъ случаяхъ бѣлокъ денатурируется: отъ него отщепляется часть N и S (в видѣ NH_3 и сѣрнистой щелочи). Альбуминаты вообще не встрѣчаются в природѣ; синтонинъ есть первый продуктъ воздѣйствія на бѣлковыя вещества желудочнаго сока (пепсинъ + соляная кислота).

III. Нуклеоальбумины отличаются отъ рассмотрѣнныхъ бѣлковъ: 1) постояннымъ присутствіемъ фосфора, органически связаннаго с другимъ элементомъ, 2) ясно выраженнымъ кислотнымъ характеромъ, 3) нерастворимостью в водѣ; соли-же ихъ в водѣ хорошо растворимы и потому эти вещества часто встрѣчаются в жидкостяхъ и сокахъ тѣла в видѣ солей. При дѣйствіи пепсина и соляной кислоты отъ нуклеоальбуминовъ отщепляется атомокомплексъ, содержащій фосфоръ и называемый парануклеиномъ. Къ этому классу принадлежатъ:

1. Казеинъ — важнѣйшее изъ бѣлковыхъ тѣлъ молока, гдѣ онъ находится в видѣ казеино-кислаго кальція. При скисаніи молока онъ выдѣляется в осадокъ. С основаніями казеинъ даетъ два ряда

солей: кислая (1,5% CaO) и основная (2,3% CaO). Он способен свертываться под влиянием ферментов, имѣющихся между прочим в желудочном сокѣ (лабфермент, сычужный фермент).

2. В желткѣ птичьяго яйца имѣется нуклеоальбумин, связанный с лецитином, это так называемый *вителлин*. При дѣйствіи пепсино-хлористоводородной кислоты от вителлина отщепляется содержащій желѣзо парануклеин, который Bunge назвал гематогеном (образователем крови), так как из него в организмъ зародыша образуется гемоглобин крови.

3. В яйцах рыб находится *иктулин*, вещество аналогичное вителлину; он находится в видѣ так называемых желточных пластинок.

4. В клеточном сокѣ тканей имѣется всегда наряду с глобулинами и веществами, сходными с миозином (смотри слѣдующій отдѣл) и желѣзо-содержащія нуклеоальбумины.

IV. *Свертывающіеся бѣлки*. Бѣлки этого класса свертываются под влиянием специальных ферментов. При этом получается сверток, менѣе плотный чѣм тот, который образуется при тепловом свертываніи; сверток ферментный можно уплотнить спиртом, муравьиным альдегидом и т. п. К этой группѣ бѣлков относятся:

1. *Фибриноген* и 2. *мышечные бѣлки*.

1. *Фибриноген*—один из бѣлков кровяной плазмы всѣх позвоночных, под влиянием ферментов переходящій в фибрин. Плазма, из которой выпал фибрин, называется сывороткой. Свертываніе крови происходит обычно при выхожденіи крови из сосудов, а в патологических случаях и в самом кровяном руслѣ. При микроскопическом изслѣдованіи видно, что фибрин образуется в видѣ войлокообразной массы, с большим количеством центров, вокруг которых лежат переплетающіяся волокна. В сѣти этих волокон заложены форменные элементы. Относительно этого процесса существует цѣлый ряд теорій. По А. Schmidt'у образованіе фибрина происходит вслѣдствіе соединенія фибрино-пластических элементов с фибриногенными «под влиянием особаго фибрин-фермента». Наиболѣе обоснованной теоріей представляется теорія Hammarsten'a. Для свертыванія необходимо участіе особаго фермента. При нормальных условіях его нѣтъ в крови; он появляется в крови как только она оставляет свое естественное вмѣстилище. Образуется он из форменных элементов крови, вѣроятно

из бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ. По А. Schmidt'у ферментъ есть продуктъ ихъ распада, а по другимъ изслѣдованіямъ онъ является отдѣленіемъ лейкоцитовъ, которые при этомъ не разрушаются, а дѣйствуютъ какъ железы. Ферментъ этотъ по Hammarsten'у выдѣляется клѣтками не в готовомъ видѣ, а в видѣ недѣятельнаго зимогена или профермента. Ферментъ, обуславливающий переходъ фибриногена в фибринъ называется *тромбиномъ*, а зимогенъ его протромбиномъ. Hammarstenъ нашелъ, что переходъ протромбина в тромбинъ совершается только в присутствіи солей Са. На важную роль солей Са при свертываніи крови указывали уже раньше Вейске и Arthus. Послѣдній показалъ, что свертываніе крови в отсутствіи солей Са не имѣетъ мѣста; если кровь из сосуда выпустить в растворъ какой нибудь соли щавелевой кислоты (которая осадитъ Са крови), то такая кровь оказывается потерявшей способность свертываться (достаточно, чтобы щавелево-кислой соли было в крови около 0,1%). Отсутствіе свертыванія Arthus и другіе объясняли тѣмъ, что Са необходимъ для образованія фибрина; а по Hammarsten'у Са необходимъ для превращенія недѣятельнаго протромбина в дѣятельный тромбинъ. По Веригу тромбинъ есть передатчикъ Са.

2. *Мышечные бѣлки* играютъ важную физиологическую роль, такъ какъ ихъ химическія свойства объясняютъ явленія, имѣющія мѣсто в мышцѣ, напр. трупное и тепловое окоченія. При трупномъ окоченіи мышца становится твердою на ощупь, какъ бы судорожно сокращенною. Подобное окоченіе можно вызвать искусственно, нагревая мышцу хладнокровнаго животнаго до 45°—50°. Это явленіе окоченія объясняется происходящимъ при этомъ в мышцахъ химическимъ измѣненіемъ, именно свертываніемъ бѣлковъ мышечнаго волокна. Kühne, изучавшій свертываніе «мышечной плазмы» (смотри Bernstein «Физиологія» стр. 366.) при различныхъ условіяхъ, нашелъ, что главною составною частью ея является такъ называемый *міозинъ*, свертываніемъ котораго и объясняется трупное окоченіе.

Остающаяся послѣ выдѣленія міозина жидкость, такъ называемая мышечная сыворотка, содержитъ еще бѣлки, свертывающіеся при болѣе высокой температурѣ (45—70° С.) Это—тепловое окоченіе.

У. *Гистоны и протамины*. 1. *Гистонами* называются бѣлковыя вещества основнаго характера, осаждающіяся по этому из растворовъ основаніями и легко растворяющіяся в кисло-

тах. В природѣ они не встрѣчаются как отдѣльные и самостоятельныя составныя части жидкостей или тканей тѣла, а всегда — в связи с другими группами; так они входят в состав гемоглобина, нуклеопротеидов и других сложных бѣлковых тѣл.

Для гистонов характерно, что они:

1. осаждаются из растворов аммиаком: осаждаются алкалоидными реактивами из нейтральных растворов, между тѣм как другіе бѣлки осаждаются этими реактивами только в кислой средѣ.

2. не свертываются в растворах, не содержащих нейтральных солей и

3. нейтральные растворы их дают осадки с яичным альбумином, казеином, сывороточным глобулином и нѣкоторыми другими бѣлками.

Они найдены были в лейкоцитах, как составная часть гемоглобина и наконец в мужских половых железах различных животных, преимущественно рыб, в периодѣ их созрѣванія. При созрѣваніи желез (т. е. при образованіи сперматозоидов) гистоны переходят в протамины. Таким образом гистоны генетически связаны с протаминами. Генетической связи отвѣчает и их химическое сходство.

? a
pask e
len sov
cint
remos
Dax ?

2. В протаминах основной характер выражен еще рѣзче: они осаждаются алкалоидными реактивами даже из щелочных растворов, дают с кислотами хорошо кристаллизующіяся соли и не свертываются. В сперматозоидах содержатся в видѣ солей нуклеиновых кислот. Они дают биуретовую реакцію, но не обнаруживают ни реакціи Adamkiewicz'a, ни Millon'a; характерным для них является отсутствіе сѣры. Продуктами их гидролитическаго расщепленія (при кипяченіи с кислотами) являются гексоновыя основанія — аргинин, гистидин и лизин. Наиболее изучены протамины рыбьих половых желез:

W

a) Salmin — лосося (Salmo salar).

b) Sturin — осерпа (Accipenser sturio).

c) Scombrin — макрели (Scomber scombrus).

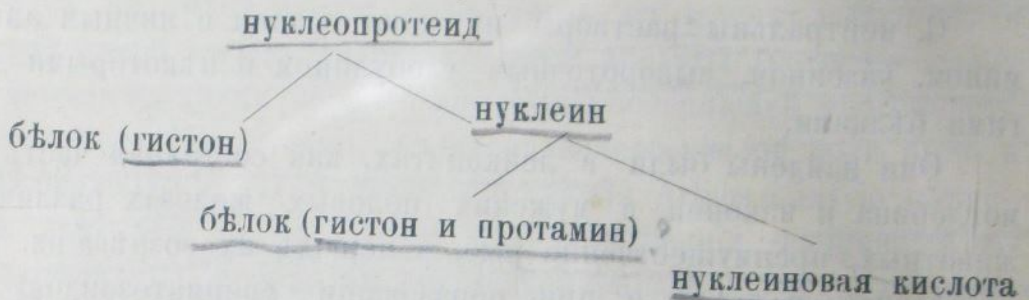
d) Clupein — сельди (Clupea harengus) и нѣкотор. другія.

VI. Протеиды. Бѣлки этого класса сложнѣе бѣлков genuинных. В их образованіи принимают участіе бѣлок + какаѣнибудь группа, по которой протеиды и получают свои названія. (цвѣтная группа — хромопротеиды, углеводная — гликопротеиды и

т. д.) Вообще протеиды дѣлятся на 3 группы: 1) нуклеопротеиды, 2) хромопротеиды и 3) гликопротеиды, каждую из которых мы рассмотрим отдѣльно.

1. Нуклеопротеиды. В состав их входят один или нѣсколько бѣлков и нуклеиновыя кислоты. При осторожном разложеніи нуклеопротеидов отщепляется часть бѣлка, обыкновенно гистон, и остается нуклеин. Нуклеин при дальнѣйшем разложеніи распадается на бѣлковую часть и нуклеиновую кислоту. Подобное разложеніе происходит при дѣйстви на нуклеопротеиды искусственным желудочным соком (пепсин + HCl).

Расщепленіе идет по слѣдующей схемѣ:



Что касается элементарнаго состава, то в нуклеопротеидах найдены Rh и Fe. Желѣзо находится в органически-связанном состояніи. Оно не открывается ни сѣрнистым аммоніем, ни реакціей на берлинскую лазурь, чѣм и доказывается, что оно находится не в том состояніи, как в солях.

Кромѣ желѣза в состав нуклеопротеидов входит фосфор (0,3—3%).

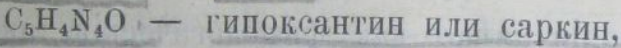
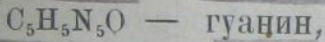
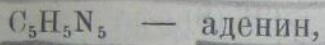
Нуклеопротеиды составляют важную составную часть клѣтки. Они образуют вещество ядра, почему и преобладают над другими бѣлками в органах, богатых клѣтками. Так, в лейкоцитах gl. thymus они составляют 77% сухого вещества их; а в сперматозоидах рыб—даже 96%.

Характерной составной частью нуклеопротеидов являются нуклеиновыя кислоты. Весь фосфор нуклеопротеидов содержится в этих кислотах (9%). Кромѣ фосфора онѣ содержат азот, в различных отношеніях к Rh. Обыкновенно N: Rh=3:1, Только в гуаниловой кислотѣ N: Rh=5:1.

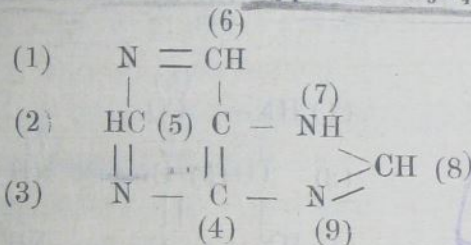
Нуклеиновыя кислоты растворимы в водѣ, нерастворимы в спиртѣ; растворяются в сокѣ поджелудочной железы; будучи введены в желудочно-кишечный канал онѣ всасываются и распадаются в тѣлѣ (весь их фосфор выдѣляется мочей). При ки-

паченіи с минеральными кислотами нуклеиновые кислоты дают слѣдующіе продукты:

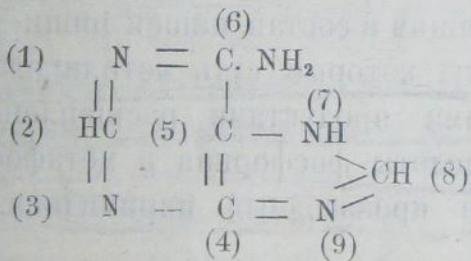
а) Так называемыя ксантиновыя основанія (или нуклеиновыя основанія, или аллоксуровыя основанія):



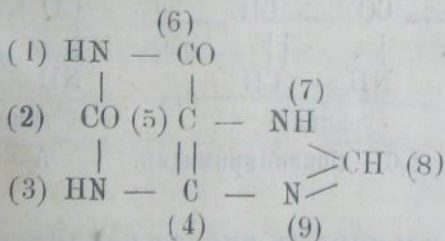
Всѣ эти вещества производятся от особаго основанія, полученнаго Fischer'ом и называемаго пурином $C_5H_4N_4$:



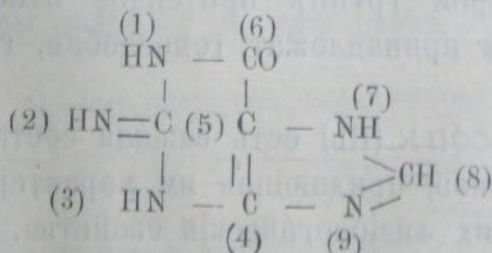
Аденин есть 6-аминопурин:



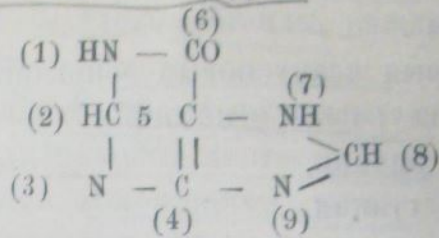
Ксантин есть 2,6-диоксипурин:



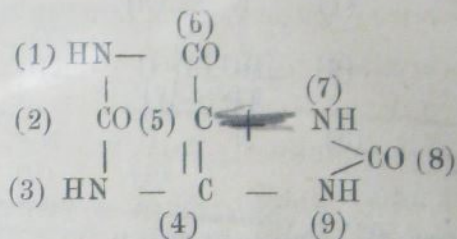
Гуанин есть 2-имино-6-оксипурин:



Гипоксантин есть 6-оксипурин :



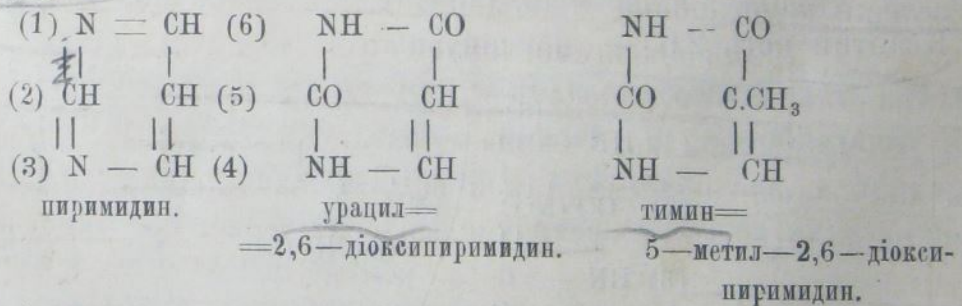
Всѣ эти основанія имѣют как физиологическія, так и химическія отношенія к мочевой кислотѣ; существуют основанія думать, что в организмѣ млекопитающих мочевая кислота образуется из нуклеиновых основаній. Мочевая кислота есть 2,6,8-триоксипурин :



Кромѣ того эти основанія имѣют отношеніе к нѣкоторым алкалоидам, входящим в состав нашей пищи — кофеину, теофиллину и теобромину, которые суть метилированные оксипурины.

b) Постоянными продуктами расщепленія нуклеиновых кислот являются кислоты фосфорная и метафосфорная.

c) Нѣкоторыя производныя пириимидина, на примѣр урацил и тимин :



d) В состав нуклеиновых кислот входят, наконец, углеводныя группы, относящіяся к классу пентоз и гексоз.

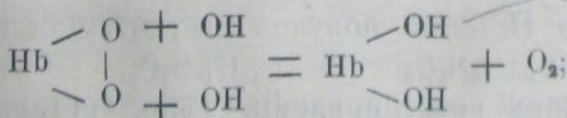
2. Ко второй группѣ протеидов относятся хромопротеиды. К ним принадлежат: гемоглобин, гемоцианин, хлорофил и другіе.

a) Гемоглобин (Нб) есть важная составная часть красных кровяных шариков, придающая им характерную окраску и обуславливающая их физиологическія свойства. В состав его входят O, N, C, S, и Fe. Количество сѣры в различных гемоглобинах не

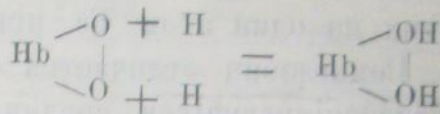
одинаково; так, на примѣр, анализом было найдено, что в одних гемоглобинах на один атом Fe приходится 2 атома S (гемоглобин лошади), а в других на один атом Fe приходится 3 атома S (гемоглобин собаки). Гемоглобин отличается способностью давать рыхлыя, легко диссоціирующіяся соединенія со многими газами; на этой способности гемоглобина и основана его физиологическая функція. В легких гемоглобин, при парціальном давленіи кислорода около 150 mm. ртутнаго столба, соединяется с кислородом, переходя в *оксигемоглобин*; в капиллярах оксигемоглобин отдаёт свой кислород тканям, гдѣ парціальное давленіе кислорода = 0 и опять превращается в гемоглобин, который в легочных капиллярах снова переходит в оксигемоглобин и т. д. Благодаря существованію опредѣленных соединеній гемоглобина с газами молекулярный вѣс его опредѣлен довольно точно. Гемоглобин сравнительно с другими бѣлками легко кристаллизуется, слѣдовательно может быть получен в химически чистом состояніи. При $t=0^{\circ}$ и давленіи в 1 метр ртутнаго столба 1 grm. кристаллическаго Hb связывает 1,338 куб. см. CO т. е. 2,2 mlgrm. CO; так как в этом соединеніи (как и в оксигемоглобинѣ) на одну молекулу Hb приходится одна молекула CO, то слѣдовательно молекулярные вѣса Hb и CO относятся как 1000:2,2 т. е. $x:28=1000:2,2$, откуда $x=\frac{28000}{2,2}=\text{около } 13000$.

Соединеніе гемоглобина с кислородом менѣе прочно, чѣм соединеніе с CO. Кромѣ оксигемоглобина существует другое соединеніе гемоглобина с кислородом — *метгемоглобин*, образующійся из оксигемоглобина под вліяніем различных веществ, обладающих как окислительными, так и возстановляющими свойствами: озон, іод, азотистыя и азотнокислыя соли, водород, пирогаллол, гидрохинон и т. д. Такое дѣйствіе на Hb различных агентов и переход оксигемоглобина в метгемоглобин можно объяснить слѣдующим образом: в оксигемоглобинѣ кислород принимается в

связи: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad | \\ \text{Hb} \\ \diagdown \quad | \\ \text{O} \end{array}$. При дѣйствіи на него окислителей образуется метгемоглобин, что сопровождается выдѣленіем свободнаго кислорода:



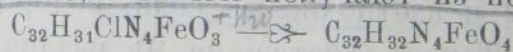
а под влиянием редуцирующих агентов метгемоглобин образуется по следующей схеме:



Количество кислорода в метгемоглобинѣ тоже, что и в оксигемоглобинѣ, но кислород метгемоглобина не выдѣляется при уменьшенном давлении, как из оксигемоглобина; а следовательно метгемоглобин не способен быть переносчиком кислорода, как оксигемоглобин. Метгемоглобин образуется и в организмѣ под влиянием нѣкоторых веществ, напримѣр амил-нитрита, антифебрина и других. Оксигемоглобин дает в желто-зеленой части спектра двѣ полосы поглощенія между линиями D и E; гемоглобин — одну полосу между D и E. Спектральные свойства гемоглобина находят примѣненіе в диагностикѣ и судебной медицинѣ, так как, пользуясь ими, возможно открывать минимальныя количества гемоглобина (на 1000 gr. воды — 0,1 gr. Нб).

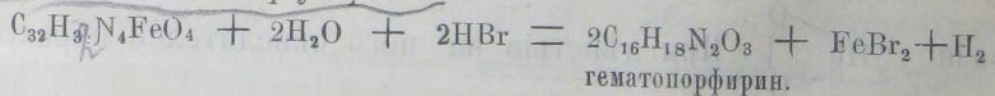
Кромѣ соединеній с O, Нб дает соединенія с газами CO, NO, болѣе прочныя, чѣм с кислородом.

При дѣйствіи на гемоглобин разведенных кислот он разлагается на а) бѣлковую часть, которая называется *глобином* (около 94%), б) желѣзо—содержащую часть — *гематин* (около 4,5%) и с) на небольшое количество каких-то малоизученных веществ. Солянокислый эфир гематина называется *гемином* (кристаллы Teichmann'a); он имѣет состав $C_{32}H_{31}ClN_4FeO_3$. Его легко получить в кристаллическом видѣ, если каплю крови (или сухую кровь) растворить при нагреваніи в ледяной уксусной кислотѣ в присутствіи соляной кислоты. Омыленіем гемина ѣдким натром и послѣдующим осажденіем HCl получают из него *гематин*:

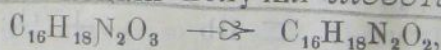


в видѣ аморфнаго синечернаго порошка.

Гематин под влияніем кислот переходит в несодержащій желѣзо *гематопорфирин*:



Гематопорфирин появляется иногда в мочѣ — напримѣр при отравленіи сульфоналом. При дѣйствіи на гематопорфирин возстановляющих агентов Ненцкій получил *мезопорфирин*:



а при дальнѣйшем возстановленіи тѣло состава $C_8H_{13}N$, которое

оказалось производным пиррола и было названо поэтому гемопирролом; вещество с такими-же свойствами было получено и из хлорофилла. Таким образом оказывается, что пигменты крови позвоночных и пигмент растений суть производные одного и того-же пиррольного ядра. Кстати отметим состав билирубина $C_{16}H_{18}N_2O_3$ и биливердина $C_{16}H_{18}N_2O_4$.

б) В крови раков имеется пигмент гемоцианин, по функции аналогичный с гемоглобином, но содержащий Cu вместо Fe; в присутствии кислорода этот пигмент синѣет, а в безкислородной среде обесцвѣчивается. Очевидно, что физиологическая функция красящего вещества крови обуславливается присутствием в его частицѣ металлическаго атома Fe или Cu.

3. Гликопротеиды образуют резко-обособленную группу бѣлковых веществ, характеризующуюся тѣм, что вещества этой группы при кипячении с кислотами отщепляют кромѣ бѣлковой части или продуктов ея разложения атомокомплексы углеводнаго характера; углеводною составною частью гликопротеидов является обыкновенно дисахарид или полисахарид, дающій при кипячении с кислотами гекеозамин $C_6H_{11}O_5NH_2$ (подобно тому, как крахмал или гликоген при кипячении с кислотами переходят в глюкозу). Представители этой группы обладают также слѣдующим общим признаком: даже в разведенных растворах они сообщают водѣ своеобразную вязкость, склонность вытягиваться в нити при переливании и клейкость — т. е. тѣ свойства, которыми отличается слизь (напр. в сленѣ). Гликопротеиды в химическом отношеніи суть ясно выраженные кислоты, нерастворимыя в водѣ, выпадающія поэтому из растворов при подкисленіи их, легко растворимыя в щелочах (ѣдких и углекислых) и амміакѣ; в жидкостях организма они находятся в видѣ растворимых солей. Они не свертываются при кипячении, чѣм отличаются от нативных бѣлков и нуклеоальбуминов, с которыми их сближают нѣкоторыя свойства: однако не содержат фосфора, чѣм отличаются, как от нуклеоальбуминов, так и от нуклеопротеидов.

Классе гликопротеидов может быть подраздѣлен на:

а) Муцины и псевдомуцины.

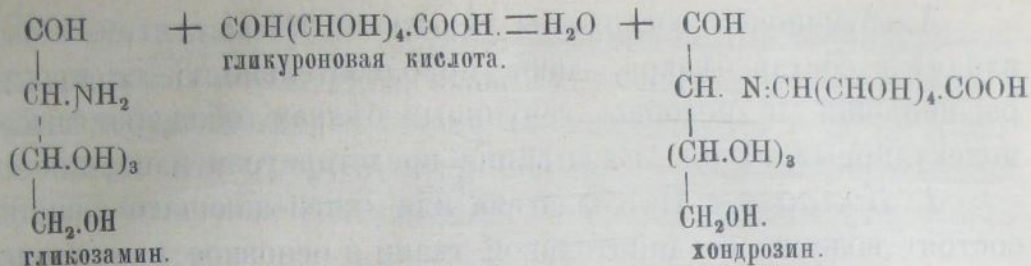
б) Мукоиды.

а) Муцины вырабатываются особаго рода клѣтками (бокаловидными) слизистых оболочек дыхательных и пищеварительных путей, желчных, мочевых и т. д. или-же составляют продукт

дѣятельности цѣлыхъ органовъ, напримѣр нѣкоторыхъ слюнныхъ железъ. У нѣкоторыхъ низшихъ животныхъ, напримѣр улитокъ, вся кожа покрыта слоемъ муцина. Анализъ муцина изъ *gl. submaxillaris* показалъ, что на 100 gr. муцина приходится 24 gr. гликоз-амина.

Что касается *псевдо-муцина*, то такъ было названо вещество яичниковыхъ кистъ. Онъ имѣетъ тотъ-же элементарный составъ, даетъ такіе-же вязкіе растворы, какъ и муцины, но не осаждаются изъ растворовъ кислотами; въ этомъ его отличіе отъ муцина. Гликозамина въ немъ около 30%.

