

ч. 9.

и 4650

[57 (02)]

На правах рукопису.

Академік А. В. СТАРКОВ

---

# Загальна біохімія



Видавниче т-во СІЯЧ при Українському  
Педагогічному Інституті ім. М. Драгоманова

Прага 1924 р.

41129

ч. 9

(57/02/)

Академик А.В. С Т А Р К О В

ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ

Лекції, прочитані у Вищому

Педагогичному Інституті ім.

М. Драгоманова у Празі в 1923/24р]

Вид. тов\_во СІЯЧ при У.В.П.І. ім. М.Д

Прага 1924.

U 46502



SLOVANSKÁ KNIHOVNA

3186244433



## Лекція перша

Великий грецький філософ Аристотель дав таке визначення (дeфiнiцiя) розумiння науки: наука є виучування речей чи явищ з точки погляду того, що в них є спiльного. Тому бiольтогiя є наука про живi iстоти живини, виучуванi з тої точки погляду, що вони мають спiльного помiж собою чи, висловлюючись iнакше, якими законами кермуються цi живi iстоти. Тут перш за все вириває питання що таке живини, чим вони вiдрiжняються вiд мертвої матерiї. Серед численних формул, що визначають змiст живої iстоти, атiм самим i змiст життя, я зупиняюся на формулi молодого вченого бiольтога Бавера з 1920 року тому, що вона найбiльш пiдходить до сучасних наукових поглядiв, та, на мою думку, найбiльш задовольняє об'ективне наукове думання. Формула ця така: всяка живi iстота становить систему, що в данiй довкiллi не перебуває в станi рiвноваги та сконструованi так, що джерела та форми енергiї iї оточення перетворює в самiй собi в такi формi енергiї, якi дiють у данiй оточеннi протi стану рiвноваги. Звiдси випливає строго льогiчно 1) що всяка живина потребує деякого джерела енергiї, 2) що всяка живина перетворює одержану нею форму енергiї в деякi iншi форми, себetо, що вона є трансформатором енергiї 3) що в нiякiй живинi нiколи не помiчається стану абсолютноного спокoю в розумiннi спiну перетворчої енергiї з одної форми в другу, тобто, живина становить *регуляторъ твой*. Далi

ясно, що перетвір енергії серед живої істоти може  
йти з кількісного боку, потрійно: 1) жива істота вит-  
рачає з одержаної енергії лише деяку більшу чи меншу  
частину так, що жвина принасбірує в собі запас енер-  
гії, 2) жива істота витрачає тільки енергії, кілько-  
з) ~~жива істота витрачає більше енергії, ніж її одержує зі свого оточення.~~ Ця остання істота, ясна річ  
загине, себто, перестане існувати як жива, тому що не  
може чи не вміє витрачати одержану енергію.

Перший випадок коли в живій істоті накопичується біль-  
ше чи менше енергії відноситься, головно, до ростін  
здібних витворювати численні запаси складних органіч-  
них матерій, які перепалюються, чи кажуучи по хемічно-  
му, окиснюються, упродукуючи склад своєї хемічної моле-  
кули, до ростін здібних oddавати велику силу енергії.  
Другий випадок, а власне рівновага прибутку та видат-  
ку енергії відноситься до тварин, що одержуючи визнач-  
ну кількість енергії в формі ~~їх~~, а саме складних ор-  
ганічних матерій — тваринного чи ростинного походжен-  
ня, витрачає всю одержану нею енергію. Третій випадок  
відноситься до царин патології та торкається хворої  
живої істоти, тварини чи ростини, що мусить коли небудь  
загинути, себто, перейти в стан неорганічних матерій,  
які керуються вже своїми законами. Якщо ми установи-  
мо, що життя у своїй суті є перетвір умивниак здвої  
форми енергії у другу, то ясно, що мусить бути десь

постійне джерело енергії для всіх живих істот, постійне в такому розумінні, що кількість енергії, постачаної для організму, не має різьких змін у розумінні плюса чи мінуса, та постійне ще в тім розумінні, що існує й існувало завжди, тобто, від самого початку життя. Ясно також, що спин цього джерела життя потягне за собою невідхиленно спин усікого життя. Логічно ясно також, що джерело енергії мусіло з'явитись раніше ніж ті трансформатори енергії, які мають називати живими істотами.

Питання про джерело енергії життя на нашій планеті приведе нас неминуче до шукання цього джерела взагалі в цілому всесвіті, а саме, до одного з найтрудніших світових питань, до розшукування пропричини, першого великого джерела енергії, що порушує не тільки живі істоти, але й усі нечисленні світові тіла, які обертаються навколо своєї осі та рухаються по своїй орбіті в безмежних світових просторах; енергії, що порушують нечисленні атоми, які творять світові тіла й електрони, що утворюють атоми. Світ нам за сучасними космологічними поглядами є єдиний, безмежно великий динамізм. Уже минуло 50 років як матеріальний атом, основа матерії зник, чи, справедливіше, перетворився в гіпотетичний нестримний вихор. Матерія насправді є лише рід руху, лише вислів сили, вияв енергії, ніщо інше, як форма енергії. Rutherford каже: "Мож-

ливо, що матерія взагалі електричного походження та повстає з руху таких електронів, яких побудовано матеріальні молекули." Італійський фізик Righi каже: "нама ніяких передумов припустити, що матерія а з нею і сукупність усіх відомих тіл, збудована з агрегатів, або систем електронів. Згідно з цим поглядом матеріальний атом є тільки сукупність відомого числа позитивних чи негативних електронів."

*Lenard* каже Серед атомів виявляє силу електричний ток такої надзвичайної сили, до в порівнянні з ним ті сили, які виявляються при найстрашніших бурях, видаються нам зовсім малими. За новітнім поглядом проф. Айнштейна, енергія в чистій формі, вільна від властивостей матеріальних тіл, а в міру спаду прудкості руху, приймає вигляд матерії зо всіма питомими її ознаками та характеристичними особливостями.

Ото є звідсіля ясно, що матерія та енергія — єдині; тільки що матерія є енергія, що повільно рухається, а енергія є матерія, що рухається дуже хутко. Айнштайн каже: "Електрони, що рухаються з прудкістю світла в відношенні до нашого світа трьох вимірів не існують як реальність.

Шукання джерела енергії допровадили нас до усвідомлення єдиної світової сути, що може виявлятись

то як енергія, то як матерія в залежності від прудкості руху. Підемо ж далі в наших шуканнях.

Найбільший філософ нового часу Кант так собі уявляє постання всесвіту. На самому початку у світовому хаосі існує лише розріджена до кінцевих меж матерія — така розріджена, що на неї не впливають закони світового тяжіння. Ця надмірно розріджена матерія складається з різних елементів. Джерелом енергії, що дало початок сучасній світовій системі, є хемічні сили, викликані саморозріженістю елементів, а саме взаємним впливом надзвичайно розріджених ріжкородних елементів матерії. Порівнямо з цими натурфілозофічними поглядами, висловленими поверх 150 років тому відомим Кенігсберзьким відділком, наші сучасні погляди. Ці погляди складаються під упливом вивчення радіоактивності та розкладу матерії на електрони з відділенням великої кількості енергії. Підставимо замість розріджених елементів Канта, розклад матерії, що підлягає тяжінню, на електрони, які не підлягають тяжінню, згадаємо ще раз цю надзвичайну кількість енергії, яка при цьому процесі виділяється, і ми одержимо велику аналогію з геніальнюю інтуїцією Канта.

Чи існує в дійсності така розріджена матерія, така первісна матерія, що з неї не тільки вже витво-

риєся теперішній усесвіт, але з якої можуть іще в далекій будуччині витворитися нові світи в безмежних просторах.

Коли ясної ночі ви схочете вивчати небесні простори за допомогою далековіда, то зможете добре помітити поміж зорями нерізько одмежовані одиє од одного витвори блідо\_зелені, з домішкою блакітного, щось начебто хмарки, відривки вільно порушені матерії, подібної до павутини. Спектральна аналіза доводить, що ці мряковинні плями, чи мряковини є це скупчення газів та розпеченої пари з ріжних металів. Такого мряковиння на небі багато наприклад у сузір'ї гарного Оріона чи Ліри, де мряковина має вигляд широкого осяйного перстеня. Ці мряковини і становлять найстарі частини нашої зоряної системи, це решта первісної матерії, що з неї крок за кроком поутворювались та далі витворюється зорі (сонця) з іхніми планетами. Це є частини невитраченої матерії, що лежать у проміжкі зоряної сітки. Ми можемо в небесних просторах не тільки бачити цю первісну масу, але і спостерігати де\_не\_де як із неї витворюється нові зорі, тобто нові сонця; можемо спостерігати як у цих надзвичайно розріджених масах мряковин перебігає процес отвердіння. Серед зелено\_блакітного туману з рівномірним легким сяйвом починають вирикати яскрі-

вілі точки, немов вузлики, фокуси міцнішого світла. Мі яскраві точки щораз більше виступають на загальному тлі, відокремлюються одна від одної, кристалізуються як це буває в кристалами у справжньому розчині, в дійсні лові зорі\_сонця,

Те таємничо\_миготливе первісне світло, яким ся\_ють намі мряковини\_де є студене світло фосфоресцен\_ції, та пояснюється тим, що всі гази надзвичайно роз\_ріджені починають світити. І щойно тоді, коли мряко\_вини, чи окремі частини в них згущаються та щораз більше стягаються, тверднуть у іх нутрі повстає роз\_пікання, в них починають світитися розпеченні до біло\_го світла зорі\_сонця. Однаке у проміжкі тягнеться ще довга боротьба поміж світлом та темрявою. Мряковини перехрещувались, з'єднувались, розривались, закручу\_вались у чудесні спіралі, сонця зливалися поміж собор.

Минає безліч міліонів років, так звані еони, та ось настав день світла й порядку, коли все стало на своєму місці. В відомій частині всесвіту, всі, чи майже всі мряковини викрісталізувалися у визначену кількість яскравих сонець\_зір із білим осяйним світ\_лом. Кожне новонароджене сонце має тепер огняно\_рід\_ку консістенцію та приймає, як усяка країна, що вільно пливає, форму кулі. А як вже є форма кулі, то й рух робиться математично вірним. Із цих рухів нас цікавить тут лише оборот навколо своєї осі.

зрозуміло, що при цьому руху бігуни залишаються непорушні, чи майже непорушні та прудкість руху щодалі зростає та все більшає в напрямі до рівника. Рівник, що його площа проходить простір падно до осі обороту, рухається найпрудкіше, сесто, в рівниковій сфері від середніх сил досягають найвищої напруги через те, що фігура кулі розтягається біля рівника; куля ніби робиться пласката на обох бігунах та набуває, витягується на рівнику. Це набушення на рівнику може так дуже збільшитись, що рівникова сфера відривається від кулі та вигляді поясу чи перстеня починає обертатися самостійно окремо. Це ми спостерігаємо на планеті Сатурн, що оточена подібним потрійним кільцем. Однаке перстенева форма не залишається, а розривається на шматки, що зараз же приймають форму кулі. А тож може та-кож трапитись, що від нашої кулі відриветься шматок матерії, але не з цілого кола (кружня), сесто, не в формі перстеня, і цей шматок теж прийме форму кулі.

Ми маємо тепер величезне центральне тіло сонце, чи інакше зорю, та значно менші тіла, що обертаються довкола його, трабанти. Коли від трабанта подібно відриветься шматок матерії, то він приймає форму кулі, обертається навколо трабанту

та носить назву сatalіта, чи співмандрівника, чи місяця. Злаконвіку центральне тіло\_сонце і трабанти були вогняно рідкої консистенції. Але що всі небесні тіла сточені надзвичайно студеним світовим простором, температура того простору виносить яких 200 ступнів, то початок остикання відіб'ється далеко не однаково на всіх тілах., бо менші тіла мають відносно більшу поверхню остикання ніж тіла більші <sup>†</sup> Відомо з геометрії, що поверхня збільшується чи зменшується як квадрат проміня, а обсяг як куб. Тому, пірш за все підлягає остикання найменші тіла, тобто сatalіти трабантів, потім самі трабанти і нарешті вже центральне тіло\_сонце. Ми бачимо на прикладі нашої сонячної системи всі ці стики.

Сонце перебуває в вогняно\_рідкому стані, се <sup>то</sup>, в стадії зв. не білого розіп'яння, з коєтого

«ВІД Й ОСТАННІ Трабанти чи планети вже затвердилися наверх консистенції, затовавши з середини

очисно рідке ядро що часами прориває тверду кору викидаючи візором вульканів вогняно рідку масу\_лягу Наш співмандрівник місяць, очевидачки вже остаточно застиг і зояко життя на ньому припинилося. Чарез те, що різні тіла тверднуть при різних температурах, то зрозуміло, що на нашій землі, яку ми звемо затвердлю. В дійсності лише деякі тіла підлягли затвердінню, інші ж залишилися рідкими та газоватими. Такі

умови температури, як побачимо позі, є конче потрібні для чиїв життя. Центральне тіло, чи ядро нашої сонячної системи творить велику вогняно-рідку кулю 1.280.000 разів більшу за земну кулю та 324000 разів важчу за неї. Сонце 1.700 разів тяжче ніж всі планети та їх сatalіти взяті разом. У його атмосфері переважає титан, залізо, кальцій магній та водень. Землі сонце віддає лише одну міліардову частину всього тепла, яке воно посилює до світового студеного простору. Промір землі має 12.750 кільометрів, а отже ми хоч підлягаємо математично вірним законам природи, в припадку затмірення нашого розуму називаємо себе царями природи, наша маленька планета, з прудкістю 107000 кільометрів на годину, лежить у світовому просторі, роблячи свої 14 різних рухів. Ми тільки атоми, що думають, атоми на тому маленькому атомі, що міліон разів менший за сонце, Vega 900 разів, Арктур 3000, а Сіріус 72 разів більший за сонце. А наше сонце міліон разів менше ніж сонце Саперс, що становить лише атом нашої величезної зоряної мріаковини нашого всесвіту. Але й наш усесвіт оточений ще мінімими всесвітами всесвітами до безмежності.

Я не випадково, але ж і не даремно назвав світові тіла атомами всесвіту. Сонячна система є атоми

матерії наїзничайно схожі поміж собою. Передусім атом збудований так само, як і кожна сонячна система. В центрі масмо ядро, що навколо нього обертається з математичною докладністю, так звані, електрони. Ядро і електрони — це лише електричний набій. Ядро — позитивний набій, електрони — негативний. Поти цьому в протилежність до будови сонячної системи промінь ядра 2000 разів менший ніж промінь електрона. Промінь електрона визначається як  $3 \cdot 10^{-13}$  см. В нейтральнім атомі на бій ядра мусить як раз рівнятися сумі набоїв принадлежащих йому електронів, а що набій якого не будь електрона рівний тій самій величині  $C$ , то набій ядра рівняється  $\lambda C$ , де  $\lambda$  показує кількість електронів даної атомної системи. Відповідно до того, яка кількість електронів "пішпадає" на "ане" ядро і визначається який саме елемент (залізо, сірка, кисень, водень) ми маємо перед собою. Ми можемо уставити всі ядра згідно зі зростанням кількості  $\lambda$  в ряд і тоді виявиться, що цей ряд саме сходиться з відомим рядом періодичної системи Менделєєва. Водень- $\lambda=1$ , Гелій- $\lambda=2$  і далі. Як пригадати собі великого, якого далеко-же не всі зрозуміле фільософа Пітагора, котрий вчив, що все на світі є число, то робиться дивно, що старовинна наука була така близька до правди.

Електрони, що мають промінь 2000 разів більший

за проїнь центрального ядра, на основі тих самих зд-  
коюв, на основі яких обертається плянета навколо  
сонця, обертається навколо свого центрального ядра.  
при чому центральне ядро, хоч у нього менший розмір  
має масу 2000 разів більшу за масу електрона. Такий  
чин є подана вище ріжнича лише фіктивна. бо звязкові  
сили тяжіння замінені в атомній системі електричним  
тяжінням, а це не змінює надібності рухів через те  
що Ньютона закон тяжіння й Кулонів закон електроста-  
тики подібні один до одного.

Отже ми бачимо, що світ складається з великих  
сонячних систем - сонце з трабантами та маліх атом-  
них систем - ядро з електронами. систем, що в усьому  
подібні поміж собою й ріжнятися тільки щодо розмірів.  
Розміри великих тіл наскільки менші тоді, коли го-  
ворили про проміри землі й сонця та інших великих зір.  
Про розміри атома ви можете судити за такими даними  
числами та порівнаннями: промінь атома є величінь на  
 $10^{-8}$  см та нижче, чи "наже кажучи в 1 см<sup>3</sup> діяман-  
ту міститься 180.000 триліонів атомів вугільця чи за-  
вкачівкам Флемаріона один міліграм рашія має два  
міліони триліонів атомів. Можна уявити собі величінь  
атома ще й із такого порівнання: подумаемо собі скри-  
ньочки на 1 m<sup>3</sup> / себ\_то метар здовж метар завширшки  
метар заввишки/, Поклаувані одна за однорю без пе-

перерви від Берліна до Каїра себто, на просторі 3000 кільометрів, а тепер зменшім цю величину віддаємо до 1 міліметру! Зрозуміло, що для таких маленьких "сонячних огнів" який небудь кристаль звичайної солі це — все цілий усесвіт.

Під теперішній час переважно англійські фізики своїми працями експериментально доказали, що елементарні тіла, які раніше уважали за нерозкладні можуть підпасти розкладові, перетворючися в інші елементарні тіла. Вперше переведено цей показ до-до таких тіл, як уран радій полоній тобто, що-до так званих радіоактивних тіл. Року 1920 Ретефорд довів, що під упливом промінів Рентгена ми можемо роз'ласти азот на гелій та водень. Таким чином за теперішніми поглядами, елемент та хемічна сполука сутно ріжуться поміж собою лише щодо ступня важкості розкладу. А ті зміни енергії, що йдуть після розкладу елементу, яких міліон разів більше за ті зміни, що потрібні при розкладі якої небудь хемічної сполуки. Густав ле Бон підчислив, що колиб нам поталанило розкласти шматочок радія завбільшки пшилькової головки, то звільненої енергії вистачило б на те, щоб протягнути чотирі рази навколо земної кулі вантажний потяг із сорок вагонами. Якщо подивлятимемось до того, скі елементи розкладаються легко, а які тяжче, а "ї" ще й досі не розкладені, то відразу помітимо, що розклад залежить од кількості

електронів, що складають цей атом. Коли електронів надзвичайно багато, то центральному ядру так би скласти, тяжко, утримати коло себе цю кількість негативних набоїв, що швидко обертаються навколо нього. Йони легко відриваються самі про себе. Так Уран, що має найбільше електронів - 92, сам радіоактивно розкладається та дає палій. Цей останній теж поступово розкладається, звільнюючи величезну енергію доки з нього не утвориться полоній. Очевидчаки з польонія так само витворюється через розклад олово "Рентгенії". Якже ставляться інші важкі пр. вні до розкладу: олово, бісмут, живе срібло, золото, паятина та інші? Якщо розглядати радіоактивні та нерадіоактивні елементи просто як хемічні первні, то поміж ними теж існує певна рівнобіжність, так що ми не можемо півватись на радіоактивні елементи як на виключні в розумінні кількості внутрішньої енергії. Вони ріжняться поміж собою лише щодо швидкості з якою виділяється енергія. Особливо радій своєю хемічною природою та характером своєї дуговини таємний по радіоактивних елементів барію, стронцію та кальцію, що хеміки зараз же помістили його в одну групу з останніми. Тай величість його атомної ваги /226/ ствержує правдивість такого приміщення його в періодичній системі елементів. Очевидчаки, треба думати, що такий запас

нутрінної енергії маєть у більшій чи меншій мірі всі  
щерні взагалі та він є невідлучна особливі-  
сть Іхнього нутрінного складу. Тепер, коли вже  
Ретефорд доказав розклад азота, можна вважати й цей  
здвиг /гіпотезу/ за доведений.

Матерія, що її до останнього часу вважали за віч-  
ну, неамінну, безсмертну, згідно з законом Лявузье, —  
ані один атом матерії не гине й не утвориться хально-  
ща матерія на наш погляд змінюється, розкладається,  
гине, ба, вже ми щавіть знаємо реченець життя деяких  
елементів, напр. уран живе 750 міліонів років, радій  
лише 2500 років,            А — лише 4,3 хвилини, поліоній —  
203 дні і т.д. Руйнуючись, чи гинучі матерія звільняє  
величезну енергію, що розпорощується по світовому про-  
сторі. Декотрі вчені висловлюють думку, що це розпоро-  
шення, рідження енергії протягом міліонів років, іде  
чи раз далі, й що енергія кінець\_кінцем перейде в  
те таємниче, що одні визнають, другі ні, в дещо не-  
матеріальне, що його називають етером. Розрідження  
етеру таке велике, що якби поталанило згустити його  
в рідке тіло, то вся маса його помістилася б ув одному  
кубічному сантіметрі / Б. Дюмен/.

Етер, що заповнє всі світові простори, є ма-

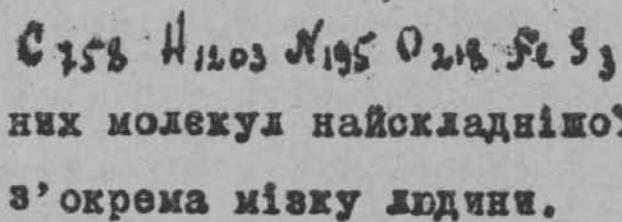
терія незважна, досконально пружна, матерія, що просякає й атоми, в яких електрони теж обертаються в морі етеру. Айнштайн цілком не визнає етеру. Колиб етер, мовляв таки існував, та становив би найбільший ступінь розрідження світової суті, то ми могли б уявити собі еволюцію цієї світової суті ось як: матерія, що є нічо інше як форма енергії, яка певним чином рухається наслідком твердіння енергії, проіснувавши певний якийсь час, починає розкладатися й поступово переходити в енергію. Енергія розпорощуючись, тратить і свою якості, як висловлюється *Soddy*, і переходить у ту нірвану, в ту нематеріальну матерію, що зветься етером. Ця нірвана триває велику кількість еонів, себто міліонів років, а потім починається тихе поступкове твердіння, що докодиться до стану енергії.

Отверділа протягом еонів енергія переходить у надзвичайно розріджену матерію й вічне коло еволюції світової суті замикається.

Основна світуча матерія її ста краєвидна пляма, що ми її помітили у світовому просторі. Цей світ, що щойно народжується. Оци матерія отвердне до всієї рідкої величезної кулі, що й буде протягом міліонів років джерелом енергії, джерелом життя на трабантах,

матерія комплікує свій склад і дає зпочатку органічну матерію, а потім матерію організовану, чи живу. В живинах найвище ускладнення повстас в молекулах мізку, отож і наслідком цього є можлива вища праця, вищі функції - творчі думання людини. Так сконструована до надзвичайної складності жива матерія не може бути довговічна. Вона в суті своїй здібна до розкладу, до переходу у простіші й розуміється, у сталіші хемічні сполуки. Проминаючи, як усе гарне, жива молекула, що думає та почуває, засяявши, як метеор на горі великого кола еволюції світової суті, розкладається й переходить у постійну мертьву матерію. Але ж і постійність мертвої матерії імовірна, бо вона теж не вічна а не-реходить, розкладаєчися в енергію. Енергія розріджується до ступні етеру і знову настає нірвана, велике небуття, велике мовчання смерти. В старих легендах, та мітах про матерію ми знаходимо давній мітичний символ відомий під назвою "уробора", що пожирає свій хвіст. Посередині кола девіза "все є одне". Цей мітичний знак ми можемо приняти й поставити як символ сучасного природознавства.

що обертається довкола неї. До цього великого кола еволюції світової суті, ми додамо лише не багато, але цей маленький додаток торкатиметься живих тварин, торкатиметься й нас самих — атомів, здібних думати. Матерія в найпростішій формі, це так звана мертвa матерія, що складається з відомих нам атомів здібних сполучуватися в агрегати. Коли атоми сполучуються в великій кількості — при утворенні молекули, — то ми маємо органічну матерію, в склад якої входить, звичайно, деяка кількість атомів вугільця. Якщо структура молекули ускладняється до надзвичайності й молекула робиться велика, складна, а тим-то й крихка, лябільна, то ми маємо організовану живу матерію, живу субстанцію, чи білковину. Тай справді, молекула білковини щодо складності, щодо натягальності свого складу й стану, — надзвичайна. Так, наприклад, молекула білковини червоної кровяніх тілець собаки має такий склад:



. Зі всіх білковин-

них молекул найскладнішої структури є молекула мізку, з'окрема мізку людини.

Тепер ми можемо остаточно повернутися до нашого великого кола еволюції. Світовий етер, чи та нірвана, що про неї говорять фільософи Індії, твердне протягом міліонів років — еонів — до ступні енергії. Енергія теж твердне протягом еонів, до стану матерії. Мертвa

## II.

Ми бачили в першій лекції, що живці становлять трансформаторів енергії і що великим джерелом енергії є ядро нашої сонячної системи — сонце.

Тепер нам потрібно звязати джерело енергії з II-трансформатором. Даремно би сонце посыпало своє проміння на насу та інші планети, якби в них не було заряду, що збирає цю енергію в вигляді запасів і виграчає її коли потрібно. Рівноважний з Богом Прометей украв із неба вогонь і приніс його на землю. Але тут не потрібно красти вогню з неба, бо енергія сама золотим дощем сонячного проміння спадається на землю. Потрібно, лише, уміти брати цей небесний подарунок. Таким зарядом, що скоплює небесну енергію, є зелений лист ростини, що за допомогою зеленої матерії, якою він просякнений, хлорофіль — бере сонячну енергію й разом із нею витворює з вугляного жвасу повітря й ґрунтової води  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , органічну сполуку, вуглеводень — крохмаль. Експеримент показав, що все найтонкіший шар тканини, що має хлорофіль, може цілком використати, для своєї творчої праці, сонячне проміння, що надає на його, а через це грубий шар тканини не мав би жодного сенсу в процесі будови ростин. Через те, ми бачимо всюди в ростин листя в формі тонких пласточок, завгрубими всього з десяту до

до міліметра. Навпаки, утворення найбільшої зеленої поверхні має для ростини велике значення через те, що кількість скопленої енергії просто пропорційна кількості квадратових метрів поверхні, яка освітлюється промінням, що несе енергію. Отже ми побачили при розгляді еволюції поступневого розвитку ростини, що суть цієї еволюції полягає в супневому збільшенні корисної зеленої поверхні, що відбувається разом із переходом од нищих ростинних Фор до вищих. У нищих водоростів збільшення поверхні досягається тим, що вони приймають форму доврих, тонких, як волосся, ниток, чи форму надзвичайно тонких пласточок — в обох випадках обсяг тіла залишається дуже малим щодо поверхні, яка поглинає енергію. Однаке, ця мета досягається доцільніше, коли паросток ростини діференціється на осеву частину й листя, що є цілком звичайне в листових мхів і хінових ростин. Через це растина розміщує на цій осі, на корисних віддалях, одну від одної велику силу тонких пласточок — листя, що має хлорофіл. Лише таким шляхом діференціації на стебло чи вісь та на листя, ростина досягає вищого ступеню розвитку, розвертає величезні зелені верхівія з безліччю листя.

Над усім зеленим світом панує принцип: на найтонкіших осях і їх розгалуженнях витворить найтонкішу, найчисленішу найбільшу зелену листину поверхню. Молода береза /років 30/, що має коло 200.000 листків, розвертає листину поверхню на 2 мільйони квадратових сантиметрів. Листяна поверхня конюшини 26 разів більша за свою площину засіву, себто, замісць відмової одної десятини скоплює енергію сонця, площею 26 десятин; еспардеть витворює листину поверхню 38 разів більшу, ніж його площа засіву, люцерна 36 разів, а амірані трави—це більше. Які великі поверхні розстелені лицем до неба й сонця, ви можете уявити по тому, що десятина вівса випарює, протягом літа через свою листину поверхню, 100-200 тисяч пудів води, а десятина мішаної лугової трави—500 тисяч пудів води.

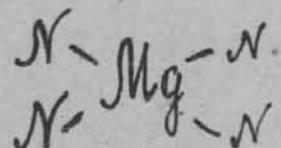
Ростини в вигляді зеленого листя протягають до неба безліч зелених рук за хлібом. Ростина — посередник поміж небом і землею.

Вищевказане перетворення простих неорганічних матерій вугляного квасу й води в органічну матерію-крохмаль,— єдиний на нашій планеті природний процес творення органічної матерії. Вся органічна матерія, яка б вона не була різноманітна, де б і в місцях не зустрічали в ростинах, тваринах, людчині, вся

вона пройшла, так би мовити, через листок, витворює із матерій, що вироблені листком. Можна сказати, що все життя, все живе на землі, пройшло через листок, через зелену субстанцію листка — хлорофіль.

Отже, ми повинні розглянути у сьогоднішній час ці ту матерії, що єдина утворює життя на землі — хлорофіль і той орган рослин, що ця матерія висмоктує. Осягнути природу, внутрішню суть, хемічну структуру молекули хлорофілу, вже віддавна прагнути хеміки. Розвязання цього питання займало дослідників протягом цілих десятків літ, і нарешті — вдалося хоч і не зовсім, лише за останні двадцять років, головно, через праці Richard Willstätter та його співпрацівників. Не можна, без глибокого знання, цілком засувати вам надзвичайно складні думки цих учених, але ж можна представити лише головні висновки праць Willstätter вигляді таких засад I/. існує лише один рід хлорофілу /раніше припускали їх декілька/ 2/. найкраще можна одержати хлорофіль витяжками з зеленого листя за допомогою 85% алкоголя, чи 85% ацетону./I,6 кг. сухого листя дає 6,7 гр. хлорофілу/ 3/. хлорофіль завжди творить сполуку з двох барвячих субстанцій: перша вуглеводень *салотин*, друга, — що має в собі кисень, 4/. чистий хлорофіль завжде має металев-

магній /попередні дослідники цього нє помічали/. Магній завше тут звязаний з азотом. Це тим більше дивно, що магній у всіх останніх випадках дає безбарвні сполуки. В молекулі хльорофілу магній утворює до певної міри центр, ядро, що навколо його групуються інші атоми. З ним сполучені чотири атоми азоту. З цих чотирьох атомів азоту  $N$ , два сполучені з вугільцем і киснем у так звані карбонові кваси. Найвиразніша хльорофільна група атомів символізується так:



Якщо до алкогольного розчину хльорофілу додати бензину, то розчин розмежується на дві субстанції - темну, що залишається розчинена в алкоголі, субстанцію - ханторхулу і блакитну, що розчиняється в бензині - супорхулу. Як у природничо-фільозофічному, так і практичному відношенні однаково цінне те, що нам удається хоч трохи зясувати хемічне здоження хльорофілу. Це дає надію на будуче навчитись приготовляти його штучно. Штучне приготування хльорофілу викликало б світовий переворот, бо розвязалося б питання про переходження сонячної енергії поза рослинами. Людина визволилася б із залежності від ростин, а це мало би наслідком великі соціальні й економічні перевороти.

Вияснимо ж тепер у чому полягає праця хльорофілу. Зелений листок ростини бере, при допомозі хльорофілу, з повітря мертву субстанцію, вугляний квас  $\text{CO}_2$ , відщеплює від неї за допомогою сонячної енергії вуглець С, а  $\text{O}_2$  виділяється з листка в вигляді згущеного кисня чи озону  $\text{O}_3$ . Передивимося це найпильніше.

Відомо кожному, що тіла ростин і їх витвори при паленні дають багато вугля. Половина ваги сухої ростини становить вугіль, тобто, вуглець. Постараємося вияснати звідки він походить у ростини й нагромаджується в такій великій кількості. Зробимо для цього такі експерименти. Візьмемо звичайний пісок, перепалимо його, себто, спалимо у ньому весь вуглець на вугляний квас; вугляний квас у вигляді диму відлетить. Посадимо тепер на цьому піску ростину. Ростина виросте й матиме багато вугільця, хоч пісок не мав його ні одного міліграма. Другий експеримент: — посадимо ростину в дестилльовану воду — хемічно чисту — й будемо добавляти до цієї води лише звичайний попіл, що зовсім не має у своїому складі вугля; наша ростина буде рости й знов матиме багато вугільця. Коли ми є дорослої ростини вимірюємо точним хемічним способом

кількість вугля, то побачимо, що його буде значно більше ніж було в маленькому насінні, що з його вироща наша ростина. Тай так, без помочі точної хемії можемо сказати, що та велика сила вугля, що ми одержали від спалення старої величезної сосни, не може бути в маленькому її насінні. У природних умовах життя, ростина не може одержати вугіль корінням із ґрунту, бо вугіль не розчиняється в воді. Й коріння не могло б його висмоктати з землі, хочби він там і був. Отже, коли ростина не може одержати вугільця із ґрунту, із води, ані з насіння, то залишається думати, що вона одержала його тільки з повітря. Недаром ростина розпростягла, як ми бачили, велику листяну поверхню, що купається в повітряному морі й із цього моря черпає таку велику силу вугільця. Але звідкіля саме повітря бере таку велику силу вугільця, що його не може проковтнути безліч зеленого листя, яке безперерви його висмоктує зі сонячного світла? Ми бачимо як одне питання приводить нас до другого й як наші думки, про джерело життя, розвиваються в одне ціле— логічно звязану думку. А й справді, загальна кількість вугляного квасу в атмосфері, цілої земної кулі, обчислюється 3000 біліонів кіло, що містять у собі 800 біліонів вугільця. І все ж таки, ця надзвичайна кількість була б без лихів ухита ростинами земної кулі протягом можливого ос-

начити часу. Але ж цього нема; склад повітря за-  
дишається приблизно однаковим, а саме: азоту 78,1,  
кисня 20,9, вугляного квасу 0,03. Ясно, що при та-  
кій великій витраті, що неминуча для ростини, му-  
сить бути постійний прибуток, аби білянс залишався  
наному ставцеві — рівні. Цей прибуток вугіль-  
ця береться з таких джерел. Кожна доросла людина  
видихає з себе щоденно 900 гр. вугляного квасу, що  
містить у собі 245,0 гр., себто,  $1/4$  кіло. На зем-  
ній кулі числиться два міліарди людей; отже, ли-  
ше люде видихають, протягом одного дня, майже два  
міліарди кіло зугляного квасу. Чи пів міліарда кі-  
ло вугільця. До цього ще треба додати вуглець, що  
видихають усі тварини, що живуть у воді й на сухо-  
долі. Крім того, до світової війни лише Фабрики  
Круппа в Есені, викидали в повітря щоденно два з  
половиною міліони кіло вугільця. Велику силу  
вугляного квасу й вугільця виділюють тіла тварин  
і ростин при своєму гнитті й розкладі. До цього  
регулярного й постійного прибутку вугільця, часом  
і не зовсім рідко, приєднуються вибухи вулканів,  
що викидають одразу величезну силу вугляного ква-  
су.