б) *Мукоиды* по своему составу, реакціямъ и продуктамъ расщепленія сходны съ муцинами. Мукоиды находятся въ сухожиліяхъ, въ стекловидномъ тѣлѣ глаза, въ роговой оболочкѣ, склерѣ, въ водяночныхъ выпотахъ, въ кожѣ, хрящахъ и во многихъ другихъ мѣстахъ. Особеннаго вниманія заслуживаетъ мукоидъ, участвующій въ построеніи хрящевой ткани, такъ называемый, *хондромукоидъ*. Основное вещество хряща состоитъ изъ альбумоида, коллагена (о которыхъ рѣчь дальше) и изъ мукоида. При кипяченіи съ кислотами или щелочами этотъ мукоидъ даетъ кромѣ обыкновенныхъ продуктовъ разложенія (альбумозъ, пептоновъ и другихъ производныхъ бѣлковъ) своеобразный продуктъ—*хондроитиносърную кислоту*, коллоидное вещество, строеніе котораго пока неизвѣстно. Эта кислота встрѣчается также въ хрящевыхъ опухоляхъ (энхондромахъ), эластическихъ тканяхъ (*intima aortae*, *lig. nuchae*) и въ амилоидно-перерожденныхъ органахъ. Мѣдная соль ея имѣетъ составъ $C_{19}H_{27}CuNSO_{17} + H_2O$. Эта кислота растворима въ водѣ, не даетъ бѣлковыхъ реакцій и вращаетъ плоскость поляризаціи влѣво. При кипяченіи съ соляной кислотой отъ нея отщепляется H_2SO_4 и *хондроитинъ*— $C_{18}H_{27}NO_{14}$. Хондроитинъ, при кипяченіи съ HCl даетъ *хондрозинъ*— $C_{12}H_{21}NO_{11}$, который при кипяченіи со щелочью распадается на гликоз-аминъ и гликуроновую кислоту $SON(SNON)_4COOH$. *Гликуроновая кислота* есть продуктъ окисленія сахара и встрѣчается иногда въ мочѣ при введеніи въ организмъ нѣкоторыхъ веществъ, какъ фенола, крезола, антипирина, камфоры и т. п. Принимая во вниманіе строеніе гликозамина и гликуроновой кислоты, Schmiedebergъ даетъ формулу строенія хондрозина:



Амилоид. Этот патологический продукт встречается или в видѣ т. называемых согрома amylose (часто—в мозгу) или в видѣ различных отложеній в печени, селезенкѣ, почках и других органах при т. называемом амилоидном перерожденіи их. Амилоидное перерождение было открыто и описано Virchow'ым: органы увеличиваются в объемѣ, становятся грубыми, деревянистыми и пріобрѣтают своеобразный сальный вид. Амилоидному веществу свойственны слѣдующія цвѣтныя реакціи:

1. С раствором іода в іодистом кали оно окрашивается в краснобурый цвѣт (нормальная протоплазма—в свѣтложелтый); от сѣрной кислоты эта окраска переходит в фіолетовую, синюю или синезеленую.

2) Метил-віолет окрашивает амилоид в красный или красно-фіолетовый цвѣт (нормальную ткань—в синий или сине-фіолетовый). Амилоид совершенно нерастворим в холодной водѣ и солевых растворах, трудно растворим в кислотах, сравнительно легко—в щелочах и амміакѣ; в растворах дает реакціи: біуретовую, ксантопротеиновую, Millon'a и Adamkiewicz'a. При кипяченіи с сѣрной кислотой дает кромѣ обычных продуктов расщепленія—еще хондроитино-сѣрную кислоту. Повидимому это вещество и обусловливает в амилоидѣ его реакціи на метил-віолет.

VII. Альбуминоиды входят в состав тѣх тканей организма, которыя участвуют в построеніи скелета и покровов тѣла (кости, хрящи, раковины низших животных, чешуя рыб, кожа, эпидермоидальныя образованія—волосы, ногти, копыта, перья и т. д), которыя образуют связь между органами или мягкой скелет органов (сухожилія, связки, капсулы органов, соединительно-тканная оболочка, перекладины и прослойки в различных органах и т. п.). Будучи скелетными веществами по преимуществу, альбуминоиды характеризуются нерастворимостью в водѣ и солевых растворах; они растворяются только в крѣпких кислотах и щелочах, иногда—в водѣ при кипяченіи: но раствореніе их при этих условіях сопровождается их денатурированіем.

Альбуминоиды состоятъ из тѣх-же пяти элементов, которые входят в состав бѣлков, даютъ приблизительно тѣ-же продукты расщепленія и подобно гемуиннымъ бѣлкам, обладаютъ высокимъ молекулярнымъ вѣсомъ. Важнѣйшіе представители альбуминоидовъ:

1. *Коллаген*. Изъ коллагена или «клея-дающаго вещества» состоятъ волокна соединительной ткани и основное или промежуточное вещество костей и хрящей.

При кипяченіи съ водою коллагенъ переходитъ въ растворъ подъ названіемъ глютина или желатины; растворы глютина при охлажденіи застываютъ въ студень, который при нагрѣваніи снова разжижается.

При разложеніи глютина кипяченіемъ съ соляной кислотою были обнаружены: гликоколл, аланин, лейцин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты, аргинин, фенил-аланин и α -пирролидин — карбоновая кислота; преобладаетъ среди продуктовъ расщепленія гликоколл. Не найдено тирозина, индола и скатола ни при гидролизѣ, ни при гвѣненіи. Отсутствіемъ тирозина объясняется то обстоятельство, что реакція Millon'a съ глютиномъ получается очень слабая.

При дѣйствіи пепсина и трипсина глютинъ даетъ альбумозы и пептоны — такъ называемыя гелатозы и глютин-пептонъ.

Коллагенъ имѣется въ обыкновенной соединит. ткани, въ сухожиліяхъ, связкахъ (вмѣстѣ съ эластиномъ), въ основномъ веществѣ костей и хрящей; въ основномъ веществѣ костной ткани коллагенныя волокна импрегнированы солями (это главнымъ образомъ фосфорнокислыя соли кальція и магнія); въ основномъ веществѣ хрящей коллагенъ находится вмѣстѣ съ хондромукоидомъ; кромѣ того онъ находится въ рыбьей чешуѣ и въ основномъ веществѣ роговой оболочки глаза.

2. *Эластин* входитъ въ составъ эластической ткани, встрѣчающейся или въ видѣ болѣе или менѣе толстыхъ и крѣпкихъ тяжей (напримѣр. *ligamentum nuchae*) или въ видѣ пластинчатыхъ образований (фасціи, стѣнка аорты) или наконецъ въ видѣ отдѣльныхъ волоконъ, примѣшивающихся къ коллагеннымъ (сухожилія, обыкновенная соединительная ткань). Онъ растворимъ только въ крѣпкихъ кислотахъ и щелочахъ; кромѣ того — подъ вліяніемъ пепсина и трипсина. Среди продуктовъ гидролиза преобладаютъ гликоколл и лейцин; не найдено аспарагиновой и глютаминовой кислотъ, индола и скатола.

3. *Кератин*. Из него состоят ороговѣлые слои эпидермиса, волоса, ногти, копыта, рога, перья. Это — наименѣе растворимый из всѣх альбуминоидов; на холоду он растворяется в 20% ѣдком кали, причем денатурируется; ни пепсин, ни трипсин на него не дѣйствуют. От других альбуминоидов и бѣлков вообще отличается богатством сѣрою:

волосы человѣка	содержат сѣры	около	5%
перья птиц	»	»	3%
копыта лошадей	»	»	3%

Сообразно с этим при гидролизѣ кератина образуется относительно большое количество продуктов, содержащих сѣру: тиомолочная кислота, цистин, сѣрнистый этил, сѣроводород; кромѣ того относительно много получается тирозина.

Остальные скелетные альбуминоиды — 4. *фиброин* (основное вещество шелка), 5. *спонгин* (основное вещество губок), 6. *конхиолин* (органическая основа раковин моллюсков) и нѣкоторые другіе изучены очень мало.

VIII. *Альбуминоидами* называют группу бѣлковых веществ, сходную с альбуминоидною группою (именно с коллагеном); из веществ этой группы состоит хрусталик глаза, саркоlemma, основа ретикулярной соединительной ткани, *membranae propriae* желез и т. д.

Ферменты.

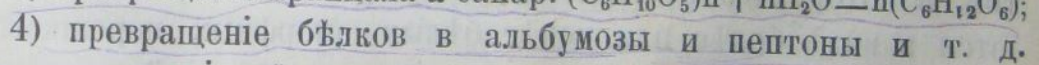
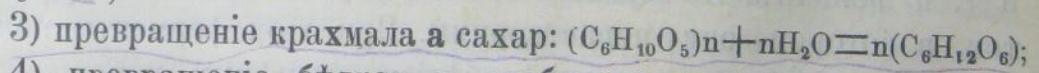
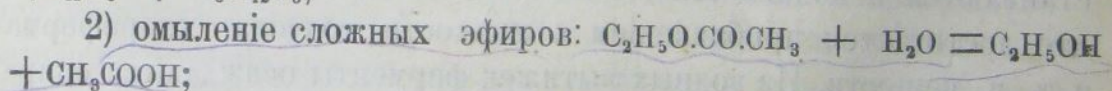
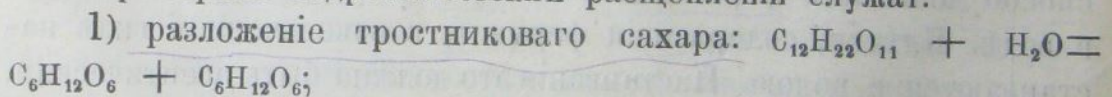
§ 1. Способы добыванія и свойства ферментов. Прежде чѣм приступить к изученію отдѣльных классов ферментов, нужно рассмотреть их общія свойства и способы добыванія 1) Общій способ добыванія ферментов основывается на растворимости их в водѣ. Клѣтки, содержащія фермент, в измельченном видѣ настаиваются с водою. Настаиваніе это должно быть асептическим, что достигается прибавленіем к жидкости толуола, хлороформа и т. п. веществ. Из водных вытяжек ферменты осаждаются спиртом, в котором они нерастворимы. При этом ферменты получают в видѣ болѣе или менѣе бѣлых аморфных порошков, которые очищаются кромѣ того діализом от солей и от других диффундирующих через перепонки веществ. Другой способ получения ферментов основывается на их способности приставать к твердым частицам, взвѣшенным в жидкостях. Напримѣр, к

водному раствору фермента прибавляют фосфорной кислоты и затем осаждают ее углекислым кальцием; вместе с осадком фосфорнокислого кальция увлекаются и частицы фермента. 2) Что касается свойств ферментов как химических реактивов, то а) прежде всего нужно указать на их резко выраженную элективную способность; одни ферменты действуют на жиры, другие на белки, третьи на углеводы и т. д. б) Далее, дейтельность ферментов находится в зависимости от температуры. Для каждого фермента существует своя оптимальная температура действия, которая, напр., для ферментов теплокровных лежит в пределах 35° — 40° . При более низких температурах действие этих ферментов замедляется, а около 0° даже совершенно прекращается. Ферменты разрушаются уже при 60° , другие выдерживают температуру до 70° и несколько выше; в сухом виде ферменты более устойчивы и сохраняют свои свойства даже после нагревания до 120° . в) Многие ферменты обладают способностью превращать количество субстрата, значительно превышающее вес фермента (в десятки тысяч раз). г) Однако, ферментные превращения имеют предел, обусловливаемый накоплением продуктов превращения, задерживающих реакцию. При этом сам фермент не погибает. е) Различные ферменты действуют только при определенной реакции среды, например пепсин только в кислой среде, трипсин — в щелочной и нейтральной и т. д.

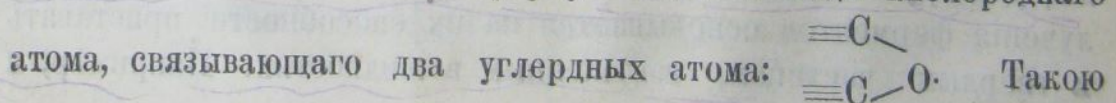
§ 2. Классификация ферментов. Перейдем теперь к описанию отдельных классов ферментов.

I. Первый класс составляют ферменты гидролитические, в присутствии которых различные вещества расщепляются при восприятии элементов воды.

Примерами гидролитических расщеплений служат:



Тела, подлежащая ферментному гидролитическому расщеплению обыкновенно заключают эфирную связь в виде кислородного



связью несомнѣнно обладаютъ всё эфиры и сложные углеводы (сахарозы, полисахариды), а вѣроятно также и бѣлки. Каждый гидролитическій ферментъ способенъ расщеплять изъ цѣлаго класса соединений только опредѣленные вещества, иногда только одно. Другими словами — ферменты обладаютъ ограниченной сферой дѣйствія и этимъ отличаются отъ обыкновенныхъ химическихъ реагентовъ, вызывающихъ гидролитическое расщепленіе (кипяченіе с разведенными кислотами или щелочами, дѣйствіе водяного пара подъ высокимъ давленіемъ и т. д.) Гидролитическіе ферменты дѣлятся на слѣдующія группы:

1) Ферменты, дѣйствующіе на углеводы и ихъ производныя.

- a. ферменты разлагающіе сахарозы,
- b. » » глюкозиды,
- c. » » крахмалистыя вещества,
- d. » » клѣтчатку.

2. Ферменты, дѣйствующіе на жиры.

3. Ферменты, дѣйствующіе на бѣлки:

- a. ферменты, свертываніе бѣлки—альбуминирующіе,
- b. ферменты, растворяющіе бѣлки—протеолитическіе.

II. Второй классъ составляютъ ферменты, дѣйствующіе безъ участія воды.

§ 3. Гидролитическіе ферменты.

A. Ферменты, дѣйствующіе на углеводы и ихъ производныя.

1. Разсмотримъ ферменты, разлагающіе сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Сахарозы способны бродить лишь послѣ превращенія ихъ в сахаръ съ шестью углями; на примѣр а) тростниковый сахаръ превращается в фруктовый и плодовой: — $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$.
тростник. сах. плодовой сахар.

Это достигается воспріятіемъ частицы воды подъ вліяніемъ *инвертина*, фермента, выделяемаго дрожжевыми клѣтками. Названіе инвертинъ происходитъ отъ измѣненія отношенія раствора полученныхъ продуктовъ къ поляризованному лучу.

b) Мальтоза при броженіи распадается на двѣ частицы винограднаго сахара, что достигается дѣйствіемъ *мальтазы*, фермента тоже выделяемаго дрожжевыми клѣтками.

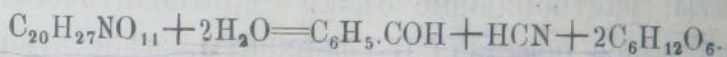
c) Молочный сахаръ распадается на виноградный сахаръ и галактозу подъ вліяніемъ фермента *лактазы*, который не содержится въ обыкновенныхъ дрожжахъ, но въ дрожжахъ молочнаго броженія.

Всѣ три фермента содержатся в кефирных зернах, но кромѣ того они встрѣчаются в цвѣтах, сѣменах и листьях вышних растений. В человеческом организмѣ инвертирующие ферменты находятся в желудочном и поджелудочном соках, а также в соках тонких кишек, гдѣ обнаруживаются еще до рожденія.

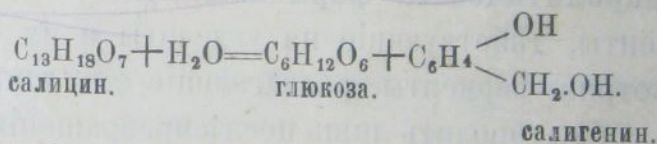
2. Перейдем к ферментам, разлагающим *глюкозиды*. Глюкозиды обыкновенно состоят из углеводных и ароматических комплексов и при расщепленіи дают одну или нѣсколько молекул сахара. Они часто скопляются в различных органах растений, служа для них питательным запасом. Для расщепленія их сами растения вырабатывают особые ферменты, напримѣр *эмульсин* и *мирозин*.

а) *Эмульсин* встрѣчается в сѣменах, листьях и плодах различных представителей *amygdalaceae*, гдѣ он дѣйствует на глюкозид амигдалин.

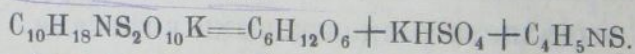
Амигдалин под вліяніем эмульсина воспринимает двѣ частицы воды и дает бензойный альдегид, синильную кислоту и сахар. Это превращеніе идет весьма гладко и часто служит для приготовления синильной кислоты:



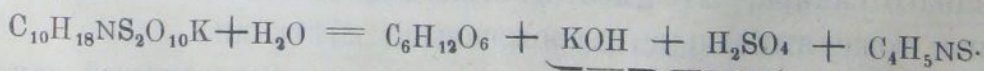
Салицин встрѣчается в органах ивы и под вліяніем эмульсина разлагается на сахар и салигенин:



б) Слѣдующій фермент—*мирозин* встрѣчается преимущественно в горчичных сѣменах, гдѣ разлагает находящуюся там калиевую соль мироновой кислоты на сахар, кислый сѣрнокислый калий и горчичное масло:



Этот фермент как будто дѣйствует без присоединенія воды, в чем находили коренное отличіе от других подобных ферментов. Но вышеприведенную формулу можно написать в слѣдующем видѣ:

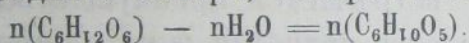


Получающіеся KOH и H₂SO₄ сейчас же соединяются при выдѣленіи воды: KOH + H₂SO₄ = KHSO₄ + H₂O. В схематической формулѣ отброшены частицы H₂O в обѣих частях.

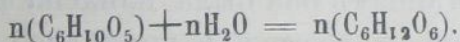
3. Третью группу составляют амилолитическіе ферменты, разлагающіе различные виды крахмала. Расщепленіе крахмала состоит в превращеніи его в сахар, что достигается дѣйствіем діастаза. Этим ферментом пользуются в практикѣ при приготовленіи спиртных напитков. На заводах пользуются солодом, получающимся от настаиванія сѣмян ячменя в водѣ. В этих сѣменах при прорастаніи вырабатывается діастаз.

Діастаз находится во многих органах высших растений, в плѣснях и других микроорганизмах, а также и в человеческом организмѣ, гдѣ нормально встрѣчается в слюнкѣ, сокѣ поджелудочной железы, в крови и в печени. В печени он дѣйствует на гликоген. Кроме того он встрѣчается в цѣлом рядѣ воспалительных эксудатов.

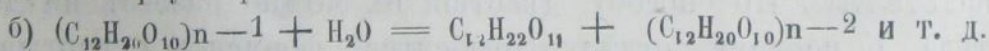
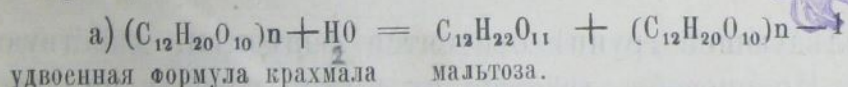
Относительно химизма превращенія крахмала в сахар извѣстно лишь то, что діастаз и сходная с ним амилаза не доводят расщепленія до винограднаго сахара, но останавливаются на сахарѣ с 12 углями. Так как строеніе крахмала неизвѣстно, то его формулу представляют состоящей из n конденсированных частиц винограднаго сахара, потерявших n частиц воды:



Обратно, присоединяя к крахмалу воду, можно получить виноградный сахар:



Діастаз, как было сказано, доводит крахмал до мальтозы по слѣдующей схемѣ:

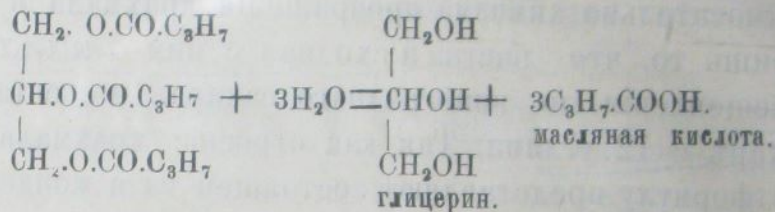


Это расщепленіе можно представить себѣ так, что от громадной частицы крахмала отскакивают одна или нѣсколько частиц мальтозы, при чем получают промежуточные продукты, от которых в свою очередь отскакивают частицы мальтозы. Этими промежуточными продуктами являются декстрины трех родов: во первых амилодекстрины, затѣм эритродекстрины, и наконец ахроодекстрины, которые непосредственно превращаются в мальтозу. Амилодекстрины от крахмала отличаются только растворимостью в водѣ, эритродекстрины кроме того от J окрашиваются в красный цвѣтъ, ахроодекстрины от J совершенно не окрашиваются.



4. Близко к амилолитическим ферментам примыкает фермент, растворяющий *кльтчатку*. Дѣло в том, что для освобожденія крахмала росток сперва должен растворить целлюлозную оболочку кльток, его содержащих; для этого росток выдѣляет фермент *цитазу*. Из того, что цитазу удалось получить отдѣльно от амилолитических ферментов, слѣдует, что это двѣ различныя группы ферментов.

В. Переходим к слѣдующей группѣ гидролитических ферментов, разлагающих *жиры*, к так называемым *липазам* или *стеатолитическим* ферментам. Расщепленіе жиров, происходящее при воспріятіи воды, называется омыленіем и идет слѣдующим образом: для примѣра возьмем триглицерид масляной кислоты:



Липаза в растеніях встрѣчается преимущественно там, гдѣ в качествѣ запаснаго вещества является жир, напримѣр, во всѣх маслянистых сѣменах (конопля, мак, подсолнечник, *ricinus communis*). В животном организмѣ она была найдена еще Cl. Bernard'ом в сокѣ поджелудочной железы, а в послѣднее время также и в крови, при чем дѣйствіе ея протекает только при щелочной реакціи.

С. К слѣдующей группѣ относятся ферменты, дѣйствующіе на *бѣлки*. По способу дѣйствія их можно разбить на два отдѣла. К первому отдѣлу относятся ферменты, свертывающіе бѣлки—*альбуминирующіе*, а ко второму—ферменты, растворяющіе бѣлки—*протеолитическіе*.

1. а) Из бѣлковых веществ подлежит ферментному свертыванію казеин—*нуклеоальбумин* молока. В желудкѣ он свертывается в творог (сыр). Этот процесс собственно состоит из двух фаз: первая фаза, чисто ферментная, состоит в том, что нерастворимый в водѣ казеин, под вліяніем *сычужнаго фермента* (лабфермент, *химозин*) расщепляется на альбумозу и параказеин. Вторая фаза, чисто химическая, состоит в осажде-ніи параказеина в видѣ нерастворимой кальціевой соли (сыр). Доказывается это тѣм, что при удаленіи из молока солей кальція

какою-нибудь растворимую щавелево-кислую солью, молоко не створаживается, несмотря на присутствие химозина, хотя получают альбумоза и параказеин. В животном организмѣ химозин встрѣчается в желудочном сокѣ, в кишечном сокѣ и в поджелудочной железѣ. Кроме того он был найден в соках многих растений, гдѣ роль его однако непонятна.

б) Другим бѣлковым веществом, обнаруживающим свертываемость под влияніем фермента, является фибриноген кровяной плазмы, переходящій в фибрин под влияніем особаго фермента тромбина (фибрин—фермента). Фермент этот выдѣляется лейкоцитами крови не в готовом дѣятельном видѣ, а в видѣ недѣятельнаго зимогена, называемаго протромбином. Превращеніе протромбина в тромбин происходит в присутствіи солей извести. *тромбокиназа* Если из крови удалить растворимыя соли извести, то такая кровь не свертывается; слѣдовательно в данном случаѣ участіе солей извести в процессѣ свертыванія иное, чѣм при свертываніи молока. (Hammarsten).

в) Предполагается, что и нѣкоторыя другія бѣлковыя вещества организма подвергаются ферментному свертыванію, на примѣр свертываніе мышечных бѣлков при околоченіи мышц приписывают участію миозин-фермента. Относительно его однако ничего опредѣленнаго неизвѣстно.

2. Ко второму отдѣлу ферментов, растворяющих бѣлковыя вещества, относятся протеолитическіе ферменты пепсин, трипсин, папаин, лизины и другіе.

а) Пепсин, открытый Schwann'ом, находится в желудочном сокѣ почти всѣх позвоночных, гдѣ он дѣйствует только в присутствіи кислоты. Желудочный сок чловѣка содержит до 0,2% HCl. Пепсин обнаруживает свою дѣятельность по отношенію ко всѣм генуинным бѣлкам, за исключеніем муцина и кератина. При этом из бѣлков образуются сперва первичныя альбумозы, затѣм вторичныя и наконец пептоны. Разница между ними состоит в том, что альбумозы обладают еще способностью высаливаться, т. е. выпадать из растворов при насыщеніи их нейтральными солями, $[(\text{HN})_2\text{SO}_4]$, пептоны же при этом не высаливаются. Разница между первичными и вторичными альбумозами по Kühne заключается в том, что вторичныя альбумозы по сравненію с первичными болѣе растворимы и труднѣе высаливаются и осаждаются реактивами. При желудочном пищева-

рени расщепленіе не идет дальше пептонов, хотя вообще пепсин способен переводить их в кристаллическія производныя. Физиологическое значеніе пепсина заключается в том, что он подготавливает бѣлковыя питательныя вещества для воспринятія в кровь, что достигается уменьшеніем их молекулярнаго вѣса. (Мол. вѣс бѣлков—12.000—16.000, альбумоз—1.000—1.200, а пептонов—200—400.). Этим достигается большая растворимость и большая склонность их к диффузии.

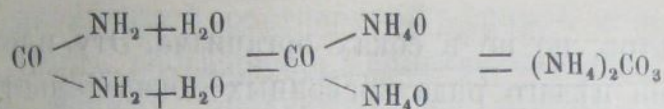
б) Трипсин содержится в поджелудочной железѣ. Он дѣйствует на бѣлки преимущественно в щелочной средѣ, но также в нейтральной и кислой средах, при чем из бѣлков получают альбумозы, из них пептоны, а из них кристаллическіе продукты из класса амино-кислот (гексоновыя основанія (лизин, аргинин, гистидин), лейцин, глютаминовая кислота, тирозин и т. д.).

в) Подобные протеолитическіе ферменты встрѣчаются также в растительном царствѣ, на примѣр у насъкомоядных растений из которых наиболее извѣстными являются Drosera rotundifolia, Dionaea muscipula и Nepenthes. В них фермент содержится в листьях и выделяется лишь послѣ специальных раздраженій азотистыми соединениями. Такие же ферменты были найдены в других растеніях — в дыньѣ (cucumis utilissima), в сокѣ ананаса, в проростающих съменах злаков и в млечном сокѣ растенія — carica papaja. Найденный в послѣднем растеніи фермент Fürtz'ем был назван папайном или папайотином.

Трипсинообразные ферменты выделяются также и низшими организмами (плѣсенями и бактеріями). Всѣ процессы гніенія, на примѣр, являются слѣдствіем дѣйствія энзим. выделяемых гнилостными микробами.

д) Лизины. Если какое-нибудь животное переносит инфекціонную болѣзнь, то сыворотка его крови обладает способностью растворять микробы перенесенной болѣзни. То, что появляется в сывороткѣ есть ничто иное, как протеолитическій фермент с определенной сферой дѣйствія. Вѣроятно, эти ферменты производятся лейкоцитами.

е) Остается сказать еще об одном ферментѣ, обуславливающем амміачное или щелочное броженіе мочи, имѣющее мѣсто иногда внутри организма при болѣзнях мочевого пузыря. Причиной этого является микроб — micrococcus ureae, который, дѣйствуя на мочевины, превращает ее в углекислый аммоній:



Для этого превращенія микроб вырабатывает особый фермент.

§ 4. Ферменты не гидролитическіе.

Из ферментов, дѣйствующих без участія воды, мы рассмотрим:

1. зимазу.
2. оксидазы:
 - a) лактазу,
 - b) тирозилазу.

1. Зимаза-фермент, вызывающій спиртовое броженіе нѣкоторых гексоз. Как мы уже упоминали, броженіе тростниковаго сахара протекает в двух фазах:

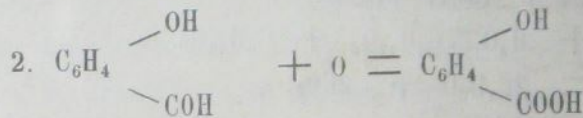
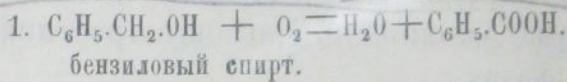
1. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6.$
2. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2\text{CO}_2.$

Первая фаза протекает под влияніем гидролитическаго фермента — инвертина. Что касается второй фазы, то до 1897 года учили, что она протекает под влияніем живой протоплазмы, хотя существовали предположенія Traube, Berthelot и Cl. Bernard'a что в этой реакціи принимает участіе особый фермент. На опытѣ это предположеніе было доказано в 1897 г. Buchner'ом, который подвергал дрожжевыя клѣтки, растертыя с песком, давленію до 500 атм. и получал прозрачный сок, который обладал способностью разлагать сахар на спирт и угольную кислоту. Полученный сок он осаждал спиртом и получал порошкообразный фермент, названный им зимазой.

Зимаза вещество нестойкое. Она погибает при температурѣ $= 30-35^\circ$, при чем свертывается. В присутствіи даже минимальных количеств синильной кислоты зимаза теряет свои свойства, но она не окончательно погибает, а только парализуется, так как при удаленіи синильной кислоты становится вновь дѣятельной.

2. Оксидазы или окислительные ферменты. Извѣстно, что и в животных, и в растительных организмах идут чрезвычайно энергичныя реакціи окисленія таких веществ, которыя внѣ организма совершенно инертны по отношенію к кислороду. По Pflüger у эти окислительные процессы протекают исключительно

внутри клѣток, но не в соках организма. Эту идею он высказал на основаніи цѣлаго ряда косвенныхъ доказательствъ. Прямое доказательство этому дал Schmiedeberg, который в своихъ опытахъ пользовался методом искусственнаго кровообращенія. Метод этотъ состоитъ в томъ, что берутъ переживающій органъ, (легкое, печень, почку) вырѣзанный изъ тѣла, и пропускаютъ черезъ него токъ крови вмѣстѣ с изслѣдуемымъ веществомъ, сохраняя по возможности всѣ условія, в которыхъ взятый органъ находился в организмѣ. В своихъ опытахъ Schmiedeberg изучалъ условія окисленія бензиловаго спирта, салициловаго альдегида и нѣкоторыхъ другихъ веществъ. Эти вещества не окисляются кровью, но стоитъ пропустить смѣсь черезъ какой нибудь органъ, какъ окисленіе наступаетъ очень быстро



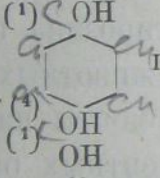
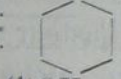
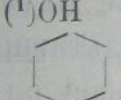
Салицилов. альдегидъ.

Итакъ кровь сама по себѣ окислительныхъ свойствъ не имѣетъ, но пріобрѣтаетъ ихъ только при соприкосновеніи съ клѣтками. Другой изслѣдователь, Jaquet наполнялъ кровеносные сосуды вырѣзаннаго легкаго быка смѣсью крови съ вышеприведенными веществами или воднымъ растворомъ ихъ, и производилъ искусственное дыханіе.

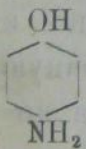
Кислородъ крови или кислородъ воздуха становится способнымъ при этихъ условіяхъ окислять названныя вещества. При дальнѣйшемъ анализѣ этихъ фактовъ оказалось, что легкія, испытавшія дѣйствіе различныхъ протоплазматическихъ ядовъ (спиртъ, фенолъ и т. д.), замораживанія и оттаиванія все таки сохранили свои окислительныя свойства. Изъ этого можно вывести заключеніе, что агентомъ окисленія являются не живыя клѣтки, а какія то вещества, заключающіяся в клѣткахъ и напоминающія ферменты. На это сходство указываетъ еще и то, что при высокой температурѣ окислительныя свойства теряются навсегда, и что изъ водныхъ вытяжекъ органовъ активныя вещества осаждаются спиртомъ.

Аналогичныя наблюденія извѣстны и в ботанической области. Существуютъ растенія (rhus vernicifera, rhus succedanea etc.), млечный сокъ которыхъ, втертый в дерево, даетъ черный лакъ. В 1883 г. японскій химикъ Jorschida показалъ, что образованіе лака есть результатъ окислительнаго процесса, происходящаго в млечномъ сокѣ;

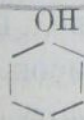
он состоит из двух частей, растворимой в спиртѣ и не растворимой в спиртѣ. Часть, растворимая в спирту, способна окисляться (с образованіем черныхъ продуктов), но только в присутствіи другой части, в спирту не растворимой, которая является передатчикомъ кислорода. Эта часть относится вполнѣ какъ ферментъ, растворима в водѣ и не выноситъ высокой температуры. Французскій химик Bertrand, изслѣдуя сокъ растенія *ghus succedanea*, назвалъ часть, растворимую в спирту, а) лакколем, а нерастворимую лакказой. Лакколь относится къ многоатомнымъ феноламъ. Изслѣдуя дѣйствіе лакказы на подобныя тѣла, Bertrand нашелъ, что она способна окислять лишь отдѣльныя двузамѣщенные бензола группами OH или NH₂. Чтобы слѣдить за энергіей превращенія, онъ измѣрялъ количество кислорода, поглощаемаго веществомъ в присутствіи извѣстнаго количества лакказы. В своихъ опытахъ Bertrand нашелъ слѣдующее:

- 1) Гидрохинон
пара-диокси бензол.  по истеч. 4 час. поглот. 32 куб.с. кислорода
- 2) пирокатехин
орто-диокси бензол.  OH(2) по ист. 4 час. погл. 17, 4 куб.с. кислорода
- 3) резорцин
мета диокси бензол.  OH (3) по истеч. 15 час. погл. 0,6 куб. с. кислорода

По отношенію къ амидосоединеніямъ мы видим ту же особенность; в то время какъ хорошо окисляются пара-амидофенол

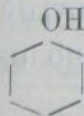


и орто-амидофенол



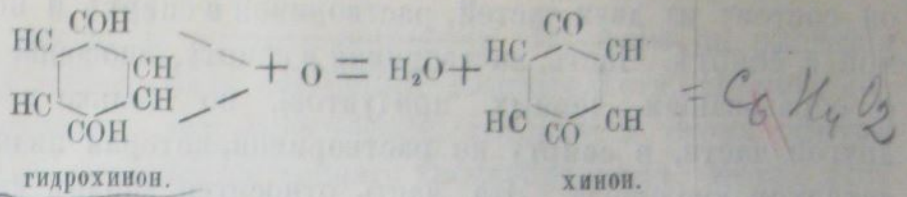
NH₂, совершенно не окисляется

мета-амидофенол



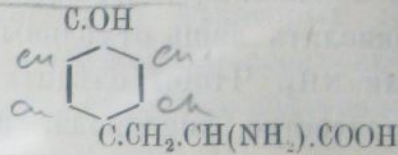
NH₂. Кромѣ того лакказа

неспособна окислять сахара, жира и бѣлковъ. Изъ этого ясно, что лакказа есть ферментъ специфическій и что малѣйшая разница в строеніи тѣлъ вліяетъ на окисляемость ихъ под вліяніемъ лакказы. Что касается до процессовъ окисленія вышеописанныхъ соединеній, то они протекаютъ по слѣдующей схемѣ: возьмемъ гидрохинонъ:



Слѣдуетъ добавить, что лакказа находится не только в экзотических растеніях, но и в других, напримѣр картофели, свеклѣ и в плодах.

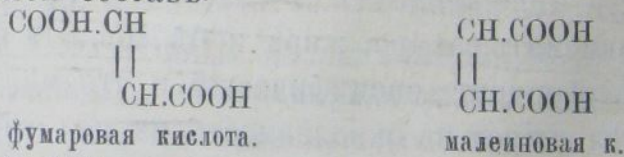
б). Остается нам размотрѣть еще одну оксидазу, тирози-назу, фермент, окисляющій тирозин,



параоксифенил — α — аминокпропіоновая кислота:

Многія растенія на разрѣзѣ, а также и их соки на воздухѣ, темнѣют, что объясняется окисленіем тирозина при дѣйствіи тирозиназы. Этот фермент был найден в животных организмах и очень может быть, что аналогичные ферменты находятся и в человѣческом организмѣ, напримѣр, в пигментных опухолях.

§ 5. **Механизм дѣйствія ферментов.** Pasteur показал, что многіе низшіе организмы питаются веществами, имѣющими определенное стереохимическое строеніе. Так, культивируя на смѣси амміачных солей винных кислот правой и лѣвой плѣсневой грибок (*Penicillium glaucum*), он нашел, что через нѣсколько времени в растворѣ остается только лѣвая винная кислота, а правая утилизируется грибкомъ. Тоже наблюдалось и над молочной и глицериновой кислотами. Грибок предпочитал лѣвую молочную и правую глицериновую кислоту. Фумаровая и малеиновая кислоты отличаются одна от другой, как это видно из их формул строенія, относительным расположеніем групп СООН при одинаковом элементарном составѣ:

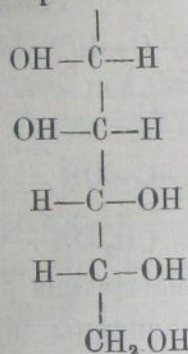


а между тѣм *Penicillium glaucum* живет только на фумаровой кислотѣ.

Подобное же отношеніе низших организмов к сахарам наблюдал и Fischer. Он нашел, что бродят с дрожжами (различныя виды *Saccharomyces*) только триозы, гексозы и монозы т. е.

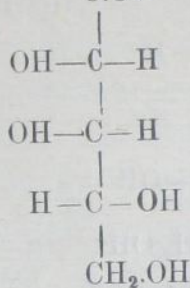
сахары с числом углеродных атомов = 3 или кратному трех. Отличие гексоз от пентоз, например, заключается в отсутствию у пентоз одной группы Н—С—ОН.

Например: С.ОН



гексоза бродит.
(виноградный сахар).

С.ОН



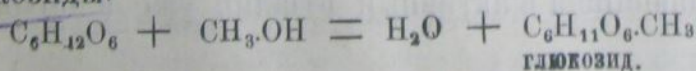
пентоза не бродит.
(кейлоза)

При этом из одиннадцати известных в настоящее время представителей гексоз бродят только четыре—глюкоза, манноза, фруктоза и галактоза.

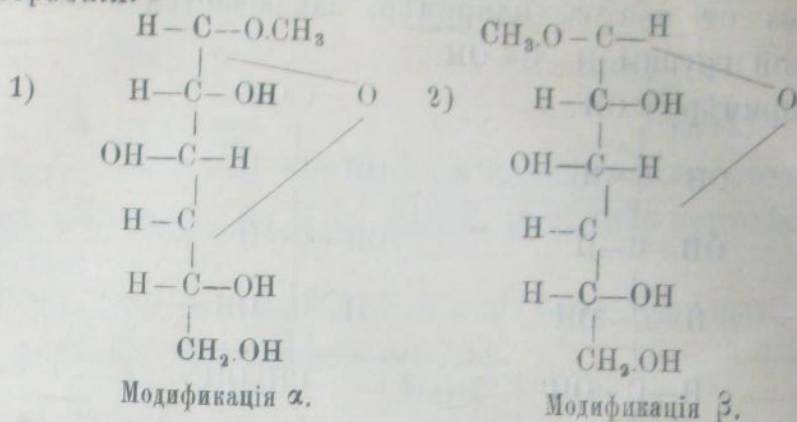
Итак низшие организмы могут пользоваться веществами только с определенным строением. Подобная зависимость между протоплазмой и посторонним веществом наблюдается и у высших организмов. Так например, организм при нормальных условиях утилизирует как виноградный сахар, так и плодовой; между тем при некоторых формах диабета организм, сохраняя способность утилизировать фруктозу, теряет эту способность по отношению к глюкозе. Различное отношение оптических изомеров наблюдается даже в сферах органов чувств; например правый изомер аспарагина ($\text{COOH.CHNH}_2.\text{CH}_2\text{CONH}_2$) обладает сладким вкусом, тогда как левый безвкусен.

Из сказанного видно, что протоплазма различных организмов реагирует только на вещества с определенным строением, т. е. с определенным расположением атомов в пространстве.

Подобное отношение существует и между ферментами и веществами, на которые они могут действовать. Даже в пределах одного и того же класса соединений, ферменты обнаруживают весьма специальную деятельность—только по отношению к определенным веществам, имеющим определенное строение. Например, из спирта и глюкозы в присутствии крепкой HCl образуются глюкозиды:



Из глюкозы получены два изомера со слѣдующими формулами строения:



Fischer, испытывая над ними различныя энзимы, нашел, что первый из них разлагается эмульсином и остается неизмѣненным при дѣйствіи на него фермента, содержащагося в дрожжевых клѣтках и относящагося к группѣ инвертирующих энзим; тогда как второй относится как раз на оборот.

Пищевареніе.

§ 1. Пищеварительные соки. В человѣческом организмѣ пищевыя вещества подвергаются дѣйствію соков, вырабатываемых железами, находящимися в стѣнках пищеварительнаго тракта.

I. Первым из этих соков на пищу дѣйствует слюна, вырабатываемая многочисленными микроскопическими железами, лежащими в полости рта и тремя парами больших желез (gl. parotis, submaxillaris и sublingualis). По характеру выделяемаго ими секрета, железы эти дѣлятся на бѣлковые (gl. parotis) и слизистыя (gl. sublingualis и gl. submaxillaris). Слюна представляет собою жидкость безцвѣтную, без запаха и вкуса, тягучую, очень водянистую и со слабой щелочной реакціей. Она состоит из воды и плотнаго остатка, в состав котораго входят: бѣлок в небольшом количествѣ, муцин, фосфорнокислыя соли Na и K, Ca Co₃, KCNS и два фермента 1) мальтаза и 2) птіалин. В слюнѣ находится еще и CO₂, так как CaCO₃ растворимый в водѣ только в присутствіи CO₂, в слюнѣ находится в растворенном состояніи; послѣ выдѣленія CO₂, Ca Co₃ осаждается на зубах в видѣ зубнаго камня.

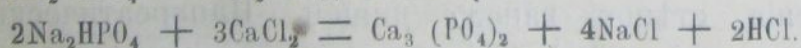
Птіалин является ферментом, обладающим способностью переводить крахмал в сахар. В железѣ однако вырабатывается его зимоген, превращающійся в активный птіалин уже в полости рта.

Важно!

Относительно количества слюны найдено было, что ее в сутки выделяется $\Gamma=1,5$ литра.

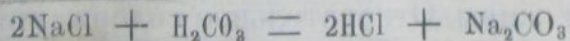
II. Следующим соком, действующим на пищу, является желудочный сок. Сок этот представляет собою бесцветную, прозрачную жидкость, выделяемую железами желудка, с резко выраженной кислой реакцией. В его состав входят: вода, некоторыя соли, HCl в свободном состоянии и три фермента: 1. пепсин, протеолитически действующий на белки, 2. сычужный фермент, свертывающий молоко и 3. инвертирующий фермент, превращающий тростниковый сахар в виноградный и плодовой. Получается чистый желудочный сок из фистул по способу Павлова. Желудочный сок есть единственный пищеварительный сок, имьющий кислую реакцию, на что обратил внимание Prout, который высказал предположение, что кислотность желудочного сока обуславливается присутствием свободной соляной кислоты.

Доказал это в 50 годах прошлого столетия C. Schmidt который произвел анализ желудочного сока и нашел, что количество оснований желудочного сока недостаточно для связывания всего хлора. Количество свободной соляной кислоты у человека в среднем составляет около 0,2%, у собак же 0,5%. Образуется эта соляная кислота из хлористых солей пищи. При так называемом хлорном голоде, когда в пище отсутствуют хлористые соединения, в желудке через некоторое время образование HCl прекращается. Стоит к пище прибавить NaCl, то HCl вновь появляется. Из NaBr, NaI и NaNO₃ животное образует соответствующие кислоты. Как это происходит, для нас является совершенно неясным. а) Теоретически допускается, что из двух солей, из которых одна имеет щелочную, а другая нейтральную реакцию можно получить свободную соляную кислоту, при условии ее удаления из сферы взаимодействия. Опыт был произведен над Na₂HPO₄ и CaCl₂ в диализаторе:



б) Другие физиологи приписывают ее появление электролизу.

в) Наконец образование HCl объясняется также и массовым влиянием H₂CO₃ на NaCl.



Обратимся к ферментам желудочного сока:

а. Пепсин есть продукт деятельности желудочных желез, в клетках которых он встречается в виде зимогена — пепсиногена.

Различіе между пепсином и его проферментом заключается в том, что пепсин разрушается от присутствія малѣйших количеств щелочи, тогда как пепсиноген далеко не так чувствителен. Количество пепсиногена подвергается рѣзким колебаніям; у голодающаго субъекта его много, а во время пищеваренія количество его сильно уменьшается. Пепсин дѣйствует только в кислой средѣ, при чем превращает нативные бѣлки в пептоны.

в. Вторым ферментом желудочнаго сока является *лабфермент* или *сычужный* фермент, обладающій способностью свертывать казеин молока. В желудкѣ он встрѣчается вмѣстѣ с пепсином, от котораго отдѣляется по способу Hammarsten'a, основанном на особенной склонности пепсина увлекаться из раствора различными нерастворимыми веществами. Лучше всего взбалтывать желудочный сок с углекислым магнеіем; в фильтратѣ получается чистый лабфермент. Для осажденія лабфермента фильтрат подкисляют слабой уксусной кислотой и прибавляют к нему мыла (пальмитиноваго или стеариноваго). Освобождается жирная кислота, которая увлекает в осадок лабфермент. Полученный осадок взбалтывают в эфирѣ, при чем кислота растворяется и остается чистый лабфермент.

III. Слѣдующим пищеварительным соком является *сок поджелудочной железы*. Добывается он из фистул по способу Павлова. У травоядных животных, желудок которых бывает постоянно наполнен, выдѣленіе панкреатическаго сока совершается непрерывно; тогда как у плотоядных оно совершается с извѣстными перерывами и находится в зависимости, от выдѣленія желудком HCl. Если же влить в желудок соды, нейтрализуя имѣющуюся там кислоту, то выдѣленіе панкреатическаго сока сейчас же прекращается. Слѣдовательно, в этой части пищеварительнаго канала выдѣленіе соков происходит механически и строго послѣдовательно и нисколько не зависит от раздраженія стѣнок канала пищей. *Панкреатическій сок* содержит слѣдующіе ферменты, дѣйствующіе на всѣ три класса пищевых веществ: а) трипсин, пептонизирующій бѣлки; б) птіалин (и, может быть, мальтаза), дѣйствующій на углеводы; в) стеапсин, расщепляющій жиры. Относительное содержаніе этих ферментов всецѣло зависит от рода пищи. Что касается до трипсина, то свѣжая железа содержит не готовый фермент, а его зимоген. Это доказывается слѣдующим опытом: вырѣзанную железу дѣ-

лят на двѣ части: одну бросают сейчас же в глицерин, а другую спустя нѣкоторое время. Первый настой почти не содержит трипсина, а второй содержит энергично дѣйствующій трипсин. Если теперь к первому настою прилить HCl или пропустить через него струю воздуха, то через нѣкоторое время в нем можно обнаружить присутствіе трипсина; слѣдовательно, в нем до этого был трипсиноген.

Панкреатическій сок представляет собою жидкость рѣзко щелочной реакціи, обусловливаемой присутствіем Na_2CO_3 . (0,2—0,4%) Эта реакція наиболѣе благоприятна для дѣйствія трипсина.

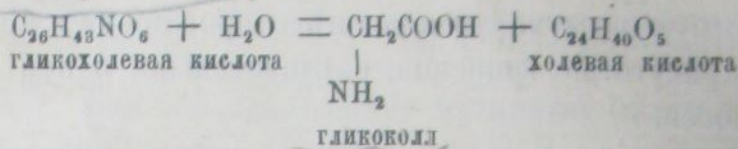
IV. *Желчь* есть сок, непрерывно вырабатываемый печенью и выдѣляемый по мѣрѣ надобности в кишечный канал через ductus choledochus. У плотоядных животных и у человека желчь имѣет буровато-желтый цвѣтъ, вязкую консистенцію и щелочную реакцію, зависящую от присутствія в ней фосфорно-натровых солей. В состав ея входят вода, желчныя кислоты, желчныя пигменты, лецитин, холестерин, минеральныя соли, принимающія участіе в образованіи желчных камней, муцин, жиры и мыла. Желчныя пигменты и кислоты вырабатываются только печенью, являясь производными крови. Это доказывается путем удаленія печени из тѣла; при этом нигдѣ в организмѣ не обнаруживается присутствія желчных пигментов или кислот. Если же у животного перевязать желчныя протоки, то у него появляется желтуха. К подобным же результатам привели опыты с отравленіем животных, у которых печень удалена из тѣла. Отсюда выводят заключеніе, что источником выработки составных частей желчи является исключительно печень. Теперь рассмотрим отдѣльныя составныя части желчи.

1. Из минеральных солей в желчи встрѣчаются NaCl, KCl и фосфорно-кислыя соли Ca, Mg и незначительныя количества Fe.

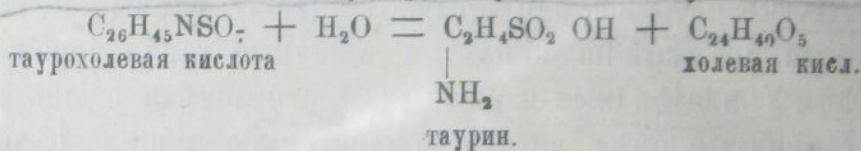
2. Желчныя кислоты относятся к двум группам: гликохолевых и таурохолевых. Их присутствіе открывается реакціей Pettenkoffer'a. К небольшому количеству жидкости, содержащей желчныя кислоты, приливают крѣпкой H_2SO_4 и каплю 5—10% раствора тростниковаго сахара. При нагрѣваніи (на водяной банѣ) до 70° появляется пурпуровое окрашиваніе. Но этим нельзя ограничиться, так как подобное же окрашиваніе дают бѣлки, нѣкоторыя жирныя кислоты, спирты и другія вещества; поэтому жидкость изслѣдуют еще и спектроскопически. В спектрѣ на-

блюдаются двѣ полосы поглощенія между линиями E и F.

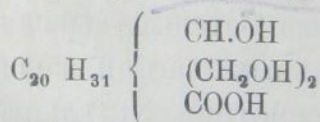
а) *Гликохолевая кислота* (желчи быка, человѣка) при дѣйстви на нее гидролитических агентов распадается на гликоколл и холевую кислоту.



б) *Таурохолевая кислота* содержит кромѣ азота еще и сѣру; при дѣйстви гидролитических агентов распадается на таурин или амино-этил-сульфовую и холевую кислоты:



Относительно строения холевой или холалевой кислоты почти ничего неизвѣстно. Можно только сказать, что это: 1) кислота, так как дает соли; 2) одноосновная, так как содержит одну кислотную группу; (COOH); 3) при окисленіи дает двѣ альдегидныя группы, значит, в ней содержатся двѣ первично-спиртовых группы (CH₂OH)₂, 4) при дальнѣйшем окисленіи она дает одну кетонную группу, содержит, слѣдовательно, одну вторично-спиртовую группу, (CHOH). Итак нам извѣстно только относительно связи 9 атомов H, 4—C и 5—O и на основаніи этого выводят слѣдующую структурную формулу холевой кислоты:

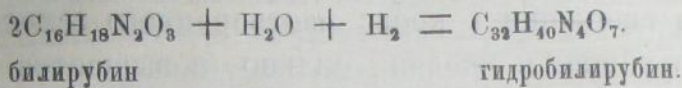


Вѣроятно она принадлежит к классу терпенов. (Общая формула C₁₀H₁₆)

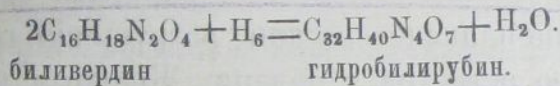
3. Перейдем к желчным пигментам. В свѣжей желчи находится только один пигмент—а) *билирубин*, обуславливающий желтый цвѣтъ желчи человѣка. На воздухѣ он окисляется в биливердин. Билирубин (C₁₆H₁₈N₂O₃) может быть изолирован и приготовлен в чистом, аморфном или кристаллическом видѣ. Цвѣтъ его желтоватый. Он совершенно не растворяется в водѣ, очень мало в эфирѣ и алкогольѣ, но хорошо в хлороформѣ. По химическому своему характеру это слабая кислота, соединяющаяся с металлами щелочными (соли растворимыя в водѣ) и щелочных земель (соли не растворимыя в водѣ). Если билирубин подвергнуть дѣйствию восстановителей, то он переходит в особый пигмент—

урограм?

гидробилирубин, весьма близкій к урсбилину, красящему веществу мочи:



b) Биливердин ($C_{16}H_{18}N_2O_4$) — продукт окисленія билирубина, имѣет зеленый цвѣтъ и может быть получен в аморфном состояніи. В эфирѣ и хлороформѣ он не растворим, но растворяется в алкоголѣ и ледяной уксусной кислотѣ. Биливердин и билирубин могут быть легко раздѣлены благодаря их различным отношеніям к растворителям. Под вліяніем возстановителей биливердин, как и билирубин, переходит в гидро-билирубин:



Он обладает таким же химическим характером, как и билирубин и дает со щелочными металлами соли, растворимыя в водѣ и щелочно-земельными — нерастворимыя в водѣ.