Ми мусимо подивитись јо пер на те, що робиться  
з вугільцем у зеленому листі й які саме складні ор-  
ганічні сполуки там утворюються.

В зелених органах хлорофіль захоплює сонячну енергію, як показали це прості фізичні експерименти, й за допомогою цієї енергії, із вугляного квасу  $\text{CO}_2$ , й води  $\text{H}_2\text{O}$ , що підіймається з ґрунту, витворює складне органічне тіло крохмаль —  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ . Можна подумати, що процес утворення крохмалю відбувається за такою формулою  $6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2$ . Але ж правдоподібніше, що процес відбувається не відразу за такою простою формулою. Зпочатку витворюється, мабуть, рідкі, не помітні для ока під мікроскопом, сполуки з вугільця, кисня й водня; ці сполуки знов компонуються поміж себе й нарешті витворють крохмаль у вигляді зерен, що можна їх бачити під мікроскопом і довести його присутність хемічною реакцією. В останні часи думають, що зпочатку витворюється формальдегід  $\text{CH}_2\text{O}$ , а з нього, шляхом складення його молекули, легко витворюється крохмаль. Процес утворення крохмалю в листку можна простудіювати ось яким простим експериментом I/. помістимо у свіжу воду ниточки водорості, або поставимо на вільному повітрі квітку чи кущика. Через декілька хвилин помітимо, як у зеленому листку починають повставати зерна крохмалю. Ці зерна легко находити при помочі мікроскопа; вони барвляться від йоду в фіалковий колір. 2/. якщо зараз же помістимо ростину в темноту, то побачимо, що всі

крохмалеві зерна швидко зникнуть із листка; крохмаль знов з'явиться, якщо виставимо ростину на світло. 3/. Можна довести, без мікроскопу, утворення крохмалю в листку під утильовим світлом оцім експериментом: одну частину листка ростини закриємо папером чи корком так, щоби світло не впливало на цю частину протягом декількох годин. Потім зірвемо цього листка, покладемо його в воду, що кипить, на декілька хвилин, потім звільнимо його від зеленої барви й покладемо на 24 години в мідний розчин алкоголя. Тепер, цього обезбарвленого ясно-жовтого листка покладемо в алькогольний розчин йоду чи йодного калія. Після цього ми побачимо, що частина листка, що освітлювалася сонцем, зробиться темно-фіалкова,— вона містить у собі крохмаль; частина листка, що була закрита папером чи корком, залишається ясно-жовтою; — в ній ё має жадного зерна крохмалю. 4/. якщо помістити ростину на світлі під склянкою давін і пропускати до ростини під давін повітря, хемічно звільнене від вугляного квасу, то ніколи не помітимо в листку утворення зерен крохмалю. Позбавити повітря вугляного квасу можна досить легко. Для цього треба перепустити його через розчин Ідкого калія. З цих експериментів ми можемо зробити такі висновки: I/. для утворення крохмалю

неминуче потрібний вугляний квас. 2/. утворення  
крохмалю відбувається лише на світлі, себто, на  
сонячному світлі в зеленому листку ростини; при  
чому, коли зазначеною мною формулою утворення крох-  
малю правдива, то мусимо мати при цьому дуже велике  
виділення кисню. Це доводиться так: у скляну лійку вщерть накладаємо зеленого листя  
чи зелених водоростів, ставимо лійку широким  
кінцем до низу у скляний валець, що наповнений  
свіжою водою: до цього валіця з водою, дода-  
тиємо час-від-часу вугляний квас; на вузький, по-  
вернутий до гори, кінець лійки, надягнемо звичай-  
ну хемічну пробівку, що наповнена водою. Після цьо-  
го незабаром ми помітимо, що в пробівці з'являють-  
ся дрібні пухирці газу, що витискають воду з про-  
бівки і збиратяться нагори коло дна пробівки. Ко-  
ли газ витиснить усю воду з пробівки, зніммо обе-  
режно пробівку і всунемо до неї трісочку, що тає.  
Трісочка запалиться яскравіше, а може й яскраво  
загориться. Це нам доводить про скончення в на-  
шій пробівці кисню.

Кисень, що виділяється з зеленого листя, в umo-  
ктується жабрами й легенями тварин для дихання. В  
тілах тварин, кисень окиснюючи багато хемічних  
сполук, окиснює й вуглець до стану вугляного квасу

$\text{CO}_2$ , що виділяється видиханням у зокілля в повітря й знову всмоктується рослинами. Так закінчується це величезне коло хемічних реакцій між рослинним і тваринним світом.

Будемо стежити за дальнішою долею крохмалю в організмі рослин. Крохмаль, як субстанція, що не розчиняється в воді, не міг би порушуватися ув організмі рослин і інші частини рослин згинули б від голоду, бо єдиним апаратом, що здібний витирювати крохмаль є зелений листок. Отже, для того щоби порушуватися по всіх частинах рослин, крохмаль претворюється через легку зміну своєї формулі в цукор, що легко розчиняється:  $n \text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5$  — крохмаль,  $\text{C}_6 \text{H}_{12} \text{O}_6$  — вінний та фруктовий-овочевий цукор — глукоза чи фруктоза, тростяний цукор  $\text{C}_{12} \text{H}_{22} \text{O}_{11}$ ; мальтоза  $\text{C}_{12} \text{H}_{22} \text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$ , та інулін  $\text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5$ . Перетворення крохмалю в цукор відбувається через уплив на крохмаль окремої матерії-ферменту — діастази, що своєю зложною частиною має білковину. Перетворення крохмалю в цукор відбувається між іншим і в нашому роті, коли ми їмо напр., хліб. Крохмаль хліба в роті під діяльним упливом ферменту сліні — птіаліну переходить в цукор. Цукор, що вже легко розчиняється в воді транспортується жилами рослин по всіх її органах і частинах аж до найменших кореневих волосків. Через легку зміну своєї хемічної фор-

мули. цукор перетворюється у тверду масу, що звуться ростікна клітчатка, деревина, целюлоза, чи просто дерево. Якби волокно бавовни "вати", себто, ту целюлозу розчинити в міцному сірчаному квасі й одержаний розчин розвести водою й кипятити його довший час, то целюлоза, приєднуючи до себе воду, перетворилася б у цукор — глукозу; так само можна перетворити тирсу у цукор, а цукор у спирт. У ростинні, навпаки, цукор перетворюється в целюлозу шляхом відділення молекул води; розчин цукру, що тече найвужчими цівками ростинні, зустрічається там з азотом, сіркою, фосфором і мінеральними солями калію й магнію, що підіймаються до гори з ґрунту із їх сполук. ще не відомо як, утворюється білковина: зпочатку витворюється мабуть амідо-сполуки. Про це так можна думати через міцне поширення аспрагіна  $C_4H_8N_2O_3$ , тобто, амідо-сполуки яблкового квасу. Шляхом інших, ще точно не відомих, змін, із білковини витворюється товні. Таким чином у ростинні, у цій дивній лабораторії життя, ще далеко нерозгаданими і незрозумілими, для хемії, шляхами утворюється три голівніших групи хемічних сполук.

Досі ми розглядали питання, майже виключно, з боку хемічного, тепер розглядаємо його з боку фізичного, себто, студіюємо ту машину, що викорює на нашій планеті можливість життя. Анатомічно кожний лист збудований так, що кожна його поверхня, а саме й горішня й долішня покриті одним шаром плоскатих клітинок, що на краю листка переходять із однієї поверхні на другу. Цей шар має назву "епідерма". Поміж двома тоненькими пласточками міститься основна тканина листа "мезофіл". Вона складається з двох шарів. Зараз же під горішньою пласточкою епідерми містяться на два шари, один за другим, так звані "палісадні" клітини, себто, клітини що на гадують своїм укладом тин. Ці високі вальцеваті стовпчики — клітини розміщені так, що поміж ними залишається лише вузенькі проміжки чи щілинки. Вісь вальцеватої клітини стоїть простопадно до поверхні листка. Другий шар клітин, губчатий шар, утворений клітинами, що не мають цілком колишньої форми. Якщо й зустрічається довші клітини, то їх довжин промір ніколи не скоїть простопадно до поверхні листка, а завше трохи наскіс.

Проміжки поміж цими клітинами досить великі; через це, цей шар має назву губчатого. На долішній поверхні листка в епідермі помічаємо ще інші утвори

так звані. дихальця. Дихальця творять маленькі щи-  
линки поміж замикальними клітинами. Величінь ди-  
хальця вичислюється, наприклад, у *Agaricus* <sup>1/м²</sup>  
 $0.000047 \text{ mm}^2$ , у *Lea Mais* найбільший отвір  $0.008 \text{ mm}^2$ .  
Дихалець на одному листку начислюємо багато міліо-  
нів.

Замикальні дихальця клітини збудовані надзвичайно цікаво. Їх стінки скрізь досить грубі, крім тих поверхнів якими вони перерулюють одна до другої і які втворюють немовби двері чи край дихальця. Коли сухість повітря зростає, то повернені одна до другої стінки клітин випираються назустріч і замикають дихальце. Коли ж повітря вожкішає, то отвори знову відмикуються — через розходження замикальних клітин — і таким шляхом регулюються випари води з тканин листка. З дихальної дутини, повітря переходить у менші міжклітинні проміжки губчатого шару, а звідсіля вже в дуже тонкі щилички проміжки поміж палісадними клітинами. Через ті ж самі отвори, повітря виходить назад. Зрозуміло, що м'який листка, ввесь мезофіл, це є дихальна дутина, або справедливіше — відживка, якщо через дихальну дутину й проміжки поміж клітинами губчатого й палісадного шарів, астміятивна поверхня листка, в порівнянні з видимою без мікроскопа довгільною поверхнею листка, надзвичайно збільшується. Ця

асимілятивна поверхня збільшується ще багато разів, через те, що процес асиміляції проходить у середній листка поміж повітрям і хльорофілем, а цей останній через те, що він є течиво, всмоктує в себе, подібно, як губка воду, безліч зерен, що лежать у клітинах мезофілю і творять маленькі обіжні (плазматичні чи білкові) тіла. Ці зелені плазматичні тільки вільно плавають у безбарвній протоплязмі клітин листка. Найбільше їх міститься в палісадних клітинах. Надзвичайно цікаво помітити, що зерна хльорофілю дуже чуткі на світло й що через цю чуткість вони розміщаються не абияк у клітинах листка, а строго закономірно в залежності від інтенсивності світла, що падає на листок і що вони едосить точними регуляторами кількості крохмалю, що його витворюють. Того крохмалю не повинно бути ні надто багато, ні надто мало. Приглянемося ж уважливіше, як маленькі зерна регулюють доплив соняшної енергії. Якщо виставити зелені водорости, або листя якоїсь рослини I/ на мале світло, 2/ на велике світло й 3/ на звичайне т.зв. розгорощене світло, то можна побачити в листі, під мікроскопом, різні картини. При дуже яскравому світлі, зерна хльорофілю підходять до бокових стінок палісадних клі-

тина, себто, до тих стінок, що стоять у клітинах простонадно до поверхні листка, що освітлюється цим світлом і розміщуються здовж цих бокових стінок одне за одним. При занадто ж яскравому світлі, зерна віддаються найдалі від світла й зливаються в тверді грудочки; також переміщення надзвичайно зменшує їх асимілятивну поверхню. При малому, чи звичайному світлі, зерна хльорофілу, навпаки, групуються, тягнуться до світла й розміщуються рівнобіжно до ю верхній листка; цей процес збільшує поверхню, що приймає світло. Якщо через якісь причини, рослина не може будувати свого листка в формі широкої пластинки, а через це й повернути велику поверхню, що приймає світло, то листок ростінні приймає форму пильки. Це ми спостерігаємо на пилькових рослинах. Причина, через яку вони не можуть витворювати широко-плашчатого листя, полягає в тому, що вони ростуть, голово, на сухих місцевостях; де так звані ксерофіли. Одержані з ґрунту мало води, вони мусить найменш і випарювати в повітря, а цього вони досягають через форму свого листка-пильки. Але що, щоб максимально збільшити поверхню, що приймає світло, зелені клітини листка збільшуються самі по собі, витворюючи у клітинці відростки, набухання. На цих набуханнях, відростках, розміщується найбільша кількість зерен. На листі тієї са-

мої ростини, що росте на яскравому світлі й у тіні,— на так жакому світляному й затіненому листі, помічаймо досить велику ріжницю. Зрозуміло, що освітлене листя буває грубше ніж затінене через те, що яскраве світло глибше просікає Іх шари. Затінене листя мусить бути найтонше для того, щоб сонячна енергія просікала до хльорофільових зерен. Отже ми можемо простим виміром грубої листа, відріжити освітлений листок од затіненого, лишень для цього треба заздалегідь визначити середнє аритметичну. Під мікроскопом ріжниця між освітленим і затіненим листям виявляється досить ясно а саме: І/ палісадні клітинки в освітленому листкові довжі ніж у затіненому; вони розміщені тісно одна коло одної, без помітного міжклітинного проміжка; зелені зерна розміщуються здовж Іх розтягнених високих стінок. Розміщуючись, таким чином, здовж бокових стінок, одне коло одного, зерна уникнуть занадто яскравого світла й перепускати поза собою, між двома своїми рядами, багато світла в шарі листка. До певної міри зменшено щодо інтенсивності, палісадними клітинами, світло, просікає до гусчатого шару клітини. Хльорофільові зерна, цього шару клітин, розміщені рівномірно по всьому тілу клітини. Й безпечно від надзвичайно сильного світла, намагаються вико-

ристати реєту світла, що доходить до них. 2/ тон-  
кий затінений листок має лише один шар палісад-  
них клітин. Тут ці клітинки низькі, відокремлені  
одна від одної широким міжклітинним проміжком. Гу-  
бчатий шар клітини теж мало розвинений. Зерна  
розміщені по тілу клітини рівномірно. При серед-  
ньому світлі картина конструкції є перемежена.  
Отже, ви бачите, на цих прикладах, як анатомічна  
структуря листка відповідає світляному подразненню  
що одержується з довкілля, або інакше, ви бачите,  
як зовільні фізичні сили пластиично обробляють живу,  
надзвичайно чутливу ніжну матерію, витворючи  
з неї різні форми, що найбільш приватуруються до  
живтя.

Ви знаєте, що сонячний промінь становить су-  
купність проміння ріжної варви на яке він здіб-  
ний розкладатися. Це ми бачимо в весельці або мо-  
жемо одержати, коли перенеслимо промінь світла  
крізь скляну присмокту. Ми одержимо так зване спек-  
тральне проміння ріжного кольору. Воно має дуже  
асіміляції листя ріжне значення. Доводиться це  
ось яким простим експериментом: якусь роостину по-  
ставимо в склянку з водою, що стоїть під склянкою  
дзвоном з подвійними стінками. Наливаймо між стін-  
ки дзвону ріжноколірові течива, напр., жовті,

червоне, блакитне й так далі. Спостерігаймо скільки пухирців кисня виділятиме ростина в одиниці часу. При цьому, червоному й оранжевому освітленні, ми одержимо майже стільки пухирців, скільки одержали б і при звичайному освітленні. При блакитному й фіялковому освітленні помітимо, що асиміляція зменшиться або навіть зникне. Отож саме те проміння, що найбільш хемічно впливає, напр., на фотографічну пластику, на асиміляцію впливає шкідливо, паралізує її. В зеленому листі це проміння втягується й стає нешкідливим. Не тільки при допомозі таких, помітних під мікроскопом, витворів, ростина регулює асиміляцію, вона робить це й помітніше. Так безліч ростин здібна ставити своє листя під якимнебудь кутом до проміння, що на нихпадає, тобто, коли Ім треба збільшити чи зменшити вплив цього проміння. Напр., листя евкаліпту, бобу ставлять листя так, щоб при сильному освітленні одержати найменше проміння; наша дика салата /*Lactuca sativa*/ та американська зложена квіткова /*Gilrhium perforatum*/ ставлять своє листя, що стоять уже простопадно в напрямі від півночі на південь, через це вони мають назу ростини-компаса.

До яких же висновків ми прийшли на підставі наших дослідів?

Життя, чи краще джерело енергії життя, виникло в тих споконвічних часах, коли зачала тверднути надзвичайно порідшена матерія мріковичних плям, що з них виникла наша сонячна система. З ядра сонця, нашої системи, ця енергія крізь великі, надзвичайно студені світові простори, перенеслась у формі проміння світла на землю. На землі ця енергія скопила зелена субстанція ядер хльорофілу й витворила, при допомозі цієї енергії, зложене тіло /складовину/ крохмаль. Крохмаль сам, чи перетворений у інші хемічні сполуки — годує все живе на землі.

Води, що пасуться на лузі, вбирають концептровану енергію сонця в формі трави з її крохмалем, клітичкою і т.д. Людина, чи тварина, коли їсть мясо або вода, споживає зібраний в його тілі й одержаний від рослин сонячну енергію. Таким чином, завже під час обіду, коли ми їмо шматок хліба чи картоплю, ми споживаємо "шматки сонячної енергії". звідси виходить, що все життя на землі, починаючи від життя найменших водоростів і кінчуючи життям великих ссавців, є лише вияв сонячної енергії, що колись упала на землю й що її скопило зелене ядро хльорофілу. Все наше життя від моменту народження аж до смерті, з цією його працею, стражданням, насолодами й думками, що є лише вияв енергії сонця. Захоплений хльорофілем, як сказав Тімірязев, сонячний промінь і

в трісочці, що тліє, й у лампі, що ясно горить пору-  
шую велическим колесом піравої машини, щіточкою-ква-  
чиком маляра й пером поета. Якщо виникнути в цей ко-  
смічний світогляд, то й сама смерть буде лише тим  
промінem енергії сонця, що померкає; нема ніякої  
смерти, є атоми на які розкладається тіло людини  
та його мозок, є цілі сонячні системи. Вони роз-  
кладаються - ці сонячні системи - але ж лише для  
того, щоби знов зібратись і засвітити через еони ро-  
ків у нових світах із новою, ще невідомою красою й  
силou. В старому Єгипті був у пустелі великий храм  
із вітarem, поставленим на схід. Перше золоте промін-  
ня бога Амона-Ра, що складив, освітлило білий мармур  
жертвенника й жерці в білих одягах зустрічали співа-  
чи гімнів та святочною музикою джерело життя-  
бога, що прокидався до життя. Він підіймався все виш-  
е, й що раз краце та краче лунала пісня жерців.

### КЛІТИНА "ПОВСТАННЯ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ.

Досі ми розглядали два питання: джерело світо-  
вої енергії і джерело енергії на землі. Це останнє  
розглядали як хемічно-фізичне поєднання, що пособ-  
ляє всмоктувати світову енергію. Студіючи це при-  
ладдя, нам неимохіть прийшлося торкнутись його кон-  
струкції не лише з боку фізичного й хемічного, а й

із морфологічного. Форма взагалі тісно звязана, як бачите протягом наших лекцій, із фізичними й хемічними властивостями тіл; вона ніколи не випадкова, не закономірна, а завжди творить вплив фізично-хемічних сил, що виявляють силу в даному тілі. Форма визначає працю й сама встановлюється працею. Тут не можна сказати, що першорядне й що другорядне, так нероздільно, глибоко, сутні одне з одним звязане. Тим-то наука, що студіє форми — морфологія, цілком не є "опис форм", однаково, живих чи мертвих *ягельчик*, як про це думали колишні вчені. Разом із зрозумінням форм, ви пізнаєте одночасно й внутрішню істоту тіла, бо форма становить наслідок деяких сил, та сама впливає, змінює працю сил. Для мертвого *ягельчика*, особливо, винесеної відтоді, як почали студіювати структуру кристалів за допомогою промінів Рентгена, що дозволяють бачити й розуміти пластичне розміщення атомів у кристалах.

од *асильни* побачити, що звичайне переміщення атомів у просторі, що кристал займає, так змінює основні властивости тіла, як немов би ми одержали зовсім інший витвір. Так само органічна хемія довела з математичною докладністю, що утворені переміщення атомів навколо центрального ядра, так змінюють властивості тіл, що вони стають зовсім не подібні одне до одного. Через це мені хотілось би віщнити в Вас

глибоку любов і зацікавлення до зрозуміння форм живої і мертвої речевини й відкинути старий науковий перехіток , що мовляв , морфологія є "опис форм" і не торкається внутрішньої суті . Тонка структура мертвої речевини криється й живої речевині при досить уважному студіюванні , дає нам можливість подивитись у саму глибину світової суті й довести , що вона єдина . Отже , ми мусимо запитати себе , в якій саме формі повстало життя на землі в найпростішій його формі . Складний мікроскоп почали вживати приблизно коло 1650 року й відтоді дістали змогу спостерігати клітинну структуру рослинних та тваринних організмів . Ще 1655 року англійський фізик Robert Hooke помітив на тонких нарах звичайного борка маленькі порожніви , що назвав , через їх подібність до чарунок-комірок бжолинного соту , чарунка-комірка , чи клітинка-セルла . Цей вислів увійшов у загальне вживання вже коло 1850 року в анатомії рослин . Такі чарунки-комірки знайдено при дослідах багатьох інших частин рослин . 1831 року англійський ботанік Robert Brown винайшов при дослідах над клітинами епідерма Asclepiadæ та Orchidæ ядро рослинної клітини . 1838 року німецький ботанік S. Mathias Schleiden міг уже висловити й довести тезу , що всі рослини збудовані у своїх своїх органах із клітин . Уже на-

стуаного року анатом *Theodor Schwann* свою відомою працею довів, що органи тварин збудовані із клітин. Італійський анатом *Мальпігі* в англієць *Уел* 1672 р. описав чарункову-коміркову кот струкцію ростин і дав малюнки. Крім того, *Мальпігі*, безсумнівно, бачив і описав клітини людського тіла при наявності, клітини шкіри. Досліди *Мюнхен* 1846 р. довели, що клітина ростин становить пухирець оточений оболокою й наповнений живою субстанцією, що й назвав *цитоплазмою*.

Даліні досліди над клітинами тварин показали, що їх тільки утворює теж із протоплязми, що може мати, або й не мати оболону. Французький вчений *Фурньє*, дуже пильно досліджував живі істоти, що складались лише з одної клітини, так звані *хілоплазмокорикії* й помітив у проплязмі численні зернятка, що були рівномірно в ній розміщені. *Wilhelm Virchow* визначив клітину як масу протоплязми, що оточує ядро й довів, що всі коробки тварин і ростин залежать од анатомічних змін клітин. /1840 р./ Цим він дав основу до целлюлярної патології на котрій трунується вся сучасна медицина. Останніми часами відкрито ще у клітці надзвичайно важні складовини, т. з., центровоза. Крім того, найдено й із величчим зацікавленням

студійовано надзвичайно важні відношення, зв'язок  
поміж тілом клітини й ядром *Kernplasma*,  
що дозволяє нам глибше подивитись на процеси, які  
виникають у клітині *"Kernwirg"*. Коротка історія  
цього великого винаходу має не менше значення для  
біохімії, як винахід Ньютона закону всесвітнього  
тініння для небесної й земної механіки.

Винайдено елемент життя, найпростійшу  
форму, що не виявляється життя, неподільне життя  
"атом життя", як що так можна висловитись. Після  
того, доведено що досить багато ростин і тварин  
николи не розвивається більше й не робляться  
складнішими за цей елемент життя, а залишається  
весь свій вік єдиновою клітиною. Це т.з. протисти  
що в ростинній царині звуться протофіти, у тварин  
ній - протозоя. Їх кількість і значення в економі-  
ці всього життя на землі - надзвичайні. Решта живих  
складається з декількох, чи багатьох, часто  
безлічі клітин і маєть назву *"histones"* -  
метафіти - в ростинній і метазоя-у тваринній ца-  
рині.

Постараємося зясувати собі, що таке клітина  
з якою складається вся живітній ростинній  
і тваринній. Для сьогоднішньої лекції, нам дово-  
лі одержати як найзагальніше, основне розумін-  
ня про клітину.

Клітина становить найменше живе індивідуум, мінімальної форми, живу істоту. З неї як із цегли будуться малі, середні й великі будівлі, але і одна клітина може жити як одноклітній індивідуум. Вона - елемент життя, що може існувати, як одиниця, але й вона може витворювати надзвичайну Іх кількість. Не існує живих часток, себто, частин клітини здібних до життя. Вони те, що в хемії до останнього часу було, — атом, себто, нероздільне чи неподільне. Ми побачимо, що й із кліткою починає творитися те саме, що й із атомом, тобто, що на неї починяється дивитись, як на надзвичайно складний витвір, що складається з численних, дрібненьких елементів життя т.з. біонтів. Із морфологічного боку, ми можемо дати клітині таке визначення: „ більша чи менша кількість протоплязми, що оточує ядро ”. *Wolff Virchow та Max Schiller* " ". Хемічно ми можемо визначити клітину як ~~динку~~ кількість живої, себто, організованої білковини. Клітина становить тільце, звичайно, дуже малих розмірів, досить ріжкої форми. Величина клітини хитається поміж декількома тисячими частинами міліметра, себто, мікронів /0,001 м.м. = 1 мікрон, грецькими літерами  $\mu$  / сперматозоїди Зміта більш, чергові кровяні тільця 4-10  $\mu$  -, велики курячі і страусові

сіві яйця /коли життя виявляється мінімально в клітині, то вириває питання: звідки та як саме виникла ця клітка на земній кулі. Ми бачили з першої лекції, що з початку земля становила вогняно-рідке тіло, де всі елементи були розпеченні. Металь, що найтяжче розтоплюється — плятина, розтоплюється при температурі 1775° ст. Отже, на землі панувала така страшна температура, при котрій будь-яка живість не могла існувати ні одної хвилини. Земля була, висловлюючися мовою бактеріольства, абсолютно стерильна. Коли це так, то звідки виникло життя. Теоретично можливі тут такі здогади: I/ життя виникло тут, на нашій планеті, шляхом перетвору мертвої субстанції у живу, шляхом складних численних хемічних змін, що привели до великого зросту й ускладнення молекули; наприклад, як ми вже вказали, що молекула білковини відріхняється надзвичайною складністю, вона є гігант у порівнянні зі всіма молекулами інших речей/ сполук/. З хемічного боку, тут немає чого неможливого. Всі хемічні реакції можна звести до двох основних груп: розпаду, розкладання, та сполучки, ускладнення— синтезу. Отже, ми могли би сказати, що живість, живі білковини утворилася шляхом синтезу з елементів мер-

твої речевини. З хемічного боку, це не тільки можливі, а є щоденне неминуче явище. Справді, чи бачимо що ростіна витворює з двох неорганічних речевин  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  — органічну речевину-крохмаль. Вона є органічна, але неорганізована — нежива. Тай пікого й казати, що з цих органічних речевин у ростіні витворюється організована речевина — жива плязма всіх клітин ростіни. Як бачимо, ростіна мабуть уміє з мертвого витворювати живе за допомогою органічного. А чи вміємо ми це робити? Ні, наші знання не дійшли ще до цього рівня; вони поки що зупинилися на деякій височині, а саме на вмінні утворювати з мертвої речевини-органічну, надзвичайно близьку до білковини, але ще не живу речевину.

Розглянемо це надзвичайно цікаве питання подрібніше. До першої четвертини XIX ст., багато осіб запевняло, щоб ми не тільки не можемо, але й ніколи і не зможемо утворити з неорганічної речевини органічну. А, що всі живі істоти й витворюють їх життєвої діяльності творять речевину органічну, то ми ніколи же зрозуміємо таємницю життя, котре становить вияв особливих таємничих сил і особливої сили — віталістичної / *vis vitalis* / . Так учили й почували себе тут переносячи представники т.з., віталістичного світогляду аж до 1828.

року, коли німецький хемік *Wöhler* нагріванням розчину амоніум-ізо- ціаната, одержав сечевину  $\text{CO(NH}_2\text{)}_2 = \text{CO} \cdot \frac{\text{NH}_2}{\text{NH}_2}$ ; сечевина ж сама є один із конечних витворів палення/окиснювання/ білковини в організмі. Від того часу пройшло майже сто років і ось ізявилася велика кількість подібних синтез. Так, наприклад, ми можемо в лабораторії одержати з мертвої речевини виноградний цукор за формулами  $\text{C}_6\text{H}_12\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6 + \text{O}_2$ ,  $6 \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ - цукор. Шляхом подібної синтези вдалося пійти до складу найменших речевин, що мають уже  $\text{C}_3$ . Інші синтези, що відносяться до цього, це такі синтези глюкозаміна речевини, що має азот, уже досить близькою до білковини, до протеїнів. А отож без огляду, на більшій досліді відомого німецького хеміка Еміля Фішера, точний хемічний склад білковини і структура її молекул, що остаточно не зясовані. Справа виглядає так: потрібно зпочатку зуміти розкласти білковину на її складовини й вияснити точний хемічний склад цих складовин, а потім уже зробити спробу, навпаки, одержати білковину синтетично. До цього часу Емілеві Фішерові вдалося одержати синтезом лише поліпептиди, речевину вже досить скончану на білковину, але ж ще не білковину й у кожному разі, не живу білковину. Та як не як, а я не бачу причини чому б могли радіти віталі-

сти й після сто років, такої славної праці точного знання, не призвати, що ми ще не дійшли, але ж доходимо до розяснення таємниці білковини з хемічного боку. Ось чому з наведених для пояснення повстання життя на землі здогадів, здо-  
гад—*Флідер*'а на мій погляд найправдоподібні-  
ший. З перших хемічних сполук Пфлігер зупинився на ціяні  $C_2H_5OH$ . Ціян виникається при температурі надзвичайно високій. Можна прапустити, що його сполуки повсталі на землі тоді ще, коли вона була в вогняно-рідкому стані. Ціянові сполуки через їх накил до розкладу й перетвору мусіли бути зустрічатися з умовами ріжних вугляних спо-  
лук, що також виникають при температурі пален-  
ня вугля. Таким чином, за безмежно довгий час,  
заки отримала земля, ціян мав можливість поту-  
рати свому накилові. щодо росту й перетвору ,  
й аж потім, при сполучі води й розчинених у  
ній солей, міг перетворитись у ту складину, само-  
розкладну білковину *речевину*. що й становить же  
бу речевину. Ціян мається у складі живої *речевини*  
й виникнені розкладу цієї *речевини* містять у собі  
ціян. Найголовніший витвір розкладу живої *ре-  
чевини*-сечевину, можна виготовити штучно, синте-  
тично з ціянової сполуки— амоніум-ізо-ціяната.  
Таким чином, зі всіх хемічних теорій про по-  
встання

стання живої речевини, — здогад Пфлігера, здається мені найобґрунтованішим. Але, якщо жива білковинна речевина могла витворитись із мертвих елементів раніше, то бува, чи не діється воно так і тепер? Ми бачимо, що такий утвор відбувається в живій ростчині і там для витвору живої речевини потрібна тає праця живого ростчного організму. Нам же треба пояснити первісне повстання живої субстанції на землі! коли на ній не було жодного ні ростчного, ні тваринного організму. Може здаватись дивним, що забагато тисяч років і вчені й темні люди не мали сумнівів у тому, що, мовляв, организми іншого складу походять із мертвої речевини. Заки винайдено мікрооскоп, що спостерігали на кожному шматку гнилого мяса коли б ньому появлялися гробаки, а саме, гробачки деяких комах, наприклад, мух. Св.Іандор / 636 / писав у своїй енциклопедії, що бджоли походять із трупів овець, а з мертвих коней походять жарені, зі здохлих мулів — трутні, а зі здохлих ослів — оси. Такий погляд не дивний, бо ще в ЖУП ст. вчені писали у своїх книжках рецепти як одержати : мині, жаби, гадюки. Таке приметичне розуміння откинули вчені, що правда, але лише щодо великих помітних простим оком тварин. Зовсім інакше щодо тих мікроскопічних істот, котрі можна бу-

52.

ло бачити в великій кількості мікроскопом у всякої краплі настійки органічної речевини, у краплі в якій відбувається розклад чи ферментація, або й так у всякої краплі води. Ці мікроскопічні істоти, на погляд більшості зчених, відроджуюся самі зі себе, з мертвої субстанції під утилизом повітря. Коли Лебауз<sup>2</sup> винаймав у повітрі хисень, то йому стали приписувати всі процеси гнилтя, розкладу, Ферментації, й ускладнення в ранах / як гангрена, бешика, гнилтя /. Таку теорію горяче підтримував відомий Фізик Гей - Ласак. Лише, зовсім не так давно, в 70 роках XIX ст., вдалося довести: 1/ що повітря не може саме зі себе викликати процесу гнилтя, розкладу, Ферментації, чи якихось ускладнень у ранах; 2/ всі ці процеси викликаються в організмах простіщого складу, що в численній кількості уносяться в повітрі ; 3/ всі організми нижчого складу походять, виключно, з таких самих організмів і ніколи не походять із мертвої речевини. Велику послугу доведення цих трьох тез, що нам тепер здається такими простими, зрозумілими, людство завдячує геніеві Жюсу Пастера, що остаточно розвязав 1862 року тяжке питання „вільного зародження організмів“.

З початку англійський Фізик Fyndall

звернув увагу на те, що кожний із нас бачив багато разів, та, мабуть, не звертав на це особливої уваги. А саме, коли в темну кімнату падає крізь маленьку щілину промінь світла, то ми можемо бачити безліч порожніків що плівають у повітрі й іскряво сяють. *Tyndall* зібрав ці порожнікі, спалюв іх і довів, що при спаленні вони дають багато вугільця. З цього видно, що вони становлять речевину органічного походження. Пастер пропускав запорошене повітря крізь бавовняну тирсу, потім її розчиняв у в етері й робив дослідки під мікроскопом. При дослідах виявилася велика кількість бактерій. Отже, на тих порожніках, що плівають у повітрі, є безліч колоній із бактеріями. Звідсіля Пастер зробив висновок, що не саме повітря викликає розклад, а ті бактерії що уносяться разом із порожніками в повітрі.

Потрібно було це довести експериментом і разом із тим, розвязати питання про можливість довільного зароджання нижчих організмів. Сам експеримент треба було провести ось так: взяти розчин якоєсь органічної речевини, що здібна розкладатись і ферментувати; зпочатку зникти нагріванням мікроорганізми, що маються у цьому розчині, потім упустити до нього повітря, яке не має бактерій, себто, абсолютно чисте від порожніків.