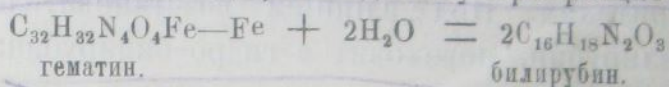
Чтобы открыть присутствіе желчных пигментов, пользуются реакціей Gmelin'a. Эта реакція основана на свойствѣ желчных пигментов давать под вліяніем окислителей ряд продуктов окисленія с весьма яркой и разнообразной окраской. Реакція производится слѣдующим образом: в пробирку вливают нѣсколько куб. сант. крѣпкой азотной кислоты, содержащей немного азотистой, и осторожно профильтровывают туда же нѣсколько капель изслѣдуемой жидкости. Через нѣсколько времени на границѣ между обоими слоями появляются цвѣтныя кольца в слѣдующем порядкѣ сверху вниз: зеленое (биливердин), синее (билицианин), фіолетовое и в мѣстах наибольшаго окисленія красное (билипразин.) Существованіе этой послѣдовательности в окраскѣ колец характерно для желчных пигментов.

Теперь нужно разсмотрѣть вопрос относительно происхожденія желчных кислот и желчных пигментов.

Что касается желчных кислот, то онѣ, как тѣла азотистыя (аминоуксусная и амино-этил-сульфоновая кк.), несомнѣнно происходят из бѣлков. О происхожденіи холевой кислоты ничего неизвѣстно. Значительно больше извѣстно относительно желчных пигментов. Они происходят из красящих веществ крови — гемоглобина и оксигемоглобина, что доказывается слѣдующими фактами:

а) В старых кровоизлияниях было найдено особое вещество названное *Vigchow*'ым гематоидином, близкое к билирубину.

б) При скоплении в крови растворенного гемоглобина количество билирубина в желчи сильно повышается. Растворение гемоглобина достигается отравлением крови особыми кровяными ядами (эфир, хлороформ, мышьяковистый водород, алкоголь в больших количествах, фосфор, антипирин, антифебрин и др.), убивающими красные кровяные шарики. Гемоглобин при этом разлагается на глобулин и гематин, а гематин, теряя железо и воспринимая частицы воды, по видимому превращается в билирубин:



Железо, отщепляющееся при разрушении гематина, большей своей частью остается в печени. Желчные кислоты и пигменты, очевидно образующиеся в печени, строятся из различных материалов. Доказывается это тем, что в желчи нет постоянного соотношения между количествами пигментов и кислот, что должно было бы иметь место, если бы они вырабатывались из одного и того же материала.

4. Желчь содержит также *холестерин* ($\text{C}_{26}\text{H}_{43}\text{OH}$), вещество для нея не характерное и встречающееся также в элементах центральной нервной системы, в желтке яиц, в крови и в распадающихся тканях. Химическое строение холестерина мало изучено; известно лишь то, что это спирт. Он абсолютно нерастворим в воде, в разведенных кислотах и в щелочах, но легко растворяется в эфире, хлороформе и кипящем крепком спирте. Из такого спиртового раствора он при охлаждении выкристаллизовывается в широких и тонких ромбических пластинках, содержащих молекулу кристаллизационной воды.

Нормально желчь содержится в печени, желчном пузыре, желчном протоке и в кишечнике. Бывают случаи, когда сток желчи в кишечник затруднен; тогда она всасывается в лимфатические капилляры, попадает через *ductus thoracicus* и *vena subclavia* в сердце, а оттуда разносится по всему организму (*желтуха — icterus*).

Другим отклонением от нормы является образование *желчных камней*. Эти камни, скопляющиеся в желчном пузыре и оттуда попадающие в выводные протоки, причиняя спазматические боли, бывают трех родов:

а) Холестериновые камни, наиболее часто встречающиеся у человека и очень часто у рогатого скота.

б) Пигментные камни, очень редко встречающиеся у человека и очень часто у рогатого скота.

в) Осадки нерастворимых углекислых и фосфорнокислых солей кальция.

Холестериновые камни очень легки, плавают на воде, в ней нерастворимы и сравнительно мало окрашены. В них различают ядро, состоящее из билирубиново — кислого кальция и концентрические слои кристаллического холестерина.

Пигментные камни состоят главным образом из кальциевых солей билирубина. Они более тяжелы, обладают буро-желтым цветом и не имеют кристаллического строения. Этих внешних признаков достаточно для распознавания вида желчных камней.

Найдено, что количество желчи, выделяемое печенью человека в сутки, колеблется между 400—800 куб. см. Однако доказано, что выделение желчи из печени при условии ее попадания в кишечник, гораздо выше, чем когда она через фистулу выводится наружу, так как желчь, попадая в кишечник, вновь отчасти всасывается кровью, доносится до печени, и тут вновь переходит в желчные пути, при чем возбуждает желчеотделительную деятельность печени. Материал для приготовления желчи доставляется печени кровью, почему отделение желчи стоит в зависимости от нервной системы через посредство сосудодвигательных нервов. Желчь, скопляющаяся в желчном пузыре, начинает отделяться в кишечник через час после начала пищеварения. Когда вся пища из желудка перейдет в кишечник, отделение желчи прекращается. Мнимое кормление не вызывает отделения желчи, но для него необходимо присутствие продуктов пищеварения. В самих процессах пищеварения желчь участвует только косвенным образом. Она не содержит в себе ферментов других пищеварительных соков. Она придает щелочную реакцию выходящей из желудка пищевой массе и этим дает возможность влиять на нее панкреатическому соку. Затем, участвуя в эмульгировании жиров, — она облегчает всасывание их сосудами. Эмульгирование происходит тем легче, чем больше жир распался на глицерин и жирные кислоты. Желчь, как и соки желудка и поджелудочной железы, каждый отдельно не могут заставить жир всасываться, но делают это соединившись вместе. Это видно из

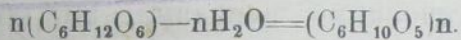
того, что млечные сосуды кишек начинают наполняться жиром только с того мѣста кишечника, гдѣ в него впадает *ductus choledochus*.

V. Последним пищеварительным соком является *кишечный сок*, продукт выдѣленія *Lieberkühn*'овых желез. Получить его можно в чистом видѣ при помощи фистулы по способу *Thiry*. Для этого собакам вскрывают брюшную полость, вырѣзывают одну петлю кишок, один конец которой завязывают, а другой вшивают в брюшную рану. Благодаря механическим и химическим раздраженіям удавалось получить обильное выдѣленіе сока в этом слѣпом мѣшкѣ. Химическій состав кишечнаго сока представляет ничего новаго: это слабо-щелочная жидкость, содержащая около 0,5% органических составных частей и около 0,9% неорганических солей. Из них на долю Na_2CO_3 приходится 0,5%. Из ферментов этот сок содержит инвертирующій и амилолитическій ферменты; существованіе послѣдняго, однако, отрицается нѣкоторыми авторами. В послѣднее время в кишечном сокѣ было найдено вещество, способное усиливать дѣятельность трипсина, или в тѣх случаях, когда этот фермент отдѣляется в состояніи зимогена — переводить его в активный трипсин; это вещество, также имѣющее ферментныя свойства, было названо — *энтерокиназой*. (Павлов).

§ 2. **Всасываніе продуктов пищеваренія.** Пищевареніе имѣет своей задачей измѣнять принимаемые в видѣ пищи вещества так, чтобы они могли переходить в кровь. С этой цѣлью пища подвергается в наших пищеварительных органах механическому раздробленію и химической переработкѣ. При этом из бѣлка получают растворимые продукты с меньшим молекулярным вѣсом, нежели исходныя вещества (*синтонин, альбумозы, пептон, аминокислоты*); из полисахаридов — сахар и гексозы, а из жира жирныя кислоты (мыла) и глицерин, все вещества легко диффундирующія. Всасываніе питательных веществ происходит по длинѣ тонких кишек, гдѣ расположены особые всасывательные аппараты — *ворсинки*, состоящія из аденоидной ткани пронизанной кровеносными и лимфатическими сосудами. Рассмотрим, что происходит с питательными веществами при всасываніи и какія из них поступают непосредственно в кровеносные сосуды, а какія в лимфатическіе.

1. Многія наблюденія доказывают, что *сахары* всасываются

главным образом кровеносными сосудами. В крови количество сахара нормально всегда одинаково во всех сосудах за исключением крови воротной вены—от 1,5—2 gr. на тысячу. Во время всасывания из кишечника сахара, количество его в воротной вене доходит до 4 gr. на тысячу, оставаясь нормальным в лимфе и в крови печеночной вены. Следовательно излишек сахара задерживается в печени. При выделении воды он переходит в полимерное соединение гликоген.



При исключительно сахаристой или крахмальной пище количество гликогена в печени доходит до 150 gr. Кроме того он содержится в мышцах, железах и так д., но в незначительных количествах. При восприятии воды гликоген снова переходит в сахар, необходимый для мышечной работы. При некоторых условиях, например при отравлении глицерином, антипирином, хлоральгидратом, печень теряет способность переводить гликоген в сахар. Оказывается, что при этом печеночные клетки перестают выделять необходимый для этого фермент. Опытами установлено, что гликоген может образоваться не только из виноградного сахара, но также из плодового и даже из белка, что предполагает уже ряд весьма глубоких химических превращений. Образование гликогена задерживается действием целого ряда ядов, (фосфор, мышьяк, амил—нитрит), а также зависит и от состояния центральной нервной системы (Гликогенный укол С. Bernard'a). Сахар в организм или окончательно сгорает в CO_2 и H_2O или при особенных условиях превращается в жир.

2. Белки в желудке обращаются в пептоны и в таком виде легко всасываются тонкими кишками. Одни белки необходимо должны пептонизироваться, тогда как другие для всасывания и дальнейшего усвоения не требуют и предварительной пептонизации.

Эти белки даже при искусственном введении их в кровь (при впрыскивании), усваиваются организмом, тогда как первые являются чуждыми организму и введенные в кровь, выводятся с мочой. Решая вопрос, чем всасываются белки, кровью или лимфой, исследователи встретили интересный факт: ни в крови, ни в лимфе не были открыты пептоны. Очевидно они переходят в другую форму белка. Когда и где это происходит? Накопление пептонов в крови оказывает ядовитое действие на организм.

Очевидно, что изменение пептона не может имѣть мѣста в крови. Hofmeister заключил, на основаніи этого, что это превращеніе происходит в предѣлах стѣнок кишечника и доказал это опытом. Он клал слизистую оболочку кишечника в раствор пептона и пептон через нѣсколько времени исчезал из раствора. Итак пептон не усваивается кровью как таковой, но переходит в другую модификацію бѣлка.

Бѣлки исключительно всасываются кровью. Если бы бѣлок всасывался лимфатическими сосудами, то количества лимфы в организмѣ не хватило бы на усвоеніе необходимаго бѣлка. Напримѣр: для поддержанія азотистаго равновѣсія у собаки в 30 klgr. нужно 275 gr. бѣлка. Лимфа в себѣ содержит 2% бѣлка; отсюда видно, что для усвоенія одного грамма бѣлка необходимо 50 gr. лимфы, а для 275 gr. бѣлка необходимо $50 \cdot 275 = 13750$ gr. лимфы. Такого количества лимфы нѣтъ в организмѣ. У взрослого животнаго бѣлок имѣет чрезвычайно малую склонность откладываться в организмѣ. Об этом можно судить по наблюденіям над количествами вводимаго бѣлка и выдѣляющагося азота. Небольшая часть азота (1—1,5%) выдѣляется вмѣстѣ с кишечными отбросами и при слущиваніи эпителия. Все остальное количество азота выдѣляется через почки с мочей в теченіи 12—24 часов.

3. *Жир* главным образом всасывается лимфатическими сосудами, приобрѣтающими при этом молочно-бѣлый цвѣтъ (млечные). Главную роль при всасываніи жира играют эпителиальные клѣтки ворсинок. Внутри их вѣроятно синтезируется жир из жирных кислот и глицерина, проникающих сюда из кишечника. Интересно, что какой бы жир ни ввести в кишечник, в лимфѣ всегда находится один и тот-же нейтральный жир. Способность к всасыванію жиров повышается с повышеніем способности к эмульгированію и пониженіем точки плавленія. Напримѣр, оливковаго масла (жидкое) всасывается—97—98%, тогда как—глицериноваго эфира стеариновой кислоты (очень плотнаго) всасывается всего 12—15%.

Кромѣ этого жир может проникать в лимфу через перицеллюлярныя пространства при помощи лейкоцитов, захватывающих жировые комки своими протоплазматическими отростками. Но этот способ всасыванія жира имѣет во всяком случаѣ подлинное значеніе.

§ 3. Остатки пищеваренія. В толстых кишках скопляются остатки пищеваренія, в состав которых входят: 1) ряд веществ, нерастворимых в пищеварительных соках (клетчатка, кератин) 2) вещества, не успѣвшія перевариться вслѣдствіе быстрого прохожденія через кишечник, 3) остатки от пищеварительных соков, 4) продукты выдѣленія слизистых оболочек, 5) желѣзныя соли, придающія окраску фекальным массам, 6) продукты гніенія (мыла, жирныя кислоты, индол и скатол), 7) различнаго рода микроорганизмы. Пища не имѣет большого значенія для образованія фекальных масс, так как онѣ образуются, хотя и в меньшем количествѣ, в изолированной петлѣ кишки, на счет продуктов ея отдѣленія.

М о ч а.

Мочи в сутки выдѣляется от 1,5 до 2 литров. В одном литрѣ мочи содержится:

Воды	956 gr.
Солей неорганических	16 »
Веществ органических	28 »

Эти органическія вещества состоятъ из:

Мочевины U_r^+	25,00 gr.
Мочевой кисл. U_r^-	0,50 »
Ксантиновых основаній	0,05 »
Креатинина	0,75 »
Гиппуровой кислоты	0,50 »

Амміака и его соединеній.

(Соли фосфорной и сѣрной кислот) 0,75 gr.

У птиц и рептилій азот главным образом выводится в формѣ мочевой кислоты. Напримѣр в теченіи суток выводится:

	У человека	у птиц.
Мочевины (U_r^+). 86%	—	—
Амміака 3%	3—4%	—
Мочевой кислоты 2%	—	60—70%.

1. Мочевина. Ея происхожденіе. Так как в выдѣленіи азота преобладающая роль принадлежит мочевины, то понятно что вопрос об образованіи мочевины из бѣлка очень важен. На образованіе мочевины внѣшнія условія (температура, количество работы и т. д.) никакого вліянія не оказывают. Главным факто-

ром является количество бѣлка в пищѣ. Чѣм больше вводится бѣлка с пищей, тѣм больше выдѣляется мочевины с мочей, что видно из слѣдующей таблицы: в организм в сутки вводили мяса:

мяса:	мочевины выдѣлялось:
300 gr.	32 gr.
600 „	49 „
900 „	68 „
1200 „	88 „
1500 „	106 „
2000 „	144 „
2500 „	173 „

Бѣлковые молекулы, при различных способах их разложе-
нія, мочевины не дают, слѣдовательно между бѣлком и мочеви-
ной должны быть промежуточные продукты. Этими продуктами
являются:

1. Аминокислоты,
2. Амміачныя соли,
3. Карбаминовая кислота,
4. Мочевая кислота.

Разсмотрим переход каждаго из этих тѣл в мочевины.

1. Переход амино-кислот в мочевины доказан опытом над собаками, приведенными в состояніе азотистаго равновѣсія. Ежедневно опредѣлялось количество выдѣляющейся мочевины.

В 1 день выдѣлилось мочевины	3,25 gr.
2 „ „ „	3,06 gr.

На 3-й день к пищѣ прибавили 14,6 gr.

гликоколя (амино-уксусной к.) и получили мочевины 5,68 gr.

На 4-й день (ничего не прибавляли) 3,41 gr.

„ 5-й „ „ „ 3,35 „

„ 6-й „ „ „ 4,50 „

„ 7-й „ „ „ 4,34 „

„ 8-й „ „ „ 4,58 „

„ 9-й „ прибавили 25 gr. гликоколя 7,44 gr.

Итак несомнѣнно, что при введеніи гликоколя количество мочевины сильно увеличилось. Опыты с другими аминокислота-
ми дали тѣ же результаты. Слѣдовательно, аминокислоты спо-
собны переходить в мочевины. Мѣстом этого перехода является
печень. Чтобы удостовѣриться в этом, над печенью производился
ряд опытов с искусственным кровообращеніем. У голодавших

животных перевязывается печеночная артерія и в воротную вену под давленіем вводят дефибрированную кровь, которая прогоняется через печень и вновь выходит через печеночную вену.

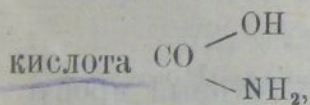
В виду того, что количество мочевины в началѣ опыта может увеличиться на счет матеріалов самой крови, предварительно эту операцію производят нѣсколько раз, пока количество мочевины не станет постоянным. Тогда к крови прибавляют изслѣдуемое вещество; напримѣр:

а). До опыта в 100 кб. см. крови было 0,056 кб. см. мочевины. К крови прибавили 2 гр. лейцина (амино-капроновой к.). Послѣ этого мочевины оказалось в крови—0,106 гр.

б) При тѣх же условіях до опыта было—0,036 мочевины; прибавили 2,2 гр. аспарагиновой кислоты (амино-янтарной) и послѣ опыта в крови нашли—0,062 гр. мочевины.

с). До опыта 0,059 гр. мочевины; прибавили 2 гр. гликоколя (амино-уксусной кислоты), послѣ опыта мочевины оказалось 0,146 гр. Эти опыты показывают, что превращеніе аминокислот в мочевину дѣйствительно имѣет мѣсто в печени.

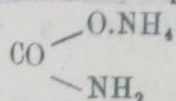
2. Близко к аминокислотам подходит карбаминовая



из которой образуется большая часть мо-

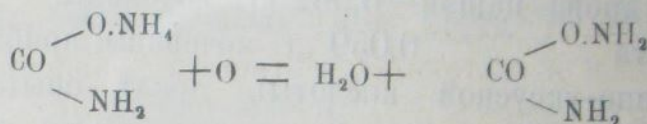
чевины. Доказано это при помощи фистулы Экка, Ненцким и Павловым. У животнаго с экковским свищем вся кровь из корней воротной вены, минуя печень, направляется в нижнюю полую вену. Печеночная артерія не перевязывается, так как эта перевязка влечет за собой быструю смерть животнаго. Таким образом функція печени, хотя не совсѣм исключается, но понижается в значительной степени. Животныя при этом рѣзко измѣняются, становятся злыми, у них появляется сонливость, признаки слѣпоты, полная анестезія (нечувствительность к боли), атаксія (отсутствіе координаціи движеній), каталексія (восковидность мышц) и судороги, напоминающія эпилепсію у человека. Эти симптомы вызываются у животных с фистулой Экка мясной пищей или введеніем в кишечный канал карбаминовой кислоты; при этом карбаминовую кислоту находили у них в крови и в мочѣ. Если нормальному животному ввести карбаминовую кислоту прямо в кровь, то обнаруживаются тѣже симпто-

мы. При введении ея через желудочно-кишечный канал ничего подобнаго не обнаруживается, но количество мочевины в моче увеличивается. Эти факты показывают, что в печени ядовитая карбаминовая кислота превращается в безвредную для организма мочевины. В мочевины непосредственно превращается не карбаминовая кислота, а карбаминово-аммонійная соль:

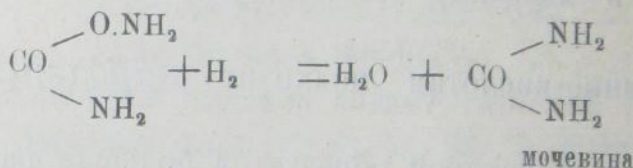


Объяснить этот переход можно, если допустить в клетках нашего организма существование послѣдовательных окислительных и восстановительных процессов. Для этой реакціи можно дать формулу.

а). Окисленіе:



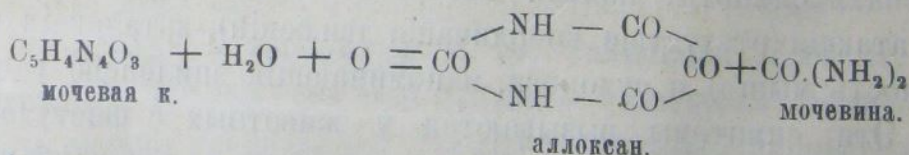
б). восстановленіе:



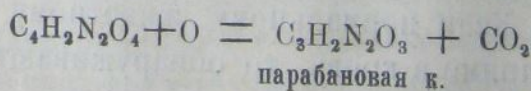
Это на опытѣ было продѣлано Drechsel'ем, который пропустил переменный ток через водный раствор карбаминово-аммонійной соли и при послѣдовательных реакціях окисленія и редукціи дѣйствительно получил мочевины.

3. Опыты показали, что переход мочевои кислоты $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ в мочевины вполне возможен, по крайней мѣрѣ у млекопитающих. Интересно теперь выяснит химизм этого перехода.

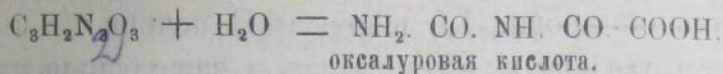
а) Если постепенно окислять мочевои кислоту, то образуется аллоксан и мочевины:



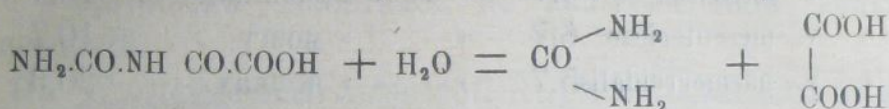
б) Аллоксан, окисляясь, может дать парабановую и угольную кислоты:



с) Парабановая кислота, воспринимая частицу воды, переходит в *оксалуровую* кислоту:



д) Оксалуровая кислота при гидролитическом расщеплении распадается на *мочевину* и шавелевую кислоту:



Существует еще другой переход мочевой кислоты в мочеви-
ну при посредствѣ аллантоина.

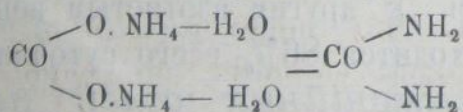
4. Весьма важным источником образования мочевины являются аммонійныя соли органических кислот, за исключеніем бензойной. Что переход амміачных солей в мочеви-
ну действительно имѣет мѣсто в организмѣ, видно из слѣдующих
опытов. У собаки в состояніи азотистаго равновѣсія нашли
что в сутки выдѣлилось:

NH₃ 0,526 gr.
Мочевины 32,470 »

Послѣ этого в теченіе двух дней к пищѣ собаки прибавили
5,92 gr. углекислаго аммонія. Анализ показал, что:

NH₃ выдѣлилось 0,516 gr.
Мочевины » 36,560 »

Имѣя в виду, что количество амміака не увеличилось, мож-
но заключить, что весь скормленный углекислый аммоній превра-
тился в мочевины. Этот переход происходит путем дегидратаци:



Путем опытов с искусственным кровообращеніем было дока-
зано, что переход этот совершается в печени. Это подтвержда-
ется нѣкоторыми фактами из патологіи. При нѣкоторых болѣз-
нях печени (острая атрофія печени, амилоидное перерожденіе,
фосфорное отравленіе) количество мочевины в мочѣ сильно па-
дает, а количество амміака рѣзко повышается. Это видно при
сравненіи данных анализа:

В нормальной мочѣ: мочевины . . . 86% . амміака . . . 3%
При этих болѣзнях в мочѣ » . . . 50% . » . . . 40%

Это положеніе подтверждается рядом изслѣдованій над со-
держаніем амміака в крови различных провинцій тѣла и в раз-

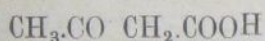
личных органах. При этих опытах найдены были слѣдующія количества амміака у собак при мясной пищѣ:

В артеріальной крови. 1,5 mlgr.	В печени . . . 2,40 mlgr.
» крови v. sauae infer. » . 2,0	» желудочн.ж. 10,6 »
» » v. pancreaticae. 11,2	» селезенкѣ . 14,0 »
» » v. gastricae . 6,7	» мышцах . 13,4 »
» » v. mesentericae. 6,7	» мозгу 10,7 »
» » v. haemorrhoidalis 5,7	» почках. . . . 20,3 »
» » v. portae . . 5,1	» слиз. обол. жел. 47,0 »
» » v. hepaticae . 1,4	» » „ кишек 31,2 »

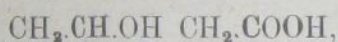
Ясно видно, что в артеріальной крови амміака очень мало, а в венах, несущих кровь к печени, очень много; в венѣ же, выносящей кровь из печени, амміака очень мало (v. portae . . 5,1 mlgr. а в v. hepatica . . 1,4 mlgr.) Очевидно он почти весь остается в печени. Опыты с искусственным кровообращеніем показали, что одна только печень способна превращать амміачныя соединения в мочевины. Слѣдовательно, ядовитый амміак, непрерывно образующійся в других органах, вымывается оттуда кровью и переносится в печень, гдѣ и превращается в безвредную мочевины. Интересно то, что из всѣх органов больше всего амміака найдено было в слизистых оболочках желудка (47,0 mlgr.) и кишок (31,2 mlgr.). Этот амміак является продуктом энергических химических превращеній в самих оболочках, совершающихся даже при мнимом кормленіи; пища в послѣднем случаѣ на образованіе амміака вліянія не имѣет.

II. Перейдем теперь к другим азотистым веществам мочи. На долю мочевины приходится 86%, всего суточного азота. Затѣм слѣдует азот аммонійных солей неорганических и бензойной кислот. Дѣло в том, что органическія кислоты в организмѣ сгорают в угольную кислоту, которая с амміаком дает углекислый аммоній, легко переходящій в мочевины. (см. стр. 85) Кислоты же неорганическія и бензойная не сгорают в угольную кислоту, и потому предохраняют связанный с ними амміак от перехода его в мочевины. Чѣм больше этих стойких кислот, тѣм больше амміака в мочѣ, но до извѣстнаго предѣла. Если ввести слишком много этих кислот так, чтобы количества амміака не хватало для их связыванія, то получается отравленіе организма и он гибнет. Количество амміака в мочѣ от 2%—5%, а при диабетѣ повышается до 8—12%. Это зависит от

того, что у диабетиков должны связываться ядовитыя кислоты ацетоуксусная—



и β—оксибутириновая,



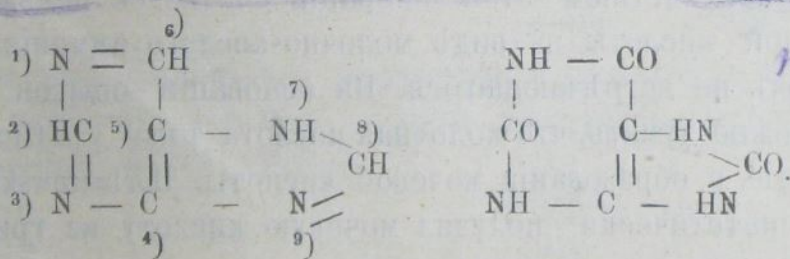
часто в организмѣ диабетиков не испытывающія дальнѣйших превращеній.

III. Количество мочево́й кислоты зависит от качества пищи. За 24 часа мочево́й кислоты выдѣляется:

при растительной пицѣ	0,478 gr.
» смѣшанной »	0,650 »
» мясной »	0,981 »

Рѣзкое увеличеніе количества ея замѣчается в двух случаях. Во первых, когда в состав пищи входит большое количество нуклео-протеидов. Напримѣр, при съѣданіи 500 gr. gl. thymus количество мочево́й кислоты повысилось с 0,80 до 1,68 gr. Во вторых рѣзкое повыше́ніе замѣчается при лейкеміи. При этой болѣзни количество бѣлых кровяных шариков сильно увеличивается и даже иногда становится равным количеству красных шариков, а количество мочево́й кислоты доходит до 4—5 gr.

По строенію мочева́я кислота может считаться принадлежащей к группѣ ксантиновых основаній, происходящих из одного ядра—пурина. Мочева́я кислота есть—2,6,8—оксипурин.

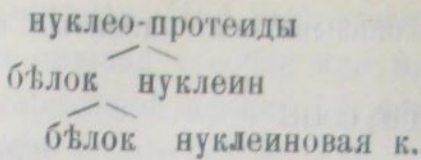


пурин

мочева́я кислота.

триквантин

В виду этого можно предположить, что мочева́я кислота образуется из ксантиновых основаній. Ксантиновыя основанія несомнѣнно вводятся с пищей (мясо, чай и др.), но так как образование мочево́й кислоты не прекращается даже при полном голоданіи, то нужно допустить и эндогенное образование их. В этом случаѣ источником их являются нуклео-протеиды, содержащіеся в ядрах клѣток. Дѣйствительно при постепенном разрушеніи нуклео-протеидов, конечным результатом являются ксантиновыя основанія и фосфорная кислота, что видно из слѣдующей схемы:



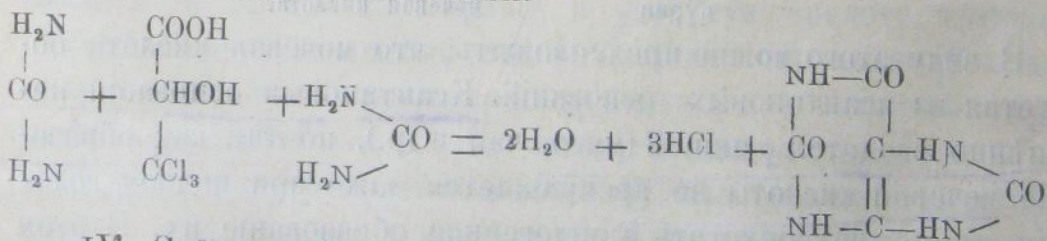
ксантиновыя основанія фосфорная к.

Все сказанное относится к организму млекопитающих, у которых мочева́я кислота вѣроятно происходит только из ксантиновых основаній. Что касается до птиц, то у них мочева́я кислота является главной составной частью мочи и главным продуктом всего азотистаго обмѣна. Превращеніе азотистых веществ в мочева́ю кислоту происходит в печени, что доказано опытом экстирпации ея. Эта операція возможна только у птиц, в виду существованія *vena Jacobsonii*, анастомоза между *v. porta* и *v. hepatis*. В виду этого кровь из *v. porta* при перевязкѣ ея, может попасть в *v. cava inferior*, минуя печень. Опыты производились над гусями и дали слѣдующіе результаты:

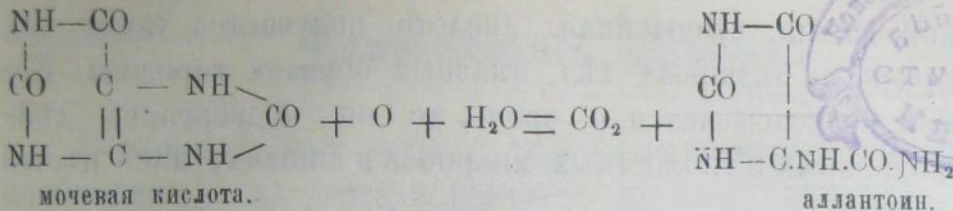
- а) нормальная моча содержала: мочево́й кисл . . . 60—70%
 NH₃ 9—18%
 б) послѣ операціи » мочево́й кисл. . . 3—4%
 NH₃ 55—70%

Из этого ясно видно, что мочева́я кислота образуется из амміака и что превращеніе это происходит в печени.

Другим послѣдствием этой операціи считается появленіе в мочѣ молочно́й кислоты в видѣ молочно-кислаго аммонія, нормально в мочѣ не встрѣчающагося. На основаніи опытов *Horbaczewski*'аго можно думать, что молочная кислота тоже у птиц принимает участіе в образованіи мочево́й кислоты. *Horbaczewski* дѣйствительно синтетически получил мочева́ю кислоту из трихлор-молочно́й кислоты и мочевины:



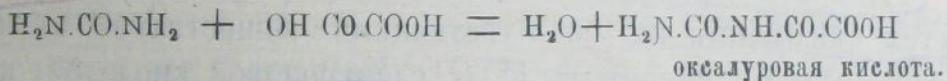
IV. Слѣдующей составной частью мочи является *аллантоин*, нормально встрѣчающийся в мочѣ новорожденных, беременных, рожениц и в амниотической жидкости. Получается он при искусственном окисленіи мочево́й кислоты:



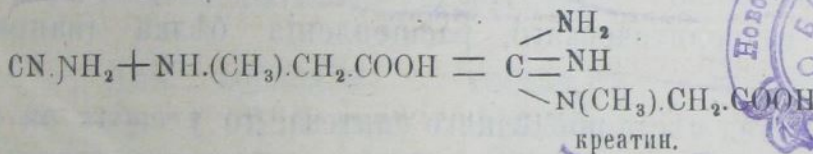
При дальнѣйшем окисленіи получается мочеви́на и щавелевая кислота.

V. Щавелевая кислота, (COOH)₂, тоже является постоянной составной частью мочи. Нормально в 24 часа у человека ея выдѣляется до 0,02 gr. Она имѣет двойное происхождение экзогенное (из растительной пищи), и эндогенное (благодаря окисленію мочевой кислоты).

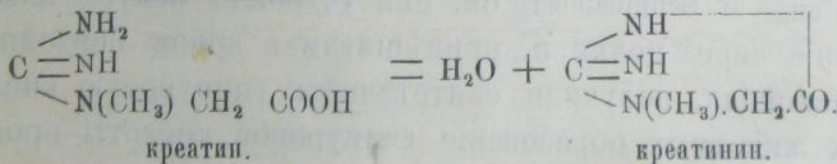
VI. Оксалуровая кислота, продукт соединенія мочевины и щавелевой кислоты, встрѣчается в мочѣ в минимальных количествах.



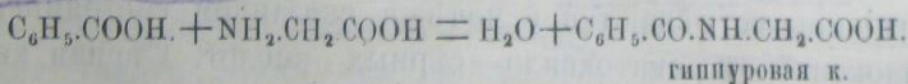
VII Креатин—тѣло, придающее мясу его вкусовыя качества и дѣйствующее на нервную систему. Креатин искусственно был получен при синтезѣ циан-амида (амида синильной кислоты) и метил—гликоколя:



Креатин встрѣчается в мышцах в количествѣ 0,2 — 0,3%, в мочѣ встрѣчается в видѣ своего ангидрида—креатинина в количествѣ от 0,6—1,3 gr:

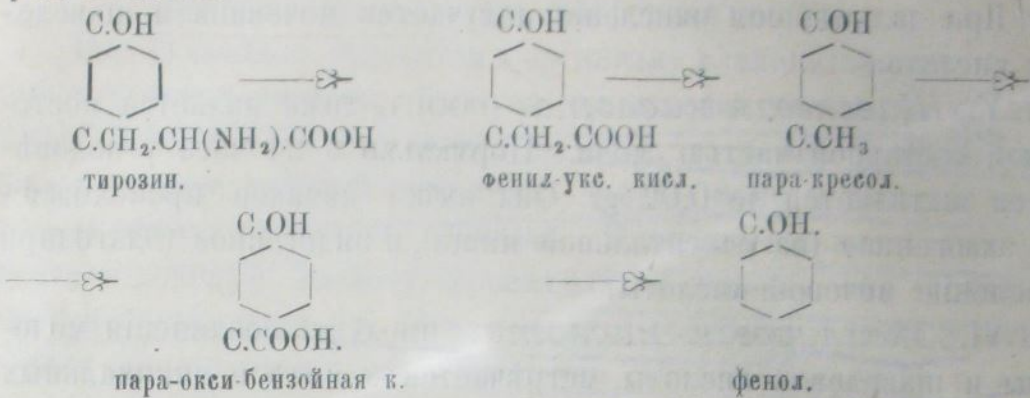


VIII. Гиппуровая кислота есть соединеніе бензойной кислоты и гликоколя.

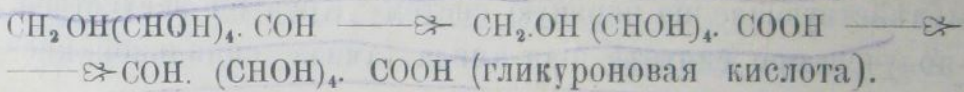


Встрѣчается она в мочѣ человека нормально в количествѣ 0,5--0,8 gr. в сутки. Количество ея сильно повышается при растительной пищѣ, что дает основание предположить связь ея с образованіем бензойной кислоты в кишечникѣ при гніеніи ра-

стительной пищи. Бензойная кислота получается также как продукт распада бѣлковых тѣл, главным образом тирозина. Если тирозин не всасывается в кровь, то он, подвергаясь дѣйствию бродильных и гнилостных микробов в кишках, дает цѣлый ряд веществ:



Всѣ эти вредныя вещества обезвреживаются организмом путем связыванія их со слѣдующими веществами: а) с H_2SO_4 (эфиро-сѣрныя кислоты), б) с гликуроновой кислотой, которая является продуктом постепеннаго окисленія сахара:



в) с гликоколом, который постоянно встрѣчается в организмѣ как продукт гидролитическаго расщепленія бѣлка (напримѣр желатины).

Что касается мѣста послѣдняго синтеза, то у собак он происходит исключительно в почках. Если у собаки прекратить почечное кровообращеніе или вырѣзать почки, то у нея образованіе гликуроновой кислоты прекращается. Обратный опыт был произведен Bunge и Schmieberg'ом: они устроили искусственное кровообращеніе через почки и, примѣшивая к крови бензойную кислоту и гликоколл, получили синтетически гиппуровую кислоту. У других животных образованіе гиппуровой кислоты происходит и в других органах.

IX. Индол и скатол—самые ядовитые продукты кишечнаго гніенія, встрѣчаются в мочѣ в связанном состояніи в видѣ индоксило—и скатоксило—сѣрных кислот. Сѣрная кислота в организмѣ образуется при распаденіи бѣлковых веществ и сейчас же связывается или с основаніями (Na, K и т. д.) или с вышеуказанными веществами ароматическаго ряда. При недостаткѣ сѣрной кислоты могут наступить явленія отравленія.

Азотистый обмен.

В природѣ существуютъ смѣси, содержащія всѣ вещества, необходимыя для роста и развитія организма, напримѣр куриное яйцо и молоко. В состав их входят органическія части (бѣлки, жиры и углеводы) и неорганическія (вода и соли). Разберем в отдѣльности значеніе каждой из этих частей.

§ 1. Значеніе органических составных частей пищи.

а) Значеніе бѣлков. Бѣлки занимают совершенно исключительное положеніе, так как они одни способны поддерживать жизнь организма. Дѣло в том, что только при помощи их в животный организм вводится необходимый для него азот. Для выясненія роли бѣлков в питаніи весьма важно опредѣлить количество азота введеннаго в организм и выдѣленнаго им.

Вводится азот с пищей, а теряется через кишечный канал, через почки, путем слущиванія эпителия, при кормленіи грудью у женщин и при усиленном потѣвнн. Азот теряется и на счет самого организма, во время абсолютнаго голоданія. Это видно из слѣдующих данных опыта: у трех собак, приведенных в состояніе азотистаго равновѣсія, опредѣляли количество выдѣляемаго азота.

Дни.	собака А,	собака В,	собака С.
1.	30,1 gr.	13,3 gr.	6,9 gr.
2.	12,5 „	9,3 „	5,8 „
3.	9,6 „	7,9 „	6,0 „
4.	8,7 „	7,4 „	5,8 „
5.	6,6 „	6,4 „	5,6 „
6.	6,7 „	6,4 „	5,4 „
7.	6,3 „	6,1 „	5,3 „
8.	6,2 „	5,9 „	5,3 „
9.	6,3 „	5,8 „	5,1 „
10.	6,1 „	—	—

Из этой таблицы видно, что животное через нѣсколько дней начинает терять количества азота, колеблющіеся в очень небольших предѣлах, наступает так-называемый період постояннаго выдѣленія азота. В таком состояніи животное остается до самой смерти. Если животное до начала опыта было плохо упитано, то за 1—2 дня до смерти у него наблюдается значительное

повышеніе количества выдѣляемаго азота. У хорошо упитанных животных этого нѣтъ. Остановить потерю тканевого азота можно только, давая в пищу бѣлок; углеводы и жиры только уменьшают, но не прекращают траты тканевого бѣлка. В виду этого интересно установить количество азота пищи, необходимое для того, чтобы организм не терял своего азота.

Для выясненія этого вопроса животное подвергалось абсолютному голодавію до постояннаго выдѣленія азота. Потом в пищу начали давать азот в видѣ бѣлка. При этом нужно замѣтить, что в бѣлкѣ азота находится 16%, слѣдовательно 1 gr. азота приходится на 6,25 gr. бѣлка.

Принятый бѣлок.	Общая количества разрушен. бѣлка.	Тканевой бѣлок.
0 gr.	190 gr.	190 gr.
300 »	379 »	79 »
600 »	665 »	65 »
900 »	941 »	41 »
1100 »	1103 »	3 »

Ясно, что при этом опытѣ мы достигли момента, когда организм перестал тратить свой азот (тканевой). Такое состоявіе организма называется состояніем азотистаго равновѣсія. Количество бѣлка, которое необходимо давать животному для поддержанія азотистаго равновѣсія, называется раціоном азотистаго равновѣсія. Этот раціон есть величина непостоянная, но колеблющаяся в извѣстных границах. Минимум ся обуславливается возрастом, породой, состояніем питанія (запасами жира, углеводов), ростом, а максимум зависит исключительно от способности животного к усвоенію бѣлка, (от пищеварительной силы желудочно-кишечнаго канала и всасыванія).

У человека максимум достигается уже при 900—1200 gr. бѣлка, так как при больших количествах пищеварительный аппарат разстраивается. Для доказательства того факта, что азотистое равновѣсіе может установиться на весьма различных цифрах, были произведены опыты над одной и той же собакой, из которых приводим 2 наиболее характерных.

Опыт I. Собака 35 kilo вѣсом установлена на азотистом равновѣсіи при раціонѣ в 500 gr. мяса. Ей дают ежедневно по 1500 gr. мяса; на 7-й день она устанавливается на азотистом равновѣсіи при этом раціонѣ, как видно из слѣдующей таблицы:

Дни.	Количество пище- вого мяса в грам- мах.	Разложеиіе мяса в граммах.	Количество мяса, экви- валентное отложивше- муся въ тѣлѣ бѣлку.
1.	1500	1222	+278
2.	1500	1310	+190
3.	1500	1390	+110
4.	1500	1410	+ 90
5.	1500	1440	+ 60
6.	1500	1450	+ 50
7.	1500	1500	+ 0
8.	1500	1500	+ 0

Опыт II. Собака установлена на азотистом равновѣсіи при раціонѣ 1500 gr. Ее переводят на раціон в 1000 gr. мяса; на 6-й день достигается азотистое равновѣсіе при этом новом раціонѣ, как видно из слѣдующей таблицы:

Дни.	Количество пище- вого мяса въ грам- махъ.	Разложеиіе мяса въ граммах.	Количество мяса, экви- валентное разрушен- ному тканевому бѣлку.
1.	1500	1500	— 0
2.	1000	1153	—153
3.	1000	1086	— 86
4.	1000	1080	— 80
5.	1000	1050	— 50
6.	1000	1027	— 27
7.	1000	1000	— 0
8.	1000	1000	— 0

До сих пор мы, говоря о бѣлках, считали их в питатель-
ном отношеиіи равноцѣнными. Оказывается, что один бѣлок —
желатина — составляет исключеиіе, так как он не обладает
способностью доводить животное до азотистаго равновѣсія. Есте-
ли животному вмѣсто бѣлка давать желатину, то оно в концѣ
концов гибнет, как видно из слѣдующаго опыта. Собакѣ, всив-
шей 50 klgr. давали в пищу: 200 gr. жиру + 250 gr. крахмалу
+ 100 gr. желатины + 12 gr. мясного экстракта, не содержа-
щаго бѣлков, для вкуса. Собака погибла на 30-й день. В виду
этого желатину слѣдует в питательном смыслѣ считать не бѣлком,
а, подобно жирам и углеводам, веществом, способным сохранять
азот бѣлковой пищи.

б) Значеніе жиров и углеводов. Сберегающее дѣйствіе
жиров, углеводов и желатины выясняется из слѣдующих таблиц,

результат которых главным образом важен потому, что человек пользуется смешанной пищей. Во всех слѣдующих опытах животныя были приведены в состояніе, близкое к азотистому равновѣсію.

	Колич. пищевого мяса в граммах.	Прибавка жира в гм.	Колич. мяса эквиваленти. разруш бѣлку.	Колич. мяса эквиваленти. тканей. бѣлку.
1)	1500	0	1512	— 12
	1500 .	150	1474	+ 26
2)	500	0	556	— 56
	500	100	520	— 20
3)	500	0	522	— 22
	500	300	456	+ 44
Прибавка углеводов в гм.				
1)	500	0	516	— 46
	500	250	475	+ 25
2)	2000	0	1991	+ 9
	2000	250	1792	+208
Прибавка желатинны в гм.				
1)	500	0	522	— 22
	500	200	446	+ 54
2)	2000	0	1970	+ 30
	2000	200	1624	+376

Из таблиц ясно видно, что прибавка жиров, углеводов и желатинны сокращает количество разрушаемаго в организмѣ бѣлка.

§ 2. Значеніе неорганических составных частей пищи.

а). Значеніе воды. Вода в дѣлѣ питанія необходима, так как организм (даже во время голоданія) роковым образом теряет ее. Потеря эта происходит через почки .. 1200—1500 gr., через испражненія ..—100 gr. и через кожное и легочное испареніе.. 900 gr. Итак в сутки выдѣляется около 2200—2500 gr. Часть этой воды, около $\frac{1}{6}$, образуется в нашем тѣлѣ при сгораніи органических веществ; остальные $\frac{5}{6}$ приходится на долю питьевой воды и воды, входящей в состав пищевых веществ. В нашем тѣлѣ воды до 66% (см. стр. 10).

В мышцах и внутренностях до	75 %.
В костях	25 %.
В жировой ткани	10 %.

Лишеніе организма воды ведет за собой гибель при явленіях истощенія нервных центров. Наконец слѣдует еще упомянуть, что вода является регулятором температуры тѣла (потѣніе).

б) Значеніе солей. Неорганическія кислоты связывают в организмѣ слѣдующіе элементы: Na, K, Ca, Mg и Fe. Соли **K** входят преимущественно в состав организованных частей клѣток в качествѣ пластического элемента. Соли **Na** находятся в соках, циркулирующих в организмѣ. Соли **Ca** участвуют в пластических процессах, придавая крѣпость костям и в физиологических процессах, так как присутствіе их необходимо для свертыванія крови и для мышечнаго сокращенія. Лишеніе организма солей Ca обуславливает появленіе остеопороза, особаго состоянія костей. Существует мнѣніе, что и рахит, обуславливается недостатком пропитыванія костей солями Ca. Это однако не находится в связи с составом пищи, а зависит от способности организма усваивать соли Ca. Значеніе солей **Mg** невыяснено до сих пор; известно лишь то, что он в небольших количествах сопровождает Ca. Соли **Fe** имѣют громадную важность для организма, так как Fe входит в состав Hb, функція котораго связана с процессом дыханія, и в состав нуклеопротеидов. Fe нормально выдѣляется из организма постоянно, в небольших количествах мочей и главным образом через желудочно-кишечный канал. Прежде думали, что Fe кишечника есть Fe пищи, не успѣвшее фиксироваться в организмѣ. Это представленіе было опровергнуто тѣм фактом, что желѣзо выдѣлялось из кишечника при голода- нии. Очевидно, что эта неизбѣжная потеря Fe должна быть воз- мѣщена на счет Fe пищи. На 100 gr. сухого вещества Fe со- держится в mlgr:

в молокоѣ	2,3	в моркови	8,6
» ржи	4,9	» земляникѣ	8,6—9,3
» пшеницѣ,	5,5	» мясѣ	17
» картофели	6,4	» желткѣ птичьяго яйца.	24
» бобах	8,2		

Вѣдность молока желѣзом объясняется тѣм, что у новорожденнаго есть запас Fe на весь період лактаціи; этот запас от- ложен по преимуществу в печени. Послѣ періода лактаціи молоко является пищей уже недостаточной. Скопленіе желѣза в печени новорожденнаго произошло на счет организма матери и с разви- тіем организма постепенно тратится, что видно из слѣдующей таблицы:

На 100 gr. вѣса у собаки в печени найдено было Fe:
 при рожденіи . . . 18,2 mgm. на 6 день . . . 8,5 mgm.
 на 1 день . . . 13,9 „ „ 11 „ . . . 4,3 „
 „ 2 „ . . . 9,9 „ „ 25 „ . . . 3—4 „

Fe вводится в организм вмѣстѣ с пищей, в которой оно находится в органически-связанном состояніи. На счет такого Fe образуется Hb и нуклеопротеиды. Фармакологическіе препараты вѣроятнo дѣйствуют возбуждающим образом на кроветворные органы. На это указывает подобное дѣйствіе аналога его марганца.

Всѣ перечисленныя соли весьма важны для организма; особенно необходимы онѣ для организма растущаго. Вот почему в молоко, единственном питательном началѣ новорожденнаго, сосредоточены всѣ части, необходимыя для поддержанія его жизни.

Состав молока у разных животных на 100 частей:

Молоко	Бѣлка.	Золы.	CaO	P ₂ O ₅	період удвоенія вѣса в дняхъ.
человѣка	16	2	0,328	0,473	180
лошади	20	4	1,240	1,310	60
коровы	35	7	1,600	1,970	47
козы	43	8	2,100	3,220	19
собаки	71	13	4,530	4,930	8

Разница в составѣ молока у разных животных очень велика. Это объясняется быстротою развитія организма. Человѣкъ напримѣр удваивается в вѣсѣ через 180 дней, тогда как собака уже через 8 дней.

Для взрослога организма соли также необходимы, что видно из слѣдующаго опыта:

При полном голоданіи собака погибает через 40—60 дней, а при удаленіи из нормальной пищи солей она умирает на 25—30 день.

Главное значеніе солей для взрослога организма состоит однако в связываніи образующихся в организмѣ кислот. Свободныя кислоты существуют лишь на поверхности слизистой оболочки желудка. Во всѣх остальных частях происходит непрерывная нейтрализація кислот, образующихся при распаденіи бѣлков. Так в нуклеопротеидах находится органически-связанный фосфор. При разрушеніи нуклеопротеидов он освобождается в видѣ фосфорной кислоты: при разрушеніи всѣх бѣлков об-

разуется сѣрная кислота. Если щелочных солей в организмѣ недостаточно для нейтрализаціи образующихся кислот, то организм вырабатывает усиленное количество NH_3 на счет азота бѣлков и при помощи его связывает свободныя кислоты.

§ 3. Питаніе. До сих пор мы смотрѣли на пищевыя вещества как на материал, из котораго строится организм. Кромѣ того пища доставляет организму необходимую ему энергію. Организм непрерывно теряет энергію в видѣ тепла, мышечной работы и т. д., даже в состояніи так называемаго покоя (работа сердца, дыхательных мышц, желез и т. д.) В виду того, что количество энергіи, развиваемой при превращеніях, не зависит от способа превращенія, его можно измѣрить в калориметрѣ, сжигая изслѣдуемое пищевое вещество. Жиры и углеводы при сгораніи превращаются в CO_2 и H_2O , продукты, получающіеся при измѣненіях и в организмѣ. Исключеніе составляют бѣлковыя вещества. Из них в организмѣ кромѣ CO_2 и H_2O образуется еще мочевины, обладающая еще извѣстным количеством энергіи. Для того, чтобы вычислить количество калорій (больших), заключающихся в бѣлкѣ, поступают так: сжигают один грамм бѣлка, получается 5—6 больших калорій. Затѣм вычисляют, сколько мочевины образуется из одного грамма бѣлка. 100 гр. бѣлка заключают 16 гр. азота, соответствующих 34 гр. мочевины, слѣдовательно из одного грамма бѣлка образуется около $\frac{1}{3}$ гр. мочевины.

Теперь сжигаем это количество мочевины и получаем—0,85 калорій. слѣдовательно в одном граммѣ бѣлка заключается: $5 - 0,85 = 4,15$ калорій (больших). Принимая во вниманіе все разнообразіе бѣлков питанія, неполноту сгоранія их в организмѣ и т. д. можно принять, что 1 гр. бѣлка в организмѣ дает 4,1 больших калорій. Относительно жира и углеводов изслѣдованія дали слѣдующіе результаты:

1 гр. жира освобождает в калориметрѣ 9,3 б. калорій.