ху. Цього можна ссягнути впусканням до даного розчину повітря, яке пройшло хрізь доочть сильно нагріті плятинові рури. Через перегрівання спалюється весь порок повітря й разом із ним і всі мікроорганізми, що містяться на порошниках. Якщо ми будемо перепускати якусь кількість перепаленого повітря до органічної речевини, то в ній не виникне жодного процесу: ні гниття, ні ферментації і т.д. І ніколи не повстають мікроорганізми. Пастерові були зроблені тоді оді зauważення: якщо результат правдивий, то це залежить від сильного перегрівання повітря, що змінює його властивості. Й лише через те, ми не маємо процесів гниття й ферментації, або, чиакже кажучи, Пастера примусили змінити експеримент і замість огрівання повітря, що перепускалося до органічного розчину, почали просто фільтрувати повітря через тонкий мар бавовни, в якій застрягли всі порошники, а разом із ними й мікроорганізми. Або ще простіше: якщо розуміємо, що ми досліджуємо, перекипятити в колбі як має довгу перегнуту декілька разів, у вигляді колба, шийку, то в колбі ніколи не виникне жодного процесу й не повстane жодного мікроорганізму. Якщо ж ми шийку колбі зробимо знов широку й просту, то після кипіння течива твид-

ко почне відбуватися процес гниття й ферментації і повстане велика кількість мікроорганізмів. Все це цілком зрозуміло через те, що повітря входить до колбі через колінчату рурку, залишає свій горіх по дорозі, особливо, в самих колінах. Повітря, що проходить по широкій і простій рурі досягає розчину разом зі всім порохом. Гистар чить лише течево в колбі, що було цілі роки чисте, перемістити порурці до II коліна, а потім знов перенести до колбі, як уній через декілька годин зачинається сильна ферментація — шумовиння й появиться безліч мікроорганізмів. Переливаючи течево по рурці ми заровнили його доторкненням пороху, що лежав у колінах рурки цілі роки безпокоди й не міг торкатись нашого течева. Отже, надзвичайно простими й бессумнівно переконуючими експериментами Гастера доведено, що тепер на землі не повстає довільне зародження. Все живе повстає лише з живого й все живе повстає лише з кітами.

Це є ґрунтовний закон сучасної біохімії. Отже, наші здогади про повстання життя на землі, не можуть бути доведені ні хемічною синтезою яку ми не можемо довести до бажаного кінця, ні безпосереднім спостереженням над зародженням живим у природних умовах.

Чи це значить, що наш здогад треба залишити? Мені здається буде справедливіше признатися, що наша праця ще не доведена до кінця. Ми ще не знаємо багато... Ми ще не може зробити того, що потрібно для синтезу життя. Ми ще не може цілком зрозуміти структури молекули білковини, а тим більше її збудувати. Але ще сто років тому назад ми також були безсилі перед синтезом органічної речевини.

Однаке через те, що не могли довести експериментально життя на Землі, виникла теорія, що життя повстало на інших планетах і звідти перенесено на Землю. Цей здогад „світової інфекції“ пропонований був, між іншим, відомим фізиком Гельмгольцем і його не можна відкидати як неможливий. Для цього потрібно лише припустити, що життя можливе на інших планетах нашої сонячної системи, чи на інших системах; що там раніше виникло життя не залежно і що перенесення живих істот через міжпланетні простори є можливе. Поміж безліччю сеїль, нестійких зір, що сучасні астрономи підраховують і фатографують на бромселятивних пластиках тисячі міліонів, підраховано тільки чотири тисячі міліонів/, ми напевно знаємо юНЕ СОНЦЕ, що має свою планету чи трабанти, де - навіть СОНЦЕ. Чи також мають і інші сонця трабанти, ж

можемо зробити висновки лише за аналогією, але ж довести це не можемо через величезну віддалу / найближче до нас сонце, окрім нашого, знаходиться на віддалі 80 більонів кілометрів /. Отже залишається шукати початок життя на якійсь із плянет нашої системи. Хоч справжня логіка й обурюється здогадом, що життя зосереджене лише на нашій маленькій плянеті, а решта плянет не заселені, все ж таки ми не маємо жодних доказів про життя на інших плянетах.

Але ж я хотів би, саме тут, підкреслити силу і значущість чистої думки, що не ґрунтуеться на експерименті, в протилежність багатьом авторам, які вважають за дійсне знання лише те, що ґрунтуеться на експерименті. Вони забувають досить багато: всю математику, що цілком є не експериментальна, а є наука що обґрунтована на справжній логіці. Отже, логічно, мені здається абсурдним здогад зосередження життя лише на одній плянеті. Прихильники визнання життя на інших плянетах особливо звертають увагу своє на плянету Марс. Марс, це четверта по порядку довжини віддалі від сонця маленька плянета з проміром усного 6.800 кілометрів, обертається навколо сонця протягом 687 днів, себто, без 43 з половиною днів - 2 роки. Для звичайного

ока, Марс становить яскраву зірку надзвичайно червоного кольору. Марс, без жадного висловку має атмосферу, хоч рідшу ніж на землі й сухину. Червоний колір Марса, одні пробували пояснювати червоню барвою ростки, що його покривають; другі, напакт, уявляють собі поверхню Марса пустелю, що покрита червоним із скисом залиша піском *Argenitum*. Ті, відомі ширшим колам громадяностям, каналі на Марсі одні відкидають зовсім і вважають за облуду зору /дослідники Марса самі користуючись найсильнішими телескопами цих каналів не бачили й не сфотографували/; другі пояснюють їх як шланги, що витворились при вулькаїчних струсах; цілком що засипаються піском і знову утворюються; при кінці, треті, бачать у них працю розумних істот. Ви бачите з цього, що відносно самого студіювання планети в цьому напрямку, ми не маємо зовсім точних вказівок.

Але припустимо, що життя повстало на на шляхах раніш ніж на нашій. Чи можливо, щоби жива істота була перенесена на землю. Перша можливість для них це-засіб пересування - метеори, щопадають їноді на землю. За старими поглядами, метеори є відлемки зруйнованих небесних тіл; за новими, вони повстають під час сподук космічного пороху, що відділяється в постійних зорях через тиснення промінів світла. Їх тому й другому випадках, метеори підпадали під

уплив надзвичайно великих температур. Потім вони перенеслисб у студенистому світовому просторі  $-200^{\circ}$ / й знов переносячись через земну атмосферу, метеор нагрівався до карбування від терти атмосфери .— Чи можливо, щоб при таких надзвичайно високих і низких температурах залишилася щось живе на метеорі. Така можливість не є виключеною, а є ось через що: 1/ каміння зле перепускає тепло, а декотрі вчені знаходять на метеорах незпалені калючки каменного вугілля 2/ холод не легке вбиває життя, особливо життя нижчих організмів , що здібні переношити холод  $-120^{\circ}$ , а то й  $-200^{\circ}$ . Для нижчих організмів не лише такий засіб переходу одноко можливий єще й чині: надзвичайно маленькі й легкі завязки життя, як спора грибів чи водоростів, інкапсульованіх *Mycotoga* , бактерій можуть дуже високо підійматись у гору до атмосфери, через істнуючі в ній течії.— Такі мікроорганізми знайдені й захоплені спеціальними бактеріологічними пристроями при польотах аероплянами на великі висоти; через свою легкість , вони можуть, очевидччи, підійматись до останіх меж атмосфери. Там вони легке підпадають під, — доведене експериментально й доказано, — чинення світлинних сонячних промінів і відносяться цим чиненням у світовий простір. Таким чином

вони можуть доноситись до атмасфери другої планети і попавши у спріятливі умови життя, розплоджуватись із твою надзвичайною швидкістю, на яку здібні низчі організми. Подібно цьому й трапилось із земною кулею, коли вона охолодилася.— Існує ще третя можливість. Ми можемо припустити, що Земля у своєму обертанні навколо сонця й у своєму русі разом із сонцем до сузір'я Геркулеса, проходить не лише через маси кометного й космічного пороку, а ще й через ~~нечі~~<sup>маси</sup> організмів: ~~їх~~<sup>їх</sup> <sup>той</sup> вони притягає до своєї атмасфери.—

Отже, не маючи можливості утворити життєву релевінту й не знаходячи ніде у природі її новостворення без допомоги живих істот / на землі /— деякі вчені, як *Schwalbe* і *Archenim*, думають, що однокожа можливість зрозуміти перше зяйлення життя на землі — це припущення правильності теорії „світової інфекції“. Життя за цей теорією існувало завжди, так само як завжди існувала мертвa релевінта. Й завдяки цьому, життя посягло у світовому просторі, перелітає з планети на планету, засіваючи, оплоджуючи світові тіла, як тільки вони здібні приняти це космічне життя. Спітаємо себе чи таке розвязання питання — справжнє. І не є це лише відсунення розвязання на одну ступінь далі? ~~Люб~~ <sup>І</sup>розуміло кожному, що притакому розвяз-

зани сама істота залишається не заснованою. Коли життя було перенесено з іншої планети, то як і чому воно повстало на тій планеті? Коли воно було не перенесено ще з іншої, то знов ми спитаємо, як і чому життя повстало там, і так без кінця. Але ж десь і колись мусіла світова речевина перетворитись у живу субстанцію! А тому, як ми знаємо, що все склад віде повстало з простішого, астрономічна теорія повістки життя не може й не повинна зупинити пухань розвязання цієї світової проблеми. Ми можемо припустити, що заміні невдачі, до цього часу, замежать, може бути, трохи від того, що ми не експериментували ні з первісними, ні з самими малими елементарними життями, а з надзвичайно складними й високо зорганізованими живими істотами, що їхні є звичайні клітини. Тільки зовсім недавно ми ознайомились, через винахід ультрамікрооскопу, з надзвичайно малими організмами, що їх не можна було побачити звичайним мікроскопом; ще більше, в наші останні часи, було доведено існування зовсім не помітних мікробів, що існують й викликають страшні хвороби. Перед війною нам стало відомо, до 70 хвороб серед ростків, виникнів і вищих тварин, а також і людей; хвороб що викликаються мікроорганізмами цих не видно через найсильніші мікроскопи при самих найріжноманітніх методах <sup>актеріолого-гігієнічного</sup> розріз-

іювання. Щоб хоч патикути на величезне значення цих невидимих для ока, наших ворогів, наведу декілька прикладів : чорна віспа, плямистий тиф, ховта пропасниця, трахома й інші у людей; віспа у овець, чума рогатої худоби, зараза у свіній і інші. Французи назвали ці заразливі починки „недоглядними мікробами“ *les microbes invisibles*. Український професор Петро Андрієвський опублікував дуже цікаву працю про цих мікробів / Нова Україна січень 1923 р./. Побачимо що він пише: „та звичайна клітина, що для біольгів являється першим обектом студій, не може бути своїми розмірами безмежно мала. Вже досить давно ми добре знаємо, що всі відомі нам клітини, ростинні чи творинні, складаються хемічно з дуже скомлікованих сполук молекул середньої атомної ваги від 5 до 15 тисяч / приблизно  $H_2$ , себто водень, за одиницею/. Такі молекули мають остільки значні розміри, що в кольоїдному розчині їх можна вимірюти досить докладно в т.зв. мікромікроах / один  $\mu\mu$  рівняється  $1 : 1000 \mu$  -мікрону, себто  $\mu\mu = 1 : 1,000,000$  міліметру, що міжнародне означається грецькими літерами  $\mu\mu$  /. На основі докладних дослідів *Sigmondy, Nadel, Blechheld* та інших, білковинна молекула, наприклад, казеїна з молока є розміром 20 – 30  $\mu\mu$ ; молекула гемоглобіна нашої крові 2,3 – 2,5  $\mu\mu$  порівнюючи протя молекула серум-альбуміну – 1,5  $\mu\mu$  і т. далі.“

Найменші видимі мікроби мають розмір 200–300  $\mu$  ; і цілком зрозуміло, що найпримітивніша клітина не може бути значно менша від цього розміру; не може вона мати , наприклад, один або два  $\mu$ -на в діаметрі, себто, бути менше від одної білковинної молекули".— Надзвичайно докладними дослідами перепускання отруті-віруса вищезначеніх хоріб крізь спеціальні фільтри, т.з. ультра-фільтри *Bechholda*, проф. Андрієвському вдалось довести, що живий, без сумніву, вірус цих хороб проходить крізь дірочки цього фільтру тоді, коли молекули гемоглобіну й серум-альбуміну не проходять. Отже цілком виявилось, що такий, справді, вірус, який викликає страшну для птахів заразливу хоробу, складається з частинок певно менших розміром, ніж одна окрема молекула гемоглобіну, а саме має розмір коло двох  $\mu$  у промірі. До дослідів самого проф. Андрієвського треба додати дослідів паризького лікаря *A. Nérelle* над декотрими субстанціями, що розвивають небезпечні мікроби -дезінтерії й тифу. Ця субстанція адібна надзвичайно швидко розплоджується ; вона складається з частинок коло півтора раза менших, ніж одна молекула кадеїну й 6 разів більших ніж молекула гемоглобіну.— Отже, заразливий початок чуми птахів, що спостерегав проф. Андрієвський, не може бути ніколи клітичками, через те, що його розміри менші ніж одна білковинна моле-

кула, а між тими уявляє з себе деяє живе, як живу субстанцію, здібну навідко розподілюватися й хемічно збудовану простіше, ніж одна молекула живої білковини. Тут відкривається для нас можливість ближче підійти до розв'язання питання про постання життя, бо такі прості живі субстанції являються, як би переходом, як би мостом, що перекинутий поміж живим і мертвим і з другого боку, в останні часи зроблено дуже багато цікавих спроб — імітації-життєвим виявленням клітини Фізично-хемічними процесами. При цих дослідах удалось вченим примусити краплі рідкого масла або хльороформу порушуватись на дні склянки так самостійно, як це роблять амеби, що підіймаються догорі, проти сили ваги; зуміли витворити умови, при яких ці краплі будуть собі такі самі сенівкі дуже гарні хатки, як це роблять деякі *Amphipoda* /карпеножки/, також маючи розміри серед ріжних ниточок, як це робить амеба. Вони вибирають до себе відповідну „їжу”, втягують у себе відповідну нитку, скручують її спирально, висмоктують із неї потрібне, викидають екскременти, діляться на дві частини-доочки з такою ж внутрішньою структурою, як це роблять живі клітини; так само ресенерують відрізані частини, як це роблять первотвори.

Отже, коли розмістити в явогічному поряд-

ку всі ці досліди, то стає все більш ясним, що *Natur-Magia* справді немов "не знає перескоків".

Поміж тим, що ми називали живим і тим, що ви назмо як мертвe, існує цілий ряд переходних форм, який робить неможливим науково відділити виразною межою ці два світи - це наближення двох світів, що ще до недавного часу здавалися поділені проквою, стане для Вас яснішим, коли ви звернете увагу на так звані, криоталики Лемана, що під мікроскопом добре виявляють ознаки життя, а з другого боку, близче познайомитись з чудовою будовою твердих кристалів із таким розміщенням атомів, із котрих кожний становить цілу сонячну систему з ядром і тробантами.

Як зорі в безмежних світових просторах порушуються в етеровому океані за точними законами механіки, так плавають його кристали частинки, також у етері з чудовою докладністю взаємного розташування, що можна вистудіювати до одної десяти міліонової частини міліметру.

Чим більше ви будете заглиблюватись у студіювання космосу, тим далі від вас буде відсовуватись страшна смерть і тим сильніше почуете ви биття незгасаемого життя, яке змінює безперерви свої форми, життя, що робить своє велике замкнute коло : "все є одне".

ІУ. Клітина.

У попередній лекції було нами зазначено, що все живе складається з одної чи з громади клітин. Таким чином, все життя на світі / на скільки воно нам відоме/ є сума життя клітинок. Звідсі ясно, що студіювання клітини є, студіюванням усього життя, а також ясне велике значення клітини. Як і все живе, так і ми, люде складаємося із певної кількості звязаних поміж собою клітинок, себто, становимо многоклітинний організм.— Гістон;— скажу ще більше: безмежно великий час кожний із нас існував як одноклітинний організм— як иротист— у вигляді одної клітини в яєчнику матері, бабки, пробабки і т.д. Ми бачили в першій лекції, що світова суть, виявлялася нам у різних ступенях у складнення, в зовсім на перший погляд, різних виглядах і що це ускладнення, що разураз посугається, веде нас од етеру до енергії, од енергії— до мертвої речевини, од неї— до живої, себто, організованої речевини.— Таким чином, клітина є найвище у складнення світової суті, або через те, що клітина становить шматочок живої білковини, можна висловитись, що світова суть досягає найвищого у складнення в живій білковині. Така думка зовсім не обґрунтована на відтігнених метафізичних посылках і не є висновок із безмежно складних явищ життя, що ґрунтуються на докладному хемічному студіюванні білковини. Ми не знаємо в усій хемії нічого складнішого ніж молекула білковини, бо вона — кольос, що не має собі рівного. Коли

якості, властивості й феномени цього кольосу надзвичайно ріжноманітні й ще нессягнені, то в цьому нема нічого дивного. Тілу хемічно простої структури, властиві немногі атрибути, атрибути "розумілі", себто, такі, що можуть бути зведені до основних законів механіки. В міру ускладнення хемічного зłożення молекули, атрибути тіла числом збільшуються, становляться все менш і менш зрозумілі, себто, такі що їх тяжко прикладнати до законів механіки. Якщо в тілах простого зłożення, атрибути можна заздалегідь передбачати на основі атрибутів елементів, що складають це просте тіло, то з ускладненням будови тіла, що передбачення стає трудніше й трудніше і нарешті зовсім неможливе. Ця теорія про атрибути, світової суті, що я викладаю, в міру ускладнення її будови, може лягти в основу філозофічної системи сучасного наукового світогляду й дозволяє розглядати життя як атрибути максимального ускладнення світової суті. Подібно тому, як електрон є морфологічний вияв енергії, атом—морфологічний вияв речевини, клітина є морфологічний вияв максимального ускладнення світової суті. Це не дає права думати, що атрибути складного тіла становлять лише суму атрибутів простих тіл, що його втворюють. Вже таке нескладне тіло, як вода, що складається з двох атомів водню й одного атома кисню, має атрибути, яких зовсім нема ні у

одині під умисля зокрема; наприклад, такий атри-

бут як рідкий стан при температурі від 0 до  $100^{\circ}\text{c}$ , або здібність розчиняти, наприклад, ріжні солі. Не тільки кисень і водень не мають окрема цих атрибутів, але і проста механічна сполука цих двох газів. Лише хемічна сполука одержує свої атрибути чи якості, /властивості/. Однаке не завжди сучасна хемія передбачає властивості простіших щодо складу тіл, ніж жива білковина. Через це ми не бачимо жадних наукових основ припускати існування якоїсь особливої "живтевої сили", що виявляється в тих хемічно-складніших витворах, що звуться клітинами, себто, шматочками живої білковини.

Отже, передусім розглянемо клітину з чисто морфологічного боку в усіх подробицях. Ми зазначували, що клітинки є, звичайно, мікроскопічно малі, причому найменші мають лише  $1\mu$ ; дуже малі насінні клітини ссавців /  $3\mu - 4\mu$  /. Червоні кровяні тільця деяких тварин мають дуже малі розміри наприклад: у лями  $4\mu$ , у слона  $9\mu$ , у людини  $7\mu$ /. У звязку з розмірами червоних кровяних тілець, я хочу дати вам відомості про їх кількість. Вся кількість крові дорослої людини визначається в 10 ф., а в одному кубічному м. крові приблизно  $5\mu\text{мл}$ , так, що в жилах дорослого циркулює коло 25 біл. червоних тілець/. Величина білих кровяних тілець людини має від 4 до  $13\mu$ , навпаки, величина деяких - первових клітин, наприклад: передніх рогів, стрижка / спинного мозку/ вже значна - коло  $150\mu$ , так що їх можна бачити простим оком. Так

само, яйцеві клітини людини, що видимі простим оком, мають величину 200 м, яйцеві клітини комах, а особливо птахів і рептилій надзвичайно великі, як ми це зазначували, наприклад, у яєць курей, струсів, крокодилів. Ця значна величина яйцевик клітин залежить від скучення в них великого запасу поживного матеріалу в вигляді білка й ховтка, котрими відживляється зародок ув яйці. Великі клітини зустрічаються також серед морських водоростів там група *Siphonae* одноклітинних досягає метра довжини, як деякотрі роди *Caulerpa*.— Так само, як і звичайні клітини мають дуже великую довжину. Величина клітини не залежить від величини тіла тварини — так що клітина слона не більшіж клітина якоїсь травяної тлі. Форма клітини підлягає надзвичайно великим хитанням. Тут можна розріжняти : 1/ клітини вільні, як всі одноклітинні організми й клітини многоклітинного організму, що впливають у течії / червоні й білі кровяні тільця/ 2/ клітини невільні, себто, ті, що підлягають тисненню зо всіх або з деяких боків від сусідніх клітин.— Можна висловитись, що вільні клітини юнді приймають кульовату чи заокруглену форму. Цим обмеженням я хочу зазначити, що існують одноклітинні організми, які виробляють для себе міцну оболону дуже ріжноманітних форм у яких вони й сидять. Однака кульовата-сфераїдальна чи еліпсоїдальна форма є основна форма клітини, що вільно пливає, а це зрозуміло через те, що клітина є ні що інше як крап

ля тягучо-рідкої речевини протоплязми й підлягає фізичним законам форм течеви. Вже самий рух у течеві, котрому кульовита форма ставить великий опір — примушує клітину витягуватися у довжину. Через це червоні кровяні тільця лями й верблюда мають форму сівальних дисків. У птахів вертилій і риб-елінтичну двоякоопуклу. Далі при рухах спостерігається випускання кітонової виростів, фальшивих ніжок-псевдоподій, як ми бачили у білих кровяних тілець, чи у протистів-омег. Коли клітина повзе по твердому ґрунті, то тіло її значно плоскатіє. Числені бактерії, крім кульовоатої форми, приймають форму еліпсоїду, чи значно витягнену в вигляді найтонкіших довгих патичків, так звані, бапіли, або скручуються штопором.

Яйцеві клітини тварин теж розвиваються <sup>ноза</sup> організмом речевими, або ще в ньому мають кульовату форму, іноді до математичної точності.

Яйцеві чоловічі половині клітини ростуть, а також спори мають кульовату форму. Коли клітини групуються в більші або менші агрегати в тілах многоклітинних ростин і тварин для витворення тканин, то форма стає надзвичайно ріжноманітною.

Ми бачимо тут клітини многорубні і прямокутні вальцеві, кубичні, веретенуваті, зіркуваті, лопаткуваті, ніткуваті, плоскаті, лускуваті. Тут можна розріжнати клітини точної, майже геометричної, форми й клітини неправильної форми, що означаються як зіркуваті, паросткуваті, крилуваті.

ті, зазначення, що немає нічого спільного з геометрією.

Дуже цікава форма клітин центральної нервої системи вищих тварин, де відростки клітин досягають великого розвитку; як бачимо, вся клітина подібна до дуже розгалуженого дерева. Це величезне ускладнення форми в повні відповідає величезній спеціалізації і складності роботи клітини.

#### Морфологічний склад клітини.

Нам було зазначено, що головними частинами клітини є ядро, протоплязма клітини й центрозома. Крім того, деякі клітини, переважно ростинні, мають ще оболону. Розглянемо ці складальні частини по черзі; найкраще почати розгляд із протоплязми, що втворює значно більшу частину клітини. Протоплязма клітини, чи цитоплязма, про яку ви можете мати поняття, розглядаючи білковину курячого яйця, є тягуча рідка слізувата, найчастіше без барви, маса, що не змішується з водою та не розчиняється в воді й сильніше переломлює світло ніж вода. Вона здібна набухати в тих течіях, що можуть давати їй воду, й зморщуватися, стягуватися в течіях, що відбирають від неї воду.— Питома вага визначається у деяких протистів /*рамесія*/ рівною = 1,25. Хемічний склад живої протоплязми докладно невідомий; в кожному разі, протоплязма становить білковинне тіло надзвичайно складної будови. Мертві протоплязми є хемічна міланна, що складається, переважно з ріжних, так званих, протеїнових речевин. Наприклад, насінні клітини риб мають 48,7% нуклеїнового квасу, 27% протаміну 10% білковинної речевини, 10% лецітину, 2% холестеорину та 4,5% товщу. Особливо цікаво підкреслити, що поміж цитоплязмою й складом ядра, так званою, каріоплазмою, існують виразні хемічні ріжниці. Цитоплязма багата на білковинні речевини, особливо плястин і в меншій кількості глобулін і альбумін, тодіж каріоплязма переважно має нуклеїн. Ці хемічні ріжниці нам важливо підкреслити для зrozуміння взаємовідносин поміж цитоплязмою "ядром" та її

Білковинні речевини, що витворють протоплязму знаходяться в т.зв. коллоїдному стані — вони всі є коллоїди, для відрізнення від тіл, адібних кристалізуються, що називається кристалоїдами, наприклад сіль. Коллоїдний стан білковини протоплязми має велике значення в житті клітини й за останні роки повстало й виросла ціла окрема наука, т. зв. коллоїдна хемія на хотру покладається великі надії, у розумінні ясування життєвих явищ. Ми повернемось до цього питання пізніше, як студіюватимемо життя клітини. щодо цитоплязми, а саме її структури, думки вчених значно ріжнятися. Досить багато вчених уважають, що цитоплязма має завжди визначену структуру, але юка саме структура, то тут існує три теорії.

Згідно з першою теорією, вся пропоплязма пронизана великою кількості ніточок чи надзвичайно тонкими ніжними тяжами, що перехрещуються поміж себе в різних напрямках, витворючи немов остов — сітку, це *filler mass*, нітіна маса — все проміння, всі деталі цієї піжної сіточки, заповнені гомогенною <sup>intrafiller mass</sup> масою — міжнітінною масою. — В цій гомогеній масі, лежать ще в більшій чи меншій кількості дрібніселькі зернятка *microsoma* чи *granula*. 2/ Друга теорія Блюмі — уважає, що *protoplasma* збудована, як піна чи як висловлюється маса пінисто-коміркову структуру. Подібну піну можна одержати, якщо змішувати масло з потоном  $K_2CO_3$  або тростиновий цукор із сіллю. — Тут саме, масло також остов, але ж цей остов витворений найтонкішими пласточками, що поміж себе перехрещуються. Поміж пласточками витворюється тоді камірки, заповнені рідкою, гомогенною пропоплязмой. В вузлових точках цієї сіточки лежать зернятка *granula* чи *microsoma* 3/ Третя теорія / Адамана

розглядає клітіну не, як простий, а надзвичайно складний витвір, що складений із численої кількості зерняток, які плавають ув однородному основному течеві. Згідно з цією теорією, кожне зернятко станов-

вить організм, а клітина творить громаду-симвіоз величого числа таких елементарних організмів. Такий елементарний організм зветься біонтом. Деякі автори думають, що всі витвори, що про них ми зараз говорили, а саме ниточки, перечки й зернятка, є наслідок діяльності хемікалій, котрими ми впливаємо на клітину. В живій супорядку й при дуже сильних збільшеннях не видно жодної структури. Лише тоді, коли ми, для одержання міцніх препаратів, фіксуємо плазму хемікаліями й обарвлюємо її ріжчими фарбами, виявляється різні структури. Згідно з цією четвертою теорією цитоплазма становить лише мітанину різних рідких субстанцій т. є. ємульсію; тоді саме всі життєві явища в цитоплазмі рівнозначні з фізичними явищами в течії точніше в коллоїдах. Як бачите мітання залишається нерозвязане до цього часу, хоч воно й далеко не дрібне; бо докладне розуміння структури цитоплазми дозволило би нам глибше подивитись на саму суть життєвих явищ. Цілком можливо передбачати, що не існує одної загальної формули для структури цитоплазми. Цитоплазма змінюється з часом розвитку клітини, пристосовуючись до різних функцій. Таким чином, її структура то ниткувата, то коміркувато-піниста, то зернистувата, то гамогенна. В сім доспілих клітинах, найправодоподібніше припустити вже зазначену сіткувату структуру, то допомогла нам зясувати наше повставання безсумнівно особливих структур у клітині, що ми спостерігаємо в тілі клітини, при розділенні ядра в вигляді веретенуватих фігур, про що буде мова далі.

### Ядро / Nucleus /

В середині клітинного тіла, звичайно в його центрі, чи недалеко від центра лежить найголовніша частина всього витвору ядро. Часто, <sup>але</sup> не завжде, форма зерна припадається до загальної форми клітини. У клітинах сферичної форми, ядро має вигляд овального чи кульоватого пухирця, форму боба, нирки, підкови, як це буває, в яйцевих клітинах. В інших клітинах, наприклад, ув одноклітинних тварин-

*infusoria* і *Amoebae* форма ядра скожа з формою вальця. Ядро вигляді кільця часто зустрічається в лімфатичних тільцях хребтовців/хребтових тварин /.- В яйцевих клітинах деяких комах, ядро має приrostки, вигляді так званих фальшивих ніжок— псевдоподій у *Heterotricha ciliata* ядро клітинне довге, схоже на чотки. У *Peritricha ciliata*-*Vorticella* ядро схоже з підковою. В заозуватих клітинах, що виробляють павутиння в гусениці шовкопрядів у мальпігієвих жилах деяких гусениць,—ядро має форму галузки дерева. Йноді зустрічається ядро вигляді лямпо-вих щиточок, наприкладув яйці тритона. Ядра білих кровяник тілесъ приймають форму виразно лапаткувату. Звичайна клітіна має одне зерно, але можна й спостерігати, часті відмінки. Так, зустрічається клітіни величні—гіганти в яких може бути 100, а то і більш ядер і до цього відносяться клітіни костяного мозку й молочні цівки вищих ростин. Деякі нижчі ростини, наприклад, водорости *Cladophora*, *Gammaria*, *Samnera*. Й інші—утворені много ядерними клітінами. Пересмущисті м'язові клітіни тварин, найчастіше, мають декілька ядер. Часто клітіни печінки мають два ядра, що ми спостерігаємо також також у жирових клітинах, а також у декотрих *protozoa*. Декілька ядер мають також "білковинні клітіни" за словами, що виробляють отруту в амфібії. Так само клітіни зідливого нарости—саркоми мають іноді багато ядер, та звіті гіантоклітінних сарком. Такі ж клітіни ми спостерігаємо в туберкулічних горбках. Коли в клітіні ми спостерігаємо два ядра, то одне з них може бути значно більше ніж друге—це головне ядро *macrokaryon*, друге менше першого—*microkaryon*.

Величина ядра у відношенню до клітіни також дуже різноманітна. Декотрі клітіни мають остільки, велике ядро, що майже зовсім заповнє всю клітіну, й лише вузенька смужка цитоплазми оточує його/наприклад, у лімфоцитах крові/. Інші клітіни, наприклад, мають остільки мале ядро, що його з великою увагою можна знайти під мікроскопом.

В живих клітинах досить часто ядро оптично не відріжняється від протоплязми, через те, його не видно; в інших же випадках, воно добре помітне бо сильніше переломлює світло, ніж цитоплязма, що його оточує й помітне як бліскуче тільце. Якщо додати до препарату дестиліованої води, або розчину квасу, то субстанція ядра стягується, й тоді воно ясно, окреслюється углялем клітини. Ядро часто відділене від цитоплязми тонкою оболонкою що складається з особливої речевини, так званого *амінурічного*. Ядро декотрих клітин, іноді зовсім не має такої оболонки.

Досить значною особливості ядра є його від відношення до деяких барв, котрими воно виразно барвиться, надзвичайно добре вбираючи в себе ці барвлячі речевини. Сюди належить, насамперед, анилінові барви, потім гематоксилін, кармін, сафронін і. чи. Через те, що цими ядроми барвами, цитоплязма зовсім не барвиться, а якщо й барвиться, то дуже не добре. Обарвлене ядро виразно викresлюється на без барвному тлі тіла клітини. Цим відношенням ядра до барв, очевидчично, доводяться ріжниці між його хемічним складом і складом цитоплязми.

Якщо ми будемо добре студіювати обарвлене одною зі згаданих барв ядро, то швидко помітимо, що ядро обарвилось рівномірно і що лише деякі його частини обарвались, а інші ні. Отже, ядро є не гомогенне й має певну структуру. — Ми помітили саме в середині ядра певний остов, витворений двома сітками. — Одна сітка витворена виразно обарвленими нитками, що перехрещуються поміж себе, а друга сітка витворена необарвленими нитками.

Субстанція обарвлених і необарвлених ниток, зветься субстанцією остова / Гераніймум /.

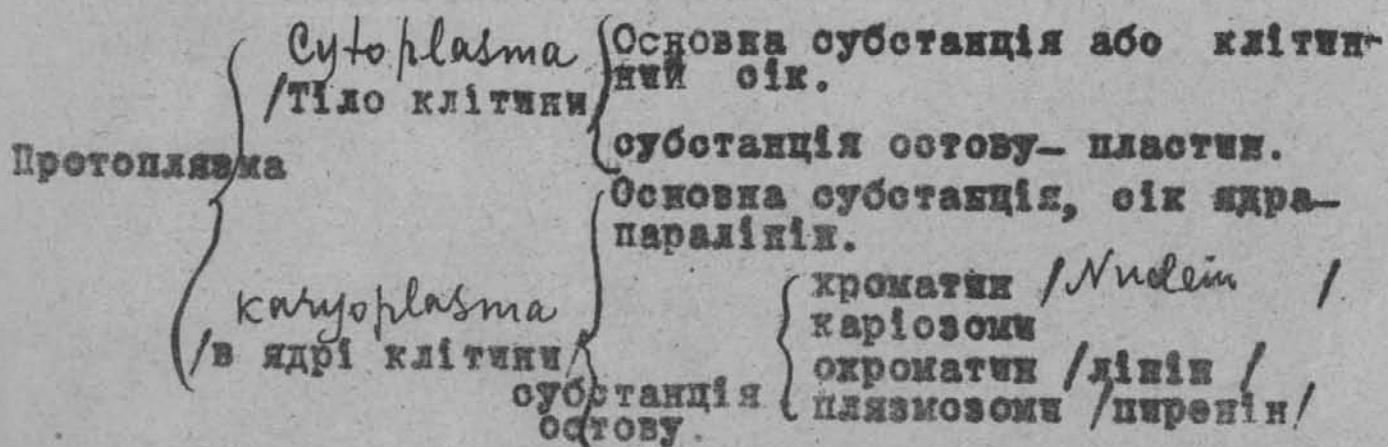
Обарвлені нитки витворені речевиною, що зветься хроматином. Хемічно вона складається з так званого *буквального* Речевина необарвлених ниток зветься ахроматином, і складається з хемічних сполук — лініна.

Отже, остов ядра складений із двох сіток —

хроматичної і альбоматичної. У проміжній цих сіток знаходитьться прозора основа субстанція ядра / Grundsubstanz / чи чакре сік, що зветься по хемічному параліпіді.

Хроматин складається не лише з одного нуклеїну, а й із більшого нуклеїнового квасу. Хроматин в вигляді тоненьких галузок пронизує ціле ядро. Доведе, — особливо в вузлових точках, хроматин робиться товстішим і втворює вузли, зернятка, що зветься *Каріоцита*. Зернятка мають інші хемічні зв'язання. Вони зложені з рулемін т.зв. *Лінгтофіта*. Пиренін надзвичайно схожий із цитоплазмою.

Вони речевина, в цілому, що втворює ядро, зветься *каріоплазма*, себто плазма ядра. Для наочності ми пропонуємо Вам оце схему:



Ми побачимо пізніше, в лекціях призначених розглядові життєвих функцій клітини, що ядро відіграє головну роль в житті клітини. Особливо це відноситься до хроматину ядра, в которому тепер базить переноща спадщини організму.

От чому питання про клітини, що зовсім не мають ядра, має значення.

З другого боку, через те, що без ядерні клітини збудовані, звичайно, простіше іні ядерні, то в них думали найти ті первісні організми, з яких почалось життя, я що з ними тісно звязане питання про довільне зародження організму.

Такі найпростіші безядерні одноклітинні ор-

ганиами були з початку описані в великій кількості палким прихильником Дарвіна Найкельєм і названі монерами. Однака велика кількість монер швидко зменшилася з розвитком мікроскопічної технології й у сучасний момент, майже досягає нулі. Лише в деяких монерах, що залишилися, ядро, мабуть, чи недобачують, чи воно замінене, так званими, хроміями, себто, малими зернятками хроматину, що розсіяній у цитоплазмі. Червоні кровяні тільця—ссавців / *mammalia* / очевидчаки зовсім не мають ядра, хоч плавають у крові. Однака й вони починають розвиватися з клітин / із ядром, у всіх нижчих тварин вони завжди мають ядро. *Hertwig* уважає червоні кровяні тільця ссавців вже не клітками, а витворами життя колишніх клітин. Життєздатність червоних тілесь дуже мала: вони що 3—4 тижні тинуть і замінюються новими.— Але ж визнати червоні кровяні тільця за зовсім безядерні майже не можливо. Їх хемічні реакції цілком відповідають хемічним реакціям бактерій, у котрих ядро підпало дисоціації, як ми це зараз побачимо.

*Hertwig* уважає червоні тільця ссавців, не клітками, а витворами переміни клітин. Мабуть це не правда бо червоні кровяні тільця всіх інших тварин є справжні клітини, що мають ядра.— Шотркається тільки що згаданих бактерій, себто, вбудоростів, позбавлених хльорофілу /ахльорофілесних/ то їх ядро дисціюване, тобто розспорожене по цілому їх тілу, а через це вони зовсім добре, як і ядерна /хроматинова/ субстанція, обарвлюється аміновими барвами, <sup>2/</sup> як вічна ядерна субстанція, протистояє травленню її пепсином /особливий сік що виділяється шлунком/ і <sup>3/</sup> із них можна дістать нуклеїк. За дослідами проф. *Рихіску* /Нага/ члені бактерій мають лише нуклеїк; вони цілком противляються травленню пепсином. Із цього повстає думка, що бактерії мають хроматинові ядра в великій кількості, в розспороженному вигляді і пластин, характеристичний цитоплазмі. Як не як

у бактерій швидче можна відсутність протоплязми тіла, ніж протоплязми ядра; певніше це ядро без тіла клітини, ніж навпаки. Між іншим, один дослідник *Arthur Mayer* думає, аще він і морфольгічно довів, що присутнє ядро в бактеріях має вид малого ядра, що сильно переломлює світло яке було знайдене ним ще в 1897 році у спорах бактерій. Він обґрутує свої здогади реакціями обарвлення, постійною величиною, кількостю розташування знайдених ним ядер.

Таким чином, на запитання, чи існує взагалі безядерні клітини й організми, потрібно відповісти майже негативно. Стремлення знайти безядерні організми, виникає з теоретичних причин, а саме, що мусить існувати безядерні организми, себто, простіші ніж клітина й що життя мусіло б початись саме в вигляді цих найпростіших, ще без ядерних істот. — Але поки ми нічого не знаємо позитивного про початок життя на землі, ми не можемо дозволити собі захоплюватися теоретичними здогадами, що різикують перетворитись у необґрунтовані міркування.

#### Центрозома.

Окрім ядра в більшості клітин можна знайти ще маленький, великого значення, витвір, що зветься центrozома чи центральне тільце. Дехто називає його також бігуновим тільцем. — У клітинці, що не знаходиться в стадії поділу, центrozома становить подвійно маленьке кругле тільце, хотре можна ясно бачити тільки через те, що воно сильно переломлює світло й блиснить під мікроскопом. Це тільце або лежить недалеко ядра, або може бути притиснуте до нього, а іноді воно знаходиться в середині самого ядра й деякі вчені розглядають його як витвір ядра. Ми побачимо, як будемо студіювати поділ клітини, що центrozома в цьому важному процесі відіграє величезну роль. Центrozоми знаходяться в цитоплязмі всіх клітин *и* *також* у деяких *ридульо*. Через те, що вони дуже малі й не дуже окре-

спіртеся прибарвлені з оточення, то їх тяжко знаходити, особливо у хребтових тварин. Докладніші дані про структуру центrozоми отримані при студіїванні безхребтових тварин. Цитоплязма навколо центrozоми витворює більш мени світлі промінасті ссяйва й центrozома подібна тоді до маленької зірочки з промінням. Варто зауважити що, що центrozома у ростинних клітин доведена тільки в деяких водоростів / *Ulvæ* /, грибів і так званих печіночних мохів.

Оболона клітини, значення і склад оболони клітин у ростин і у творин так різні, що ми примушені розглядати їх окремо. Загалько можна сказати, що оболона тваринних клітин іноді зовсім відсутня й клітини ~~є~~<sup>бувають</sup> прикриття, себто, цитоплязма просто оточена довкіллям, / напр. *амеби* / або оболона надзвичайно тіжна, тонка й не відіграє значної ролі.

Оболона ростинних клітин. Структура оболони ростинної клітини становить надзвичайну різноманітність і находиться в точній залежності до її функцій. Ми не можемо безпосередньо під мікроскопом спостерігати, як плязма ростинної клітини виділяє з себе оболону що її оточує. Очевидччи, справа полягає в тому, що розчинений у клітинному соці вуглевод - виноградний цукор тонами протоплязми, відноситься до периферії тіла клітини й там разпораз перетворюється в целюлозу. Тоді вітворюється по всій поверхні клітини рівномірна тоненька оболона, що з часом росту клітини легко розтягується й не переходить досягненю повного зросту. Слідом за тим починається процес грубіння оболони клітини. - Така погрубіла оболона уявляється, звичайно, верствованою. Сильне збільшення мікроскопу дозволяє бачити три шари, з котрих найгрубіший середній шар, самий же центральний є дуже тонкий і бліскучий, через сильне переломлення світла. Не рідко грубіння клітинної оболони досягає такого великого ступеня, що від самої клітини залишається дуже мало. Це буває в, так званих,

клітин склеренхими й луба. Грубання оболони може відбуватися центрофугальним наповненням від центра клітини, чи центропетальним клітини. Центрофугальне грубання спостерігаємо у клітинах, що безпосередньо торкаються повітря, або розвивається вільно/ як спори, квітаний пилок/. У клітинах пилку грубання оболони має вигляд горбиків, вузликів, шипликів чи сіточок. Через ці нерівності клітинки легко чупляються одна за другу— й витворють грудочки, котріх переносять комахи з квіткою на квітку. Через ці нерівності грудочки пелку міцно держаться на комахах. Центропетальні грубання частіше зустрічаються, так наприклад, клітини "коленхими" сильно погрублі на ребрах. Тут вони доторкаються поміж себе трьома чи декількома клітинами. Поверхні клітин залишаються не погрубленими. В інших випадках погрубується поверхні клітини, що прилягають одна до одної, а ребра залишаються тонкими. Коли погрублання стінки клітини дуже обмежене в довжині, але інтенсивне, то в дутині клітини ми помічаємо круглі або вальцеві великі горбки, що сполучуються тонкою віжкою зі стінкою клітини. Це так звані *Linstolit*, які зустрічаються в коріневих волосинках чи в різодах деяких печіночних моків, / *marchantia* /.

*Linstolit* просякаються вугляноквасним вапном чи квасінним квасом, за що й мають назву камнів. Коли погрублання клітинної стінки виникає всюди, крім дуже обмежених районів, часто круглої форми, то ми маємо немов би круглі віконця в грубій камяній стінці; це так звані продушники. Коли стінка буде дуже груба то зрозуміло, що продушники будуть довгі: тоді вони мають назву каналів. Через те, що продушники сусідніх клітин відповідають одні однім, то зрозуміло, що шаром осмозу відбувається обмін речевин, крізь тонкі перетинки, що замігають ці продушники.

Скаже тепер розуміння взаємовідносин ростинних квітівок підніс далі. До цього часу думали, що протоплазми клітин кобзім відокремлені одна від одної і грубі стінки і продушники уявляли без шар,

замкнутими. Однаке ботаник Гуков довів, що це не правдиве. На деяких обєктах бачимо, що цитоплязми сусідніх клітин сполучені одна з одною при допомозі надзвичайно тонких протоплязматичних ниточок т.зв. *plasmodesma*.

Плязмодезми проходять через тонкі плінки, що замикають продушники, але можуть приходити й через другі місця клітинної оболони. Через це многоклітківна рослина стінових дещо ціле, що складається з безлічі протоплястів сполучених поміж себе найтоншими ниточками цитоплязми. Ці найтонші ниточки плязмодезми не тільки є шлях по якому порушуються різні речевини із одної клітини у другу — вимінаторів, але й вони служать і для проведення побудження, що почуває рослина, себто, замінюють собою нервову систему тварин.

Оболона рослинної клітини підлягає задеревеніlosti. Тоді вся целюльоза перетворюється в так званий лігнін. Із отаких задеревенілих клітин і складається вся деревина.

Клітина підлягає корковому перетворенню. Звичайні пляшкові корки походять із кори коркового дерева, що росте на берегах Середземного моря. / *Quercus ilex* /.

Целюльоза, лігнін, корки дають певні хемічні реакції й обарвлюються різними барвами *наадзвичайно тинічно*. Так, целюльоза від йоду й сірчаного квасу дає темноблакитному барву, з хлорціаноїдом дає фіалкову барву — Деревина /лігнін/ барвиться від *жълтого* лігніну й хлорного квасу в червоно фіалковий колір; з анілін-сульфатом дає жовтий колір і т. інші — Однак в рослинній царині хоч і рідко, але існують клітини, що не мають оболони; єди відносяться *die Schwämmerchen* водорости, міцеамеби слизевих грибів, чоловічі полові клітини мохів /папоротників/ і яйцеві клітини *вищих* рослин, котрі є неприкряті.

#### Оболона тваринних клітин.

Як вже було вище зазначено, оболона клітин царини тваринної зустрічається значно рідше й у загалі не відігриває великої ролі. Там де вона існує, вона — тонка піхва й її тяжко помітити під мікроскопом. Хемічно,

оболона становить білковинний витвір. Серед одно-  
клітинних тварин, амеби зовсім позбавлені оболони й  
через це надзвичайно легко змінюють форму свого тіла,  
випускають ріжної довжини виростки—фальшиві ніжки—  
псевдоподії й таким чином пересовуються з місця на  
місце, через що їх і назвали корненіжками—*rhizopoda*  
у декотрих інших корненіжок, напр., *difflugia*, пі-  
топлязма виділє тоненьку оболону, що згодом приймає  
ріжні дрібні побічні тіла, а саме зернятка песку з  
довкільного намулу. Так будується міцний капіщочок, в  
котрому й міститься тварина й висовуєливе з одного  
отвору свої ніжки. Такі тварини мають назву одноко-  
мірних бо все їх тіло міститься в одній дутині—*Unicellularia*.  
протоплязматичне тіло тварини переділене на декілька  
частин колістої форми, що сполучені поміж себе, й кожна  
частини втворить свою окрему тверду оболону, то  
повстає вже багатокомірна тварина—*polycystina*.  
Ми вже говорили про те, що такі лишки втворюють,  
фізичним шляхом, краплі оліви з дрібноростерого скла  
якщо їх перенести до крапель алкоголю. Ясно виразну  
оболону мають настайні тварини /*infusoria*/ й рясі  
/ *ciliata* /. у *ciliata* оболона має велику кіль-  
кість маленьких отворів, крізь які проходять най-  
тонкіші виростки протоплязми, що втворюють т. звані  
випустки, придопомозі яких тварина може швидко пере-  
суватись, немов той човник з численними веслами. Жмуто-  
ві тварини *Flagellata* мають наочну оболону лише  
з одним отвіром крізь який висовується довгий тонкий  
виросток протоплязми— жмутик. При допомозі цього жму-  
тика тварина легко порушується. Такі жмутові органі-  
зми існують у царині ростині/ напр., зелений водорост,  
що має хльорофіль, — *Englena viridis*, що живе в став-  
ках і в болгні/ і тварин, як усім відомі тварини, що  
викликають ссяння моря— *coelenterata*. Кліти-  
ни комах здібні виділювати на своїй поверхні особливу  
речевину, — хитин, що втворює для них іноді дуже міц-  
кий остов. Виростки цієї хитинової оболони в вигляді,  
т. зв. хитинових волосиків, характерні для комах і ві-  
дігають у їх житті велику роль. Часто до такого хиту —

нового волоска підходить із середини чутливий нерв і тоді з волосків і нервів утворюється орган почутия. Хитиновим волоскам відповідає у метеликів лусочки їх крил, від яких залежить блиск і краса барви на крилах. Деякі лусочки сполучені з маленькими залозами, що виділюють пахучі речевини; так, що такий метелик чарує не лише своїми барвами, а й пахощами, що майже непохопливі грубим людським нюхом. Пі пахощі приваблюють крилатих лицарів здалека, аж за десятки кільометрів, як показали це досліди.

Потовщення хитина — вигляді хитинових зубів для здрібнення їжі міститься в деяких частинах передньої кишki в багатьох комах, напр., у жувальному шлуночку тарганів, цвіркунів, раків і других членістепногих, у багатьох морських округлих гробаків і т.д. Иноді хитинові вирости дуже розвиваються як у цикад і жука-оленя в вигляді його великих рогів. У протилежність цим грубим потовщенням, хитин витворює надзвичайно тонкі й надзвичайно ніжні органи, що пропускають світло, — хитинові сочки фасетчатих осей комах. Иноді в хитині відкладається багато вапна, як у звичайного річного рака. У *mollusca* клітини виділюють дуже трівку речевину, т.зв., конхіолін, що витворює всім відомі скoїки-черепашки. Аналогічно хитинові конхіолінові й відкладанням вапна, у хребтових тварин повстає зроговлення шкіряних клітин, що ми спостерігаємо на нашій власній шкірі, де найбільш зроговілі назверхні клітини відпадають як луска. Сильне місцеве обмежене зроговлення творить нагіток. Через це зросговлення, витворюється волосяний покрівель у савані, піря у птиць, рогові паклини у черепах і крокодилів, ліновиче зміїв і ящурок. Наведений короткий перегляд показує, що в царині тварин *хітін* і має перевагу ніжна оболона у клітин, але вона підлягає ріжноманітним змінам і зміненням.

Цікаво зазначити, що оболона клітин у деяких тварин витворена, сказидочки, тієрж целюльзов, в якої завжди ловстасоболона ростинної клітини. Присутність

целюльози доведена в панцирі ріжних ~~млінів~~  
Крім того, назовні оболона у морських тварин, та з  
~~туніса~~, складається переважно з целюльози. Те-  
пер цікаво зазначити, що тіло вищих тварин складає-  
ться не лише з живих клітин ~~а й~~ таких, що загубили  
властивості живих клітин, які втратили свою живу  
протоплязму. Ми вже згадували, що з цілої поверхні  
людського тіла злущуються, зовсім зроговілі, пласті  
клітинки епідерма. Але все таку ми не можемо назва-  
ти живими клітинами епідерма, що залишається на по-  
верхні шкіри. Так само волосся й персті тварин, ніг-  
ті й кігті, роги й емаль зуба не становлять живої  
субстанції. Усі ці витвори були колись живими клі-  
тинами, що втратили всі властивості живої клітини.  
Теж саме ми помічаемо в нижчих тварин: згадаймо нап-  
риклад скойки-черепахки морських, скелети коралів  
і губок і т. п. Якщо у тварин є небогаті витворів, що  
вже відживле, порівнюючи з кількостю живих клітин,  
то в ростин ми спостерігаємо цілком зворотне явище.  
Так, наприклад, у дерева— вся деревина, луб, кора  
становлять неживу оболону колишніх клітин, що підля-  
гали якимсь перетворам.

### КЛІТИННІ ДОЛУЧЕННЯ

Долучення чи одкладки в клітинах можуть бути  
двоякого походження: вони занесені, відкладені у клі-  
тину з довкілля або вони є наслідком діяльності самої  
клітинної протоплязми. Прикладом походження долучень  
із довкілля може бути, т. зв. вакуоль, себто, звичайний  
округлий просторінь у цитоплязмі наповнений водою, що  
містить у собі різні солі в розчині або й кваси. Особ-  
ливо великі вакуолі спостерігають у ростинних клітинах  
де вони обіймають клітинний сік у такій великій кілько-  
сті, що кількість самої цитоплязми відходить на другий  
план. Розріжняють двоякі вакуолі:—відживні /що служать  
для травлення/ й екскреторні, що ритмічно скорочуються  
і викидають із клітини непотрібні й речевини. Деятої  
вакуолі служать для відкладення в них

припасу крахмалю, кристалів білковини й інших речевин, що звуться — метархальма. Цікаво зазначити, що вакуолі, які виробляють кваси, повстають тоді, коли іжа заражена бактеріями. Якщо іжа стерильна, то травлення провадиться без утворення подібних речевин. Отже утворення квасів у вакуолях служить для дезінфекції іжі. На особливу увагу заслуговують ті маленькі білковинні тільця, що в великій кількості містяться у клітинах і просякаючи речевину, що забарвлює, відіграють дуже велику фізіологічну роль. Ми все знаємо про ці тільця, які студіювали хлорофілевих зерен рослинні клітини. Тут ми розглянемо їх докладніше. Усі ці тільця становлять живі протоплязматичні утвори, що здібні просикати обарвленою речевиною й мати загальну назву хроматофори/себто носії барв/. Якщо вони просякнуті зеленою обарвальною речевиною—хлорофілем, то їх називають хлоропластами, якщо ж вони обарвлені в жовту, —жовтогоряче-червону чи червону, то їх називають хлоротрафасами, а якщо вони безбарвні, то левкоплястами. Майже всі хроматофори почали свожитися вигляді безбарвних зерняток, себто, левкоплястів, що ми спостерігаємо в дуже молодих клітинок. Потім при поступневому просиканні барвами, вони стають хлороплястами, чи одним із родів хромоплястів. Але ж і безбарвні зернятка іноді назавжди залишаються без змін, як це спостерігають, наприклад, на горішній шкірці орхідей. Такі левкоплясти краще називати спразжими. Усі хроматофори повстають лише через поділ подібних до себе хроматофор, що містяться в зародкових клітинах, яйцевик, спорак, і т.зв. точках росту. Дужеважним долученням у тілах рослинніх клітин становить крохмаль. Він повстає хлороплястах, що освійлюються сонячним світлом, і має вигляд дрібних зерняток чи патичків. Частіше крохмаль вигурує колисті тільця, але й зустрічаємо й інші форми—еліпсоїдні/картоплі/ полігональні /риж, маїс/, в формі що мають вигляд пісочного гадинника і т.д. У багатьох крохмалювих зерен ми спостерігаємо осередок—центр і навколо нього велику кількість крахмалю, що оточує цей центр ша-

рами. Ця верстована структура залежить від ріжної кількості води в ріжних шарах. Величина крахмалювого зерна ріжна, наприклад, у рижу 3—10 м, маїсу 10—30 м, у бобів 24—57 м, у картоплі 50—100 м. По своїй структурі крахмалеві зерна розглядають як сферокристалі, що збудовані з тонких як волосся, кристалів, що мають промінний розпорядок. Кристали можуть бути прикладом клітинних додучень, витворених живою речевиною; крахмалеві зерна — прикладом додучень із мертвої речевини. Десять часів в ростинних клітинах зустрічаються справжні мінеральні кристалі: це передусім є кристалі щавелеквасного вапна. Вони відносяться до тетрагональної системи, залежно від того скільки еквівалентів кристалізаційної води вони містять у собі. На скоєливу увагу заслуговують голкуваті форми чи, т.зв., *carphid*'и, що часто зустрічаються у вигляді пучків оточених слизом. Крім того, зіркуваті зростки й купки дрібненьких кристалів, у вигляді кристалевого піску, наповнюють собою всю клітину, наприклад, у листках тютюну й інших *Salicaceae*. Кристалі щавелеквасного вапна звичайно повстають у вакуолях у середині клітин. Рідко вони зустрічаються в оболоні клітини як наприклад, у горішній шкорінці драцені. Як правило щавелеквасне вапно є кінцевий витвір вимін творива й підпадає усуненню з організму. Через те, ці кристалі найчастіше зустрічаються в тих тканинах і органах, що від часу до часу відпадають: у листках, корі. Але ж іноді щавелеквасне вапно може бути безпосередньо корисне для ростини, наприклад, у вигляді вище зазначених рафід маленьких кинжалів, що перешкоджають їзданию ростин дрібними тваринами / напр. слимаками/. Який вчинок роблять рафіди на слизеву оболону людини — може відвідати кожний, хто спробує жувати листки *Senecio brasiliensis*; велика кількість дрібнєсенських кристалів відаються до слизової оболонки рота й викликають сильне палення. Серед інших додучень ми зазначимо товщи У ростинних клітинах товщі зустрічаються у великій кількості в насіннях і оболонках, з відкіля й здобувають усі ростинні товщі.

щі. В останніх ростинних клітинах товщ зустрічається в великій кількості в вигляді маленьких, роспорожнених у протоплязмі, крапель. У тваринних організмах існує особливий рід тканини - товщева тканіна, клітини якої хоч і мають ядро й маленький обідеръ протоплязми але ж майже цілком вони наповнені товщем.

Він зустрічається ще в багатьох інших клітинах тваринного організму й при нормальніх умовах і при певних хворобах клітин - це останнє явище має називу товщевого переродження. Етерові олії і смоли надзвичайно розповсюджені у ростиному світі, через що саме й розріжнаються поміж себе цілі родини ростин, наприклад, *labiate*, *mugilaceae*, *myrtifera*, *lancea*, *conifera* і т.д. Згадаємо, що в клітинах, які старіють, з часом скупчуються ненадійні й шкідливі для них речевини, від яких вони не встигають вже звільнюватись ці речевини називаються "шлаками". Таким шляхом постає той рудий пігмент, що починає дуже рано витворюватись у клітинах центральної нервової системи й який ослаблює їх життеву діяльність. Деякі вчені бачать у цьому пігменті істотні зміни старости й причину т.зв. фізіологічної смерті у старечому віці.

Засадничі тези початку загальної біохімії:

1/Речевина й енергія є в суті одне й те саме. Речевина є повільно рухлива енергія, а енергія є дуже рухлива речевина.

2/ Можливо припустити, що речевина, енергія й етер, витворюючи едину світову суть, роблять такий цикл еволюції, що речевина стаючи порідженюю переходить у енергію, а ця остання розпорушуючись переходить у етер. Етер згущуючись переходить у енергію, а концентрована енергія, що затихає в своїому русі переходить у речевину.

3/ Органічна речевина є не що інше, як неорганічна ускладнена в своїому молекулярному зложенні, організована чи жива речевина є лише надзвичайно ускладнена в молекулярній структурі мертві речевина. В центральній нервовій системі тварини, речевина досягає найвищого

відомого у світі, структурно-хемічного ускладнення. надзвичайне ускладнення тягне за собою несталість, нажил до розкладу й переходу у стальщі хемічні сполуки.

4/ З вище зазначених точок погляду, людина є носієм частини світової суті /мозок/, що досяг найвищого ступеня ускладнення.

### ЯДРОВА СТРУКТУРА СВІТУ.

5/ Світ у живих і неживих витворах збудований <sup>за</sup> принципом витворення ядер. Ядрова структура будови світу виявляється в витворенні: ~~ад~~ сонячних систем, себто, ~~сонече~~ із тробантами б/ атомів -ядро /Іон/ з електронами в/ складників хемічних сполук, що мають ядра всіди є носіями видої кількості енергії.

### У ЖИТТЕВІ ФУНКЦІЇ КЛІТИНИ.

Перед тим, як перейти до розгляду життєвих справувань клітини, я вважаю за конечне дати можливості докладнє наукове визначення декотрих /також/ розумінь, що їх уживається й у звичайному житті й у науці в досить широких і надзвичайно невизначеніх межах, а тому й самі таємки ці стають невизначеними, й користування ними може викликати великі непорозуміння.

Ці таємки ось які: причина, умови, розтратування-побудження. Наскільки в житті таємка причини чинника вживается надто широко, стане Вам зрозумілим, коли спітати про причину світової війни. Можна сказати, що причиною було вбивство азтрійського принца; але це, можна візнати тільки за привід до війни, чи за так звану, найближчу причину, а бачити дійсну причину в конкуренції на світових ринках двох великих промислових держав Англії та Німеччини. Але, далі, можна бачити ще глибшу причину в більшічніх властивостях живих істот, що наступають за законом боротьби за існування і т. далі.

Візьмемо простіший приклад: камінь лежить на даху в надзвичайно несталій рівновазі; під упливом найменшого штовхання, наприклад спавшої на нього краплі дощу, він падає на землю. Що треба вважати за причину його спаду: механічну працю краплі, надто несталу рів-

новагу, чи, наречті, закон світового тяження? Для того, щоби все це собі зясувати, звернемося зпочатку до більш простіших і тонкіших наук як хемія й фізика. Більшість сучасних фізіологів і біохіміків визнає що „живу систему” чи живу істоту, згідно з тим визначенням, що ми дали зпочатку наших лекцій, можна і треба студіювати як і всяку “матеріальну систему”, в котрій виникають фізико-хемічні явища. Себто „жива система” є лише надто складна „Фізико-хемічна система”. При студіюванні такої системи фізико-хемік установлює, з одного боку, реагуючі складові частини системи, а з другого боку, ті “умови”, при яких постають ці процеси в данній системі. Коли всі складові частини системи й усі умови, то всяке ~~явище~~ <sup>явище</sup> ~~виступає~~, можна предсказати, зясувати і простудіювати. Через це, студіючи кожне явище в “живій системі”, ми мусимо знати складові частини й умови, при яких постає кожне явище.

Але зрозуміло, що все життя складається з ~~з~~ <sup>и</sup> перервного ряду явищ, через що й ми визначили живе як систему, що ніколи не буває в рівновазі, й систему яка має сама в собі умови, для того щоби такої рівноваги не було. Всі ті неминучі умови, при яких відбувається життя, ми називамо /основними/ зasadничими умовами. Ці умови підлягають більшим чи меншим змінням, наприклад, умови температури, що оточує й може підвищуватись і понижуватись. Якщо одна із зasadничих умов швидко збільшується чи зменшується, то ми маємо побудження, на яке жива система так або сяк реагує. Ясно, що в данному випадку, подражнення—побудження є також умова, лише швидко змінена в кількісному відношенню, і що таке подражнення—побудження цілком не помітне й поступнено може переходити в умову; наприклад, пониження чи підвищення температури до середнього нормального рівня. Очевидччи, що таке побудження—подражнення якісно не відріжняється від умови. Уявимо собі тепер, що в атмосфері, яка оточує ростину, нагло з'являється новий газ, котрого нема у звичайних умовах; він по нашому становить нову умо-

бу для складної фізико-хемічної системи, буде викликувати подражнення-побудження в системі й називається посудником.<sup>Розуміємо</sup> Але ця нова умова життя якісно відріжнається від зasadничих умов життя й не може разпоряд переходити ні в одне з них.

Отже ми бачимо, що подражнення-побудження є також умови життя; вони поділені на дві категорії:

Подражнення-побудження кількосні, що становлять не що інше як збільшення або зменшення однієї умови чи декількох зasadничих умов;

Подражнення-побудження якось, тобто, нові умови життя й принципово відріжнаються від зasadничих умов життя.

Подивимось тепер що саме треба називати умовою в якійсь системі. Усяка фізико-математична величина, від котрої залежить одна чи декілька величин творить умову для цих величин. Або що так. коли одна величина стоїть у відношенні до другої в функціонально-закономірній залежності, чи в функціонально-закономірному відношенні, то друга величина є з умовою для першої. На прикладі зображеному відриї видно функціональну залежність поміж величиною кружня кола й промінем; промінь є умовою, що визначає величину кружня.

Явища й властивості якоїсь живої чи матеріальної системи визначаються сумою всіх умов даного менту; при цьому не треба забувати ось чого: лише в надзвичайно простих, елементарних викладах, властивості даної системи визначаються умовами, що маються в даний мент, тоді як у складніших системах, ці властивості визначаються крім того, й усіма минулими умовами, що виявляли силу на систему, й що залишають ліди не реальніші й **не** значніші, як умови даного менту. Простий приклад зясує висловлене. Форма краплі води, що лежить на скляній пластині, цілком визначається умовами, що її оточують у даний мент. Навпаки, кругла форма морського каменя не може бути визначена сучасними умовами. Вона визначає-

ся величим числом умов, що впливали на камінь механічно. Живі системи визначаються, з одного боку, умовами даного менту, а з другого боку умовами всього попереднього часу. Коли умови даного менту живої системи підлягають підрахуванню та підрахунку, то легко зрозуміти, що умови попереднього часу, через свою кількість наближаються до безмежності. Таким чином, дуже тяжко зясувати форму живої істоти, так само, як було б тяжко пояснити кристалу форму морського каменя, коли б ми не знали механічних умов його існування.

Так само тяжко зясувати й реакції живої системи на якесь подразнення—побудження, як скрима реакцію людського мозку. Тут труднощі виникають із двох причин: з одного боку, складові частини системи, що реагують, надзвичайно численні, складні в кожній своїй одиниці, не остаточно вистудійовані, а з другого боку, умови що розглядаються так широко, як це потрібно, якщо вважати всі минулі умови за умови, що реально виявляють силу й визначають реакцію системи, майже безмежні. Отже, замісць визнання, незрозумілих по своїй істоті живої сили, *vis vitalis* і поєднаної сили— більш науково й корисно аналізувати явище й реакції живої системи через відомі нам сили не користуючись метафізикою.

Розглядаючи більше умови, в котрих знаходиться "жива система" ми можемо поділити їх на чотири групи:

Сюди належать умови, що мають змінністю, умови постійні:

1/ Умови, що мають змінністю, умови постійні: / В даній площині землі, у атмосферного тиснення, хемічного складу повітря, величини тиснення води для тварин, що живуть на певній глибині, сили земного тяжіння й інші.

2/ Умови, що хитаються, себто, такі, що змінюються в певних межах, напр., умови світла, температури, електричного потенціяла повітря, хемічного складу й кількості іже.

3/ Умови, що періодично наступують: сюди належать

день і ніч, що періодично змінюються, періодичні часи року, доплив і відплив моря. Ці умови мають іноді відомий математично правдивий ритм, а через те, можуть бути названі ритмичними умовами.

4/ випадкові умови: сюди належать різні явища природи, що звуться випадковими, наприклад, хуртовина, буря, хитання землі, надзвичайна посуха, що незвичайна для даного клімату /підсоння/, спека чи холод, випадкові впливи інших організмів, напр., вятрування в тіло якихось організмів, паразитів, і т. інші.

Всі чотири групи вказаних умов складають одну категорію довкільних умов системи.

Окрім цієї категорії довкільних умов, у системі існує й категорія нутрійних умов, що також можна поділити на подібні чотири групи.

1/ Умови ймовірно постійні; для прикладу можна навести постійну температуру в середині тіла здорової тварини, постійний хемічний склад крові й лімфи.

2/ Умови, що хитаються; сюди належать наприклад, хитання кровяного тиснення в жилах організму, нервові побудження—подражнення різних органів, напр., зальоз, сила скорочування м'язів і т. інші.

3/ Умови, що періодично настають: сюди належать сон і стан снування, скорочення й ослаб м'язу серця, періодичні кровотечі у жінок, періодична праця зальоз апарату травлення при прибутті іжі.

4/ випадкові умови: сюди належать напр., велике зрушення центральної нервової системи, радість чи горе, горячка, збільшена праця, чи навпаки параліч якогось органу під упливом ходу і т. інші.

Ми поділили, таким чином, умови довкільні на кутрійні на чотири групи; за принципом розподілу вважали час. За значеннями різних умов для живої системи, їх можна поділити на ось які групи:

1/ Умови, що неминучі для життя, себто такі, що при їх знищенні цілком руйнується система, напр., присутність кисні в повітрі /довкільні умови/, виз-

начений відсоток води у крові /нутрішні чи осередні умови/. Мінімальна сума цих неминучих довкільних і нутрішніх умов, складає те, що зветься життевим мінімумом без котрого неможливе життя.

2/ Неминучі життеві умови, можуть держатись на визначеному середньому рівні; життя відбувається в середніх умовах - це буде життєвий *medīmū*. Неминучі умови життя можуть стати кращими й досягти найбільшої висоти; це буде життєвий *optīmū*.

Він не однаковий у ріжких організмів.  
3/ Деякі умови, що існують у даний момент індиферентні для життя; наприклад; присутність чи відсутність хемічно індиферентних речевин у їжі, що проходять апарат травлення без змін, присутність у повітрі мінімальної кількості індиферентних газів, напр., *argonu, heliu* й інші.

4/ Шкідливі умови напр: присутність у повітрі великої кількості шкідливого для тварин вугляного кису *CO<sub>2</sub>*.

Перейдемо тепер до точного визначення "такої причини" де ми спостерігаємо найбільшу плутанину і невизначеність. Розуміння "причини" вживается у трьох ріжких значеннях.