1 гр. углеводов » » » 4,1 » »

При питаніи возможны три случая: состояніе равновѣсія, избыточнаго и недостаточнаго питанія.

1) Равновѣсія легко достигнуть, если предоставить людям руководится своим инстинктом. При одном из таких опытов человѣкъ, вѣсом в 63,5 klgr. употребляя в пищу:

135 gr. бѣлка, соответствующих 553 б. калоріям.

140 » жиру, » 1302 » »

249 » углеводов, » 1021 » »

Всего . 2876 б. калорій.

Принимая во вниманіе, что у взрослога человѣка не усваивается около 8% пищи, можно принять, что в данном случаѣ усвоено было всего 2646 б. калорій. На каждый klg. тѣла это составит около 36 б. калорій.

2). Избыточное питаніе. Для точнаго опредѣленія излишка нужно точно высчитать содержаніе N и C в веществах, вводимых в организм, и в его выдѣленіях; для этого человѣка помѣщают в респирационный аппарат.

а) Введено было в организм:

бѣлка . . 100 gr. в которых заключалось N—16 gr. и C— 53,6 gr.

жира . . 60 gr. » » » — — C— 45,9 gr.

углеводов 500 gr. » » » — — C—200,0 gr.

Всего в организм введено было: N—16 gr. и C—299,5 gr.

б) Выдѣлено было организмом:

в мочѣ N—13,8 gr. C— 8,0 gr

в испраженіях N— 1,2 gr. C— 5,0 gr.

в выдыхаемом воздухѣ — — — C—256,5 gr.

Всего из организма выдѣлилось: N—15 gr. и C—269,5 gr.

Слѣдовательно в организмѣ удержалось N—1 gr. и C—30 gr.

Теперь разсмотрим, в какой формѣ удержались эти вещества. Азот мог удержаться только в формѣ бѣлка. 1 gr. N соответствует 6,25 gr. бѣлка. Углерод может удерживаться в видѣ бѣлка, жира и углеводов. В 6,25 gr. образовавшагося бѣлка углерода содержится всего 3,35 gr. Остальные 26,65 gr. C, очевидно, не могут задержаться в видѣ бѣлка. Обыкновенно это отложеніе происходит в видѣ жира, котораго из 26,65 gr. C получается около 34,83 gr. Таким способом при избыточном питаніи всегда можно опредѣлить количество и состояніе отложившихся веществ.

Молоко.

Молоко, назначеніе котораго служить новорожденному пищей, принадлежит к числу экскретов, от которых отличается тѣм, что, не представляя из себя конечнаго продукта животнаго обмѣна,

способно поддерживать этот обмен у воспринимающего его организма. Оно представляет из себя непрозрачную жидкость, бѣло-желтого или бѣло-синеватого цвѣта, с удѣльным вѣсом, колеблющимся между 1025 и 1034 и зависящим от содержания в нем жира. Непрозрачность молока объясняется тѣм, что оно является не совершенным раствором, а представляет из себя эмульсію. Если молоко профильтровать через трубку из пористой глины, то на фильтрѣ останется жидкій студень, состоящій из фосфорно-кальціевой соли, казеиновой извести и форменных элементов молока — *молочных* или *масляных шариков*, открытых Лееuwenhoek'ом. Полученный фильтрат, содержащій в себѣ всѣ остальные, растворенныя составныя части молока, называется *молочной сывороткой*. Количество молока колеблется у различных видов млекопитающих в значительных границах. Нѣкоторыя породы коров дают в сутки окол 24 литров.

§ 1. Состав молока. По Neumeister'у состав молока слѣдующій:

	женскаго	коровьяго	кобыльяго
Воды	88,48%	87,17%	90,78%
Бѣлковых веществ	1,03 »	3,55 »	1,95 »
Жиров	3,78 »	3,69 »	1,21 »
Углевода	6,54 »	4,88 »	5,67 »
Солей	0,21 »	0,71 »	0,37 »

1) количество воды в молокѣ измѣняется в зависимости от возраста. Так Struve указал, что у женщин от 15-20 лѣтъ в молокѣ 13% сухого остатка, тогда как молоко 35-40-лѣтних содержит только 10-11%.

2). Из бѣлковых веществ в состав молока входят казеин, параглобулин и лактальбумин.

а) *казеин* является преобладающим бѣлком молока. Он принадлежит к классу нуклеоальбуминов и в молокѣ содержится в видѣ нейтральнаго известковаго соединенія. Состав его по Hammarsten'у слѣдующій:

C.	H.	N	S	P.	O.
52,96%	7,05%	15,65%	0,75%	0,84%	22,78%

При дѣйствіи на него сычужным ферментом (в присутствіи известковых солей) казеин свертывается и превращается в параказеин или сыр. Из раствора, насыщеннаго NaCl, казеин выпадает в видѣ осадка.

нака
в) лактоглобулин обладает свойствами параглобулина крови и из раствора выпадает послѣ насыщениа его сѣрно-магніевою солью.

е) слѣдующій бѣлок, названній Sebelien'ом лактоальбумином, сходен с альбуминами крови по своим свойствам.

Лактальбумин и лактоглобулин в молокоѣ находятся в растворенном состояннн и при фильтрованнн молока через пористую глинянную трубку переходят в молочную сыворотку.

д) находимые в молокоѣ альбумозы и пептоны вѣроятно образуются при осажденн казеина и нагреванн с кислотами фильтрата из находящихса еще в раствореѣ бѣлковых веществ. (Neumeister). Самостоятельное существованнн их в молокоѣ представляется сомнительным. (Тарханов).

3) жиры в молокоѣ находятся в видѣ мельчайших частичек благодаря казеину, который образует вокруг них оболочку. Поэтому жиры можно извлечь из молока, только послѣ раствореннн казеина щелочами или кислотами. В состав молочных жиров входят глицериды кислот: олеиновой, пальмитиновой, стеариновой, бутировой, капроновой, каприловой, маслянной и др., лецитин, холестеарин и липохром-желтое красящее вещество.

Относительно образованнн жира в молочной железеѣ, наиболѣе вѣроятной является теорнн, по которой жир молока образуется не из готоваго жира пищи, а из превращеннн и расщепленнн бѣлковой протоплазмы самой железы. (аналогнн с жировым перерожденнн клѣток). Количество жира в молокоѣ у разных животных колеблется в обширных границах, от 3,9% (у коровы) до 46% (у дельфина).

4). Из углеводов специфичным для молока является молочный сахар или лактоза. Вѣроятно он образуется из нуклеогистопроteidов, характернаго компонента отдѣлительных клѣток млечных желез и стоящаго в связи с их отправленнн.

5). Кромѣ этих составных частей, в молокоѣ открыт еще ряд других органических веществ: лимонная кислота (лимонно-кальціевая соль—0,18—0,25%), мочевина, креатинин, гипоксантин и др.

6) Из неорганических составных частей молока нужно отмѣтить калійныя и известковыя соли, содержащннся в значительных количествах, затѣм хлориды, фосфаты и соли желѣза. (см. стр. 95). Вообще в молокоѣ найдены все соли животнаго

организма. Тамманн'ом было обнаружено присутствие небольшого количества U_t. Эти соли не все находятся в молокѣ в растворенном состояніи. По Söldner'у около 36-56% фосфорной кислоты и 53-72% извести находятся в видѣ коллоидных дву—или трехосновной фосфорно-кальціевой соли или казеиновой извести.

7). По изслѣдованіям Pflüger'a, Съченова, Külz'a, в молокѣ находится от 2,6%—7,5% (объемных) Со₂ и небольшія количества N и O.

Секрет млечных желез, отдѣляющійся из них в послѣдніе дни беременности и 3-4 дня послѣ родов, называется молозивом (colostrum) и отличается от молока: во 1) содержанием в нем, так называемых, молозивных тѣлец, 2) болѣе высоким содержанием лактоальбумина, глобулина и казеина, 3) меньшим количеством молочнаго сахара. Жиры в молозивѣ находятся в тѣх же количествах, как и в молокѣ. По Euling'у состав молозива слѣдующій:

Воды	71,69%	казеина	4,83%
лактоальбумина	15,85 »	солей	1,78 »
молочнаго сахара	2,48 »		

§ 2. Измѣненія молока под вліяніем агентов. Жиры молока под вліяніем химических или механических агентов, разрушающих казеиновую оболочку, соединяются в большія массы, чѣм пользуются при изготовленіи масла.

Будучи оставленным при доступѣ воздуха, молоко становится прогорклым, получает кислую реакцію, непріятный запах и вкус. При этом процессъ происходит под вліяніем энзимов сперва расщепленіе части жира на глицерин и жирныя кислоты, а затѣм окисленіе свободных кислот в летучіе продукты непріятнаго запаха.

Вліяніе организованных ферментов на молоко вызывает в нем ряд измѣненій. В виду того, что в медицинѣ пользуются продуктами ферментативнаго измѣненія молока, рассмотрим процессы, имѣющіе мѣсто при этом.

а). Прибавленіем кефирных зерен, из коровьяго молока путем броженія готовится—кефир—напиток, увеличивающій по Наует'у отдѣленіе желудочнаго сока и усиливающій пептонизацію. Кефирное бродило состоит из комочков, шарообразной формы, желтоватаго цвѣта. Бактеріологическія изслѣдованія Сѣгн'a и Schtange установили, что зерна кефира состоятъ из слѣ-

дующих бактерий в стадиях *Zoogloea* и *Lepototrix*: *Saccharomyces cerevisiae*, *Dispora caucasica* и *Bacillus acidi lactici* Нйрре. Под влиянием этих бактерий в молоко происходит ряд изменений, которые по Подвысоцкому слѣдует разбить на 3 группы:

1) спиртовое брожение молочнаго сахара с образованием угольной кислоты и спирта.

2) молочно-кислое брожение с образованием частиц молочной кислоты и

3) свертывание казеина и или растворение его в сывороткѣ, или превращение части его, вмѣстѣ с лактальбумином, в гемяльбумозу — промежуточную стадию превращенія бѣлка в пептоны:

Кромѣ перечисленных продуктов образуются: глицерин, кислоты янтарная, масляная и уксусная.

Казеин под влиянием молочной кислоты, створаживается и выпадает в видѣ нѣжных, мелких хлопьев, легче усваиваемых по А. Schmidt'у, чѣм казеин, свернувшійся под влиянием сычуга. При этом по Winter'у происходит соединеніе молочной кислоты с бѣлками, аналогичное соединенію бѣлков с соляной кислотой при пищевареніи. Дѣйствіе кефира слѣдует отнести на счет влияния на организм молочной кислоты, соединенной с казеином угольной кислоты, усиливающей отдѣленіе желудочнаго сока и ускоряющей перистальтику кишек, небольших количеств спирта, дѣйствующаго возбуждающе на организм, и насчет бѣлковых веществ, подвергнувшихся извѣстным изменениям в сторону лучшей усвояемости.

б). кумысом называется кобылье молоко, подвергнувшееся броженію под влиянием бродильных грибков, аналогичных кефирному бродилу. (*Sacchromyces cerevisiae* и *Bacterium acidi lactici*).

Как кефир, так и кумыс являются, в силу перенесенных изменений, питательным веществом, отчасти уже переваренным, почему и показаны во всѣх тѣх случаях, когда желательна сбережь пищеварительную работу желудка.

Кровь и лимфа — двѣ жидкости, поддерживающія у позвоночных питаніе и способность их к отправленію жизненных функций. Кромѣ доставленія тканям питательных веществ, эти жидкости воспринимают в себя продукты обмена, перенося их к выдѣлительным органам. Кровь, лимфа и гемолимфа червей, мягкотѣлых и членистоногих могут разсматриваться по отношенію к взвѣшенным в них форменным элементам, как межклеточное вещество (Neumeister).

Кровь.

Кровь можно разсматривать как жидкую ткань, состоящую из прозрачной жидкости, так называемой кровоной плазмы, в которой взвѣшены форменные элементы. Реакція ея щелочная. Количество ея по изслѣдованіям при помощи метода Норре—Seyleг'a составляет от $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{11}$ вѣса тѣла даннаго животнаго. Удѣльный вѣс ея, колеблющійся в зависимости от бѣльшаго или меньшаго содержанія в ней форменных элементов, у мужчин равен 1057—1066 и у женщин 1053—1061. Болѣзни, сопровождающіяся уменьшеніем красящаго вещества крови, лихорадочным состояніем и т. д. вызывают пониженіе удѣльнаго вѣса.

Кровь, выпущенная из сосуда, через нѣкоторое время свертывается; этот процесс состоит в образованіи плотнаго, студенистаго свертка (*placenta sanguinis*), из котораго затѣм, в силу его сѣжеванія, выдѣляется желтоватая жидкость, бѣлковаго характера, так называемая кровоная сыворотка. Сверток состоит из бѣлковаго тѣла—фибрина, захватившаго в себя форменные элементы.

§ 1. Форменные элементы. Форменные элементы крови существуют трех видов: красные и бѣлые кровяные шарики и пластинки Виззоверго. Разсмотрим каждый из этих видов отдѣльно.

1) красные кровяные шарики находятся в крови в количествѣ от 4.500.000—8.000 000 в 1 куб. мм. крови, при чем количество это измѣняется как в сторону+, так и —, в зависимости от условій жизни организма. Главной составной частью их является гемоглобин, желѣзистое вещество, являющееся передатчиком кислорода в тканях тѣла. На долю его приходится около 95,5% вѣса всѣх органических веществ эритроцитов. Остальная часть относится к стромѣ. В организмѣ Нѣ находится

в соединеніи с О, в видѣ оксигемоглобина. При этом на 1 частицу О, приходится 1 частица Нб. Связь Нб с О очень рыхла, что стоит в связи с физиологическим значеніем Нб, как передатчика кислорода в тканях. Нб по своей природѣ принадлежит к бѣлкам класса протеидов. (Болѣе подробно о Нб см. стр. 9).

Что касается стромы, то в состав ея входят: глобулины, нуклеины, холестерин, лецитин, протагон, кристаллическое вещество, полученное Liebreich'ом из мозга и относящееся к, так называемым миѣлиновым веществам, входящим в состав мякотной оболочки, неорганическія соли Na, K, Mg, Fe и вода. По изслѣдованіям Schöndorff'a в состав эритроцитов входит и мочевина (?). На долю воды у различных животных и человека приходится по изслѣдованіям Hoppe-Seyler'a 57%.—60,9% всего вѣса.

2). Бѣлые кровяные шарики находятся в крови нормально в отношеніи к количеству эритроцитов как 1: 350. При различных патологических условіях количество их значительно увеличивается, доходя, как напримѣр при лейкэмии, до отношенія 1: 7, 1: 1. В состав их входят: глобулины, нуклеоальбумины (в ядрах), протагон, лецитин, холестерин, нуклеогистон Lilienfeld'a, представляющій из себя кислую соль, и при разложеніи распадающійся на лейконуклеин—ядерный нуклеин, обладающій сильными кислотными свойствами, и гистон—основное вещество, и неорганическія соли Na, K, Mg, Fe и др.

3). Относительно состава пластинск Виззоzego или гѣматобластов Науем'a извѣстно только, что онѣ представляют из себя химическое соединеніе бѣлка с нуклеином. К процессу свертыванія гѣматобласты по нѣкоторым авторам имѣют извѣстное отношеніе.

4). Кромѣ упомянутых элементов, Nasse открыл в крови, так называемыя, пигментныя глыбки, вѣроятно случайно занесенныя в кровь из селезенки или костнаго мозга, и представляющія из себя неправильныя, темноватыя частицы, с мало опредѣленным химическим составом. Эти пигментныя глыбки из себя представляют остатки эритроцитов.

5). Обломки бѣлых кровяных шариков и гѣматобластов находятся в крови в видѣ безцвѣтных глыбок. (Latschenberger).

§ 2. Кровяная плазма. Плазма представляет из себя жидкость, получаемую при быстром охлажденіи крови до 0° и стояніи

на холоду. При этом форменные элементы опускаются на дно и жидкость становится совершенно прозрачной. В виду того, что плазма легко свертывается, то при изслѣдованіи к ней прибавляют натріевую соль щавелевой кислоты, препятствующую свертыванію, так как она осаждает соли извести.

Состав плазмы по Hammarsten'у:

Воды	90—92%
Бѣлковых веществ	7—8 »
Жиров	0,1—0,7 »
Углеводов	0,15 »
Экстрактивных веществ	0,4 »
Солей	0,8 »

Кромѣ этих веществ в плазмѣ открыты пигменты и энзимы нѣскольких видов.

1). В состав плазмы входят слѣдующія *бѣлковыя вещества*: фибриноген, нуклеопротеид, сывороточные альбумины и глобулины.

а). *Фибриноген* или *метаглобулин* — вещество, играющее важную роль в процессѣ свертыванія крови. Из крови он выдѣляется при содержаніи в ней 16% NaCl, чѣм и отдѣляется от глобулинов и альбуминов, выдѣляющихся только при насыщеніи. В крови он образуется путем распада лейкоцитов и, под влияніем ферментов крови, переходит в фибрин. (см. стр. 45). Остающаяся послѣ выдѣленія фибрина, жидкая часть крови называется кровяной сывороткой.

*Протромбин
Фибр +
+ сыворотка
Климаза
= тромбин
сыворотка
Фибр +
сыворотка*

б). *Нуклеопротеид*, принимается Pechelharig'ом за фермент, обуславливающій свертываніе крови, т. е. за *протромбин* или *тромбин*. По А. Schmidt'у протромбин получается из бѣлых кровяных тѣлец. По мнѣнію Bizzozero, Lilienfeld'a, Schwalbe образованію тромбина способствуют пластинки Bizzozero, тогда как Petrone указывает на их задерживающее вліяніе на этот процесс. Т° свертыванія 70-75° С.

в) *Сывороточный глобулин* (параглобулин Kühne, фибрин-пластическое вещество А. Schmidt'a) при свертываніи крови переходит неизмѣненным в кровяную сыворотку. Представляет из себя по Hammarsten'у *смѣсь двух глобулинов* и получается из плазмы или кровяной сыворотки насыщеніем ея сѣрнистым магніем в видѣ мелко-хлопчатой, бѣлой массы, содержащей тромбин, а потому производящей свертываніе растворов фибри-

ногена. Т° свертыванія 70-75° С. Одним из глобулинов является фибрино-глобулин, отдѣляющійся от фибриногена при нагрѣваніи послѣдняго до 60°. По Мёнгер'у и Langstein'у в глобулинѣ содержится углеводная группа. Было также открыто присутствіе глюкозы, фруктозы, амина-гексозы, 1-альдозы и др.

д). Сывороточные альбумины по Hammarsten'у являются смѣсью двух альбуминов—кристаллическаго и аморфнаго. В них также содержится углеводная группа. Т° свертыванія их растворов измѣняется в связи с измѣненіем содержанія в растворах солей и их реакціи.

Сывороточные альбумины и глобулины содержатся кромѣ того в лимфѣ, экссудатах и в патологически измѣненной мочѣ.

3). *Жиры* у голодающих животных содержатся в плазмѣ в небольшом количествѣ (0,1%), доходя послѣ кормленія до 1% и больше. При различных патологических состояніях (алкоголизм, диабет, osteo-myelitis и др.) количество жира настолько повышается, что наступает липемія (3%.) Из жиров и их производных отмѣтим: олеиновый, пальмитиновый жиры, мыла, лецитин и холестеарин.

4). Из *углеводов* постоянной составной частью плазмы является виноградный сахар, количество котораго у человека по изслѣдованіям Otto доходит до 0,11% вѣса всей крови. Кромѣ того в крови доказано присутствіе фруктозы, нормально не встрѣчающейся (Strauss), гликогена, получающагося при распаденіи лейкоцитов, и др.

5). Из *экстрактивных веществ* в крови содержится мочевины (не болѣе 0,05%), кислоты мочева, карбаминовая, гиппуровая, креатин, амміак, при патологических условіях ксантиновыя основанія, меланин, ацетон и др.

6). Из минеральных *солей* доказано присутствіе NaCl (60-70%), солей Ca, Na₂ Co₃, слѣды H₂ SO₄ и P₂ O₅ и K. Находили также слѣды кремневой кислоты, фтора, мѣди, желѣза, марганца и амміака. Соли Cl и Na преобладают количественно над P₂ O₅ и K. Часть этих веществ находится в связи с бѣлком. По Hamburger'у диффузибельных щелочей (соединеній щелочей, фосфатов, карбонатов) 37%, а не диффузибельных (соединеній щелочей с бѣлком)—63%. Кромѣ упомянутых солей находятся в крови J и As, в видѣ органических соединеній.

7). Плазма содержит в себѣ различнаго рода *энзимы*. В

ней найдены диастаза (переводит крахмал в гликоген), мальто-глюказа, по Hanriot—липаза, бутириназа, лабфермент, трипсин, затѣм ряд мало химически охарактеризованных веществ—токсинов, антитоксинов, иммунных тѣл, алексинов, гемолизинов, цитотоксинов, преципитинов и др. Всѣ эти вещества осаждаются из крови вмѣстѣ с глобулинами.

8). Наконец назовем *пигменты* крови, вещества мало изслѣдованныя—билирубин, лутеин, меланин и др.

§ 3. **Газы крови.** Посредством насосов Pflüger'a и Ludwig'a из крови получают 3 газа: O, CO₂ и N.

1). Количество *азота* незначительно, около 2% объемных, при чем содержаніе его одинаково как в артеріальной, так и в венозной крови. Вообще его не больше, чѣм в обыкновенных водных растворах, приходящих в соприкосновеніе с атмосферным воздухом. Он просто поглощен в крови и не играет в жизненном процессѣ никакой роли в силу своего незначительнаго сродства. Окись азота дает очень прочное молекулярное соединеніе с Hb, не разрушающееся от прибавленія возстановителей.

2). Артеріальная кровь по изслѣдованіям Magnus'a содержит больше *кислорода*, чѣм венозная. По Pflüger'у, кислорода в артеріальной крови 21%, а в венозной не больше 12% (объемных).

3). Что касается содержанія CO₂ в крови, то в артеріальной ея 38%, а в венозной от 46%. При асфиксии количество CO₂ доходит до 70% и больше.

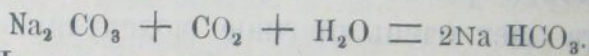
Газы в крови находятся в двух состояніях:—небольшая часть их является физически поглощенной, тогда как остальная часть газов содержится в видѣ химических соединеній:—кислород в связи с Hb, а CO₂ в видѣ дву-углекислых солей, растворенных в плазмѣ. Кровяная плазма, являясь раствором безразличных веществ, при t° тѣла не могла бы поглотить физически необходимыя количества O. При этих условіях, если бы O в ней находился бы только физически поглощенным, то содержаніе его не превышало бы 0,3% (объемных). Остальное количество O находится в крови связанным химически. Одинаковыя количества O, поглощенные равными количествами крови и раствора Hb, с содержаніем его, равным содержанію в крови, пропорціональность содержаній O и Hb, указывают, что именно в связи с Hb находится O в крови. Это химическое соединеніе дает



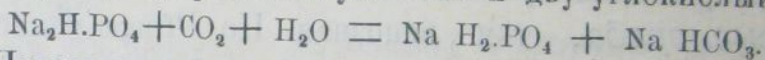
характерную окраску крови. Кромѣ соединеній Нв с О, в крови наблюдаются соединенія с СО (карбоксигемоглобин), с СО₂ (карбогемоглобин), с окисью азота и т. д.

Относительно способов связыванія СО₂ в крови можно предположить слѣдующее: парціальное давленіе СО₂ в крови незначительно для того, чтобы можно было предположить простое раствореніе того количества, в каком она содержится в крови. Если бы СО₂ находилась только физически поглощенной, то при существующем парціальном давленіи в 41 mm. Hg, только 2,5% объемных были бы связаны в венозной и 1,75% в артеріальной крови, тогда как содержаніе СО₂ значительно больше. Это обстоятельство заставляет искать другіе способы связыванія СО₂ в крови.

1). Часть СО₂ находится в видѣ дву-углекислых солей (Lothar-Meyer и Fernet). а) Одноуглекислый натрій, поглощая СО₂, дает дву-углекислый Na.



б). Двухосновный фосфорно-кислый натрій с СО₂ и Н₂О дает одноосновную фосфорно-кислую соль и дву-углекислый натр:



2). Незначительная часть вѣроятно находится в связи с бѣлковыми веществами крови.

3). По А. Schmidt'у часть СО₂ находится в рыхлой связи с Нв эритроцитов.

По изслѣдованіям Bohr'a, кислород крови, связанный с Нв, является в видѣ оксигемоглобина, при чем количество связаннаго О, зависит от содержанія солей Fe в гемоглобинѣ.

(Относительно свертыванія крови и значенія в этом процессѣ солей Ca см. стр. 45).

Лимфа.

§ 1. Лимфа. По Heidenhain'у лимфа имѣет двойное происхожденіе: из крови в лимфатическую систему попадают вещества, необходимыя для питанія тканей, ткани же отдают лимфѣ воду, соли и продукты обмѣна веществ. Поэтому можно различать два вида лимфы — кровяную и тканевую.

Относительно способа образованія лимфы существует ряд теорій. Starling и Cohnstein объясняли этот процесс *филтраціей* кровяной плазмы. При этом способѣ, чисто физическом, лимфа

должна была бы во всѣх органах имѣть один и тот же состав, тогда как каждый орган снабжается при помощи лимфы тѣми специфическими матеріалами, в которых он больше всего нуждается. Heidenhain высчитал, что для доставки молочной железу коровы 42,5 gr. извести, содержащейся в выдѣляемом ею в сутки количествѣ молока, необходимо не меньше 236.000 куб. см. лимфы, тогда как в организмъ коровы максимум лимфы достигает 42.600 куб. см. Очевидно, что происхождение лимфы в организмѣ невозможно объяснять как физическій процесс. Подтвержденіем этому является увеличеніе количества лимфы под вліяніем введенія в кровь так называемых lymphagoga (экстракты из мышц рака, пъявок, печени и кишечника млекопитающих, растворы пептона, альбумоз, соли, сахар, мочевины и др.). Это послѣднее обстоятельство указывает, что в процессѣ образованія лимфы играют роль не только чисто физическія условія, но и физиологическія — раздраженіе лимфогонными веществами эпителия капилляров и элементов других тканей. По Asher'у и другим авторам количество лимфы является показателем работы того или другого органа.

Относительно состава лимфы можно отмѣтить его непостоянство в зависимости от физиологических условій организма.