1. За причину якогось явища приймають усю суму, цілій комплекс величин, що обумовлює це явище. Наприклад, коли кинутий камінь описує своїм рухом визначену параболу, то кажуть, що причиною цього є: кут під котрим камінь був кинутий, початкова пружність руху каменя, вага каменя, його форма й якості оточення /повітря/ в якому він порушується. 2/ за причину явища приймають меншу чи більшу частину комплексу величин, що являється умовою явища, звичайно зі всього комплексу беруть ту частину, яка по просторні чи часу, особливр визначається. Коли, напр., шклянка падає зі столу, як наслідок штовханця, чи заведена пружина наслідок здигну зубця, що затримує починає розвертатись чи вибухові речевини вибухають через наслідок удару, то шукальчи причину цих явищ, указують на штовханець, здиг ,

і удар. Поміж тим ясно, що у згаданих явищах грається причинову роль дуже числені інші фактори. Йоді особливо висловують ті величини чи умови, що лише приєднались до ~~минулого~~ уже величин і що безпосередньо викликали собор явища. 3/ Саме науки, називають тільки що приєднану причину, лише приводом итогування і прагнуть у кожному явищі розшукати глибоку, засадницьку причину й особливо висунути на вигляд. — Так в розвертанні пружини вважають за причину — перехід статичної енергії у кінетичну.

З усіх трьох розумінь причинової залежності, слід у науці вживати лише третє розуміння, є саме так звану, глибоку, засадницьку причину.

Перше розуміння мусіло би бути замінене висловом: "комплекс умов" напр. для параболи, що описана кинутим каменем. Друге розуміння причини, чи, так званої, найближчої причини, влучно замінюється терміном, що дав філозоф *Авенаріус* — "додаткова умова".

У звязку з цим, ми мусимо нагадати формулу Канта відносно закона причинності, а саме: всяко-му явищеві мусить передбувати *дея́ння*, з чого неминуче повстають ці явища, або йнакше: попередне є завжди умовою для наступного. Таким чином, усі явища у світі творять один безперервний звязаний ланцюг кілець-обручів, що починається в безмежності й у безмежності закінчується. Кожне кільце цього ланцюга визначається цілою сумою всіх попередніх кілець і раз виявивши́сь, входить як умова, що вже сама визначає всі наступні кільця безмежного ланцюга.

Висловлена теза відноситься, як до ланцюга явищ фізичного світу, так ув однаковому ступені й до ланцюга явищ у світі психічному. З цієї точки погляду нічого не існує випадково й так зване випадкове є явище, що залежать від невідомих нам причин, невідомих чи через причину своєї численності чи через причину своєї невистарчальної зрозумільності.

В цьому ховається велика, суджена помилка теорії Дарвіна, що хоче пояснити теорію еволюції випадковими варіантами ростинного й тваринного сві-

ту. Це значить змагати зясувати те, чого не можна пояснити й зрозуміти, тим же незясованим і не зрозумілим.

З цієї точки погляду нема, так званий, свободи волі в об'єктивному розумінні, є лише як самопочуття, себе, лише субективне. Психічні явища відбуваються з твоєю самою судженою неминучістю як і затемнення сонця, через те, що вони виникають цілою сумою попередніх кіледь-явущ.

Нам тепер треба дати точне визначення тямки побудження-подражнення. І тоді ми можемо взятись за студіювання функцій клітини й живої рефлексії взагалі. Вище ми дали визначення тямки умов, у яких знаходитьсь кожна жива система. Може саме становить побудження-подражнення якому відношені знаходитьсь тямка побудження-подражнення" до тямки "умови" взагалі? Треба зазначити передусім, що всяке побудження-подражнення інше як одна з умов, у котрій ставиться "живіца система", й що перевести ріжницю поміж ними дуже тяжко, напр., якщо тварини, що розвивається в воді, чи в якомусь іншому дозвіллі до ступеня дорослого організму, очевидччи, підлягає безперервному ряду зокільних і нутрішніх подражнень-побуджень, під упливом яких воно безперервно змінюється, реагуючи на ці подражнення. Але ці подражнення є в той же час і комплексом умов, в яких знаходитьсь живіца система. Лише в цих умовах виникають якісь зміни, що викликають безперервну реакцію яйцевої клітини. Так само як і живого організму підлягається безперервно подражненням з боку кровової системи, і ці подражнення являються неминучими умовами житті яєчної тканини, бо без них вона швидко зникає, перетворюється. Отже ясно, що існують безумовно потрібні подражнення, без котрих життя організму чи органу зупиняється. Ми говоримо, що та чи інша живіца система підлягає подражненню тоді, якщо, в цій системі виникають якісь помітні зміни. Це настає тоді, коли очевидччи, до даних уже умов приєдналися ще нові умови, що викликали дану зміну, а це буде та сама

## назвали

умова, яку додатковою *Komplimentärbedingung* той штовхонець, привід, що викликав спад склінки, розвертання пружини, бурхливу реакцію вибухової речевини в наведених нами прикладах.

Отже подражнення є нічо інше, як додаткова умова й тамку подражнення не треба класти проти тямки умови, а зробити підлеглою цій тямці.

Подражнення може бути зовсім новою умовою, чи як збільшення або зменшення одної із існуючих умов навіда. Подражнення можуть на прості й непрості.

Коли нерв подражує якомусь місці товчком чи вколом, то кажуть, що в цьому місці нерв підлягає простому подраженню. Чи коли світло побуджує, особливі клітинки сітчастої оболонки ска-калбочки й патички, підлягають простому подраженню.

Коли місце нерву до дратується, є джерелом подражання для тієї частини нервів, яка він нервче, то говорять що це непросте побудження.

Так само кияля подражнення, що постає в роздратованіх світлом колбочок і палочок і росповсюджені по всьому зоровому нерву й мозкових клітинах з їх розрізняючими <sup>якісними</sup> ~~коханіческими~~ подражаннями із їх швидкостями творять ~~не прості~~ подражання, яка зміна в довколі в якому знаходиться тварина, зміна температури води, в якій знаходиться лінгвіститону, стимковий подраження *Назвертись*.

Ті подражнення, що виникають серед самої системи, творять т.зв. нутрішні подраження-побудження. Коли від однієї якоїсь клітини многоклітинного організму, виникає подражнення, яке творить для всіх останніх клітин *науверене* подражнення, а для всього організму нутрільне подражнення. — Фільзофія розріжнає також специфічні, чи адекватні, подражнення й загальні, чи інадекватні побудники, права в тому, що клітини <sup>мо</sup> однаково почують, збудовані так, що приладнані до прийняття лише одних специфічних побуджень; так клітинки сітчастки /колбочки, патички/, що почують світло, дивно приладнані до почування світла й зовсім не приладнані до прийняття інших побуджень; так само <sup>уявлені</sup> і цілій зоровий нерв. От чому

вдар по очі почувается нами як яскраве світло, як іскри, а електричний ток, почувается слухом первом, як шелест. Отже світло й звук становлять специфічні побудники для пристосованих до них органів. З другого боку механічне тиснення, студінь, тепло, біль, становлять загальні побудники-дратівники.

УІ.

Якщо всі *назверхи* побудники-дратівники залишаються без зміни, а в живій системі спостерігаємо деякі явища життя, то такі явища називаються самокітними а другі-випливові

Випливована

живі системи ріжними побудниками, ми можемо експериментувати також чи *зрізи*, *так і в кімні*. Літес Йут *желтушну* дати друге визначення, так званим, самокітним явищам. По більшості це реакції на нутрішні побудження, а іноді, на непомітні *назверхи*. Коли людина прокидается від вибуху, то тут причини й звязки реакції ясні. Але ж коли вона, як кажуть, прокидается сама, то ми маємо справу з реакцією на нутрішні побудники чи *назверхи*, що ми їх непомічаемо. Тут ми маємо такий випадок, коли комплекс нутрішніх умов, виростає до напруження складу вибукових речевин, а реакція прокидання викликується непомітно цим *назверхі* чи нутрішнім побудженням, яке тут відограє роль додаткової умови, і от через це, властиво кажучи, не існує зовсім самокітних реакцій, а лише реакції під упливом непомітної зовсім причини-додаткової умови, що звуться самокітними.

Поміж реакціями мертвої речевини й реакціями живої не існує жадної принципової різниці. Лише складність живої системи й її чутливість дає облудні уяви про самокітіть. Собака з такою судженою немінучістю тягнеться до шматка м'яса, як тирса за ліза до магніту. Однаке, можливо, що численні можливі попередні умови, які ми вважаємо за реаль-

но— впливачі, починаючи від безмежності, можуть змінювати реакції живого організму. Якщо, наприклад, дуже нагодувати собаку, або створити у неї асоціативний зв'язок поміж шматком мяса й бійкою, то вона залишиться нерухома, або ~~навіть~~ і ~~втіче~~ від цього.

Але, як попередня негативно наелектрізована тирса буде відштовхуватися від негативного бігуна магніту.

Через це, для передбачення реакції, потрібно знати всі минулі й усі сучасні умови системи, що реагує, бо жива система затримує в собі наслідки минулих умов. Пам'ять, як побачимо потім, властива не лише для одної живої субстанції, а початки її видко вже в мертвих колльєальних речевинах.

реакції живої системи студіюють тими методами, що й реакції мертвої системи. Ми штучно викликуємо в довкіллі системи ті, чи інші: фізичні чи хемічні, виразні чи невиразні, швидкі чи повільні зміни. спостерігаємо як реагує на ці зміни жива система. Інакше кажучи, ми дратуємо живу систему.

Якими саме змінами в довкіллі ми користуємося для побудження.

Власно кажучи, ми користуємося тими самими формами енергії, із якими ми маємо справу в фізиці і хемії. Через це найкраще, поділити всі подражнення на дві групи: фізичні й хемічні. Ріжницю поміж фізичним і хемічним дратівником визначають так: фізичний дратівник є така зміна довкільних умов при яких довкілля, що оточує систему, не змінюється всвоїм складом, напр. нагріття води, в якій плаває яйце жаби. Хемічний дратівник є така зміна довкільних умов живої системи, при котрій склад довкілля, що оточує систему, змінюється; напр.: якщо до води, в якій міститься згадане яйце, додати звичайної солі й також інше.

Фізичні дратівники, в свою чергу, поділяються на 1/ механічні 2/ термічні 3/ осмотичні 4/ проміння / проміння, світла Фенгена, радій і чимало 5/ електричні. Ми не згадуємо про магнетизм, чесар, те, що на основі всіх спостережень найсильніші ефек-

тро магніти не мають жодного впливу на живу речевину.

Якщо уявити собі якесь подражнення, що можна надзвичайно точно регульувати, напр. силу гальваничного току, то ми знайдемо ось що? Дратуючи м'яз гальваничним током, ми одержимо реакцію, себто, скорочення м'язу, не зараз же після нулі, а лише починачи з відомої величини. Отже саме та мінімальна величина дратівника, що здібна викликати реакцію живої системи, називається порогом подражнення. — Поріг подражнення не ~~однаковий~~ у різних тварин. Нервові волокна вищих тварин дратуються дуже слабими гальваничними токами, тоді як амеби вимагають міцніших токів для якоїсь реакції.

Ми дали визначення що вистарчує для зрозуміння тямок подражнення й дратівника й хочемо тепер краще познайомитись з тим, що становить уразливість живої системи, себто, чим саме відповідає жива система, коли <sup>реакція</sup> реагує на дратівники. Уразливість живої системи це нічо інше як її здатність реагувати на зміни довкілля, змінами матеріальної і динамічної ~~роботи~~ <sup>роботи</sup>. Якщо відпрепарувати *t. gallosclepius* лягковий двоголовець жаби, й нервущий і І сідальний нерв, долі до нижнього кінця м'язу, де є так званий, Ахіллів тужень /сухожилок/ прикріпти гачком вагу в 100 гранів, а потім дратувати нерв при допомозі ваги в 10,0 грамів, що сподає височину 1 сант. то побачимо, як м'яз ізкоротиться й підійде вагу на височину 1,0 см. Інакше кажучи, під упливом дратування, що можна визначити числом 10, м'язи виконують працю, що визначиться величиною 100,0.

Через закон збереження енергії, зрозуміло, що не-енергія дратування 10 перетворилася у енергію 100,0, а дратівник ~~виїзжив~~, розвязав заховану в м'язах потенціальну енергію. М'яз ставовив певний склад, запас потенціальної енергії, що чекав лише товчка, додаткової умови, щоби виявітись. Це виявлення сили дратівника на запас потенціальної енергії у живих системах, для нас дуже цікаве, бо

по перше, воно торкається, органів психіки, а по друге, досить часто властиве й мертвим системам із величими запасами потенціальної енергії. Міцно закручене пружина утримується в супокої тонкою ниткою, якою вона перевязана. Вистарчить лише легкого руху ножа, щоби перерізати нитку, і юш пружини почала розвертатися із великою силовою. Тут виявляється запас потенціальної механічної енергії, що була у стані напруження.— З другого боку, великі запаси потенціальної енергії, маються в багатьох хемічних сполуках, і чекають лише додаткової умови, щоби виявитись. Ми приводимо приклад складів вибукових речевин, що вибухають від одного дмухання людини на стальне перо, що тримається під шклянкою живим сріблом не доторкаючись до нього. Дмухання, накилюючи перо, замикає Ток, що пливе від батарей, а ток переведений через склад вибукових речевин викликує вибух, який підіймає в повітря ціле місто чи твердиню.

Але відношення між дратівником і реакцією може бути зовсім відворотним, коли дратівник викликує не виявлення енергії, а навпаки пониження чи склад  $\text{I}^+$  до нулі. Сюди відносяться, так звані, негативні дратівники: пониження температури, відняття іжі, кисню, вплив на іжу й іноді наркотиків. Птаця, що швидко летить, ранена стрілою, яка намазана йодом куарає, щоб паралізуватися, так само як і паротяг, що всею своєю швидкістю, зупиняється якщо охолодити водяний пар. Таким чином виявлення сили дратівниками можуть бути поділені на дві групи: в першій— реакції живої плазми виявляється підвищенням життєвих функцій, — в другій— пониженням функцій до повного їх припинення. В першому випадку кажуть про зворушення, — в другому— про параліч, якщо він не остаточний, то про парез. По третте життєві функції змінюються не кількісно, а якісно; наприклад, під упливом дратівника у клітині змінюється вміна речевин так, що хемічний склад тіла більш чи менш відразно змінюється під упливом цього ж дратівника. Клітини печінки під упливом йоду фосфору перероджуються в білковини протоплязма і лі

змінюється в товщі субстанції. Висновок:

1/ Подразнення є зміна нутрішніх чи наверхніх умов живої системи.

2/ Зварушення є підвищення однієї чи декількох функцій системи.

3/ Парез і параліч є пониження однієї чи декількох функцій системи.

4/ Уплив подразнення може виявлятись зворушенням або паралітом функцій.

Подразнення, що викликується в якісь точці живої системи, має властивість посповсюджуватись по ній із відповідною прудкістю. В вищих організмах подразнення транспортується особливими витягами, а саме, нервовими стеблами, що улаштовані як телеграфні кабелі; прудкість переведення подразнення може бути вимірювана математично-докладно. Нерв жаби переводить подразнення з прудкістю 26 м. в sec., у людини 34 м. в sec., у нижчих тварин, значно повільніше; наприклад, у омаря-лише 6 м в sec.. В нижчих тварин, де нема нервових стеблів, а також і в ростин, подразнення переводиться самою протоплязмою надзвичайно повільно. Переможистий м'яз переводить подразнення значно повільніше ніж нерв; пластичний-повільний ніж переможистий і т.д. В загалі за прудкістю переведення подразнення живі речевини можуть бути укладені в довгий ряд зі ступневими переходами. Після цих загальних розмов, ми перейдемо до студійвання явищ подразнення в одноклітинних організмах.

Хемічні побудники-Фратівни для дорослої людини на добу потрібно вжити 118 гр. білковини; більша кількість викликує подразнення, себто, виміну/речевин/творів:— асиміляційні й десиміляційні процеси в організмі збільшуються.— Те саме ми помічаємо у ростин при збільшенні прибуття  $CO_2$ . Коли бактерії гниття / Бактерії терти бріггін / зі звичайного для них оточення, перенесено в настоящу сіна, де багато відживших речевин, то вони починають швидко розплоджуватись до численних міліонів. Коли в цю настоящу пустяті Ракамесіум, що від-

живляться цими бактеріями гнилля, то ~~також~~ і також надзвичайно швидко розплоджуються. Тут ми бачимо велике підвищення асиміляційних процесів у цих одноклітинних організмів. Теж саме виникає і в декотрих наростів людини / пістряк-рак - *sarcina*, *sarcina*, *thymus*, *fibroma* інч./. Сарк-рак повстає від розподу епітеліальних клітин шкіри, слизневої оболонки, зальоз. Тут усе залежить від якихось хемічних дратівників. Друге виявлення сил хемічних дратівників є рух, себто, перетворення одного виду енергії у другий. Це досконально вистудіювано у клясичних працях Макса *Schleiden*. Одноклітинної амеби, коли додати до краплі води 1% відсоток соляного квасу, чи 1% *Kalium炭酸* чи розчин інших квасів, чи щав, чи солей у невеликій кількості, то зараз же втягають свої ніжки й округлюються; так само впливає  $\text{CO}_2$ . Так само реагують неприкриті одноклітинні протоплязматичні істоти. *Max Schleiden* відзначає, що має багато виростків, і що подібна до сонця з промінням, під упливом хемічних дратівників зарзає починає втягати свої посеви події; та протоплязма збирається в маленькі кулі й веретенця. Тварини, що мають, так звані, мигальні волоски / волосинчаті інфузорії/ й жмутики під упливом слабих хемікалій збільшують прудкість руху цих волосиків і жмутиків і через це починають порушуватися швидче. Мязи / пласті та пересмужисті / вищих й нижчих тварин, від упливу не міцних хемікалій скорочуються. Так *жаби*, що сидять на довгому стеблі, в якому є мязоподібний витвір, під упливом хемічних подразнень, скручує це стебло в гарну спираль. Мяз жаби під упливом пару вугляноквасного амонія, зарзає скручуються. Коли краї цінний мяз / *m. sartorius* /, при температурі 3-10° ступенів  $\text{C}$ , покласти в розчин 5 гр. звичайної солі 2 гр. Фосфорно квасного *Na*, та 0,5 гр. вугляноквасного *Na* на 1 літр води, то він починає скручуватись ритмічно чого ми ніколи не спостерігаємо при звичайних умовах. Ці ритмічні скорочення нагадують ритмічну праць серця, вони цікаві нам через те, що показують, як під упливом .

постійного дратівника, ефект його виявляється в певному ритмі.

Коли ми візьмемо морську *Нумудову* інфузорію /*Noctiluca tenuis*/, *Flagellata*, і держатимо її у посудині з морською водою на поверхні, потім додамо міцних хемікалій, то в той же час додаємо краплями ці хемікалії, що торкаються *Noctiluca*, вона починає зара засвітитися.

Очевидчаки, хемічні дратівники здібні викликати побільшенну виміну творів, рух і світлення у здібних для цього організмів. Ми не можемо закінчити розмови про хемічні дратівники, доки не вкажемо на надзвичайно важне ділання хемікалій на яйцеву клітину никаких тварин, що недавно відкрили. А саме, декотрі хемікалії здібні через свій уплив замінити яйцевій клітині те подразнення, що вона одержує від унутренної до неї чоловічого полового елементу. Так, що під упливом лише хемічних дратівників, яйце починає ділитись, зародок розвивається як у нормальніх умовах при заплідненні насінником /сперматозоїдом/. Це явище партеногенезу-незайнаного зародження - отудійовано на яйцях морських іжаків, морських зір, молюсків і декотрих тробаків. Коли яйця морського іжака /*Acanthaea*/ покласти до морської води, концентрація солей якої є підвищена /*NaCl*, *MgCl*, *KCl*/ на 40-50 % відсотків, на дві години, а потім покласти до свіжої морської води, то яйцева клітина починає димитися, й швидко перетворюється в пливаючий гусень / личинку /. Коли ми-яйця морського іжака помістимо в морську воду на 1/2-1 хвилину, а до води додамо товщового квасу / вугляний, масляний, муравіний, оцетовий/, а потім покладемо знов у свіжу воду, то на яйцях утвориться захистна облона, також сама, яку утворює своїм унутреним сперматозоїдом.

Ліч яйця в спертовому розчині звичайної солі / *NaCl* / починають ділитись, й утворять нормальні гусені.

З другого боку, хемічні побудники здібні викли-

кати пониження життєвих функцій - єв іша параліч. Ось ці хемікалії: - наркотика, анальгетика - алкоголь, етер, хльороформ, хлораль-гідрат. До них приєднується велика група - "алькальоїдів" - морфій, хинін, вератрин, стрихнін, куаре, що впливають на всі клітини чи специфічно на клітини центральної нервої системи. Здібність наркотиків понижати виміну творів доведена дослідами Claude Bernard не тільки у тварин, а и у ростин /наприклад, у sprigogna- водоростів/.

Здібність утворюючи розвитку форм і органів затримується наркотиками, як це довів той же Claude Bernard порівнюючи поростання насіння, під упливом пару етеру, з поростанням його при нормальніх умовах. Поділ клітин затримується а то й зовсім зупиняється під упливом хлораль-гидрату, що довів Helmwig на яйцях морського іжака. Здібність наркотиків паралізувати рух у тварин надто відома. Під упливом хльороформу жива людина лежить на операційному столі, як труп, і його можна порізати на частини, не викликаючи жадної реакції. Менш відомо, що й ростин можна усипляти наркотиками. Mimosa pudica, що на кожне доторкання відповідає прудким згортанням листків і спадом віночка під упливом етеру чи хльороформу засипає, й її можна порізати на частини не викликаючи жадного руху. Хинін зупиняє рух білих кровяніх тілець, як це доводить Binz. Сперматозоїди припиняють свій рух під упливом неміцного розчину хльороформу, етеру, хиніну, хлораль-гидрату. Алькоголь зупиняє світлення Noctiluca в морській воді.

Особливо цікавий уплив наркотиків на клітини центральної нервої системи, як на такі клітини, що викликають скорочення й ослаб мязів, так і на клітини чутливі, ті що пізнають і думають. Морфо-хльотично, клітина центральної нервої системи збудована подібно омебі, себто, має численні протиплязматичні виростки, котрими вона доторкається до виростків інших нервових клітин, витворюючи таким чином, замкнуті ланцюжки струнки хори. Під упливом наркотиків клітина втягує свої виростки і через це ланцюжки розмикаються. Такий сучасний уплив має наркотики й на міцно розташовані ниточки цальшивих кіжок - псевдоподій одноклітинних тварин-корненіжок Amphora. Хоч за допомогою праць останнього часу і прагнуть довести неправдивість цієї теорії /Weil, Frank/, але все ж

вона знаходить багато прихильників, що пояснюють втягування виростків справжній і штучний сон, параліч при істерії й т.ин. /*Герн, Дигал, Солрей, Лемог, Амегто*/ . Нервові стебла значно трудніше підлягають наркозу ніж нервові клітини; однаке й нервове стебло може бути цілком паралізоване під упливом етеру, чи хльороформу; тоді нерв губить не лише свою вразливість, але й свою здібність проводити подразнення. На цьому ґрунтуються, так звана, місцева анестезія, коли, наприклад, при вийманні зуба нерви, що прилягають до зуба, анестезують кокаїном, новокаїном. В сучасний момент існують великі тенденції робити операції під місцевою анестезією, головним чином, новокаїном; тоді хворий буває в повній притомності й може читати романи в той час коли йому відрізають руку чи ногу.

#### ОСМОТИЧНІ ПОВУДЖЕННЯ - ПОДРАЖНЕННЯ.

При дослідах побудень-подражень живої субстанції через збільшення чи зменшення осмотичного тиснення, дуже тяжко зясувати, що саме потрібно вважати за це тиснення, й що за хемічну зміну довкілля, який оточує живу субстанцію. Можна визнати за доведене, що всяке збільшення осмотичного тиснення, якщо воно держиться в певних межах, підвищує вразливість живої субстанції, й підвищуючись одразу саме викликує явища подражнення; якщо, наприклад, жабу промивати через головну жилу - аорту - 2-5% розчином звичайної солі, то від клітин центральної нервової системи відбірається одразу багато води й разом із тим з боку центральної нервової системи має помічно надзвичайно виразні явища подражнення - немов били отруїли жабу стрихніном, що викликує у тварин дуже значні судороги. Таким самим чином подражуючи впливає на мязи й нерви висихання. Навпаки, збільшення води у тканинах понижує вразливість, викликує цілковитий параліч.

МЕХАНІЧНІ ПОВУДЖЕННЯ - ПОДРАЖНЕННЯ. Ми можемо впливати на живу субстанцію механічними дратівниками-побудниками в вигляді збільшення чи зменшення тиснення, штовхання, струсу; при чому ім можна надати силу ріжної величини від самого легкого до повного розчавлювання живої істоти. Жна також механічному агенту додати ритмічний характер.

Як і хемічні так само й механічні подразнення впливають на міну творива, на перетворення енергії, на продукцію світла. Так, наприклад, на *radiolaria*, *astrophorarium* *bicknelli* й на *Thalassicolla nucleata*, що живуть у морі, добре помічувати виділення слизневих мас псевдоподіями від упливу струсу. При зміцненні цих струсів, слизеві маси стають густіші і твердіша.

Якщо трошки доторкнутись голкою до амеби, що повзе під мікроскопом, то вона втягує в себе псевдоподії й рух припиняється. Під упливом ~~зниж~~ механічного виявлення сили на корненіжку *Myzobryza* протоплязма її робиться виразно комірковою. Дарунковою ~~одноманітній~~ одноманітній матерії виникаються вакуолі; а це визначає скорочення протоплязми. Вплив струсу й штовханців на одноклітинні жмуткові тварини виявляється в тому, що, ~~наприклад,~~ спокійна *Mesaphora*, що плаває при лопомозі ~~свого~~ жмуту ~~під~~ під упливом товчка робить міцний удар жмутом, який змінює напрям її руху. Уся покрита волосинками *Paramecium*, волосинкувата інфузорія, що плаває ~~завдаю~~ руху цих численних весел, волосинок, ~~одразу~~ прискорює свій рух, якщо ~~щавіть~~ трошки порушити столик мікроскопа. Скоріше того, вона повертається до попередньої швидкості руху. Інфузорія *pleuronema* *Myzobryza*, що звичайно спокійно лежить у воді, з довгими волосинками від доторкнення робить міцні вдари цими волосинками й плигає як блока. Узвінфузорій, що має вигляд келиха, який приладнаний до довгої ніжки-стебла, при чому у стеблі проходить мясова ниточка *Myzobryza* як *Urticella* (*canthocystis* *trochophorinum*) *stentor*. ~~під~~ упливом механічних подразнень у мить скорочує своє мясове стебло, котре при цьому закручується у спираль.

-----x:x:x:x:x:x:x:x-----

## VII. ПОДРАЖНЕННЯ.

### ПОВУДЖЕННЯ - ПОДРАЖНЕННЯ МЕХАНІЧНІ:

Пересмущисті мязи вищих тварин побуджують механічними агентами. При дослідах над мязевим препаратом жаби, або іншої тварини, нам вдається вдаром чи вколом викликати скорочення мязу. Так само при операціях на людині, кожний хирург спостерігає частинне скорочення м'язових волокон під упливом штихів чи порізів ножем. Численні ростини мають велику вразливість до механічних подражнень. Сюди відносимо в першу чергу, так звані, ростини, що "повзають" чи закручуються, вусики котрих надзвичайно вразливі. Як тільки вершок вусика доторкнеться до якогось предмету зараз же, наслідком однобічного спорожнення води з клітин вусика, повстає закручування; вусик оповиває тверді предмети до котрих і причипляється. Також і стебла листів як і вусики причиплюються до інших ростин /наприклад, *Clematis*, *Karminellaceae*/

Сороилива мімоза /*Mimosa pudica*/ через це й одержала свою назву, що на всяке, хоч і дуже мале, доторкнення, відповідає зараз же рухом - складає своє листя й опускає гілля приймаючи те положення, в якому вона спить у ночі чи під упливом наркозу.

Ціла родина вищих ростин відживляється комахами, котрих вони надзвичайно прудко й управно ловлять, захоплюючи їх листками; де листя утворене в вигляді глечиків, шличків і прудко складається одно з одним. Сюди належать, наприклад, *Azotocera whitifolia*, *Nerenthes villosa*, *Pinguicula*.

І інші до тридцяти родин ріжних ростин, так звані, комахоїдні ростини. Комаха, що сіла на листок *Azotocera whitifolia* механічно викликує зпочатку звертання листка, а потім виділення отруйних соків залоз листка. Ці соки перетравлюють захоплену тварину й речевини корисні для відживлення ростини всмоктуються листком. Залишається лише неперетравлений хитін, що витворює остаток комахи. Тоді листок знов одчиняється й ловить наступну жертву.

Механічними агентами, крім руху, викликується й продужція світла. Так, наприклад, морські тварини, що здібні світитися, у спокійному стані

не світяться. При кожному порушенні човна, вдара  
веслом, хлюпанні хвилі, починають світитись чу-  
довим світлом, що фосфоресцює. Такий же експери-  
мент можна зробити і зі склянкою морської води  
в себе в дома, порушуючи скляну пою палочкою; тоді  
безліч світла *nastiosa*, *chaetophora*, *Oscillaria*  
відповідає на кожний порух палочки іскряним сві-  
тлом.

Механічні агенти можуть як і хемічні, викли-  
кувати явища паралічу. Ото ж довгі й рівні стру-  
си затримують, або й зовсім припиняють, розплід  
бактерій. Указують також, що рухи *Diatomea* та  
*Oscillaria* припиняються під упливом струсу. Дов-  
ге й ~~вистарчаюче~~ тиснення на нерв, викликує па-  
раліч цього нерву; це знає кожний, коли ~~засиджує~~  
ногу. Параліч сіdalного нерву, що тимчасово на-  
ступає, виявляється у згубленій <sup>що</sup> чутості й у згу-  
блений рухливості тими мязами <sup>їн</sup> нервують сіdalnyй нерв.

Теж саме ми спостерігаємо на лучевому нерві  
руки, що притискується при незручному положенні  
під час спання. Неможливість розігнути руки й  
пальців, дуже перелякує людину, що не знає меди-  
цини. Звичайно, такі паралічі від тиснення про-  
ходять без наслідків через декілька годин.

### ТЕРМІЧНІ ПОГУДНИКИ-ДРАТИВНИКИ.

Для численних хемічних процесів, відкрито  
*Vant Hoff'om* отака закономірна залежність поміж  
зміною температури й швидкістю хемічних реакцій.  
Швидкість хемічних реакцій збільшується в 2-3  
рази при кожному підвищенні температури на  $10^{\circ}$   
ступнів С. Ця сама закономірність у ~~певних~~ межах  
правдива й у відношенні до ріжних ~~виявлень~~  
життєвих функцій. У відношенні до температурних  
дратівників, усталюється таке твердження: 1/ При  
підвищенні температури, інтенсивність ~~життєвих~~  
явищ виростає до певної точки, якщо наступає те-  
плова задубілість живої субстанції, себто, па-  
раліч усіх функцій. 2/ При пониженні температу-  
ри інтенсивність життєвих явищ понижується ~~до~~  
повного припинення, якщо наступає задубілість  
від студені.

Закономірність *Vant Hoff'a* стверджується  
для життєвих явищ надзвичайно точними дослідами  
над осімлітньою *CO<sub>2</sub>* зследими частинами ростин;  
як приклад цього явища - виміна творів. Як при-  
клад прискорення чи повільнення творення форм,

закономірність доведена дослідами над розвитком яєць жаби й яєць морського "ішака". Так само ця теза стверджується на насінні інфузорій, що пульсують і на частому товкоті серця сеавців. Що висока температура впливає на биття серця людини й робить його частішим, це відомо кожному з вас зі свого досвіду. Вплив підвищення температури на виміну творів у ростинних і тваринних організмах може бути досліджений із математичною докладністю через те, що витвори зміни творів цих організмів підлягають дуже докладному вичисленню.

Зовсім докладно доведено, що при підвищенні температури, збільшується розпад СО<sub>2</sub>, викликає розщеплення крахмалю, викликає білковини рости-нами. Для зимнокровних тварин, почасти для слизяків, доведено експериментальним шляхом, що виміна творів збільшується при підвищенні температури, і побільшується кількість кисню, що всмоктується. Але як раз теплокровні тварини становлять у цьому відношенні виразно-дивний вимік, що навіть здається парадоксальним. А саме: у теплокровних тварин пониження температури довкілля, яке їх оточує, викликує підвищення виміни творів і навпаки, підвищення температури довкілля викликує пониження цієї виміни. Справа полягає тут у тому, що теплокровні тварини - це такі тварини, що здатні утримувати температуру свого тіла на певному рівні-ставцеві, незалежно від температури довкілля, яке їх оточує. Для цього вони примушені вміти продукувати в одиницю часу більше теплових мальорій, якщо температура довкілля спадає, і навпаки. Для цього вони примушені мати приладдя, що регулює продукцію тепла. Таке приладдя закладене в теплокровних тварин у великому мозку й весь механізм його приводиться до руху почуттям тепла чи холоду, що додається їм із периферії від шкіри периферичними нервами здібними почувати зміни температури довкілля.

Вплив підвищеної температури на "творбу" форм вистудіювано на ростинних і тваринних об'єктах. Так, наприклад, насіння ростин починає проростати лише від певної мінімальної температури: - насіння майсу від 9° С, Фінікової пальми від 15° С. Починаючи від цієї мінімальної температури, проростання насіння збільшується до 30-40° С. Сінна бацілла починає ро-

сти при температурі  $6^{\circ}\text{C}$  й швидко розплоджується до температури  $30^{\circ}\text{C}$ . Палочка туберкульози починає проростати при температурі  $28^{\circ}\text{C}$  і найшвидче росте при температурі  $37-38^{\circ}\text{C}$ , себто, при тій температурі, що мається в організмі заражених тварин. Здібність нижчих ростин, а саме, бактерій /безхлорофілові водорости/ витримувати надзвичайно високі й низькі температури так дивна й має настільки велике практичне значення, що я примушений зупинитись на цьому довше.

Отже через те, що білковинні речевини тужавіють при температурі  $55-60^{\circ}\text{C}$ , то можна було сподіватися знищення всіх організмів при цій температурі. Однак, численні бактерії випрацювали захистні приладдя вигляді оболон, особливо, спори бактерій, що помагають витримувати ще вищі температури. Правда, палочка холери чи-коки - *coccidioides* /*staphylococcus* та *streptococcus*/ гинуть при температурі  $54-60^{\circ}\text{C}$ . На цьому буде зупинитися можливість захистити себе від холери. Але вже палочки туберкульози витримують нагріття до  $70^{\circ}\text{C}$  і навіть до  $100^{\circ}\text{C}$ , себто, до температури кипіння води. Спори злосливого напливу у природному стані витримують температуру до  $100^{\circ}\text{C}$ , а коли їх перед тим висушити, то - до  $120^{\circ}\text{C}$ .

Спори баціл сибірської уразки "в сухому повітрі" гинуть лише після 3-х годинного перебування при температурі  $140^{\circ}\text{C}$ . В хирургії і бактеріології уважається за доведене, що лише при  $120^{\circ}$  і при тисненні 2 атмосфер, гине все живе, а речевини, що підлягли такому фізичному впливові вважаються стерилізованими. Так само, здібність ростин витримувати низькі температури, дуже ріжна. У деяких явношлюбних ростин південних країв протоплязма гине при  $0^{\circ}\text{C}$ , тоді як росляки /лишаї/ *декі* дебелі гриби *diatom* і мохи, печінкові вітрінці, омелі, пташиний клей витримують дуже низькі температури. Зимові бруньки дерев переносять низьку температуру через те, що вони сухі. Взагалі чим сухіший ростинний організм чи частина організму, тим краще вона витримує низьку температуру. Наприклад, насіння гороху й жита без шкоди витримують остудження до  $70^{\circ}\text{C}$ . Відношення бактерій до студені досить ріжне, і тут вони досягають вищого ступеня витривалості. Палочки сибірської уразки ростуть не нижче  $12^{\circ}\text{C}$ , туберкульозні палочки припиняють зростати при температурі  $+30^{\circ}-32^{\circ}\text{C}$ . але мікроорганізми, що світяться, живуть у леді, які:

загалі далеко не є вільний від них.

Майже 14 видів добре ростуть при  $0^{\circ}\text{C}$ . Досліди *Pictet'a* та *Young'a* довели, що палочки сибірської уразки витримують протягом 108 годин температуру  $70^{\circ}\text{C}$ , 20 годин витримують температуру  $10^{\circ}\text{C}$ . Туберкульозні палочки добре витримують замороження до  $-110^{\circ}\text{C}$ . Але при поступневому заморожуванні й поступневому відогріванні, вищі організми можуть переносити дуже низькі температури.

1820 року, під час своєї полярної експедиції, сачив як зовсім заморожені коропи при поступневому відогріванні оживали й плигали на вогні, тоді як внутрішні других /сесірованих/ порозрізуваних коропів становили следенілу масу, що цілком виймала-ся. *Pictet*-ому вдалося так заморозити риб - окунів при  $-15^{\circ}\text{C}$ , що вони перетворювалися в лід і легко кололися на шматки, але при ступневому відогріванні, оживали й весело плавали в воді. При охолодженні до  $-20^{\circ}\text{C}$  риби цілком гинули, жаби витримували заморожування до  $-28^{\circ}\text{C}$ , тисячоніжки до  $-50^{\circ}\text{C}$ , епілями до  $-120^{\circ}\text{C}$ .

Останні праці над бактеріями показали ще більшу їх живучість, а саме: бактерії холери й сибірської уразки витримували температуру розрідженої повітря від 1 до 7 днів  $-190^{\circ}\text{C}$ , нетратячи своєї отруйливості. Хоч *Масфілдом*, працюючи над розрідженим воднем, досягав температури  $-252^{\circ}\text{C}$ , все таки не міг досягти межі припинення життя культур бактерій. У цих надзвичайних температурах, що відріжнялися від гіпотетичного зера лише на  $21^{\circ}$  ступень С, бактерії, не дивлячись на 10 годинне перебування, не губили своєї життезадатності. Подібні досліди зроблені були над теплокровними тваринами й частинами їх тіла. Так, заморожували й через декілька годин одогрівали серця теплокровних тварин; серця при цьому ще скорочувалися, сесто, тварини були живі.

Зміни температури впливають як дратівники та само й на перетворення енергії у організмах, особливо на порушення. Закономірність поміж підвищенням температури й збільшенням рухів і тут стверджується. Так, протоплязматичні рухи амеби з підвищенням температури, стають жвавіші й при температурі  $+35^{\circ}\text{C}$ , амеби сильніше скорочуються.

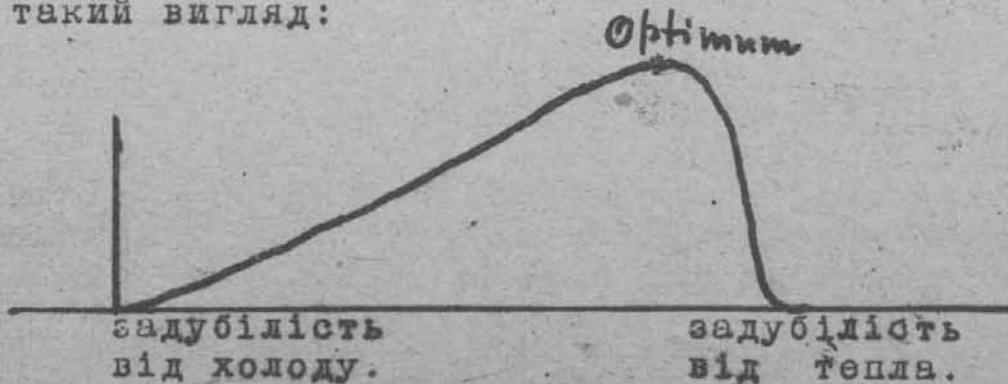
Так само відносяться й інші корненіжки, левкоміти ріжних тварин і токи протоплазми в ростінних клітинах. Так, званий миготливий рух волосинок спітеля вищих тварин, або волосинок інозорій по-

більшується на енергії й швидкості під упливом підвищення температури. Волоскуваті інфузорії при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ , носяться туди й сюди під мікроскопом з прудкістю стріли, а при температурі  $+30-35^{\circ}\text{C}$ , ці рухи стають немов скажені. Анальгічно відноситься й пересмужистий мяз. Якщо привязати в 0,75% розчині звичайної солі мяз жаби, то зачинаючи від температури  $+28^{\circ}\text{C}$ , мяз у міру огоріття розчину щораз міцніше скорочується й при температурі  $+45^{\circ}\text{C}$  досягає найбільшої сили.

Пониження температури впливає на живі організми не так, як підвищення, а саме: при зимовому студені виміна творив у більшості рослин, зовсім припиняється. Рух амеб при температурі, що трохи більше як  $0^{\circ}\text{C}$ , припиняється.

Протоплязма підлягає одубіlosti від студені й застигає в тій формі, в якій він її захопив. При поступневому огоріванні протоплязма знову робиться життезадатною. Якщо понизити температуру ще нижче як рівень одубіlosti, то життя припиняється на завжди. Цей мінімум температури, як ми вже бачили вище, у ріжних організмів ріжний. Так, амеби гинуть при температурі, що трохи нижче як  $0^{\circ}\text{C}$ , тоді як бактерії, за дослідами *Pictet* і *Macfadyen* витримують остання до  $-200^{\circ}\text{C}$ ,  $-250^{\circ}\text{C}$ . Досі нам не вдалося ще зясувати того низького рівня температури, при котрому всяке життя стає неможливим. Питання це має велике значення при студіюванні по-встання життя на землі й можливості переносу зародків життя з іншої планети через студені світові простори. Не лише пониження температури, але і її підвищення доводить життя до одубіlosti й паралічу. Так уже серед вищих тварин спостерігаємо зимову спячку, що повстає від студені й літні сплячки, що повстають від спеки у тропічних країнах. Яйця морського їжака, що знаходяться у стані поділу, й які нагріті до  $+30^{\circ}\text{C}$  в цьому стані дубеніють. Амеби нагріті до  $+35^{\circ}\text{C}$  також дубеніють і приймають вид круглих мас; миготливі рухи клітин слабішають, маліють, нарешті припиняються. Якщо після короткого впливу високих температур її понизити, то протоплязма поволі оправляється. Якщо ж вплив високої температури буде довгий або дуже значний, то життя припиняється назавжди. Отже, дві межі - студені і спека доводять нарешті

до одного. Життя протоплязми відбувається у певних визначених межах, що дуже різні для протоплязми неоднакових істот. Вона має свій *оптимум*, свій мінімум і свій максімум, при чому *оптимум* значно більше до *максимуму* ніж до *мінімуму*. Крива подражнення при дратівниках температуркових має такий вигляд:



Абсціса показує температуру, ордината - зворотення / з *Реном'ю* /. Намальовану криву треба розуміти лише як схему виявлення сили різними температурами на протоплязму. Під упливом *максимуму*, всі явища життя досягають найбільшого напруження, гармонійно впливаючи один на одного. Не треба лише забувати, що різні температури ріжно впливають на неоднакові феномени життя, а через це, повторюємо, що ця крива є лише схема, а не математичний вираз виявлення сили різними температурами.

Раніше між закінчили питання про вплив температури, скажемо декілька слів про, так звані, термоморфози. О. *Нерніг*-ові вдавалося розвивати яйця жаби при різних температурах; при чому перегріття викликало зпочатку ріжні потворності; перегріття в пізніших стадіях розвитку викликало численні термоморфози, себто, зміни в барві, в величині й у формі тіла в різних тварин. Найкраще це ми спостерігаємо в зміні барви, що відбувається в крилах метеликів. Вона приймає особливості властиві південним формам. До впливу високої температури треба віднести також тепловий і сонячний удар, що досить часто спостерігають на людині й тваринах у тропиках і великих містах із їх розпеченими камінницями й помостами /Паріж, Ньюорк/. Сонячний удар легко зробити експериментально на тварині; для цього треба її привязати на сонячній спеці так, щоб вона не могла порушуватись. *Характеристичне* при цьому велике зворушення й корчі. У людини спостерігають велику головну біль, зворушення, впадання і непритомність, галюцинації, маячення й корчі. Смерть

наступає нагло або через декілька годин чи днів. У випадку видужання, часто залишаються порушення психіки й параліч.

### VIII

#### ЧИН ПРОМІНЬВИХ ПОВУДНИКІВ В ДРАТІВНИКІВ.

Вплив проміння світла. Найбільш розповсюджене у природі проміння з довгими хвилями. В межах від 400 до  $800 \mu\mu$  проміння, роблячи від 380 до 760 коливань у секунду, приймається нашим ~~оком~~ як проміння світла, від червоного до фіалкового кінця дуговини - спектру. Найбільш довге ультра-червоне проміння / $800 \mu\mu$ / й найкоротше  $400 \mu\mu$  ультрафіалкове. Згадаємо, що один  $1 \mu\mu$  є одна міліонова частина міліметру/. За червоним промінням настает проміння з іще більшою довжиною хвилі - теплове проміння, якого око не в силі помітити; воно вже виявляє силу на термометр; за фіалковим промінням настает проміння з коротшою довжиною хвилі, присутність якого доводиться хемічними реакціями - проміння, що впливає хемічно. Всі джерела світла дають не лише один якийсь визначений рід проміння, а завжди більш-менш складну мішанину іх, що почуватися оком чи як білій кольор чи жовтий, червоний, блакитний та інші. Джерелом світла /не рапуючи явищ фосфоресценції і флюресценції/ є завжди розгораші частинки якихось тіл; якість світла залежить як від висоти розпечення, так само й від особливостей розпеченого тіла. Найважливішим джерелом світла, поодиноким що має значення у природних умовах, є сонце. Від часу розвинення електрики, ми маємо світло, також від дугових ламп, інтенсивність якого багато більша за інтенсивність проміння сонця, що спадає на земну кулю. Світло дугових ламп надто багате ультрафіалковим промінням, особливо коли джерело світла є розпечені частинки заліза, магнія, кадмія й цинку. Вплив теплового проміння світла, себто, проміння з довгими хвилями, є це вплив тепла на живі організми, - воно було вже розглянуто вище. Проміння з коротшими хвилями - себто, світляне проміння яким воно зустрічається у природі, мають особливість, що реакція на них із боку багатьох живих субстанцій мало помітна або зовсім не помітна, тоді як хемічні, механічні, термічні й гальваничні дратівники впливають на всі живі субстанції. У вищих тварин лише ті чутливі зорові клітини реагують на проміння світла, що маєть довжину хвилі /400-800/. Більшість же останніх тканин-

цих клітин вищих творин не подразнюються світлом. Навпаки, серед одноклітинних істот, є багато таких, що реагують на проміння світла і не мають спеціально для цього пристосованих органів. При кінці, рост іни, що мають хлорофіль і протісти, здібні реагувати на світло. Таким чином, поміж ступенем розвитку організму й реакцією на наочне проміння, існує немов би зворотна пропорціональність.

Уплив звичайного сонячного світла на людину викликує підвищення загальної виміни творіва й корисно впливає на нервову систему. На клітинах тіла не значний уплив проміння викликує збільшення каріокінетичного поділу їх і витворення одкладки пігменту вигляді смаги й весняної. При великій інтензивності світла маємо пониження життєвої діяльності клітин, процеси дегенерації і запалу вигляді сонячної порази.

Коли від звичайного спостерігального світла проміння ми обернемось до проміння з коротшою довжиною хвилі, себто, до хемічного проміння, що багато маємо прикористуванні електричними дуговими лампами, - то тут ми маємо образ, який виразно відміняється по інтензивності свого впливу. Це осліплюче чи, вірніше, що знищує світло, з яким стикається робітники в електричних майстернях, надзвичайно сильно впливає на клітини тіла; шкіра цих робітників на непокритих місцях легко піддається замиранию, або важкому процесу заналення й уразки. Це повстає не від упливу теплового проміння світла з довгими хвилями, а повстає від упливу хемічного проміння світла з короткими хвилями; це легко довести експериментально, коли ми виключимо вплив теплового проміння якимнебудь закіллям що добре втягує тепло. *Hertel & Hertel* вдалося експериментально виступувати вплив проміння з короткими хвилями, що лежать далеко в ультрафіолетовій частині дуговини, а саме проміння 280  $\mu$  ділчаних хвилі.

На ріжних живих об'єктах: бактеріях, інфузоріях, кишечнодутих *Aspergillus*, *Urobacchus*, молюсках, амфісіях і рост інших клітин, якому вдалося викликати цим промінням чліви, що раз-у-раз дратували й паралізували. Також і складові гістологічні нервової системи піддають простому впливові цього проміння. *Hertel & Hertel* вдалося вияснити крім того, що наочне світляне проміння, в багатьох випадках не має жодного впливу на організм. Це залежить просто від того, що проміння з

довшими хвилями дуже мало, або й зовсім не втягується живою істотою. Взаємалі, можна сказати, що втягування проміння організмами находиться у відворотній пропорціональності до довжини хвилі проміння. *Hertel'ebi* вдалося показати саму суть упливу проміння з короткими хвилями на організм; суть, що є в так званій редукції сполук, які мають кисень, чи в так званій, реакції відтворення. Ця реакція, просто кажучи, полягає в тому, що від окиснених сполук відбирається кисень, сполуки ці розкиснюються, чи, як висловлюються, поновлюються. Отже, досить правдоподібно, що загальний уплив проміння світла на живу субстанцію є поперед усього у впливі на виміну кисня. Це загальне положення можливо поширити й оз波єсюдити на розуміння праці проміння світла в рост. інших організмах. Там, як Вам вже відомо, при допомозі сонячного проміння робиться хлорофілем велика праця поновлення, чи редукції окисненого до ступні СО<sub>2</sub> вугільця.

Отже, ми підійшли з Вами до розуміння одного з важніших явищ-світлової виміни творів-до розуміння праці поновлення світовими проміннями й 11 великого значення. Подивимось тепер на ~~до~~ що частине

Сже в першій частині ції праці ми докладно зупинилися на впливі сонячного проміння на хлорофільні зерна, що саме, через енергію сонячного проміння розщеплюють СО<sub>2</sub> на вуглець і кисень, а далі потім, одержаного вугільця й води, з розчиненими в ній солями, будують синтетично першу органічну сполуку, перший витвір ассимиляційної виміни творів-крохмаль, що через цього відживлюється все, що існує на земній кулі. Але цього ще мало. Вплив світлянотопроміння, це є умова витворення зеленої субстанції хлорофілю. Дослід показує, що з насіння яке проросло в темноті, виростає рослина, що не має хлорофілю, а через це не може розщепляти СО<sub>2</sub> й витворювати крахмаль. Отже утворення першого органічного витвору, потрібно потім витворювати всі останні органічні субстанції, є виявлення сили, вплив подряження світляного проміння сонця. З усього проміння, що посилає сонце на землю, червоне проміння, себто, з більшою довжиною хвиль виявляє найсильніший ассимиляційний уплив.

Вплив світла на рух тварин студійовано *Бідельманом* на одній корнекіжці /*chicorrea*/ - *реконуса*, що живе на дні ставів і в багаті з малим освітленням. Вона в звичайних умовах повзє вигибаючись у напрямі свого руку. При чаглім освітленні вона, як і всі голі протоплазматичні тіла, зараз же скоро-

чуються й приймає круглу форму. Так само вони реагують і на інші подразнення. Коли ми будемо збільшувати освітлення повільно, то реакції небуде. Відкриті тим же вченім *Engelmanni bacterium photometricum* дуже чутливі до світла, за що й одержали свою назву. Вона при ~~зупиняє~~ трудко порушається в воді при допомозі хмутиків, що знаходяться по кінцях її тіла. Коли припинити освітлення, то бактерія раз-по-раз припиняє рух, і новим появленням світла рух знову починається. Праці *Herbel'*а з ультрафіловим промінням із довжиною хвилі в 280 $\mu$  показали, що численні бактерії, що викликають хороби *Escherichia coli*, тифу, вібріони холери, вібріони Мечникова *Escherichia coli*, *Escherichia coli* *prodigiosus*, *Escherichia coli* *mirabilis* - зпочатку впливу світла прискорюють свій рух, але через декілько секунд паралізуються. З волосуватих інфузорій *Pleuronema chrysostomum* під упливом світлого проміння, особливо блакітного і фіалового, роблять виразні скоки, тоді, як більшість волосуватих інфузорій не чутливі до цього дратівника. У згаданих дослідах *Herbel'*а, волосуваті інфузорії *Stomatostoma* і *Coccomyxa* також *Stentor polymorphus*, *Archaeum* і *epistylis* - зпочатку виявляють збільшення руху, а потім цілковитий параліч. Світло не виявляє жадного впливу на рух перемежистих мязів тварин, тоді, як пласті мязи можуть скорочуватись від простого впливу проміння світла без допомоги нервової системи.

М'яа, що скорочує чоловічка/зін. *Synaptodes nuditus* / у риб і амфібій, складається з пластів мязів, коли він - скорочується під упливом світла, - на- віть, якщо й його вирізати.

Надзвичайно цікаві експерименти *Herbel'*а над упливом ультрафілових промінів на центральну нервову систему хробаків. У дощовогохробака проміння впливає на черевний нервовий ланцюжок, викликаючи сильне скорочення мязів, що інервуються цим ланцюжком. Спостерегальне, що проміння світла не має жадного впливу. При дослідах над другим хробаком *Birmanicus* проміння з короткою довжиною хвилі й звичайне спостерегальне викликує дуже значне скорочення мязів, себто, подразнення нервового ланцюжка. Цей факт пояснюється просто. Черевний нервовий ланцюжок у *Birmanicus* має велику кількість темного пігменту, що втягує добре проміння світла не лише з короткою довжиною хвилі, але й з довгою, себто, звичайне наочне проміння. Тепер нам

треба розглянути більше вплив проміння світла на око вищих тварин і око людини. Людське око збудоване так, що схоже до фізичного апарату, відомого під назвою **Система світла** і складається: 1/ апарату, який переломлює світло - так званого переломлючого центру ока - прозорки рогова оболона /, сочки / хришталік /, шкляноподібного тіла й віх kosti, що заповнює собою передню й задню камеру ока; 2/ складного нервового витвору - сітчанки, що становить частину сірої субстанції шкорки мозку, котрій приладнався до прийняття світлових хвиль. Сітчанка розвивається й у зародку, як випинання мяскової субстанції і у вигляді двох пухирів, із яких кожний сидить на грубій ніжці. Стінка пухиря перетворюється потім на сітчанку, а ніжка пухиря у грубий зоровий нерв. Сітчанка складається з семи шарів нервових клітин, із котрих для нас цікавий лише шар особливої форми клітин, що звуться патичками й колбочками. Проміння світла після протиснення до ока через **головічок**, що здібний скорочуватись і поширюватись, переломлюється осередками ока і дає на сітчанці зворотні /до гори ногами / фігури предметів. Ми не будемо зупинятись на питанні, як і чому зворотні фігури приймаються нашим мозком, як звичайні, а лише покажемо, що світло дратує патички й колбочки. Тут доведено, що під упливом світла внутрішні частинки колбочок скорочуються, а під упливом темноти становляться довшими. Ця реакція знайдена в усіх досліджених видів тварин і в людини. Зокількі частинки патичків /не ковбочок/ мають особливий червоний пігмент, так званий, зоровий багрець

**Редорсін**, що зберігається в темноті, біле й руйнується при денному світлі. Зоровий багрець відбарвлюється найінтенсівніше через уплив світла, що має довжину хвилі 530  $\mu$ , світло з більшою чи меншою довжиною хвилі впливає слабіше. Зоровий пурпур зустрічається, очевидчаки, в усіх тварин, сітчатка котрих має патички. Зоровий пурпур, що руйнується, відбарвлюється діленням промінів світла, а в темноті знову відновлюється. Це саме відновлення зорового пурпуру /багрець/- дає сітчатці почуття чорного коліру в повній темноті, якщо на око не впливає жадний зокільний дратівник.

## СВІТЛО, ЯК ПАРАЛІЗАТИВНИЙ ЧИННИК.

Паралізативний уплив ночного світляного проміння ще недоведене її сумнівне. Явища повільного росту ростин на **Яскрівому** світлі й страта здібності світитись у морських тварин, надто складні її невистарчаюче зясовані, але паралізативний уплив проміння з малою довжиною хвилі докладно доведений дослідами того ж самого **Hertel'**.

Різні бактерії, інфузорії, ростинні клітини й водорости / *diatomsae* / швидко паралізуються. Проміння це здібне швидко нищити ріжні ферменти й токсіни й викликати в відживних осередках хемічні зміни, що роблять їх непотрібними для росту бактерій. Це проміння має виразно виявлену властивість убивати бактерії. Бактерицидальна / яка нищить бактерії / сила ультрафіталкової частини дуговини спектру 10-12 разів більша ніж сила решти його частини, а хвиля довжиною 280  $\mu\text{m}$ , 3000 разів сильніша ніж синє проміння дуговини спектру / довжина 500  $\mu\text{m}$  /. Так само промінням із короткою довжиною хвилі паралізується процес витворення форм, як наприклад, процес розвитку заплідненого яйця морського іжака / *echinus microtuberculatus* /. Коли яйця того ж самого морського іжака обарвути чорвоною барвою еозіном, то через ці барви яйце починає втягувати звичайне світляне проміння, котре тоді починає впливати на його паралізативним способом. Цими дослідами дуже зясовується роль ріжних пігментів ув організмах. Гемоглобін чи речевина, що обарвлює людську кров, грає, по відношенню до хемічного проміння, ролю справжнього фільтру, подібного червоному склу фотографічних ліхтарів і перешкоджає хемічному промінню втруватись у глибокі шари тканин. В силу цього, всі зміни, що викликаються світлом, закриваються шкірою й поверховими органами й оком, в котрому рогова оболона й кришталік сильно втягають ультрафіталкове проміння, не пускаючи його до чутливої до них сітчатки.

## ПРОМІННЯ РЕНТГЕНА.

Якщо **є** шклянної рурки випомпувати повітря до такого ступеня, що тиснення його понизиться до декількох міліонових частин атмосфери й потім, через цю порожню рурку перепускати електричний ток, то із катоді повстане оссомінс корну скуларне катодне проміння. Корну скуларне проміння відрізня-

ється від решти проміння тим, що воно залежить від переміщення матеріальних частинок /іонів/, носителів позитивних чи негативних електронів. Тоді як швидкість розповсюдження решти проміння однакова й рівняється 300.000 ~~kilom/sec~~, корпускулярне проміння розповсюджується в десять разів повільніше. Саме це корпускулярне проміння в нашій рурці зупстрічає підставлену на їх шляху платинову пласточку; ударяючись об неї воно викликує вже неспостерігальне оком проміння, яке - проміння, чи проміння Рентгена. Проміння Рентгена примушує флюоресциувати зеленовато-блакитним світлом скло рурки, залишаючись недогляденим для ока більшості тварин і людей. /Б/ згадає, що комахи /мухи/ бачать проміння Рентгена /Аксенфельд/. Проміння Рентгена має численні особливості, що їх характеризують. Так воно примушує флюоресциувати деякі тіла, впливає на фотографічну пласточку і втягується через непрозорі для світляного проміння тіла. Через це непрозорі для нього частини, пропускуються на екрані або фотографічній пласточці як тіни ріжної інтенсивності. Ступень непрозорості для проміння Рентгена взагалі пропорціональна атомній вазі елементів із котрих складається дана сполука. Досліди над упливом промінів Рентгена на нижчі організми зводиться до ось чого. Часті розплоди бактерій, наприклад, вірюнів холери, і палочок ~~беруру~~ після одної години виявлення сили на них промінням, піддається зовсім. У ростинних клітинах під упливом промінів, токи протоплязми зпочатку прискорювались; потім у протоплязмі розвивалися зміни структури: в ній виявлялося багато ~~здер~~ і вакуолів. Уплив промінів Рентгена на кореневі ~~жабки~~ і інфузорії ріжний. Тоді як одні з них відносились зовсім байдуже до 14-ти годинового впливу промінів, другі втягували свої псевдоподії і гинули у стані цілковитого скорочення. У дектрих жмутковатих і волоскуватих інфузорій проміння паралізувало порушення жмутиків і волосинок, а потім викликувало смерть. Другі вчені, як Joseph, Paul Varek, спостерігали, що paramecium daphnia вникають виявлення сили промінів Рентгена. Так само воно спостерігали шкідливе і паралізативне виявлення сили промінів на рухи протоплязми в ростинних клітинах і повільнення пульсації вакуолів у інфузорії. Загально можна сказати, що виявлення промінням Рентгена на організм, зводиться до значного пониження життєвої діяльності протоплязми: затримка виїви і росту, явища недороження і засиряння.

Ці зміни тим сильніше бувають виявлені, чим дані клітини й тканини молодші, себто, чим інтенсивніша їх життєва діяльність; вони найбільш помітні в тканинах, що підлягають розвитку й безперервній фізіологічній дегенерації, а також у виговора, хоробливого росту, запальніх розростах, наростах і таке інше. На цьому збудовано тепер лікування деяких наростів у людини, наприклад, наросту матки фібром та міом із великими, очевидчими, успіхом. На організм людини впливають так, що викликають важкі запальні вразкові процеси зі завмиранням шкіри, що досить тяжко лікується, далі збільшення кількості білих кровяних тілес і атрофічні зміни в органах кровотвору, себто, в костяному мозку, сележні, лімфатичних зальозах. Проміння Рентгена викликає особливі зміни в ноголовних зальозах; від нього тут гинуть первісні поголовні клітини /сперматогонії/ і салишаються непошкодженими, так звані, інтерспандіальні клітини зальози. Таким чином, захопуючи здібність до поголовного акту /potentia coeundi/, знищується здібність давати нащадки /potentia generandi/.

### ПРОМІННЯ БЕКЕРЕЛЛЯ РАДІЙ.

Бекерелівське проміння повстало з особливих радіоактивних речевин; сюди належать сили урану, торія, радія, барія й польонія. Бактерицидне виявлення сили промінів радія може вважатись за доведене лише для деяких родів. Так, від значного впливу промінів радія зовсім перестають розплоджуватись культури *micrococcus prodigiosus*, *bacillus* тіфу, холери, сибірської уражки. Особливо сильно бактерицидно впливають  $\alpha$ -проміни, що легко втягаються. Останні роки, медики багато працюють над виявленням сили радія на злосливі нарости людини /рак -само/. Наслідки останніх повідомлень дозволяють нам мати надію, що ця дивовижна хорoba, від котрої далеко не завжди виліковували найтіщи й найнебезпечніші хірургічні операції, мабуть буде вилікувана промінням Бекерелля, що ~~ніж~~ ракові клітини. Цей гарний наслідок тим більше стає нам радісним, що за останні роки занедужання раком, стали надзвичайно часті в культурніших державах /як Англія/, й що через те, що теоретичне знання кожний раз приносить красні наслідки, що підтверди-

жують велику думку "шукайте чисту істину, решта прикладеться саме собою."

## IX

### ЕЛЕКТРИЧНІ ДРАТИВНИКИ-ПОВУДНИКИ.

Електрична енергія надзвичайно широко розповсюджена у природі; так само її електричні явища наслідують у всякого вищого організму процесами зервового зворушення, скорченням м'язів, секрецією залоз. Між тим і у природі і в організму, електрична енергія рідко досягає того напруження, що здібне викликати помітну, до певної міри значні зміни, реакції у живих організмах. Відмінного напруження досягає у природі лише атмосферична електричність, від котрих повстають бури, вдари блискавки, а в царині тварин - у електричних органах деяких риб, здібних наносити смертельні електричні вдари вищим тваринам, до людини включно. Електрична енергія, яку ми одержуємо штучно, її котрою користуємося у техніці й дослідах над живими істотами, уявляється нам у вигляді гальваничного току чи в вигляді індуктивного току. Якщо дві смужки ріжних металлів сполучені одна з одною рідким осередком, то в них металах виникає неоднакова електричність - ув. одному позитивна, в другому негативна. Ці дві електричності прагнуть сполучитись і ось у течиві, в котрої знаходяться метали, виникає ток, що пливе від смужки з негативним набоєм, до смужки з набоєм позитивним. Якщо горішні вільні кінці смужок мають вільний доступ до повітря, то на кінцях обидвох смужок будемо мати певне напруження електричності /електричний потенціал/, але току не буде, бо повітря - дуже злив провідник. Якщо вільні кінці пластичного сполучити добрим провідником, наприклад, мідяним дротом, то заряд виникне ток, який пливе від позитивної пластички до негативної. Коли він увійде до негативної пластички - ток опуститься до долішнього кінця пластички, а потім через течиво попливє від негативної пластички до позитивної, себто, коли току замкнеться. Якщо ми візьмемо на нашому прикладі мідяну пластичку й цинкову, то перша буде з набоєм позитивної електричності /+/, а друга - негативної /-/. Течиво до котрого опущені пластички, буде вода, підкислено сірковим квасом.

В такому вигляді нам буде уявлятись простіша гальванична батарея, що дає гальваничний ток, чи як це приято називати, постійний ток.

Крім постійного тока, в техніці у фізіологічних експериментах уживають ще індуктивного току. Справа полягає, при індуктивному тоді, ось у чому. Ми маємо спирально скрученій дріт, по /котро-му пускаємо ток якоїс гальваничної батареї, себ-то, постійний ток. Недалеко від цієї первісної спиралі з її первісним током, маємо другу /вторич-ну/ металічну спираль, яка зовсім не торкається первісної. Коли ми будемо стежити за другою спи-раллю, то помітимо, що в ній повстас ток лише в момент замикання току первісної спиралі. Цей вто-ричний /індукційний/ ток дуже короткий; він пов-стас лише в самий момент замикання току первісної спиралі, й зараз же зникає. Як би довго не був ток у первісній спиралі, жадного току у вторич-ній спиралі більше не помічатимемо. Але, лише, як ми розімкнемо ток у первісній спиралі, то у втори-чній знову повстане ток на найкоротший момент. От-же, у вторичній спиралі повстас два токи: 1/ ток замикальний й 2/ ток розмикальний. В проміжжі між ними жадного току у вторичній спиралі не бу-ває, хоч як би не був міцний і довгий ток первіс-ної спиралі. Поміж двома токами вторичної спира-лі - током замикальним і током розмикальним - існує ось яка зasadнича ріжниця: 1/ замикальний ток має відворотний напрям, ніж ток первісної спи-ралі; 2/ розмикальний ток має той самий напрямок як і ток первісної спиралі.

Найбільше її насамперед студіювали вплив еле-ктричного тока на м'язи й нерви. При цьому були відкриті деякі важні закономірності. По перше, ви-явилось, що коли постійний ток перепускати через живий об'єкт, то не цілий відтинок, по котрому пливе ток, зворується одночасно, а первісно виникає зворушення в точках входу й виходу току, себто, біля анода й катода, і вже звідсіля розпо-всюджується на цілий об'єкт. Через це А і К-одино-кі дві точки, в котрих ток просто виявляє звору-ливу силу, себто, точки початкового зворушення. По друге, перепускаючи постійний ток через дви-гальний нерв знайшли, що: а) якщо замикати ток, зво-рушення повстас на К. Звідсіля зворушення роз-повсюджується по нерві до його закінчення в м'язу й м'яз відповідає на це дратування скороченням. в/ якщо розмикати ток, зворушення повстас на А.,

звідсіля розповсюджується по нерві, до мазу, кото-  
рый відповідає також скороченням. Цей закон "бі-  
унового подражнення" можна представити такою  
формулою: К.З.С. й А.Р.С. /себто, катод  
замикання скорочення, й анод розмикання скорочен-  
ня/. Цікаво, що в медичні цісю формулою користу-  
ються для розвязання питання, чи здоровий і ці-  
лий даний нерв чи ні. Саме, при ушкодженні та  
хоробах нервів, маз, безумовно, підлягає атрофії,  
і півіть іноді загибелі. Тоді вищеозначена фор-  
мула змінюється й ми маємо, наприклад, А.З.С.  
/анод замикання скорочення/, себто, так звану, ре-  
акцію переродження.

В дальнішому правдивість закона бігунового  
зворушення була доведена для перемежистих мазів,  
а потім для пластих мазів. Потім припускали, що  
цей закон розповсюджується на всю живу субстан-  
цію, але при досвідах над нижчими організмами  
виявилось не правдивим.

Досліди над гарною корненожкою прісних вод  
*actinophycium Bichhöini*, що має довгі, подібні  
до премінів, псевдоподії, довели ось до чого: в  
мент замикання тока псевдоподії, що скеровані  
в напрямі тока, скорочуються; при чому протопляз-  
ма псевдоподій збирається в маленькі кулі й вере-  
тення і пливе до тіла корненожки. Навпаки,  
псевдоподії, із простонадним напрямком до тока,  
залишаються в супстворі. Отже, в мент замикання, ми  
маємо подражнення й біля катода й біля анода;  
подражнення біля анода сильніше, про що дає нам  
снати сила скорочення псевдоподій. Якщо постій-  
ний ток виявлятиме довго силу, то явища подраж-  
нення біля катода дуже швидко зникнуть, і псевдо-  
події знов приймуть свій звичайний пластичний вигляд,  
тоді як явища подражнення біля анода продовжува-  
тимуться доти, доки пливтиме ток.