По изслѣдованіям Gubler'a состав лимфы слѣдующій:

Воды	939, 9
Бѣлков	43, 2
Жиров	3, 8
Экстрактивных веществ	5, 7
Солей	7, 3

а). Из бѣлков в лимфѣ содержатся serumalbumin, serumglobulin, фибриноген и фибринфермент; послѣдніе два вещества находятся в небольших количествах, меньших, чѣм в крови, чѣм и объясняется болѣе медленное свертываніе лимфы. Количество бѣлка очень непостоянно и измѣняется в связи с внѣшними условіями.

б). Количество жира, вообще очень незначительное, измѣняется в зависимости от качества пищи. Жирная пища значительно повышает процент содержанія жира. Так по изслѣдованіям Munk'a и Rosenstein'a лимфы из фистулы бедра до и послѣ принятія жирной пищи, было установлено, что до введенія пищи количество жира было 0,6—2,6‰, а послѣ введенія достигло 47‰. Из жиров в состав лимфы входят: нейтральные жиры,

мыла в количествѣ, достигающем $\frac{1}{100}$ количества нейтральных жиров, лецитин, холестерин. Род жира пищи оказываетъ влияніе на составъ жира лимфы. Молочно-бѣлый цвѣтъ лимфы послѣ введенія жирной пищи зависитъ отъ взвѣшенныхъ в ней частичекъ жира.

с). *Экстрактивныя вещества* тѣ же, что и в плазмѣ.

d). Из *солей* в составъ лимфы входятъ соли Na, K, Ca, Mg, Fe и др.

e). Относительно *углеводов* нужно отмѣтить, что качественный ихъ составъ тотъ же, что в крови, но процентъ ихъ содержанія больше, чѣмъ в крови.

f). *Газы* лимфы мало изслѣдованы. Количественное ихъ содержаніе слѣдующее:

CO ₂	N	O
37,4—53,1‰;	1,6‰;	0,1‰

По изслѣдованіямъ Pflüger'a и Strassburger'a, напряженіе CO₂ в лимфѣ меньше, чѣмъ в венозной и больше, чѣмъ в артеріальной крови.

Форменныя элементы лимфы тѣ же, что и в крови. Удѣльный вѣсъ ея колеблется отъ 1007—1043. Реакція лимфы щелочная.

§ 2. **Гэмолимфа и гидролимфа.** Питательная жидкость безпозвоночныхъ животныхъ бываетъ двухъ родовъ. Жидкость, наполняющая водныя пространства эхинодерм, туникат и безголовыхъ мягкотѣлыхъ, носитъ названіе *гидролимфы* в силу крайне малаго содержанія бѣлка. В сосудахъ же червей, большинства мягкотѣлыхъ и членистоногихъ содержится, такъ называемая *гэмолимфа*, богатая бѣлкомъ жидкость, напоминающая собой кровь позвоночныхъ.

Кромѣ бѣлковъ, углеводовъ и жировъ, содержащихся в гэмолимфѣ приблизительно в тѣхъ же количествахъ, какъ и в крови, в ней содержатся пигменты и, только у меньшинства безпозвоночныхъ, гэмолимфа безцвѣтна. Изъ пигментовъ отмѣтимъ: оксигемоглобинъ, фіолетовый, вишневокрасный, розовый пигменты, гэмоэритринъ, объединенные Krukenberg'омъ подъ названіемъ *флоридиновъ*, оксигэмоціанинъ, содержащій Cu и обуславливающій голубой цвѣтъ лимфы нѣкоторыхъ мягкотѣлыхъ и членистоногихъ, желтовато-зеленый пигментъ насѣкомыхъ и липохромы. Все эти пигменты, за исключеніемъ липохромовъ, по изслѣдованіямъ Krukenberg'a обладаютъ дыхательными функціями.

Из морфологических элементов в гэмолімфѣ содержатся лейкоциты всегда, и, только у нѣкоторых червей, встрѣчаются эритроциты.

Анализы.

ОБЩЕ СПОСОБЫ.

I. Доказательство присутствія углерода и водорода. При сгораніи углерод окисляется в CO_2 , а водород в H_2O . Углекислый газ CO_2 обнаруживается пропусканіем через баритовую воду, причем образуется муть от нерастворимаго углекислаго барія: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Вода обнаруживается в видѣ капель. ✓

II. Доказательство присутствія сѣры. Растирают 0,1—0,2 гр. даннаго вещества с 3—6 гр. смѣси селитры с содой (3 части азотно—кислаго калия + 1 часть углекислаго натрія) и нагрѣвают в тиглѣ постепенно до полнаго расплавленія и сгоранія угля. Сѣра при этом окисляется в сѣрную кислоту, которая образует в условіях опыта сѣрнокислую щелочь. Послѣ охлажденія растворяют расплавленный остаток в водѣ (при нагрѣваніи), фильтруют (если раствор не совершенно прозрачен), подкисляют соляной кислотой и прибавляют хлористаго барія. Если в данном веществѣ была сѣра, то получится осадок сѣрнокислаго барія BaSO_4 .

III. Доказательство присутствія азота. *Проба натристой известью.* Смѣшивается сухой бѣлок с натристой известью в пропорціи 1:5 до 1:10 и нагрѣвается смѣсь в узкой, сухой пробиркѣ. Образуется амміак, открываемый по запаху, щелочной реакціи паров, образованію облака на стеклянной палочкѣ, смоченной HCl , и по почернвію бумаги, пропитанной азотно-кислой закисью ртути.

СПЕЦІАЛЬНЫЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ.

IV. Молоко. а) Слабое подкисленіе уксусной кислотой разведеннаго водой молока вызывает выпаденіе казеина, который может быть отфильтрован и переведен в раствор прибавкой щелочи: из этого раствора вновь осаждаются казеин и т. д.

б) Фильтрат от осадка казеина содержит свертывающійся от нагрѣванія бѣлок альбумин + глобулин.

V. Реакціи жиров. а) Масляное пятно на бумагѣ (не фильтровальной).

б) Нейтральная реакція на фенолфталеин.

с) При нагревании в сухой пробирке с кислым сернокислым калием выделяются пары акролеина (акриловый альдегид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COH}$), который узнается по запаху и по черненью бумажки, смоченной аммиачным раствором серебра. В данном случае сначала расщепляется жир, затем глицерин и, притягивая в себя воду, переходит в акролеин.

д) **Омыление жиров.** 50 граммов сала расплавляются в чашке на водяной бане и выливаются в колбу, в которую предварительно налито 75 куб. сант. спиртового раствора KOH. Смесь кипятится в течение 5 минут на водяной бане. Жир расщепляется при этом на глицерин и жирные кислоты, причем последние с KOH дают соли (мыла). Смесь выливают в 200 куб. сант. воды + 50 куб. сант. 30% серной кислоты. Жирные кислоты выделяются и через некоторое время застывают в кристаллический осадок. Их снимают, толкут в порошок и промывают на фильтре водой до тех пор, пока промывная вода не перестает давать реакцию H_2SO_4 . Затем кислоты расплавляются в чашке на водяной бане, охлаждаются и обсушиваются пропускной бумагой.

VI. Реакции жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой и олеиновой).

- а). На бумаге оставляют пятно.
- б). Имѣют кислую реакцію.
- с). С содой дают прозрачный раствор, застывающий при остывании в студенистое мыло (мыльный клей).
- д). Из раствора в соде минеральные кислоты выделяют вновь нерастворимые жирные кислоты.
- е). С укусным свинцом тот же раствор дает осадок свинцового пластыря.

VII. Реакции глицерина. а) Капля глицерина смешивается с бурой, смесь вносится на платиновой проволоке в пламя — зеленое окрашивание.

б). Водный раствор глицерина с NaOH и CuSO_4 дает темный раствор, который, однако, при нагревании не дает восстановления (в отличие от сахара).

с). **Изолирование глицерина**, образовавшегося при омылении. В водном растворе, оставшемся после первого выделения жирных кислот серной кислотой, выделяется глицерин. Чтобы выделить его в чистом виде, поступают следующим образом: вод-

ный раствор нейтрализуют сперва NaOH, а затѣм содой и выпаривают сначала на сѣткѣ, потом на водяной банѣ небольшого объема. Остаток смѣшивается с 50 кб. сант. абсолютнаго алкоголя, дают смѣси нѣкоторое время постоять и фильтруют; фильтрат выпаривают на водяной банѣ очень небольшого объема; вновь смѣшивают с абсолютным алкоголем так, чтобы объем смѣси равнялся 25 кб. сант., сюда же прибавляют 25 кб. сант. эфира, перемѣшивают и оставляют стоять до слѣдующаго дня. Таким образом удаляют соли. Фильтруют и фильтрат выпаривают на водяной банѣ при умѣренной температурѣ. Остается чистый глицерин.

VIII. Моча. 1. Отношеніе мочи к реактивам: а) NaOH — дает осадок щелочноземельных фосфатов, собирающихся при нагрѣваніи в хлопья.

б). HCl при нагрѣваніи темная окраска с красноватым оттенком; при стояніи на холоду выдѣляются кристаллы мочевой кислоты.

в). При кипяченіи — нормальная моча, имѣющая довольно кислую реакцію, остается прозрачной; слабо подкисленная или нейтральная выдѣляет осадок щелочноземельных фосфатов, которые в отличіе от осадка бѣлка растворяются в слабой уксусной кислотѣ.

д). BaCl₂ — осадок BaSO₄ и Ba₃PO₄.

Ba₃PO₄ растворяется в присутствіи уксусной или соляной кислот, так что осадок от этого реактива уменьшается. В фильтратѣ от осадка BaSO₄ кипяченіем с соляной кислотой можно вызвать появленіе новаго осадка BaSO₄, образующагося на счет разложенія эфиро-сѣрных кислот мочи.

е) AgNO₃ — осадок AgCl и AgPO₄.

AgCl растворяется в NH₃; Ag₃PO₄ растворяется в разведенной азотной кислотѣ.

ф) Основной уксуснокислый свинец (свинцовый уксус) — осадок хлористаго, фосфорно-кислаго и сѣрно-кислаго свинца, а также и красящаго вещества мочи: фильтрат от осадка или безцвѣтен или почти безцвѣтен.

2. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса мочи (при помощи урометра). Фильтрованную мочу наливают в цилиндр (на поверхности не должно быть пѣны) и опускают в нее урометр; дѣленіе шейки урометра, пересѣкаемое уровнем жидкости, указывает удѣльный

вѣс мочи. Удѣльный вѣс нормальной мочи колеблется между 1015—1020. Он измѣняется в зависимости от различных заболѣваній.

3. Доказательства присутствія бѣлка в мочѣ. Для открытія бѣлка в мочѣ цвѣтныя реакціи совершенно не употребляются. Наиболѣе употребительны слѣдующія пробы на бѣлок:

а). Проба с кипяченіем. Моча должна быть слабо-кислой реакціи, в противном случаѣ ее подкисляют (1-3 капли ас. acetici diluti или 5—10 капель асиди nitrici.) Получается осадок денатурированнаго бѣлка, нерастворимый в кислотах, чѣм отличается от фосфорно-или углекислаго Na.

б). Проба Heller'a с кольцом. Производится так: осторожно приливают к раствору бѣлка азотной кислоты, которая осѣдает на днѣ пробирки в виду ея большаго удѣльнаго вѣса. На мѣстѣ соприкосновенія обѣих жидкостей образуется в видѣ кольца бѣлая муть вслѣдствіе осажденія бѣлка.

в). Проба с уксусной кислотой и желѣзисто-синеродистым калием. Осторожно прибавляют красной кровяной соли и в избыткѣ уксусной кислоты. На мѣстѣ соприкосновенія двух жидкостей осадок или бѣлая муть.

д). Проба с равным объемом насыщеннаго раствора NaCl + CH_3COOH . Осадок бѣлка при нагрѣваніи не растворяется.

4. Открытіе альбумозы. Бѣлок должен быть предварительно удален тепловым свертываніем. Продолжительнаго кипяченія слѣдует избѣгать, так как в противном случаѣ искусственно из бѣлка могут образоваться альбумозы. К фильтрату прибавляют равный объем насыщеннаго раствора NaCl и подкисляют смѣсь уксусной кислотой; образуется осадок, растворимый при нагрѣваніи и вновь выпадающій при охлажденіи.

5. Способ открытія пептонов. Для открытія пептонов употребляется біуретовая реакція. Но эту реакцію дают муцин и бѣлок, а кромѣ того содержаніе пептона бывает таким незначительным, что біуретовая реакція не бывает ясно выраженной. Поэтому сперва из раствора удаляют бѣлок (уксусно-кислой окисью желѣза), затѣм уже пептон осаждают фосфорно-вольфрамовой кислотой, осадок, содержащій пептон, разлагают баритовой водой, фильтруют и с фильтратом дѣлают біуретовую пробу. Для удаленія из мочи муцина, к ней прибавляют нейтраль-

наго раствора средняго уксусно-кислаго свинца, пока не получится хлопчатый осадок.

Производство опредѣленія. Берут 500—600 кб. см. мочи, вливают в фарфоровую чашку, затѣм прибавляют 10—15 кб. см. насыщеннаго раствора уксусно-кислаго Na и приливают по каплям раствора *ferris sesquichlorati*, постоянно помѣшивая. Сначала жидкость мутится и окрашивается в сѣро-бурый цвѣтъ, который переходит в красно-бурый. Последнее окрашиваніе указывает, что желѣза прибавлено достаточно. Жидкость нейтрализуют NaOH до слабо-кислой реакціи и кипятят. При этом получается осадок, над которым жидкость совершенно прозрачна. Жидкость фильтруют и фильтрат испытывают на бѣлок (ac. aceticum + желтая кровяная соль) и желѣзо (желтая кровяная соль). В случаѣ их отсутствія пептон осаждают фосфорно-вольфрамовой кислотой. Для этого к обработанной, выше указанным способом, мочѣ прибавляют 50 кб. см. HCl и немного кислаго раствора фосфорно-вольфрамово-кислаго Na. Осадок отфильтровывают и промывают H_2SO_4 (2—5% раствор.) Осадок с фильтра растирают с BaOH, прибавляют воды, кипятят, фильтруют и производят біуретовую реакцію.

6. Открытіе хлора в мочѣ по Volhardt'y. Способ этот состоит в осажденіи хлоридов раствором серебра, избыток котораго опредѣляется титрованным раствором роданистаго аммонія. Конец реакціи узнается по кровяно-красной окраскѣ от прибавленія сѣрно-кислой окиси желѣза. Избыток серебра вычитывается из всего израсходованнаго серебра. Остаток даст искомое количество серебра, соответствующее количеству хлоридов в мочѣ. К мочѣ прибавляют избыток титрованнаго раствора азотно-серебряной соли, т. е. такое количество, чтобы весь хлор осѣлъ в видѣ AgCl и в растворѣ находился бы еще нѣкоторый избыток AgNO₃. Этот избыток серебра опредѣляют титрованіем роданистым аммоніем. Зная сколько серебра прибавлено и сколько его не вошло в реакцію, вычисляют, сколько серебра пошло на соединеніе с хлором. Отсюда переходят по формулѣ к вѣсу хлора.

Растворы: а) Раствор AgNO₃ содержит 29,042 гр. соли в одном литрѣ. 1 кб. сант. этого раствора соответствует 10 mgm. NaCl.

б) Раствор NH₄CNS содержит 12,984 гр. соли в одном литрѣ.

1 кб. сант. этого раствора соотвѣтствует 1 кб. сант. серебряннаго раствора.

с). Насыщенный раствор желѣзно-амміачных квасцов служит индикатором при титрованіи серебра роданистым аммоніем. Избыток послѣдняго в жидкости дает себя знать розовой окраской.

Производство опредѣленія. 10 кб. сант. мочи отмѣривают в измѣрительном стаканѣ или колбѣ, емкостью до 100 кб. сант.; прибавляют 5 кб. сант. HNO_3 и 2 кб. сант. амміачных квасцов, затѣм из бюретки сюда же приливают 20 кб. сант. серебряннаго раствора и доливают водой до 100 кб. сант. Послѣ того как осадок собрался в хлопья и сѣл на дно, отфильтровывают через сухой фильтр 50 кб. сант. жидкости и титруют ее роданистым аммоніем до появленія розовой окраски.

Разсчет. Положим, для титрованія пошло 4 кб. сант. родановаго раствора. Так как взята только половина (50 кб. сант.) всей жидкости, значит на всю жидкость пойдет 8 кб. сант. родановаго раствора; слѣдовательно к мочѣ прибавлено больше серебра, чѣм слѣдует для осажденія хлора, на 8 кб. сант.; а на осажденіе хлора потрачено стало-быть $20 - 8 = 12$ кб. сант. серебряннаго раствора; 1 кб. сант. серебряннаго раствора отвѣчает 10 миллиграммам NaCl ; 12 кб. сант. AgNO_3 связывают слѣдовательно $12 \times 0,010 = 0,12$ гр. NaCl . Такое количество NaCl содержится в 10 кб. сант. мочи, а в 100 кб. сант. содержится 1,2 гр. NaCl ; слѣдовательно содержаніе $\text{NaCl} = 1,2\%$.

7. Открытіе гѣмоглобина в мочѣ а) Спектроскопическое изслѣдованіе: двѣ полосы поглощенія между линіями D и E. При дѣйствіи сѣрнистаго аммонія спектры мѣняются: появляется одна полоса, располагающаяся на мѣстѣ прежде бывшаго свѣтлаго пространства между двумя полосами окси-гѣмоглобина.

б). Проба Heller'a. К мочѣ прибавляют $\frac{1}{3}$ объема NaOH и кипятят; образующійся остаток фосфатов окрашивается в присутствіи гѣмоглобина в красный цвѣт. При этом гѣмоглобин разлагается и образующійся гематин увлекается осадком фосфатов, окрашивая их в красный цвѣт. Так как эта реакція бывает и при содержаніи в мочѣ уробилина, то осадок отфильтровывают и растворяют в уксусной кислотѣ. Раствор в случаѣ присутствія крови окрашивается в красный цвѣт, блѣднѣющій при стояніи.

с). Проба Almen'a. К мочѣ прибавляют спиртового раствора гваяковой настойки до образования исчезающаго осадка, затѣм прибавляют немного терпентиннаго масла и хорошо перемѣшивают смѣсь. В присутствіи гѣмоглобина смѣсь окрашивается в голубой цвѣт.

8. Опредѣленіе фосфорной кислоты в мочѣ. Основано на том, что раствор кислых фосфорно-кислых солей дает с азотно-кислой урановой солью осадок, нерастворимый ни в водѣ, ни в ас. aceticum. Избыток урановой соли узнается по грязно-зеленому окрашиванію от прибавленія настойки кошенили. Для переведенія нейтральных двухметальных фосфорных солей в кислыя, к мочѣ прибавляют ас. aceticum. К мочѣ прибавляют титрованный раствор азотно-урановой соли, осаждающей фосфорную кислоту в видѣ желтовато-бѣлаго осадка фосфорно-урановой соли; индикатором, указывающим конец реакціи, служит настойка кошенили, дающая с избытком уранила грязно-зеленый осадок.

Растворы: а) Азотно-кислый уранил готовится с таким расчетом, чтобы 1 кб. сант. раствора осаждал 0,005 гр. P_2O_5 .

б). Уксусная смѣсь—100 гр. уксусно-кислаго натра+100 кб. сант. *acidi acetici diluti* растворяют в дистиллированной водѣ.

с). Настойка кошенили в разведенном спиртѣ.

Производство опредѣленія. К 50 кб. сант. мочи прибавляют 5 кб. сант. уксусной смѣси и нѣсколько настойки, нагревают до кипяченія и титруют урановым раствором до появленія зеленоватаго оттѣнка.

Расчет. Положим, истрачено 19,4 кб. сант. урановаго раствора; так как каждый кубическій сантиметр осаждает 0,005 гр. P_2O_5 , то в 50 кб. сант. мочи, взятой для анализа, содержалось $0,005 \times 19,4 = 0,097$ гр. P_2O_5 , а в 100 кб. сант. $0,097 \times 2 = 0,194\%$.

9. Опредѣленіе общаго количества сѣрной кислоты в мочѣ. Сѣрная кислота находится в мочѣ в двух видах:—а) обычныя сѣрнокислыя соли и б) связанная с различными производными ароматическаго ряда—эфиро-сѣрныя кислоты. Сѣрная кислота сѣрнокислых солей осаждается $BaCl_2$, давая осадок сѣрнокислаго барита, а эфиро-сѣрныя кислоты $BaCl_2$ не осаждают, но онѣ разлагаются при кипяченіи с минеральными кислотами. 100 кб. сант. хорошо профильтрованной, совершенно прозрачной, мочи смѣшиваются с 10 кб. сант. соляной кислоты и кипятятся на сѣткѣ в теченіи 10 минут. Затѣм горѣлка удаляется; к мочѣ

прибавляется 10—15 кб. сант. нагрѣтаго предварительно до кипѣнія раствора BaCl_2 . Ставят затѣм смѣсь с осадком на водяную баню, гдѣ она и должна стоять до полного осѣданія осадка и просвѣтленія жидкости. Пока это происходит, взвѣшивают тигель на аналитических вѣсах. Когда осадок осѣл, фильтруют жидкость черезъ фильтр с определеннымъ содержаніемъ золы, но осадок не переносят на фильтр. На осадок наливается кипящая вода и он в стаканѣ вновь переносится на водяную баню для отстаиванія. Вновь сливают черезъ фильтр сначала прозрачную жидкость, потом осадок, собирая его стекляной палочкой, на которой надѣт каучук. Осадок на фильтрѣ промывают горячей водой, пока промывная вода не перестанет давать с сѣрной кислотой реакціи на барит. Тогда осадок промывают два раза спиртом и один раз эфиром и переносят фильтр с воронкой в сушильный шкаф на 10—15 минут. Затѣм осадок с фильтра собирают в тигель, фильтр сжигают над тиглем в платиновой спирали, стряхивают пепел со спирали в тигель и прокалывают тигель до полного побѣленія осадка. Ставят тигель в эксикатор и взвѣшивают послѣ охлажденія. Разница в вѣсѣ пустого тигля и тигля с осадком равна вѣсу сѣрнокислаго барита. Для перечисленія на сѣрную кислоту, умножают вѣс сѣрнокислаго барита на $\frac{98}{233} = 0,4206$. Для перечисленія на сѣрный ангидрид умножают вѣс осадка на $\frac{80}{233} = 0,34345$.

10. Опредѣленіе эфиросѣрныхъ кислот в мочѣ. 50 кб. сант. мочи смѣшивают с 50 кб. сант. щелочного раствора хлористаго барія (2 объема баритовой воды + 1 объемъ насыщеннаго раствора хлористаго барія). Осадку дают отстояться, а потом фильтруют черезъ сухой фильтр в сухой стакан. Изъ фильтрата отмѣривают в другой стакан 50 кб. сант., нейтрализуют соляной кислотой и добавляют еще 10 кб. сант. н.с. Затѣм кипятят в теченіи 10 минут, выступает осадок сѣрнокислаго барита, соответствующій той сѣрной кислотѣ, которая находится в видѣ парныхъ эфирныхъ кислот. Дальше поступают также, как при опредѣленіи общаго количества сѣрной кислоты. (см. § 9).

11. Реакціи ацетона. Для производства пробы на ацетон необходимо подкисленную мочу подвергнуть перегонкѣ. Къ 250 кб. сант. мочи прибавляют нѣсколько капель сѣрной кислоты и

отгоняют около 50 куб. сант. С перегонном производят слѣдующія реакціи:

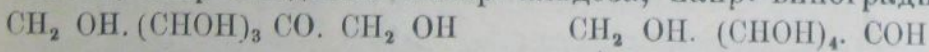
а). Иодоформная проба. Основана на том, что ацетон в присутствіи ѣдких щелочей дает с іодом іодоформ. Прибавляют нѣсколько капель NaOH, затѣм раствора іода в іодистом кали. Появляется бѣловатая муть іодоформа, который может быть узнан по запаху и по микроскопическому строенію кристаллов.

б). Проба Legal'я. Прибавляют раствора нитро-пруссид-натрія (нѣсколько капель) и ѣдкаго натра до щелочной реакціи; раствор становится рубиново-красным; при подкисленіи уксусной кислотой окраска переходит в пурпуровую.

в). Проба Gunning'a основана на способности ацетона растворять окись ртути. Прибавляют нѣсколько капель HgCl₂, затѣм ѣдкаго натра и равный объем спирта, встряхивают и фильтруют через бумагу. Фильтрат должен быть совершенно прозрачным. Его подкисляют соляной кислотой и переслаивают сѣрнистым аммоніем—появляется черное кольцо сѣрнистой ртути.

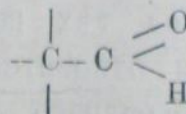
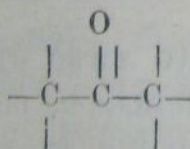
12. Опредѣленіе винограднаго сахара в мочѣ. Сахары (углеводы) суть альдегидныя или кетонныя производныя многоатомныхъ алкогелей. Многіе из них составлены по типу C₆ H₁₂ O₆ (гексозы), другіе по типу C₅ H₁₀ O₅ (пентозы), слѣдовательно кромѣ углерода содержатъ еще H и O в том же отношеніи, как H₂ O, почему и называются *углеводами*. Это *моносахариды*. Кромѣ них существуютъ *дисахариды*, которые можно произвести соединеніемъ двухъ молекул гексоз при выдѣленіи воды: 2C₆H₁₂O₆—H₂O=C₁₂H₂₂O₁₁. Третья группа, *полисахариды*, производится от соединенія ббльшаго числа молекул гексоз при выдѣленіи воды. Формула их: (C₆H₁₀O₅)_n.—Кромѣ этого различныя углеводы раздѣляются на альдегидныя и кетонныя (альдозы и кетозы).

кетозы, напр. плодовый сахар: альдоза, напр. виноградный сахар:



кетонная группа:

альдегидная группа:



Виноградный сахар принадлежит к моносахаридам, к гексозам, и именно к альдозам. Кромѣ него из гексоз представляют

фізіологічеській інтерес плодовый сахар (левулоза, кетоза) и галактоза (альдоза).

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ.

1. по возстановляющей способности альдегидной группы винограднаго сахара.

2. по образованію гликозона с фенилгидразином.

3. броженіем.

4. поляризаціей.

Если изслѣдуется моча, содержащая бѣлок, то его должно удалить кипяченіем с уксусной кислотой.

а). Бродильная проба. В бродильную U-образную колбу наливают смѣсь мочи с дрожжами и небольшим количеством вино-каменной соли (или кислоты) таким образом, чтобы в запаянной части трубки не оставалось совершенно пузырьков воздуха. Ставят колбу в теплое мѣсто на 24 часа. В присутствіи сахара развивается газ CO_2 , который вытѣснит жидкость из закрытаго колѣна и по объему котораго можно судить о количествѣ вино-граднаго сахара в мочѣ.