Це виявляється ув явищах, скорочення яких  
раз-у-раз змінюються, протоплязма що раз то біль-  
ше відтягається від анода до тіла, а псевдоподії  
швидко зовсім втягуються. Тепер помітні вже ско-  
рочення на самому тілі корненожки. У протоплязмі  
помічається явища розпаду, що тривають зажи-  
пліве ток. Отже, постійний ток викликує у цісі  
корненожки явища подражнення доти, доки триває -  
же ток. В мент розмикання тока розпад протопляз-  
ми біля анода припиняється, а в той же час біля  
катода помічається меншого розміру явища подра-  
ження, в формі згущених псевдоподій. Якщо не

розмикати кола току, то тіло корненожки починає біля анода що-раз більше розкладатись, лише по-вільнюючись з часом, а як що ток був не міцний, розклад припиняється. Коли ж ток був досить міцний, то в остатку все тіло корненожки розкладеться в групу безформених зерняток. Отже, ~~астріограф~~ *Eichhornia*, якщо замикати коло тока дратується біля анода й біля катода, якщо розмикати дратується лише біля катода, але весь час пливу тока протоплязма подразнюється. Анальгичні явища спостерегали у морських корненожок *orbitalites*, *ambystoma lessoni* та інших. На міготливому епітелії вищих тварин, в момент замикання постійного току, спостерігають прискорення міготливих рухів на обох бігунах. У амфібій, якщо замкнути постійний ток, біля анода подразнюються залозисті клітини шкіри, що виділюють біловатий секрет. Pelomuta palustris /корненожка прісних вод/ подразнюється, якщо замикати ток біля анода й розмикати біля катода. Коли перепускати постійний ток крізь amœba motens, що випускає свої псевдоподії в різних напрямках, то вона зараз же приймає форму, так званої, амœба лімак, себто форму, що витягнута в довжину, при цьому протоплязма скорочується біля анода, стягується тут най утворюються характеристичні вакуолі, а у катода виникає обмежене поширення, розгортання протоплязми в широку лопасть. У ранатмешті-ті самі явища-скорочення біля анода й поширення біля катода.

Постійний ток упливає дратуючи також на такі організми, котрі рухаються змінами тургора /напруження/ своїх частин. Так постійний ток викликує у Mimosa pudica ті ж явища, як і механічні дратівники. Продукція інших форм енергії, окрім руху викликується впливом постійного току. Докладні термоелектричні вимірювання показали, що м'ясо, котреї скрачуються, витворює тепло й що продукція тепла в цьому випадкові більша ніж продукція механічної енергії, яку розвиває м'ясо, що працює під час свого чину лише  $I/5 - I/3$  частина виявляється в формі механічної праці, решта ж виявляється в продукції теплової енергії.

Відомо також, що електричними дратівниками можна викликати явища світла в морських тварин, що здібні світитися - radiolaria, noctiluca й інш. Саме собою зрозуміле, що електричні дратівники, подразнюючи живу протоплязму, сильно впливають на зміну вимірюваних творів в цій протоплязмі. М'ясо, що зворується до ве-

живої праці, уживає більш кисень, ніж м'яз у стані супоків; м'яз витрачає також тілкоген, продукує більш  $\text{CO}_2$  і молочного квасу, та набирає, замісць мейтральної чи щавної реакції спокійного м'язу квасину реакцію м'язу, що працює. Думають, що саме накопичення в м'язі молочного квасу викликує явища втоми.

Паралізативний вплив електричного току студійовали на миготливому епітелії жаберних ~~валків~~ двойчатих скоек. Якщо подразнювати ці валки ~~лише~~ міцним ударом індукційного току, то довгі волосинки валків замирають у стані, подібний тепловій здубеності, вони згортаються за напрямом удару току, припиняючи свої рухи, і залишаються в такому положенні так довго, наскільки міцний був індукційний удар. На миготливому епітелії хребтових тварин часово-значний вплив постійного току <sup>виявляється</sup> у чому. Зпочатку на обох бігунах помічаемо прискорення миготливих рухів, що росповсюджуються потім <sup>на</sup> всю міжбігунову смугу. Однак, при часово-довгому впливі току миготливі токи що раз слабішають і зовсім припиняються на всій міжбігуновій смузі.

В чому саме полягає вплив електричного току на живі субстанції?

Всяка жива субстанція збудована з надзвичайно складних, а через це надзвичайно лябільних хеміческих сполук. Отже, ці найскладніші і ~~най~~ лябільніші сполуки порушуються електричним током у першу чергу, але, підлягаючи розкладу, вони викликають у організмах явища подранення. З другого боку, вказують на переміщення токів, що викликується постійним током, як на причину впливу току. Через досліди *Carlgren* показав, що в ріжких мертвих клітинах інші токи викликають явища, дуже ~~аналогічні~~ з якими явищами подразнення й залежать ~~менше~~ від переміщення течіва в цих клітинах. Во всякому випадку вплив гальваничного подразнення не можна відібрати лише хемічним змінам /електроліз/ і фізичним явищам /переміщення течів/ а й у дослідніших дослідах треба визнати специфічність гальванических дратівників.

До найцікавіших явищ у царині тваринної електричності відносяться електричні риби, яких начислюємо до 50-ти родів. Електричний угор  *Gymnotus electricus* у річках південної Америки має коло двох з половиною метрів довжини; електричний сом *Malapterurus electricus* в Нілі, електричні скати /*Torpedo marmorata*/ 30-70 см. довжини;

*Torpedo osellata*, нарісна - в Середземному морі й ще декілька споріднених родів; наречти *- торпеда* - Нильська щука. Ці тварини мають особливі електричні органи, які можуть почасти рефлекторно, а по частині довільно напосити міцні електричні вдарі. Електричні органи, це - змінені мязи, що інертується особливими нервами. У електричного сому, електричний орган обхоплює тіло риби, як плащ. Електрорухальна сила визначається в електричного вугра в 300 $\gamma$  в інших зонах менша. *Torpedo occidentalis* у східно-американського берегу, коло 1,5 м. довжини, збиває своїм ударом із ніг найменшу людину. Електричний скат може неперестаючи зробити від 1000-до 2000 вдарів, потім наступає втома органу. Відомий мандрівник Олександер *Von Humboldt* описав життя й уплив електричних угрів у південній Америці, що здібні збивати своїм ударом іноземців. В загалі треба зазначити, що міцні токи від декількох десятків Вольт для дрібних тварин, приблизно з 1000 Вольт - постійний ток, з 100 Вольт - змінний ток, ѹ несподівані міцні розряди, що подібні до вдарів блискавки, викликають у тварин цілий ряд глибоких змін, іноді вже не спеціального характеру, як опочення, травання, що нагадують стріляні рани, явища струсу. При насмертельних ударах блискавки, на шкірі людини спостерігають характеристичні фігури, що нагадують гіллячки дерева, а саме червоні плями, що залежать від параліча нервів і порушують сосуди шкіри. Вдари в голову завше смертельні, вдари в кінцівки лише іноді вбивають. Міцні постійні токи якщо іх напруження досягає від 40-70 $\gamma$  для собаки, 400-500 $\gamma$  для коня, 1500 $\gamma$  для людини, вбивають викликаючи параліч серця. Змінні токи, якщо досягають напруження не вище 120 $\gamma$  викликають припинення діяльності серця. Якщо напруження дуже високі і вище 1200 $\gamma$  вплив змінного току подібний до впливу блискавки і також викликає параліч дихального центру. Уражених блискавкою вдається вирятувати при допомозі штучного дихання. Вдари блискавки відріжуються поміж собою своїми особливостями, як немов би капризами. Спостерегали, що коли вдар блискавки зовсім зпинув одяг людини, залишаючи людину недоторкнутою, але й спостерігали й також чавпаки. Після одного вдару блискавки в будинку гибли всі черниха, у другому випадку вдар блискавки витягнув усі цвяхи з чобіт, залишивши їх власника непошкодженим. Багато подібних куріозних прикладів Ви можете найти у книжці відомого французького астронома Камілла

178

для коя, 1500 $\gamma$  для людини, вбивають викликаючи параліч серця. Змінні токи, якщо досягають напруження не вище 120 $\gamma$  викликають припинення діяльності серця. Якщо напруження дуже високі і вище 1200 $\gamma$  вплив змінного току подібний до впливу блискавки і також викликає параліч дихального центру. Уражених блискавкою вдається вирятувати при допомозі штучного дихання. Вдари блискавки відріжуються поміж собою своїми особливостями, як немов би капризами. Спостерегали, що коли вдар блискавки зовсім зпинув одяг людини, залишаючи людину недоторкнутою, але й спостерігали й також чавпаки. Після одного вдару блискавки в будинку гибли всі черниха, у другому випадку вдар блискавки витягнув усі цвяхи з чобіт, залишивши їх власника непошкодженим. Багато подібних куріозних прикладів Ви можете найти у книжці відомого французького астронома Камілла

Фламаріона.

## X. ТАКСІСИ ЧИ ТРОПІЗМИ.

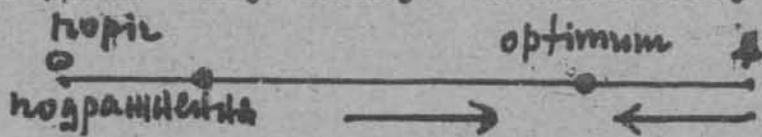
Якщо якийсь дратівник впливає на здібній до руху живий організм і цей організм відповідає рухом на подразнення чи дратівникові чи шавпаки, то таке явище називається *taxis* чи *tropismus*. Відповідно матури дратівника, розріжняють: *Chemo-taxis* /хемічний дратівник/, *barotaxis* /механічний дратівник/, *phototaxis* /світляний дратівник/, *termotaxis* /дратівник температурний/, *galvanotaxis* /галванічний дратівник/. Відповідно руху розріжняють: позитивний таксіс, якщо живий організм наближається до дратівника й негативний таксіс якщо живий організм відходить від дратівника. Через те, що явища таксісу ~~з~~ доляють у житті одноклітинних і многоклітинних ростинних і тваринних організмів значну роль, то ми мусимо розглянути кожний із таксісів окремо.

### *Chemo-taxis*

Явища *Chemo-taxis* можна добре спостерегати на простіших слизневих грибах *тукотусета*, а саме на *ochrallum septicium*. Коли ~~з~~ взмодії цього грибка примишти на смужку фільтровального паперу, один кінець котрої опустити в воду, що покрита шаром індиферентного масла, то всі грибки виповзуть із води й примиштяться на тому кінці смужки, що залишається в повітрі. Грибок витягуветься зводи, що покрита маслом, себто з води, що позбавлена притягуву киснія, до повітря, яке має кисень. Тут виявляється позитивний *Chemo-taxis* кисню. Таким самим позитивним *Chemo-taxis* єм володіють і ті речевини, котрими відживляються ці грибки, а саме: ястоника вичищених шкір. Тоді мова йде про *protophotosis*, себто, приваблювання відживними речевинами. Дуже цікаві і практично важні спостереження, зроблені багатьома вченями над *Chemo-taxis* більш кровяних тілес у людини й тварин. Бактерії, що викликають хвороби, розвиваючись утворюють витвори вимін творів артруїлові для організму, що звуться токсіни. Ці токсини мають міцний позитивний *Chemo-taxis* у чідношенню до більш тілес, чи лейкоцитів. Лейкоцити масами притягуються до тих ~~очінок~~ у організмі, де витворюється скучення бактерій; тут поміж бактеріями й лейкоцитами починається боротьба. Лейкоцит вбирає до себе й намагається перетра-

вити й знищити бактерію, - бактерія так само може вбити лейкоцити отрутою, що вона виробляє. Коли капілярну трубку, що замотована на одному кінці, наповнити кокками, що викликають процес гнилтя-наприклад *Staphylococcus pyogenes albus* чи *analis*. - і ввести таку рурку під шкіру, або в черевну дутину кротка, то через 10-12 годин ми побачимо під мікроскопом, як численна кількість лейкоцитів пройшла до середніх капілярної рурки й втворила біля відкритого кінця немов білковий самогон з тіла і на численні білковими не-бактерійного походження, напр. пшенична мука, гороховий кисіль. Досліди Ковалевського показали, що лейкоцити відіграють важливу роль у метаморфозі деяких комах, коли вони з гусениці перетворюються в кінцеву форму /*imago*/ . Призначенні до знищенні організм перероджуються, напр. деякі миази виробляють при своєму перетворенні особливі речевини, які сильно приваблюють лейкоцити, що швидко пожирають ці органи. Такі лейкоцити, що пожирають ріжкі речевини, мають назву фагоцитів /-фагосит/. На фагоцитозі збудована відома теорія Мечникова про боротьбу з заразливими зародками в організмі. Кисень сильно хемотично впливає на ріжкі бактерії зі жмутиками і на інфузорії. Коли, наприклад, у краплю води під покривальним склом помістити водоріст, що має хлорофіл і здібний при світлі виробляти кисень і в цю краплю помістити бактерії-спірохети, то бактерії зараз же щільним кільцем оточують водоріст і одержать від неї кисень. Коли пересумутити водоріст, то через 1-2 хвилини всі спірохети знов простуватимуть до неї й оточать її зо всіх боків. Коли провадити дослід таким чином, що одна половина водоросту буде затемнена, а через це й не зможе виробляти кисень, а друга освітлена, то бактерії скучаться лише навколо другої, освітленої світлом половини водоросту. Як відомо, велика кількість ростки і тварин розвивається з яйцової клітини, що оплоджується чоловічим половим елементом-сперматозоїдом. Яйцева клітка звичайно важка велика й нерухома, а сперматозоїд малий і надзвичайно рухливий. Яйцева клітка виробляє при своїй виміні творіва такі сполуки, що мають позитивний хемотаксис і приваблюють сперматозоїд. Сперматозоїд дуже чутливий, - у морі, напр. де плаває безліч

яєць, що викинуті в воду ріжними тваринами, він знаходить яйце саме того виду тварин, до якого належить він сам. Видно секрет слизової оболони матки вищих тварин так само має позитивний хемотаксіс до сперматозоїда. Приймани ~~хови~~, спостеріг привабливий уплів слизової оболони матки щурів, кроликів і собак на сперматозоїди, тоді як інші тканини тіла не мали подібної властивості. Сперматозоїди папоротників надзвичайно чутливі до неміцьких розчинів 0,05% яблочного квасу, можна припустити, що ~~ауксіногенін~~, у котрому закладена яйцева клітина має деяку кількість цього квасу й цим квасом приваблює сперматозоїди у природних умовах. Як приклад негативного хемотаксісу покажемо на реагування інфузорій ~~аморфічн~~ на звичайну сіль. Коли ці інфузорії помістити до краплі води до краю краплі прикладти кришталики солі, а потім цю краплю сполучити водяним мостиком із другою краплею води, то інфузорії начнуть раз-у-раз як розчинюються сіль у першій краплі покидати її і переходити по мостику в другу краплю, зокрема всі зберуться у другій краплі. Степень чутливості нижчих організмів до хемічних дратівників відко з оцих міркувань. У дослідах над сперматозоїдами папоротників виявилось, що вони вжечу чують яблочний квас у капілярній рурці в розчині 0,001%. Для цього лише потрібно взяти на увагу, що сперматозоїд заставляє мінятися ріжницю в концентрації розчину, яку він відчуває на своєму передньому і задньому кінці, бо, коли б речевина була рівномірно розміщена навколо сперматозоїда, то не було б і стимула до руху. Довжина всього тіла сперматозоїда рівняється лише 0,015 . Їз численних дослідів, зроблених над ріжними одноклітинними організмами, можна зробити ось які висновки: 1/ ріжні хемічні речевини часто в дуже малій кількості мають одні позитивний, другі негативний хемотаксіс до одноклітинної ростини й тваринного організму, 2/ числені речевини, що в неміції концентрації впливають позитивно хемотактично, в деяких концентраціях виявляють на ті ж самі органи негативний хемотаксіс. Тому існує деякий ~~ортін~~ подраннення, до якого організми прагнуть, як із розчинів із більшою концентрацією, так само й із меімою. Тому можна дати таку схему хемотаксісу:



Концентрація збільшується від ліва направо. При цулі нема засвіті цієї речевини, при концентрації згубна для організму. Вказівки зазначають напрям рухів живих істот.

## Barotaxis

Під **Barotaxis** розуміють реакцію живої тварини, що виявляється в русі під упливом ріжниці в тиснені з'окілля на ріжні частини організму. Коли, наприклад, передній кінець тварини продовжної форми, знаходиться під тисненням I атмосфери, а задній кінець - тисненням, що рівняється II<sub>atm</sub>, то тварина знаходиться під упливом баротактичного подразнення й може відповісти на цього рухом чи в бік більшого тиснення /I<sub>atm</sub>/ - позитивний баротаксіс, чи в бік меншого тиснення /II<sub>atm</sub>/ - негативний баротаксіс. Як окремий рід баротаксіса відріжнауть подразнення, що повстає від дотику живої субстанції до якогось твердого тіла. Найпростіші приклади **Higmotaxis** - дають голі протоплязматичні маси, напр. кориселки, хлекоцити й миші, при чому видно, що легкий дотик дає позитивний таксіс, а міцний - негативний. Виразно виявлений **Higmotaxis** спостерігаємо у витких /повзаючих/ рослини, у котрих вусики й стебла, як тільки доторкаються до твердих предметів, зараз же починають повізатись навколо іх і ростуть весь час далі тісно оповівши ці предмети. Як тільки вусик виткої ростили доторкається своїм дуже чутливим вершком якогось твердого предмету, то зараз же наслідком однобічного виділення води повстає перегиб, а через це твердий предмет щільно обхоплюється вусиком. Так само і стебла листя можуть, подібно вусикам, обхоплювати миші ростили (**Cleomatis**, **Karpaginianae**). Дуже велику чутливість дотику мають органи квітків, особливо органи тичинок рильця. Варто лише нагадати про рухальні тичинки барбарису, кропиви, волошки/ василька/, кактусів, зникаючі деяких рильців. Про надзвичайну чутливість **mimosa pudica** ми говорили вище. Подібну чутливість можна зіткнути лише у залозуватих волосинок **drosera rotundifolia** і ловчих листів **dionaea mississippi**, себто, в комахоїдних ростах, що при надзвичайному дотику швидко складають свої дослігі, чутливі щитинки. Надзвичайно точні й безперервні лвиці подразнення від дотику виквідають також сперматозоїди звичайного таргані /таракану/ **Periplaneta orientalis**, волоскуваті інфузорії **Oxytricha foraminata**. Ці живі істоти, зусірівши якнай-

твірдий предмет в течіві, порушаються і залишаються з ним у безпосередньому дотику. Так, при спостереженні під мікроскопом воїн весь час тримаються поверхні предметного скла, накривального скла, або якогось іншого предмету, напр. шматочка фільтровального паперу, мулу і хищ. В загалі *Higmatotis* дуже розповсюджений серед одноклітинних ростин і тварин, що мають органіди руху, *Amphipodid*, жмутки, волосинки і таке інше, при цьому у *Osmunda*, *Dianthus*, *Desmodium*, *Gregaria*, *Coccidia* тощо, гають ще під упливом зазначеного дратівника виділення липкого секрету, що допомагає держатись на твердому предметі. Окрім *Higmatotis* у деяких живих істот спостерігається реакція на подразнення текучою водою, а саме нахиляти порушуватися проти течії течіва - так званій *hydrotaxis*, коли саме течія течіва не так велика, щоби просто механічно захопити з собою ці істоти. Це доведено експериментально на плязмодії слизневого гриба - *Oedhalium septentrionale* и на *Paramesota*. Деякотрі досліди показують, що сперматозоїди більших тварин підлягають *geotaxis*, через що воїни й порушуються в матці й рурці назустріч яйцевій клітині, не зражаючи на існуючу в цих органах відворотну течію течія, що викликується впливом миготячих волосинок епітелія. При цьому відбувається природний вибір сперматозоїда; плывти проти течії можуть лише найміцніші екземпляри, неміцні або відстають, або відносяться течією, в зворотному напрямі. Третью форму *Cardiotaxis* в *geotaxis*, себе, таке явіще, через котре деякі організми, чи частки організмів, щоб реагувати на силу земного тяжіння, укладаються своєю продовжиною вісю в певному напрямі до центру земної кулі. В цьому випадку дратівник є та безмежно мала ріжниця чи тяжіння, що існує поміж ріжними точками рівня височин в воді, або в повітрі. Найяскіші *gentians* виявляються в ростині; тут коріння має позитивний геотаксис, а стебла - негативний; через це корінка прагне рости завше в напрямі до центру земної кулі, а стебла у відворотному напрямі. Нарешті листя й часто гілля, що майже завше ростуть тангенціальні до поверхні землі, виявляють тангенціальний геотаксис. От через що мі садовод, і сіяч не турбується про те яким кінцем западає в землю насіння тої чи іншої ростини. Не турбується про це й сама природа, розкидаючи насіння численних ростин при десмозі вітру, води й тварин. Це важче явіще відоме вже віддавна, але

розуміння його й розуміння причин цього явища, пояснили лише через вистудіювання спеціальних органів у стеблі й корні. Ці органи правдиво порівнюють із органами рівноваги у тварин. Спеціальні органи, що почувають земне тяжіння, збудовані у ростин при допомозі зерен крохмалю — зерна статоліти. На вершках корінців і у стеблах і комірках листків, знаходяться клітини цілі групи клітин із рухливими в середині їх зернами крохмалю. В стеблах ці статоцити /клітини з рухливими зернами крохмалю/ сполучені в кільце, що складається лише з одного шару. Протоплязма в цих клітинах у вигляді тонкого шару прилягає до стінок клітини. Якщо зерна крохмалю, що у статоцитів коріння лежать на спідній стінці клітини, то вони роблять на неї відповідне тиснення. Якщо змінити положення коріння, то природно, крохмальні зерна перемістяться у клітині й будуть тепер робити тиснення на другу стінку клітини, себто, на верхню, якщо поставити корінь вершком до гори, чи на бокову, коли ми корінь положимо поземо. Це тиснення на тонкий шар протоплязми клітини впливає як подразнення не лише на дану клітину, але і далеко за її межами. Під впливом цього подразнення корінь відповідно міняє свій ріст, згибається й вершок коріння знов простує до низу, до центру земної кулі. Явище *geotaxis* спостерігали й на одноклітинних, що вільно живуть, організмах, як інфузорії й бактерії. Коли, наприклад, помістити в вальцевій *прямовісно* поставленій посудині *paramesium*, то вони всі підіймуться до гори й зберуться біля горішнього кінця цеї посудини, незалежно від того, чи він зачинений чи відкритий, тобто, незалежно від упливу на них кисня повітря. Отже, *paramesium* мають негативний *geotaxis*. Навпаки деякі бактерії мають позитивний *geotaxis* при вищевказаному досліді, збираються біля долішнього кінця посудини. Що *paramesium* відчувають збільшене тиснення на дні посудини й уникають його порушаючись до горішнього кінця, де природне тиснення стовпа течива менше, доведено дослідами *Jennera* з центрофугою. В рурках, що лежать поземо, й обертаються південно на центрофузі, *paramesium* збираються біля центрального кінця рурки, лише при прудкішому обертанні рурки, масивно захоплюються центробіжною силою до периферичного кінця рурки.

Якщо вплив промінів світла викликує в живих організмах подражнення, примушуючи їх організми порушуватись у напрямі до джерела світла, чи від нього - це явище має назву *phototaxis*. Найбільше спостерігають це явище у ростин. Кожний, хто вирощує вдома квіти, знає, якою невідступністю листи й стебло ростин повертаються й тягнуться до світла. Не так давно поясняли й горизонтальний розподіл листів ростинам, як наслідок *geotaxis*, /тангенціональний геотаксіс/, але нові досліди пояснюють це ми тут маємо справу скоріше з наслідками подражнення світлом. Клітинки верхньої шкури *Verhaert* / листа збудовані так, що їх довгільна стінка погрублена як сочка, через що відіграє роль збирального скла промінів світла, що на неїпадають. За фізичними законами, проміння світла, що переломлене цією сочкою, збирається в головному фокусі на нутрішній стінці цієї клітини, а решта клітинки залишається напівсвітлі. Коли цей головний фокус переміщується завдяки руху сонця, то це впливає як дратівник і лист під упливом цього дратівника порушається доки не ~~вийде~~ попереднього положення. При надто мінливому освітленні, може бути зовсім відворотний ефект: лист уникатиме цього перебільшеного міцного подражнення й стане у прямовісне положення / у так званих компасних ростин, наприклад *Lacistema secalis* /. Так-само й стебла листів чутливі до світляного подражнення й молоді паростки: це добре видно на кіннатних ростинах, що нахиляються завжди до світла вікна. Осяйне сонячне світло так рівномірно впливає на розкривання багатьох квітів *Hedera helix*, *Tragopogon cretaceus*, *Antennaria* інші/ що улаштовували квіткові годинники. Може бути, що тут має значення теплове подразнення / *Moschata* *Julia* / "осеніца". Розкривання квітів на сонце й закривання ввечері, смерком, кожний із Вас спостерігав на звичайних кульбабах / *Thlaspi* /. Виділ явища "сна" досить широко розповсюджене серед ростин; тоді стебла листів вгинаються досить низько, а при проходженні від сна знов підіймаються до горизонту / листя розкривається / *Timandra quadrifascia* /. Це виявляється дуже яскраво у *Primula*, *bobiv*, *клевера*, *шавлю*. Однак, вже в ростинному *Barathra* спостерігається і відворотне явище, себто, негатив-

ний *phototaxis*. Так, повітряні коріння *Евкаліпта* негативно реагують на світло, й через це вони глибоко втярюються в щілини дерев стінок і т. д. Квіткові стебла альпійської фіалки *евкаліпта Генгінген* перед оплоджуванням, тягнуться до світла, а після оплоджування /*Frukhlausar*/ нагинаються до темних щілин скель, де насіння могло б знайти ґрунт для росту. Напрям росту визначається проміннями світла не лише в дорослих ростинних органах, але й у самих спор, наприклад у віхотів. У цих ростин /віхотів/ *Stachl* спостеріг, що спорова клітинка так поділяється на дві клітинки, що перетинка поміж клітинами становиться завжди прямовісно до напряму промінів, щопадають на неї, при чому та дочерня клітина з котрії мусить витворитись корінь /*rhizoid*- клітини/ знаходиться далі від світла, а друга, з котрої потім витворюються надземні частини повертається до джерел світла /так звана *prothallium*- клітини/. Досліди, що робилися над спорами різних водоростей, які здібні до руху /*Ulva, Ulvularia, Chaetomorpha, Ulva, Chamaecocystis*/ а також *paramaecium* показали, що при малій концентрації світла вони мають позитивний *phototaxis*, а при великій - негативний *phototaxis*. Існують, між іншими, такі форми, що при всякій інтензивності світла виявляють позитивний *phototaxis* /*Botrydium granulatum*.../. Однаково як і спори водоростей реагують на світло *diatomae* *Oscillaria*. У двох форм бактерій - *Bacillus* *chlorium* і *Escherichia protometrica* помічають нахил, збиратися біля джерела світла. Плязмодії слизневого грибка *Aethalium septicium* в присмерку - позитивно фототактичні і групуються на поверхні дубільної товщі. У інозорій також доведені фототактичні реакції, але лише в тих форм, що мають у своїй протоплязмі барвильні матерії, які грають роль сенсібілізаторів. З усіх промінів спектру міцніше впливає проміння з малою довжиною хвилі /себто, блакитні й фіалкові/, проміння з великою довжиною хвилі /червоні/ впливає так як і при повному затемненні /ам не лише тоді, як не має великої інтензивності/. Важаючи всі тварини можуть бути поділені на дві групи в залежності від їх відношення до світла - на Фотофільних і Фотофобних. Для фотофобних тварин - підземних і підводних форм - світло є агент, що їх нищить, і вони від нього захищаються. Ці тварини, як наприклад, дословий хрюбак, надзвичай-

но чутливі до малих світлових подразнень, хоч у них нема жадних спеціальних органів для прийняття цих подразнень. Численні пічкеркуваті й підземні форми побарвлені в бліді відтинки; наземні форми мають більш мінш пігментовану шкіру з спеціальними пігментуватими клітинами, при чому ця пігментапія пристосовується до інтензивності освітлення, змінюючись залежно від часу року. Ми вже зазначували що гемоглобін крові грає роля фільтра по звідношенню до хемічних промінів і перешкоджає їм у людини вітруватись до тканин і органів, що глибоко лежать. Думати, що обарвлення тварин цілком залежить від денного світла - було б помилкою. Проти цього говорять численні факти. Наприклад, доктори пічкеркуваті й глибоководні яскрльо обарвлені, гарні мотелики одержують свої сарви ще в темних лільках, що часто лежать під землею; виховані майже в позній темноті головастики мають темну пігментацію. Отже, тут маємо дуже складні явища, які розберемо в 4 частині налої праці.

### *Thermotaxis*

Явища позитивного термотаксісу спостерігають на плязмодії *Aethallium septicum* при такому досліді. Коли на смужку фільтровального паперу скласти плязмодій, й один кінець смужки спустити до води з  $t + 7^{\circ}$ , а другу - до води з  $t + 30^{\circ}$ , то грибок зразу починає пересуватися у бік гепстої води, й пересувається доти, поки все є не збереться на теплому кінці смужки. Павпаки, амеби мають негативний термотаксіс; вони уникнути тепла вище  $35^{\circ}\text{C}$ . Досліди зроблені над плязмодіями в предогінських ванночках, у котрих один кінець нагрівають, другий охолоджують, показали, що вони при температурі від  $25 - 28^{\circ}\text{C}$  негативно термотактичні, а при температурі нижчій - позитивно термотактичні. Через приблизний підрахунок *Jensen's*, можна виявити, що плязмодії почують різницю температури наявіть при такій малій величині як  $0,01^{\circ}\text{C}$ .

### *Galvanotaxis*

Досліди, зроблені над живими рухливими істотами, з гальванічним током, якого можна надзвичайно тонко регулювати становлять ясний образ, що на-

тадус через значні схожості фізичні досліди над магнетизмом. Перші спостереження зробив фізіольог *Hermann* на голованом і зародками риб. Перепускаючи гальваничний ток крізь посудину з водою, в якій пливали ці тварини, він спостеріг, що при замиканні току вони зараз же всі становились у напрямі лінії току, повернувшись головою в бік анода, а хвіст у бік катода. Анальогічні спостереження були зроблені потім над другими видами тваринами.

З другого боку, досліджаючи рости, виявилось, що вершки коріннів декотрих рости, при довгому перепусканні току, згидаються в бік катода.

Досліди над одноклітинними організмами дозволили зробити такі висновки. Парамеції в момент замикання току стають переднім кінцем тіла до катода й цілим роєм пливуть до нього. Через декілька хвилин біля анода не залишається ніодної парамеції, а біля катода збирається весь рій, що втримується там замикаючи ток. Коли тепер одразу змінити напрям току, то всі тварини попливуть по відворотному напрямі.. Коли катод зробити рухомим, то парамеції рухатимуться слідком за ним, як залізні дитячі цільки пересуваються за магнітом. Подібно до парамецій більшість волоскуватих, інфузорій катодно гальванотактичні.

Зовсім аналогічно відносяться до гальванічного току всі форми амеб.

Відворотний гальванотаксіс ми спостерегаємо у жмутковатих інфузорій. Можна зробити дуже цікавий експеримент, перепускаючи ток через течіво, де пливають рої катодно-тактичних протистів / волосинчатих інфузорій/ і анодно-тактичних жмутковатих інфузорій. Замикаючи ток одразу помічається жвавий рух одних до анода, а інших до катода й швидко середня частина посудини починає порожнівати, а всі протисти нехов по наказу, збираються біля відповідних бігунів. Перепускаючи ток у відворотному напрямі, можна спостерегти прудке відворотне переміщення протистів.

Існує ще третя категорія протистів / інфузорій/ які стають прямовісно до напряму тока й не пливуть до бігунів / *Erigonotrichum ambiguum, Oxytricha stylonychia*/ - це так званий навперачний гальванотаксіс, що спостерегають у інфузорій *hyalostricha*.

Що при цих трьох родах гальванотаксіса

справа не в простому механічному захопленні тварин ріжками, що постають у течіві, доводиться такими фактами як ріжні тварини притягуються ріжними бігунами, або явища таксісу зникають, якщо тварину вбити або наркотизувати.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

Із досить довгого ряду вищезазначених фактів ми можемо зробити тепер деякі загальні висновки.

1/ Кожний дратівник, що виявляє силу на живу субстанцію, має досить точно визначений поріг подразнення, з котрого лігє й починається реакція живої субстанції на подразнення.

2/ Численні дратівники виявляють сили починаючи від порога подразнення до гори, спочатку подразнюючи, а потім паралізуючи; при чому подразнення лежить ближче до точки параліча ніж до точки порога.

3/ Дратівник не викликує, звичайно, якихось нових явищ у системі, лише збільшує чи зменшує існуючі трансформації енергії ув організмі, себто, дратівник виявляє силу не якісно, а кількісно.

4/ Дуже ріжні дратівники викликають у живій системі ті ж самі реакції. Так, амеба втягує свої псевдоподії у відповідь на хемічні, механічні, термічні, гальваничні подразнення. *Мостилус* починає світитись під упливом хемічних, механічних, термічних, гальваничних дратівників. Таким чином, дратівники є умовами, що дозволяють для розряду декотрої специфічної енергії ув організмах, для переходу енергії із однієї форми у другу. Анальгічно тому, як складна хемічна молекула нітрогліцерину відповідає на механічні, термічні, гальваничні впливи тим самим висухом, себто, розкладом на простіші молекули завжди однакового складу - так само й потенціальна енергія живих організмів подразнюється однаково під упливом ріжніх дратівників.

5/ Таким чином, всі дратівники до певної міри "кatalізатори", що Причиняють або прискорюють хід специфічних життєвих процесів, себто, перетворення однієї форми енергії у другу.