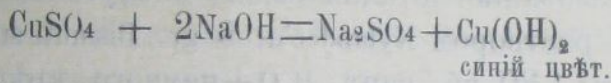
б). Проба с фенилгидразином. Нагрѣвают $\frac{1}{2}$ —1 час на водяной банѣ 3—4 см раствора сахара и 1 см уксуснокислаго фенилгидразина (фенилгидразин + такой же объем уксусной кислоты). При охлажденіи выдѣляются характерные желтые кристаллы гликозона в видѣ кристаллических игл. Формула фенилгидразина $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH—NH}_2$ (Формула гидразина $\text{H}_2\text{N—NH}_2$). Сперва образуется гидразон соединеніем одной молекулы фенилгидразина с одной молекулой сахара; при дальнѣйшем нагрѣваніи с избытком фенилгидразина в реакцію вступает на каждую молекулу сахара по второй молекулѣ фенилгидразина. Это соединеніе, называемое, *озазоном*, мало растворимо в холодной водѣ. (См. Орпенгеймер. Руководство к фізіолого-химическому анализу. стр. 69).

с). Реакція Trommer'a. Виноградный сахар, как и всѣ альдегиды,

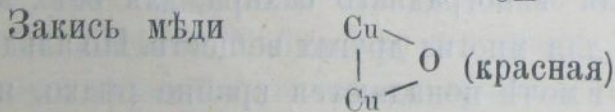
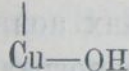
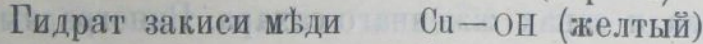
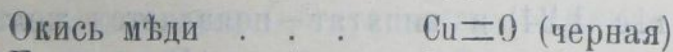
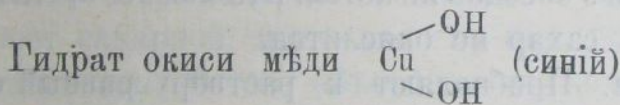
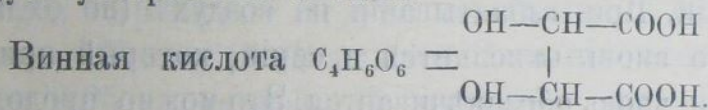
(формальдегид, муравьиный альдегид $\text{HC} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \end{array}$) легко окисляется и

отнимает кислород тѣх веществ, которыя его легко отдают. К таким веществам относятся многіе окислы металлов, которые в присутствіи винограднаго сахара возстановляются частью в закиси, частью до металлических собраній. Сахар при этом окисляется.

Раствор сахара + $\frac{1}{2}$ объема разведеннаго NaOH + нѣсколько капель раствора CuSO_4 дают темносиній раствор, который при нагрѣваніи выдѣляет красную закись мѣди или желтый гидрат закиси.



$\text{Cu}(\text{OH})_2$ в водѣ не растворим и при нагрѣваніи легко переходит в черную CuO . ($\text{Cu}(\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O} = \text{CuO}$). Кромѣ сахара удерживают $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в растворѣ глицерин, сегнетова соль, лейцин и т. д. Определенное количество сахара способно растворить только определенное количество $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Если Cu много, то избыток его нерастворяется и остается в видѣ $\text{Cu}(\text{HO})_2$, которая при нагрѣваніи переходит в черную CuO . Эта же черная масса CuO может совершенно скрыть образование красной Cu_2O . Во избѣжаніе осажденія $\text{Cu}(\text{OH})_2$ можно предварительно прибавить глицерина или сегнетовой соли или жидкости Fehling'a. (CuSO_4 , винокислый $\text{K}-\text{Na}$, KOH и вода в определенных отношеніях.) Этот раствор слѣдует употреблять свѣжим.



К мочѣ прибавляют $\frac{1}{3}$ объема ея NaOH и затѣм CuSO_4 до до тѣх пор, пока в жидкости остается взвѣшенной незначительная муть $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Тогда нагрѣвают — образуется красный осадок безводной закиси мѣди Cu_2O или желтый осадок гидрата закиси мѣди (CuOH). Если произошла лишь переменна цвѣта и моча приобрѣла вид (красно-желто-черно-) прозрачной жидкости — проба не доказательна, т. к. и нормальная моча дает такую же реакцію. В присутствіи же образуется непремѣнно осадок закиси мѣди. Если в мочѣ содержится бѣлок, то он предварительно должен быть удален кипяченіем.

d) Реакція Boëttger'—Nylander'a. Горячий раствор сахара насыщают содой (Na_2CO_3), прибавляют немного Bismuti Subnitrici [$\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$] и кипятят; получается сѣрая или черная окраска благодаря образованию металлическаго висмута. Хорошо выходит эта реакція с раствором Nylander'a: 5 gr. Bismuti subnitrici + 5 gr. винной кислоты + 30 кб. сант. H_2O + немного крѣпкаго NaOH до просвѣтленія раствора.

e) Реакція с серебром. Раствор сахара + раствор азотнокислаго серебра + немного NH_3 при нагрѣваніи или образуют блестящее *серебрянное зеркало* или выдѣляют мѣлкія крупинки чернаго металлическаго серебра.

f) При нагрѣваніи с ціанистой ртутью— $\text{Hg}(\text{CN})_2$ в щелочном растворѣ (KOH) выдѣляется черная металлическая ртуть (Hg).

g) К раствору сахара прибавляют индиго — сѣрноокислый натр до слабо-синей окраски, подщелачивают нѣсколькими каплями Na_2CO_3 и нагрѣвают; раствор обезцвѣчивается: синій индиго переходит в бѣлый. При взбалтываніи на воздухѣ (по охлажденіи) бѣлый индиго вновь окисляется в синій, который при вторичном нагрѣваніи вновь обезцвѣчивается. Это можно продолжать до тѣх пор, пока весь сахар не окислится.

h) Реакція Моог'a. Прибавляют к раствору равный объем крѣпкаго KOH (уд. вѣс 1,34) и кипятят—появляется желтая, а потом бурая окраска и запах жженнаго сахара. Виноградный сахар в патологических случаях появляется в мочѣ.—Способность возстановленія обща для винограднаго сахара, для всѣх альдегидов жирнаго ряда и для многих других веществ. Но альдегиды и эти другія вещества в мочѣ попадаютъ крайне рѣдко, и то в минимальных количествах. Вот почему увеличеніе способности возстановленія мочи, есть прямое указаніе на (ненормальное) присутствіе сахара.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДѢЛЕНІЕ.

a) Поляризацией. Этот способ основан на слѣдующем принципѣ: Раствор винограднаго сахара (d-глюкоза) вращает плоскость поляризаціи вправо. Удѣльное вращеніе его т. е. число градусов, на которое вращается плоскость поляризаціи одним граммом вещества, растворенным в 1 кб. см. при толщинѣ слоя раствора в 1 дцм., равно 52,6. Опредѣлив удѣльное

вращение данного раствора, легко вычислить в нем процентное содержание сахара. $P = \frac{100 \cdot a}{s \cdot l}$. S—удельное вращение вещества,

a—отсчитанное вращение плоскости поляризации в градусах прибора, l—толщина слоя жидкости, P—искомое процентное содержание сахара в растворе.

b). Сахариметр брожения. Способ Roberts'a. В колбу закрытой пробкой, со вставленной в нее U—образной трубкой, отмеренное количество сахарного раствора, определив предварительно его удельный вес, подвергают брожению. Через 24-36 часов, убедившись при помощи реакции Trommer'a, что брожение закончилось, снова определяют удельный вес раствора. Определив разницу (D) удельных весов до и после брожения, умножают ее на 0,230. Разности удельного веса на единицу, соответствует 0,230% сахара. Следовательно:

$$X = \frac{D \cdot 230}{1000}$$

c) **Определение сахара в моче титрованием жидкостью Fehling'a.** Принцип. Берут определенный объем (10 кб. сант.) жидкости Fehling'a. Для восстановления этого количества требуется 0,05 гр. сахара. К кипящей жидкости Fehling'a прибавляют сахарной мочи до тех пор, пока вся медь не будет восстановлена. В том объеме мочи, который для этого требуется, содержится 0,5 гр. сахара. Отсюда основание для расчета.

Производство определения. В фарфоровую чашку наливают 10 кб. сант. жидкости Fehling'a и 40 кб. сант. воды. Нагревают до кипения. В бюретку наливают сахарной мочи. Когда жидкость закипела, начинают прибавлять к ней мочи по каплям, поддерживая жидкость все время в сильном кипении. Появляется красный осадок закиси меди; синий цвет стоящей над осадком жидкости становится бледнее. Когда синий оттенок совершенно исчезнет и жидкость делается безцветной (или слабо желтоватой), то это знак, что вся окись меди восстановлена, т. е. что реакция кончена.

Расчет. Пусть 5,8 кб. сант. мочи содержат 0,05 гр. сахара, тогда 100 кб. сант. содержат x гр. сахара. Очевидно, что $x = \frac{0,05 \cdot 100}{5,8} = 0,86\%$. Результат титрования только в том случае будет точным, если моча содержит 0,5—1,0% сахара. Если сахара в

мочѣ больше, ее нужно развести водою так, чтобы получилось требуемое содержаніе сахара.

13. Опредѣленіе азота по Kjeldahl'ю. Способ основан на окисленіи органических веществ сѣрной кислотой. При этом азот органических веществ получается в видѣ эфиро-сѣрнаго амміака. Полученный амміак поглощается кислотой, избыток которой титруется. а) Окисленіе: 50 кб. сант. мочи отмѣривают в колбу с круглым дном и длинной шейкой (Кьелдальевская колба). Сюда же прибавляют 20 кб. сант. смѣси сѣрной кислоты с фосфорным ангидридом и 0,1 кб. сант. металлической ртути. Колбу ставят на треножник на сѣтку (под тягой) и кипятят жидкость, пока она совершенно обезцвѣтится.

б) Перегонка образовавшагося амміака. Содержимое Кьелдальевской колбы переливают «количественно» в перегонную колбу, прибавляют 12 кб. сант. сѣрнистаго калия, кипятят жидкость в колбѣ 5 минут и потом охлаждают. В пріемник наливают 50 кб: сант. децинормальной сѣрной кислоты, прибавляют в перегонную колбу одну чайную ложку тальку и затѣм крѣпкаго (1:2) раствора ѣдкаго натра до ясно щелочной реакціи. Быстро соединяют перегонную колбу с холодильником и начинают перегонку, поддерживая жидкость в колбѣ в кипѣніи. Через час обыкновенно весь амміак успѣвает улетучиться в пріемник. Вынимают трубку из пріемника и убѣждаются при помощи лакмусовой бумажки, что амміак больше не переходит. Разнимают аппарат и титруют кислоту в пріемникѣ децинормальным ѣдким натром, употребляя в качествѣ индикатора кошениль или лакмоид. Каждый недостающій куб. сант. кислоты отвѣчает 0,0014 гр. азота.

14. Открытіе желчных кислот в мочѣ. Мочу выпаривают на водяной банѣ до густоты сиропа, смѣшивают со спиртом, фильтруют и остаток нѣсколько раз извлекают спиртом. Спиртовая вытяжка выпаривается на водяной банѣ, остаток растворяется в водѣ и из раствора кислоты осаждаются свинцовым уксусом и амміаком. Осадок послѣ высушиванія извлекается горячим спиртом. Спиртовые вытяжки соединяются вмѣстѣ и послѣ прибавки нѣскольких капель содоваго раствора выпариваются до-суха. Остаток извлекается нѣсколько раз абсолютным алкоголем. Спиртовый раствор сгущается до небольшого объема, помѣщается в стеклянку с притертой пробкой и смѣшивается с большим коли-

чеством эфира; желчные соли выпадают в видѣ аморфнаго осадка, который через нѣкоторое время становится кристаллическим. С осадком продѣлывают реакцію Pettenkoffer'a: осадок растворяется в небольшом количествѣ воды и смѣшивается с крѣпкой сѣрной кислотой и нѣсколькими каплями раствора тростниковаго сахара. При 70% жидкость окрашивается в вишнево-красный цвѣт. При этом из сахара при дѣйствіи H_2SO_4 получится фурфурол ($C_4H_3O \cdot CON$), который обуславливает вишнево-красный цвѣт. (Mylius).

15. Опредѣленіе желчных пигментов в мочѣ. В мочѣ преобразованным находится только билирубин. Для открытія его является реакція Gmellin'a. Она основана на свойствѣ билирубина давать при дѣйствіи на него окислителей ряд продуктов с весьма яркой и разнообразной окраской. Мочу освобождают кипяченіем от бѣлка и осторожно фильтруют по стѣнкѣ прибирки, в которой уже находится чистая азотная кислота, содержащая немного азотистой. На границѣ соприкосновенія двух жидкостей, в случаѣ присутствія в мочѣ желчных пигментов, появляются цвѣтныя кольца—зеленое и синее (считая сверху). Эта реакція весьма чувствительна—дает возможность опредѣлить присутствіе билирубина при разведеніи его 1:80.000.

16. Опредѣленіе мочевої кислоты.

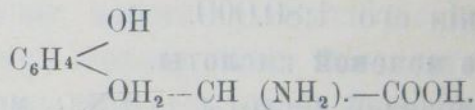
а) присутствіе мочевої кислоты $C_5H_4N_4O_3$ можно обнаружить при помощи так называемой «мурексидной пробы». Для этого на фарфоровой пластинкѣ смѣшивают вещество с нѣсколькими каплями азотной кислоты и нагрѣвают до высушиванія. Если получившійся желтый налет переходит при дальнѣйшем нагрѣваніи в красный, от прибавленія NH_3 становится пурпурным, а от KOH синим, то это указывает на присутствіе мочевої кислоты.

б). Качественное опредѣленіе мочевої кислоты по Hopkins'у. Принцип этого способа сводится на насыщеніе мочи хлористым аммоніем для превращенія мочевої кислоты в мочекислый аммоній, и разложеніе марганцово-кислым калием мочевої кислоты на азот, угольную кислоту и воду. Число потраченных куб. см. марганцово-кислаго калия в присутствіи сѣрной кислоты, умноженное на 0,0375, выразит количество кислоты в граммах. Производство опредѣленія. Берут 100 куб. см. мочи, прибавляют для насыщенія 30 гр. растертаго в порошок хлористаго аммонія; образовавшійся осадок через 2 часа фильтруют, промывают раствором сѣрно-кислаго амміака, смывают в стакан, растворяют

в нѣскольких каплях NaOH и титруют раствором калий перманганісі, подкислив 20 кб. см. H₂SO₄.

IX. Реакція на бѣлок. а). Ксантопротеиновая реакція. Нагрѣвается в пробиркѣ небольшое количество бѣлка с азотной кислотой; бѣлок желтѣет; в тоже время и раствор становится желтым. Охлаждают совершенно и доводят до щелочной реакціи. Желтая окраска переходит при этом в оранжевую. Азотная кислота, дѣйствуя на органическія соединенія, особенно ароматическія (производныя бензола), образует нитро—соединенія, (содержащія группу NO₂). Упомянутыя окраски присущи многим нитро—соединеніям.

б). Реакція Millon'a. Обливают в пробиркѣ данное вещество нѣсколькими куб. сант. воды, прибавляют немного реактива Millon'a (раствор ртути в азотной кислотѣ) с небольшим количеством азотистой кислоты и нагрѣвают до кипѣнія. Бѣлок окрашивается в красный или фіолетовый цвѣт. Эту реакцію дают производныя бензола, в которых один атом Н замѣщен группою OH. Получать эту реакцію можно с фенолом (C₆H₅—OH) и с тирозином (оксифенил—α—амидопроціоновая кислота) :



В случаѣ тирозина раствор сначала становится розовым, а потом мало-помалу темно-красным. Сильно кипятить здѣсь не слѣдует, так как при этом реакція становится менѣе ясною и выходит с буроватым оттѣнком.

с). Реакція Liebermann'a. К свѣжему бѣлку куриного яйца приливают нѣсколько кб. см. крѣпкой HCl и нагрѣвают; получается синій раствор, который при стояніи принимает фіолетовый оттѣнок. Если для опыта берут высушенный бѣлок то предварительно слѣдует обезжирить его алкоголем и эфиром.

д). Реакція Adamkiewicz'a—Hopkins'a. Бѣлок при нагрѣваніи растворяется в нѣскольких кб. см. ледяной уксусной кислоты (acidum aceticum glaciale); раствор охлаждают и прибавляют концентрированной сѣрной кислоты, которая в силу бѣльшаго удѣльнаго вѣса опустится на дно; жидкости на мѣстѣ соприкосновенія смѣшиваются, давая цвѣта от фіолетоваго до пурпурно—краснаго. Это реакція фурфурола C₅H₄O₂.

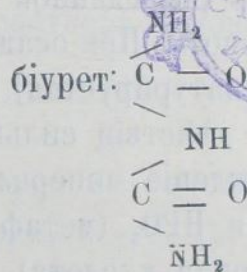
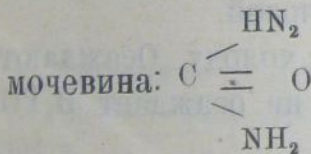
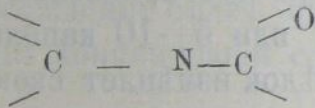
Фурфурол образуется при дѣйствіи H₂SO₄ умѣренной кон-

центрації на углеводы; с ароматическими группами дает характерную фіолетово-красную окраску. Полученіе такой реакціи доказывает, слѣдовательно, присутствіе углеродных и ароматических групп в бѣлкѣ.

По Hopkins'у и Cole эта реакція удается лучше, если в ледяном уксуѣ содержится глюкисловая кислота. По этим авторам к разведенному раствору кислоты прибавляют протеиновое вещество и H_2SO_4 . Окраска появляется на границѣ двух жидкостей.

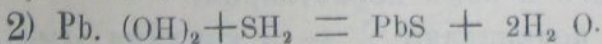
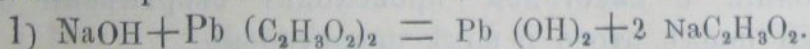
е). Біуретовая реакція. Раствор бѣлка + ѣдкій натр в избыткѣ + очень слабый раствор $Cu SO_4$ дают жидкость фіолетово-краснаго цвѣта. Такую же реакцію дает біурет, который получается нагрѣваніем мочевины выше точки ея плавленія. Нагрѣвают в пробиркѣ небольшое количество мочевины до плавленія и продолжают нагрѣваніе еще нѣсколько времени. По охлажденіи эту массу растворяют в водѣ, прибавляют ѣдкаго натра и немного разведеннаго $CuSO_4$ —получается фіолетовое окрашивание.

Полагают, что и в бѣлках существует группировка:



д). Реакція со свинцом. Кипятят небольшое количество бѣлка с 3—4 кб. см. ѣдкаго натра и 2—3 каплями уксусно-свинцовой соли; отщепляется SH_2 , который с растворенным $Pb(OH)_2$ дает PbS , в видѣ чернаго осадка.

Отщепленіе сѣры бѣлков при кипяченіи со щелочью неполное и мы, слѣдовательно, должны предполагать в молекулѣ бѣлка по крайней мѣрѣ два атома сѣры, из которых только один отщепится при кипяченіи со щелочью в видѣ SH_2 .



г). Проба Lasseign'a. Сплавляют бѣлок с куском металлическаго натрія величиной в горшину. (Дѣлать нужно под тягою и беречь глаза). Послѣ нѣкотораго охлажденія погружают пробирку в стаканчик с небольшим количеством воды; пробирка при этом

лопается, ея содержимое растворяется в водѣ; раствор содержит ціанистый натрій, который может быть обнаружен в видѣ берлинской лазури слѣдующим образом: фильтруют, прибавляют нѣсколько капель раствора ѣдкой щелочи, сѣрнокислаго желѣза и 1—2 капли раствора хлорнаго желѣза; подогревают, дают охладиться; при подкисленіи соляной кислотой получают синее окрашиваніе вслѣдствіе образованія берлинской лазури. Химизм процесса слѣдующій: при сплавленіи азот содержащих органических соединеній с металлическим кали получается KCN, который с FeSO_4 дает желтую кровяную соль: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, от дѣйствія на которую Fe_2Cl_6 и HCl образуется берлинская лазурь. $(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3 \cdot \text{Fe}_4$.

h). Реакціи осажденія. Продѣлываются эти реакціи на бѣлкѣ куринаго яйца, разбавленном водою. Реакціями осажденія, как и цвѣтными, часто пользуются для доказательства присутствія бѣлковых веществ в растворѣ. Реакціи продѣлываются в пробирках на 4—5 куб. см. раствора.

1. Свертываніе бѣлка при кипяченіи. Лучше всего произвести этот опыт при *слабо*-кислой реакціи, для чего прибавляют 1—3 капель разведенной уксусной кислоты или 5—10 капель азотной кислоты. При осажденіи кипяченіем бѣлок измѣняет свою природу (денатурируется). Послѣ охлажденія сверток растворяется только при дѣйствіи сильных кислот или щелочей.

2. Осажденіе минеральными кислотами на холоду. Осаждают: HCl , H_2SO_4 и HPO_3 (метафосфорная кислота); не осаждает H_3PO_4 (ортофосфорная кислота).

3. Осажденіе металлическими солями. Осаждают CuSO_4 ; уксусно-свинцовыя соли (средняя и основная); HgCl_2 в слабом растворѣ не в избыткѣ осаждает бѣлок из его соединеній, на чем основано употребленіе бѣлка, как противоядія при отравленіях металлами.

4. Осажденіе алкоголем. Раствор должен имѣть среднюю или слабо-кислую реакцію и содержать соли. При продолжительном стояніи с алкоголем происходит свертываніе осадка, который уже послѣ этого в водѣ нерастворим.

5. Раствор бѣлка подкисляют 2 — 3 каплями уксусной кислоты и прибавляют *жельзисто-синеродистаго* кали: осадок бѣлка.

6. Бѣлок осаждается *дубильной кислотой* $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{O}_9$, в уксусном растворѣ в отсутствіи свободных минеральных кис-

лот. Если такія кислоты уже имѣются в растворѣ, то нужно добавить уксусно—натровой соли.

7. Раствор бѣлка в соляной кислотѣ осаждается фосфорновольфрамовой кислотой, фосфорно-молибденовой кислотой и двойною солью іодистой ртути и іодистаго калия.

8. Бѣлок осаждается *пикриновой кислотой* в присутствіи органической кислоты (уксусной).

9. Бѣлок осаждается также *трихлоруксусной кислотой* в концентраціи от 2%—5%.

Осажденія от № 5 до № 9 называются также алкалоидными осажденіями, так как эти реакціи общи бѣлкам и многим алкалоидам.

При всѣх этих реакціях бѣлки химически измѣняются. Такого измѣненія не происходит при осажденіи бѣлков нейтральными солями (NaCl , MgSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_4). Осажденіе для различных бѣлков происходит при различной концентраціи этих солей. Если на холоду насытить растворы бѣлков или кровяную сыворотку этими солями, то происходит болѣе или менѣе полное осажденіе бѣлка. Эти осадки вновь растворяются при уменьшеніи концентраціи солей разбавленіем раствора водою.

Руководства по химико-фізіологическому анализу:

Оррenheimер: Краткое руководство к фізіолого-химическому анализу. Спб. 1901 г.

Salkowski. Руководство по фізіолого-патолого-химическому анализу. Харьковъ 1896 г.

Кашлаков. Анализ мочи. Спб. 1887 г.

Щербачов. Практическій курс клиническаго изслѣдованія мочи. Спб. 1897 г.

О П Е Ч А Т К И.

Страница.	Строка	Напечатано:	Слѣдует:
3	2 сн.	формы и	формы вступленія и
7	2 св.	$2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{H}_2\text{O}$
11	4 и 5 св.	амидоуксусной кислоты	(амидоуксусной кислотой).
14	3 св.	Na.CE	NaCl
16	16 »	одноментальные	однометальные
17	6 »	Frentzel	Frentzel
»	7 сн.	животны	животныя
18	6 св.	l—арабиноза	d—арабиноза
»	17 св.	сахар а	сахар, а
22	8 сн.	2.	3.
23	7 »	$\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{COOH}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$
28	4 »	соки	соли
30	12 »	COON	COOH
40	16 св.	CONH_2	CONH_2
58	17 »	тысяч	тысяч
59	18 »	свертываніе	свертывающіе
61	14 сн.	H_2O	H_2O
64	13 »	энзим	энзим,
65	10 св.	локказу	лакказу
75	11 »	переходит	переходят
77	1 сн.	дѣлают это	дѣлают это,
81	3 св.	кератин)	кератин),
91	22 »	одноосновная	одноосновная кислота,
99	15 »	окол	около
102	1 св.	Leptothrix	Leptothrix
»	13 сн.	с казеином	с казеином,



3053

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Элементы	3
Неорганическія соединенія	10
Вода	10
Значеніе неорганическихъ солей	11
Органическія соединенія	16
Углеводы	17
Жиры	23
Бѣлковыя вещества	27
§ 1. Общія свойства	27
§ 2. Продукты разложенія	29
§ 3. Преформированныя группы бѣлковой молекулы	35
§ 4. Цвѣтныя реакціи бѣлков	38
§ 5. Состояніе С, N и S в бѣлковой молекулѣ	39
§ 6. Судьба бѣлковъ в тѣлѣ животныхъ и растений	41
§ 7. Классификація бѣлковъ	42
Ферменты	57
§ 1. Способы добыванія и свойства ферментовъ	57
§ 2. Классификація ферментовъ	58
§ 3. Гидролитическіе ферменты	59
§ 4. Ферменты не гидролитическіе	65
§ 5. Механизм дѣйствія ферментовъ	68
Пищевареніе	70
§ 1. Пищеварительные соки	70
§ 2. Всасываніе продуктовъ пищеваренія	78
§ 3. Остатки пищеваренія	81
Моча	81
Азотистый обменъ	91
§ 1. Значеніе органическихъ составныхъ частей пищи	91
§ 2. Значеніе неорганическихъ составныхъ частей пищи	94
§ 3. Питаніе	97
Молоко	98
§ 1. Состав молока	99
§ 2. Измѣненія молока подъ вліяніемъ агентовъ	101
Кровь	103
§ 1. Форменные элементы	103
§ 2. Кровяная плазма	104
§ 3. Газы крови	107
Лимфа	108
§ 1. Лимфа	108
§ 2. Гэмолимфа и гидролимфа	110
Анализы	111