XI. Здібність використовувати світлену енергію може виникнути як додаткова функція до хемосинтезу чи до підживлення на рахунок органичної мертвої субстанції. На це натякають багрецеві й зелені бактерії. У цих бактерій ми помічамо пігменти схожі з хлорофілом; можливо припустити, що у них єдине фотосинтез

Що тут відіграває другорядну роль у багрецевих і зелених бактерій пігменти просякають усю плазму клітини. В наступній стадії розвитку - у синьо-зелених водоростів - які мають вже справжній хльорофіл і типову фотосинтезу, пігменти просякають не всю плазму клітини, а лише певні частини її. Наступну стадію розвитку ми знаходимо у зелених водоростів, у котрих хльорофіл просякає вже пластиди. Однака й тут зустрічаються форми з незовсім сформованими пластидами, наприклад, водорости відміни *Chlorodictyon*.

В першій частині нашої праці /стор. 1/ ми коротко роздивлялися вже питання про те, що робиться в ростині з відщепленого вугільця. Ми вказували, що сучасні хеміки вважають правдоподібнішим, що при відновленні вугілноквасного газу / $\text{CO}_2$ / витворюється зпочатку формальдегід /формули  $\text{CH}_2\text{O}$  чи  $\text{HCOH}$ , себто,  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCOH} + \text{O}_2$ . При впливі слабих водяних лугів на формальдегід /муравлиний альдегід/ повстає його згущення, при чому тут витворюються сполуки, з котрих вже не можна одержувати муравлиногого альдегіду. Продукт згущення має зложение

### $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$

і виникає через наслідок сполуки шести частинок формальдегіду, себто:  $6\text{CH}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$ . Для доведення правдивості цієї теорії зроблено багато спроб відділити формальдегід із зеленого листя, хоч жадна з цих спроб не дала певних результатів, але ж це ще не заперечує можливості витворення формальдегіду при асиміляції вугільця. Можливо, що формальдегід так швидко перероблюється далі, що вислизав від хемічного дослідження. Для підтвердження певності цвого погляду вказували на велику витривалість ростин до формальдегіду. Особливо витривалі водорости й молоді екземпляри *Sinapis alba* /білої горчиці/, так само *cladodes canadensis* переносять без шкоди для себе 0,001% розчину формальдегіду. Відомий німецький хемік Еміль Фішер висловлює іншу думку. Йому вдалося, при обережному окиснюванні гліцерину одержати речевину, що виявляє типові властивості цукру, так звану, гліцерозу. Ми мусимо зупинитись на цьому докладніше. Гліцерин становить, так званий, трьох-атомовий спирт. Всі трьохатомові спирти характеризуються присутністю в них трьох гідроксилів / $\text{OH}$ / і повстають вони з вуглеводнів виміною від них трьох атомів водню на три водні лішки чи гідроксили / $\text{OH}$ /.

Якщо ми візьмемо вуглеводень пропан / $C_3H_8$ /, чи за структурною формулою  $CH_3 - CH_2 - CH_3$ , і зробимо з ним операцію виміни трох атомів водню на три гідроксили.

$CH_3$ , то будемо мати таку формулу  $CH_2OH$

I

$CH_2$

I

$CH_3$

I

$CH OH$

I

$CH_2OH$

чи інакше  $CH_2OH - CH OH - CH_2OH$ , це й буде звичайний гліцерин. При обережному окиснюванні гліцерину неміцним азотовим квасом, ми одержимо такі дві сполуки:

$CH_2OH - CH OH - COH$  /тут від останнього члена формули віднято  $H_2$ /, та

$CH_2OH - CO - CH_2OH$  /тут від середнього члена формули віднято  $H_2$ /.

Кожна з одержаних сполук має формулу  $C_3H_6O_3$ , її звуться гліцерозою. Гліцероза має на половину менш вугільця, водня й кисня ніж виноградний цукор. Але впливом розчину лугу досягають сполуки поміж собою двох молекул гліцерози; таким чином одержують суміжний цукор із 6 атомами вугільця; через це називається сікунів, щодо сполуки гліцерози з вуглеводними групами. Згадана сінтеза має ще й те значення, що вказує складність вуглеводнів із жировими речевинами.

Зпочатку думали, що крохмаль є перший продукт асиміляції ростинного вугільного квасу й води за схемою  $6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ , але пізніші досліди, що ми вище показали, доводять певних вислідів, а саме, що зпочатку витворюються моносахариди, себто,  $6CO_2 + C_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$  а лише потім ці моносахариди шляхом де-гідратації /себто, відняттям молекули води/ переходят у крохмаль. Цей останній, під упливом ензимів перетворюється у цукрові речевини, що розповсюджуються по всіх частинах ростини. В деяких органах і тканинах, наприклад, в головках картоплі, в бобах, може знову виникати накопичення крохмалю, що виділюється тут із соків, які приносять із собою цукроваті речевини. Легкою зміною своєї структури формули цукор перетворюється в клітчатку чи целюлозу, молекулярна вага котрої ще до цього часу докладно невідома  $C_6H_{12}O_6$ . Старі ганчирки, бавовна, фільтровальний папір шведський, полотно, творять представників, майже, чистої клітчатки. Зі зміненої цієї клітчатки вигорена вся щильна маса дерева, що витворює

більшу частину тіла великих ростинних організмів. Клітчатка обарвлюється в синій кольор від йоду в сірчаним квасом чи з хльористим цинком. Це легко помітити під мікроскопом, бо оболона ростинної клітини, що складається з клітчатки, обарвлюється в синій кольор, а протоплязма й ядро клітини — в темнобурий. На розрізі молодої частини ростини синіють від йоду й сірчаного квасу стінки всіх клітин, але серед дорослих частин ростини ми зустрічамо такі, що не синіють ажовтіють під упливом вказаных реактивів. Це значить, що оболона зпочатку завжди складається з целюлози й може заховувати й довше свій склад, чи змінятись хемічно. Часто оболона деревініє або перетворюється в корок. В обох випадках оболона все ж має в собі целюлозу; якщо цю речевину витягти, наприклад коли ми виваримо клітину в ідкому лузі, то оболона знов синіє від йоду. Отже ми простежили процес засвоєння ростинами газової речевини —  $\text{CO}_2$  й рідкої води —  $\text{H}_2\text{O}$  на різних ступенях — починаючи від відщеплення вугільця від  $\text{CO}_2$  й витворення формальдегіду, що кондесіруєчись дає цукор. З цукру одержується крохмаль, що потрохи залишається в ростині як запасова відживна речевина, потрохи знову перетворюється в цукор, розноситься по цілому ростинному організму, перетворюється частково в клітчатку-целюлозу, що йде на витворення оболони ростинної клітини, які здібні потім деревініти чи корковіти. З другого боку, цукор знов перетворюється в крахмаль і відкладається в головні ростини чи спаляється, окиснюється й за рахунок одержаної при окиснюванні енергії, ростина може виконувати свої різні життєві функції. Для окиснювання кожної речевини потрібен кисень, що й усмоктується ростиною під час процесу дихання, що розглянатиметься нами зокрема.

Ми мусимо тепер звернути нашу увагу на інтимніші сторони життя клітини. Ці дрібнесенські лабораторії, де з таким "ідлістичним спокоєм" повстають і йдуть надзвичайно складні хемічні реації — аналізи й синтези. Лабораторія живої клітини відріджняється від лабораторії сучасного хеміка відсутністю сильно ділаючих речевин, що виявляють міцну силу й високу температуру. Так, наприклад, хемікам для синтетичного одержання лімонового квасу потрібно користуватись надзвичайно високими температурами, яких не можна погодити з життям клітини, й міцними реактивами як хлор і міцні

мінеральні кваси. Лімонове дерево не потрібус цих речевин, що міцно впливають. Ростинна клітина для реакцій, що виникають в ній, користується так званим каталізом, вживаючи особливу складну систему каталізаторів чи ензимів. Каталіз полягає у швидких хемічних реакціях, що виникають при звичайних температурах, без прикладання особливих енергій. Це прискорення реакцій досягається вводом до кругу сполук, ще реагуючих особливих речевин, які мають назву каталізаторів. Кatalізатори існують не лише в живій природі а й у мертвій; їх називають ще контактними речевинами, а самі процеси - каталітичними чи контактними. Сам каталізатор під час хемічної реакції не змінюється, а як змінюється, то лише тимчасово, так що при кінці реакції він знову виявляється в ~~передньому~~ складі як кількісно, так і якісно. При всіх таких випадках надзвичайно мала кількість каталізатору може перевести реакцію поміж великими, часто необмежено великими кількостями речевин, що реагують. Кatalізатор не витворює реакції а лише прискорює її. В неорганічній хемії відомо багато таких хемічних реакцій, як сполука водня з киснем у присутності губчатої плятни, одержання бертолетової солі ў присутності перекису марганця, здобування сірчаного ангідриду при участі дрібно розпорощеної плятни. Згідно з вищесказаним, для здійснення досить великої по кількості витворів хемічної праці, ростина потребує надзвичайно малі абсолютно кількості каталізаторів. При цьому виявляється, що для кожної каталітичної реакції в лабораторії живої клітини мається особливий спеціальний каталізатор. Хемічна конституція каталізатора мусить бути відповідною до конституції сполук, що реагують, як ключ до свого замка.

Отже, в лабораторії живої клітини ми **мусимо** знайти цілу систему каталізаторів з котрих кожний призначений для прискорення однієї якоїсь певної реакції, їй цей каталізатор прийнято називати також ферментом чи ензимом. До сучасного менту ще не знайшли ні одного ензimu в чистому вигляді, а тому ми не можемо нічого сказати про їх хемічний склад; ми гадаємо про присутність того чи іншого ензimu в даному ростинному організмі не по якінні хемічній реакції на речевину самого організму, а по характеру прискорення їх реакції. З ростинних ферментів дуже расповсюдженні є відомі такі:

азидаза, що накопичується в значній кількості у крахмалевому насінні, що проростає. Крохмаль

гідролізується під упливом міцних мінеральних квасів як соляного й сірчаного квасів; при чому з початку ми маємо крохмаль, що розчиняється, потім декстрин, мальтозу і при кінці декстрозу. Жива клітина, що не має такі міцні мінеральні кваси, творить над крохмалем такий самий гідроліз при допомозі ензимів - амілази, при чому крохмаль раз-ураз перетворює в амілозу крохмаль, що розчиняється, амілодекстрин, декстрин і мальтозу. Останній дісахарид росщеплюється на дві частинки декстрози в присутності вже другого ензиму.

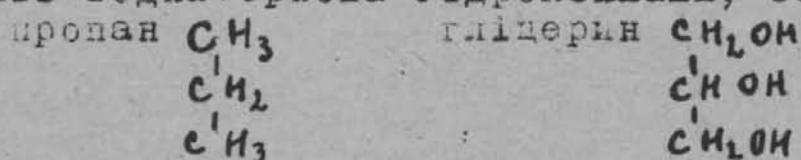
Мальтоза. З групи гідролізальних ензимів слід згадати ще про інвертин, що росщеплює тростяний цукор на дві частинки гексоз а також емульсін, що гідролізує глюкозід амігдалін. Число відомих тепер ензимів, що гідролізують, чи гідролаз, єдине велике. Особливу групу гідролаз витвороють ліпази, що приймають участь у розщепленні товщів. Дальнішу групу складають протеази чи протеолітичні ферменти, що приймають участь у складному процесі розщеплення білковин. Оксідази - ензими, що прискорюють реакції окиснювання; можливі також і ензими, що впливають у відворотному напрямі ензими, що відновляють, чи редуктази. Треба вважати, що, коли не всі, то значна більшість хемічних перетворів у клітині відбувається при допомозі спеціальних ензимів. Досліди показали, що 1 вагова частина ліпази, може перетворити в цукор більш як 2000 частин крохмалю, а 1 частина інвертину гідролізує більш як 200.000 частин тростяного цукру. Ензими показали себе дуже чутливо до високої температури; вони при  $100^{\circ}\text{C}$  в водяному розчині руїнуються. Залежність діяльності ензимів від температури спостерігається при всіх випадках, а тому треба визнати для каталітичних процесів у живій клітині певний температурний *optimum* приблизно від  $40-70^{\circ}\text{C}$ . Так само руйнує впливає на ензими інтенсивне світло, особливо ультра-фіолкове проміння. Також шкідливо впливають речевини, що оськують ензими, сесто, тільки що відходять ензими зі стану колоїдальних розчинів у твердий стан, а саме кваси, луги, спирт, синтетичний квас, фермалін, гідроксиламін, феноль і інші.

Досліди над хемічними явищами в живих клітинах показують, що клітина крім речевин, що прискорюють реакції, має як раз протилежні речевини, що зменшують швидкість каталітичних реакцій; такі речевини мають назу паралізатори чи антіензими. З другого боку, в клітині мається кількість речевин, що

збільгує вплив ензимів - система стимуляторів чи коензими /кінази/, що бувають і ноорганічними, як наприклад, кваси, луги. Не треба думати, що у клітинах в кожний момент готові ензими. Клітина витворює потрібні їй ензими, пристосовуючись до потреб даного моменту з особливих невідомих речевин, що мають називу проферменти чи зимогени. Таким чином, витворюється можливість легко регулювати кількість потрібного в даний момент ензimu. Так у крохмалевому насінні перед проростанням ми не знаходимо значної кількості ензимів із групи діястаза; ензими накопичуються під час проростання, якщо потрібно значну кількість крохмалю перетворити на цукор.

### ТОВЩІ.

Зпочатку ми спробуємо пояснити хемічну природу товщів. Вже було зазначено, що гліцерин є трьохатомовий спирт і витворюється з вуглеводнів заміщенням трьох атомів водню трьома водними лігнами /ОН/ чи гідроксилами. Перший можливий насичений трьохатомовий спирт відповідає вуглеводню пропану й утворюється заміщенням у ньому, як вже сказано, трьох атомів водню трьома гідроксилами, сюто,



Якщо в ~~насичених~~ вуглеводнях /себто, сп. уках формулі  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  / замінювати один або декілька атомів водню гідроксилами /ОН/, то одержується та кляса органічних сполук, що має називу спирти чи алкоголі.

Наприклад із

$\text{C}_1\text{H}_4$ /метан/ . . . . .	$\text{C}_1\text{H}_3\text{OH}$ /метиловий спирт/
$\text{C}_2\text{H}_6$ /етан/ . . . . .	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ /етиловий "
$\text{C}_3\text{H}_8$ /пропан/ . . . . .	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ /пропілловий "
$\text{C}_4\text{H}_{10}$ /бутан/ . . . . .	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ /бутилловий "
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ /пентан/ . . . . .	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ /амілловий "
$\text{C}_6\text{H}_{14}$ /гексан/ . . . . .	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$ /гексілловий "
$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ /петрол. . . . .	$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{OH}$ /цетилловий "

$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$  /міріниль/ . . . . .  $\text{C}_{30}\text{H}_{59}\text{OH}$  /мірініловий "

Дійсно, хемічні сполуки спиртів залежать від ступеневого окиснювання. При окиснюванні вищезазначені спирти гублять два атоми водню / $2\text{H}$ / й перетворюються в альдегіди, таким чином ми маємо:

$\text{CH}_3\text{OH}$	Карбоильна група	СО
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	метиловий спирт	$\text{HCOH}$
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	"	$\text{CH}_3\text{COH}$
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	пропиловий	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COH}$
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	бутиловий	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$
	аміловий	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COH}$

Тепер під упливом окиснювальних речевин, чи кисні повітря, альдегіди досить легко переходят у органічні кваси, при чому, до альдегідної групи прилучується атом кисні, що дає з альдегідовим воднем гідроксил  $\text{C}=\text{O}/\text{OH}$ . В результаті ми маємо одноатомову групу, що має назву карбоксилу й яка має таку структуру -  $\text{C}=\text{O}-\text{OH}$

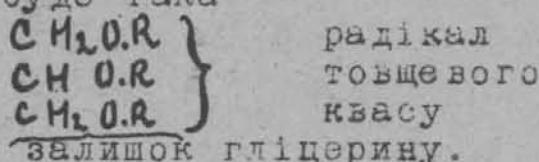
В органічних квасах карбоксилна група звязана вуглеводневим радикалом.

Ряд органічних квасів формули  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COH}$  може бути виведений із ряду насыщених вуглеводнів, коли в останніх один із атомів водні замінити групою карбоксилу.

Отже маємо:

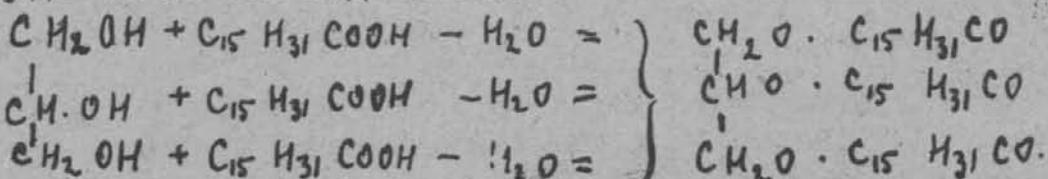
углеводень	кваси	
из 1-ї одиниці Н	$\text{HCOH}$	- муравлинний квас
$\text{C}_1\text{H}_4$	$\text{CH}_3\text{COH}$	- оцетовий "
$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COH}$	- пропіоновий
$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$	- масляний
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COH}$	- валерьянний
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COH}$	- каpronевий
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COH}$	- пальмут.
$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COH}$	- стеариновий

Всі три згадані товщеві кваси сполучуються з гліцерином через виділення води. В залежності від характеру квасу товща ця має назву тригальмітину, тристеарину чи тріолеїну. Отже спільна формула цих другів буде така



залишок гліцерину.

Таким чином структурова формула товщі трігальмітину буде мати вигляд такий:



$$\text{або: } (\text{CH}_2\text{O} \cdot \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO})_2 \cdot \text{CH}_2\text{O} \cdot \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}.$$

Перший хемічний склад товщі і сліїв довів Бертельо, який показав, що вони становлять етерів гліцерину й одержав їх синтетично з квасів і гліцерину. Трипальмітин і тристеарин є тверді речевини, а триолеїн - густе течиво. Натуральна товща становить звичайну мішанину всіх трьох гліцеридів; рідка чи тверда консистенція природної товщі залежить від присутності більшої чи меншої кількості триолеїну. Ці три етери є складовими частинами більшості тваринних товщів. Бараняче сало має більш стеарину, в товщі людини переважає трипальмітин, а воловяче сало складається переважно з пальмитину й стеарину, **рибячий товщ / із триски**, а також оливкове масло має багато триолеїну. В рослинних організмах товщі грають значно меншу роль, ніж у тварин. Як тут, так само ѹ там вони творять запасний відживний матеріал і містяться, головним чином, у **спеціальніх органах** рослин - насіннях, овочах, наприклад, оливкових дерев, соняшників, льону, мигдалевого дерева, кокосових пальм, бавовни, брукви й маку.

Взагалі в насіннях зустрічаються іноді склади вуглеводнів, іноді склади товщі, а іноді товща і крохмаль - разом. В насіннях товща буває в тій формі в якій ми бачимо ѹ серед тваринних тканин. В більшості випадків товща буває в **вигляді** дрібнесенських крапель; лише, як виімок, у клітинах тканин відкладаються друзи кристалів товщі. Іноді склади товщу знаходяться в підземних частинах рослин - в цибулях, клубнях, коріннях, дамі зімою також у стеблі й гіллях дерева. Так само в одноклітинних тварин товща зустрічається в **вигляді** крапель як у тварин так само ѹ у рослин. З дріжчових грибів, що розводяться надзвичайно легко, вдалося в останні часи витягати товщу й користуватись нею як відживною річчю. При проростанні насіння склади товщі в них швидко зникають/на-приклад, у **тикви /специфіко** / та соняшника **helianthus annuus**, при чому появляються вільні товщеві кваси. Очевидччи, тут повстає розщеплення товщів під упливом особливого ферменту, що має назву - ліпаза, чи стеапсин. Якщо рідку товщу довго й енергійно струшувати в замкнuttій посудині з водою, то витворюється течиво подібне до **жирка**; при чому, товща розпадається на дрібнесенські крапельки, які знаходяться поміж частинками води. Як що ж ми припинемо струшування, зараз же каплі тов-

щі знову сполучаються поміж себе, підіймаються догори й утворюють на поверхні води безперервний шар товщі.

Якщо рідкі товщі струшувати, замісъ води, а і слизовими, а також із білковинними чи мильними розчинами /наприклад, з розчином гуміаратика/, то витворюється спрощені емульсія, в якій крапельки товщі надовго залишаються розлученими; при чому, навколо кожної крапельки витворюється тоненька оболона з тієї речевини, в якій була емульсірова товща. Так, наприклад, молоко тварин становить емульсію товщі в білковинному розчині й кожна крапля товщі оточена в молоді тонким шаром білковини - *са* зеїчу.

До таких емульсій можна віднести молошні сохи декотрих ростин, як наприклад, макових, при чому *в* маку /*Paraser tenuiferum* - молошний сік котро-  
те має опіум// молошний сік коровячого дерева - дуже подібний до молока Борозін/, у декотрих хрестоцвітних, у дзвіночків, молочайів /*Euphorbiaceae* / з молочайних, наприклад, рай-дерева /клещовина/ *Cicinnus somnifex* дас речинове масло. Емульсія цих молошніх сохів мав крім товщі ще каучук, смолу й багато інших речевин.

Товщі в кишках тварин підлягають емульгуванню. Наслідком емульгування повстє надзвичайне збільшення поверхні товщі. Дроблені товщі на дрісненські краплі дозволяє ліпазі виявити найенергічніший вплив на товщу; тут кожна крапля товщі стає доступною впливові ліпази. Товщі зовсім нема в ядрі клітини, але знаходяться завжди у протоплязмі тіла /цитоплазми/ в вигляді товщевих крапель більшої чи меншої величини, де їх можна добре пізнати під мікроскопом як через сильний блиск /наслідок міцного переломлення світла/, через хемічні реакції, через здібність розчинятися в алкоголях, етерах і інших розчинників, так саме через спеціальне обарвлення ріжними хемічними речевинами /напр. смеси кіасом товщі обарвлюються в чорний коліор/. Клітинні товщі видаляють своєрідний склад, що є властивий кожній клітині чи кожній тканині організму. Можна думати, що товщі грають велику роль в захисні речевин у клітинному тілі. Багато речевин всмоктуються й проникає у середину клітини, перетворючись у водний розчин. Існує, з другого боку, цілий ряд речевин, що зовсім не розчиняються в воді, а все жки легко проникають у клітину. Мабуть ці речевини розчиняють клітинну товщу.

Що торкається зasadничого питання про те, звід-  
кілля в ростинному організмі постають товщі, то ми  
маємо в даному випадку декотрі позитивні дані, що  
одержані при студіюванні питання про хемічні про-  
цеси в насінні, що проростає, декотрих ростин.  
Перші відомості з цього питання були одержані при  
студіюванні витворення товщі маслянуватого насін-  
ня, що спіє й деколи в насінні оливкового дерева. Ві-  
домо, що недоспіле насіння цієї категорії має ву-  
глеводи, але вони майже не мають товщі. При доспі-  
ванні насіння, вуглеводи нові зникають і замість  
них витворюється товща. Ці спостереження не припу-  
скають другого пояснення як тільки те, що вуглеводи  
раз-у-раз перетворюються в товщу, бо насіння не може  
ні віддавати вуглеводів, ні приймати товщі. З дру-  
гого боку, у стеблах дерев повстають залежно від  
змін року належні перетворення. Накопичений у стеб-  
лах, за час зберігання, крохмаль, зимок призвінні  
частинно, перетворюється в товщу, котогою знову весною  
витворюється крохмаль. Більш чне значення цього  
явища, що залежить від змін температури, це цілком  
не зясоване, якщо його не пояснювати як захищне  
від зими приладнання, що з'являється на малій тепло-  
проводимості товщі. Накопичення товщі в насінні, як  
резервового відживлюючого матеріалу, має те більшогіч-  
не значення, що товщі через їх високі питності, дозволяють ростині в малому обсязі зібрати велику кіль-  
кість одиничної енергії, концентруючи високо відживні  
речевини. Крім того, товщі, що мають малу питому  
вагу, дозволяють насінню й овочам легко пере-  
носитись у повітрі. Це особливо торкається насіння  
що має летальне приладдя яке, майже, все має багато  
олії. Навпаки, у насінні в водяних ростин знаходить-  
ся крохмаль, що має велику питому вагу. Насіння во-  
дяних ростин розповсюджується при десмозі пливаль-  
ного апарату, що має вигляд широких, набитих повіт-  
рям клітин, які містяться в оболоні насіння. Після  
того як насіння відпліве на певну дистанцію й пли-  
вальний апарат набухне, а через це й розійтеться, для  
насіння потрібно опуститися на дно басейну, а це  
може статися скоріше якщо насіння  
буде важче. Тому важкий крохмаль корисніший для на-  
сіння ніж легкий олії. Важкі обсяжні вмістилища ре-  
зервових відживних речевин як головки /себто потов-  
щені підземні стебла/, цибулі, корневі клубні мають  
також крохмаль чи другі вуглеводи наслідком цих  
хімико-хемічних умов. Під час проростання також ро-  
змисень був би потрібний не лише для дихання  
х, а для перетворення товщі, якщо вони там були,

вуглеводні. Між тим, у вищезгаданих витворах нема жадного пристріддя для швидкого і вистарчаючого підвозу кисня до їх тканин, що знаходиться під землею, а між тим цільне біольогічне поняття клубнів і цибуль є у швидкому розвитку листкових і квіткових пагонців. При цьому цікаво за-значити, що при витворенні товщі повстають як переміжний витвір - товщеві кваси. Деталі перетворення вуглеводів на товщу до цього часу не-відомі. Ми спостерегаємо в ростинах і відворот-ний процес, а саме - перетворення товщі на вугле-водні - на цукор, що також студіювали на масля-нуватому насінні, що проростає. А саме, при про-ростанні насіння в темноті товща зникає з сімядо-лі й замінюється вуглеводами, крохмалем, клітчат-кою, камедю, цукром; при цьому, як показали док-ладні виміри, насіння всмоктує саме таку кіль-кість кисню, яка потрібна для перетворення тов-щі на вуглеводні. Отже, нема сумніву, що в ростинах вуглеводи можуть витворюватись із товщі і навпаки, товщи витворюються з вуглеводнів. Що тор-кається можливості витворення товщів із білковини, то це питання розвязане в останні часи негативно для вищих тваринних організмів /що ми будемо розглядати потім/, розвязується позитивно для ро-стин і для багатьох нижчих організмів взагалі /Verwesen/.

Витворені, як ми бачили вище, зі сполук гли-церину й радикалів товщевих квасів товщі, під упли-вом ріжних моментів знову розкладаються на ці свої дві складові частини. А саме, коли на ней-тральні товщи впливає перегрітою водою або від-повідними ферментами /стеапсією, ліпаза/ або гнит-тям, то вони розкладаються, прилучуючи воду  $H_2O$  на гліцерин і вільні товщеві кваси. Якщо на товщі впливати міцними лугами /щелочами/ наприклад, ід-ким натром  $NaOH$  чи щіким калієм  $KOH$ , то вони підлягають подібному розкладу; при чому звільне-ний товщевий квас сполучається з лугом і витворює мило /калійне чи натронне/, тоді кажуть, що товщи підлегли омиленню. Таким чином, мило є сіль товще-вого квасу, через те що солі треба розглядати як витвір квасів, в яких є дені замінюються мета-лам. В даному випадку всідень товщевого квасу за-мінюються металем калієм чи натром. В кишковому ка-налі тварин, а саме в верхній його частині, товщи відлягають злочинчу вище фізичні обробці. Тут є як вільні товщеві кваси, так само й лугові солі че-

ревослинного соку, кишкового соку й жовчі.

Товщі з початку підлягають емульгіруванню, себ-  
то, роздроблюються на дрібнєсенькі крапельки. Товще-  
ві кваси реагують вуглевасовим лугом; при цьому ви-  
творюється мила, що й поділяється на дрібнєсенькі кра-  
пли. Емульгіровання товщі можна розглядати ріж-  
но. Можна припустити, що кишковий епітелій, подібно  
ростиинним клітинам, здібний всмоктувати дрібнєсень-  
кі краплі товщі. З другого боку, через роздроблення  
товщі, особливий фермент, що знаходиться в сопі чер-  
вослинної зальози, впливаючи на роздроблені частин-  
ки товщі, що витворють велику погерхню, розщеплює на  
глідерин і товщеві кваси. Товщеві кваси, сполучаючи-  
ся з лугами витворюють мила, про чому невідомо які  
частини товщі підлягають омілюванню. До цього часу  
вченим не поталанило вияснити питання чи розщеплюється  
вся товща, а потім кишки всмоктують гліцерин і  
товщеві кваси, чи розщеплюється лише частина товщі,  
а друга частина всмоктується просто в вигляді дріб-  
неньких зерняток. При кінці товща спається у тва-  
ринному організмі, даючи йому велику кількість кало-  
рій тепла, і останнім витвором його горіння - в  $\text{CO}_2$   
і  $\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{CO}_2$  виділяється диханням і знову вступає до  
світової виміни творів, вода виділяється нирками, по-  
тsem. В ростииному організмі, як ми бачили вище, тов-  
щя перетворюється в вуглеводні і у такому вигляді  
вступає до виміни творів ростииного організму.

-----x:x:x:x:x:x:x:-----

## ДРУГИЙ ВІДДІЛ.

### ВІДЖИВЛЕННЯ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ І ВИМІНА ТВОРИВА.

В нашій вступній лекції ми дали таке визначення живій істоті:

Кожна жива істота становить систему, що в даному оточенні не знаходиться в стані рівноваги й збудована так, що джерела її форми енергії довкілля перетворює в самій собі в такі форми енергії, які /себто форми енергії/ виявляють силу в даному осередку проти стану рівноваги. Ми там зробили стакі льогічні висновки: 1/ кожна жива істота потрібує певні джерела енергії; 2/ кожна жива істота перетворює одержані нею форми енергії увінчи форми, себто, жива істота є трансформатор енергії; 3/ в живій істоті ніколи не помічають стану абсолютноного спокою, в розумінні припинення перетворення енергії із однієї форми у другу, себто, жива істота становить <sup>X</sup>). Відповідно до цих засадничих вихідних тез, дальший план нашої праці визначиться ось як. Ми мусимо знайти джерела енергії, що підлягає перетворенню в живій істоті, й розвязати самий спосіб пересякання енергії у живу клітину. Нам зручніше почати розгляд питання від другої його частини, себто, від розвязання способу просякання енергії у живу клітину, показавши з самого початку, що джерелом енергії у живих клітинах є, переважно, ріжні хемічні речевини, що знаходяться в довкіллі клітини, через те, що тваринні організми відживлюються, виключно запасами енергії, що зібрані ростинною клітиною; отже від визначення виміни творів ростинної клітини ми й почнемо наше студіювання.

Тому, що життя ростин фізично й хемічно, так би мовити, приймає участь утворенні запасу органічних речевин за рахунок мінеральних, то передусім треба вистудіювати умови просякання мінеральних речевин у ростинну клітину. Дослід і спостереження вказують, що для життя протоплязми потрібна певна кількість води, яка виявляє силу в організмі як фізичний і хемічний фактор. Головна роль води полягає в витворенні того чисто фізичного довкілля, в которому можливі життєві функції протоплязми, хоч водень і кисень жива клітина може брати і з інших хемічних сполук. Отже роль води важна передусім як фізичний фактор. Вода може просякати в клітину по першо через те, що клітина обласна й протоплязма дуже легко перепускає крізь

*X) perpetuum mobile.*

себе воду, й подруге, здібні набухати в воді. Явище набухання, що подібне до капілярності й адсорбції, становить маслідок поверхового притягання поміж частинками твердого тіла й течива і властиве не лише живим істотам, а й ріжним мертвим тілам. Воно полягає в тому, що через міцне взаємне молекулярне притягання частинки води пересякають у частинки тіла, що набухає, як би вклиниються поміж них і розсувають їх один від одного. Сила молекулярного притягання до води частин клітини, що здібні набухати, настільки велика, що згідно визначенням Родевальда, щоби перешкодити набуханню крохмальних зерен у воді потрібне тиснення 2523 атмосфер. Насіння гороху, що приміщене в жалізний посудині набухаючи підіймає покришку вагою більш ніж 5 пудів.

Просякання води в живу клітину не обмежується лише набуханням; вода в вільному стані просякаючи клітину, втворює вакуолі, що наповнені клітинним соком, який надзвичайно багатий водою.

Строго кажучи, вода ніколи не просякає у клітину хемічно чистою, а завжди в стані розчинів. Таким чином, ми маємо поміж клітиною й іншими довкіллям ~~ті~~ ж самі фізичні умови, що існують і при явищах і в фізиці мають назву - дифузії, чи певніша, осмозу. Під дифузією ми розуміємо самохітне мішання двох нічим поміж себе не відділених ріжнородних течів. Таке мішання триває доти, аж закінчується однородне течіво. Коли візьмемо, наприклад, воду й водяний розчин мідянога купервасу, або водяний розчин якоїсь барви, і налєємо їх один до другого в посудину так, щоби вода була зверху, а розчин у споді, то при обережному наливанні ми будемо мати два шари: забарвлений і безбарвний. За деякий час, через силу дифузії, течіва самохітно змішуються поміж собою і ми одержимо рівномірно забарвлений розчин, якщо два ріжнородні течіви, що здібні поміж себе змішуватися /сане не такі як, наприклад, вода й масло, що не змішуються поміж собою/ й відокремлені поміж собою шаристою перетинкою /опалена глина, ростинний пергамент, тваринний міхур і т.и./ змішуються, то таке явище має назву - осмоз. При цьому виявляється, що розчин солей барви буде повільніше проходити кріз перетинку, що перегорожує течіву, і та частина посудини, де знаходиться барва, покаже прибуток течіва, а та, де була вода - зменшення. Течіва змішуються поміж собою рівномірно немов поміж ними не було перетинки. Швидкість переходу течіва кріз перетинку, що набухла, залежить від натури течіва. Якщо перетинка

відгорожуватиме розчин соли від води, то вода переходить ім'є доволі швидче, ніж розчин соли до води, бо тваринний пухирь краще набуває в воді ніж у розчині соли.

Оболона ростинної клітини в розумінні проникності трохи похожа до тваринного пухиря й до ростинного пергаменту. Вода проходить крізь неї швидче ніж розчин соли. Речевини, що мають великі молекули, як камедь або білковина, дуже зле проникають крізь оболону ростинної клітини, а іноді і зовсім не проникають. Той шар протоплязми, що безпосередньо знаходиться біля оболони клітини становить перешкоду для проходження ріжних розчинів. Він відріжнається від клітинної оболони свою осмотичною властивості, досить добре нагадує, так звані, напівпроникальні перетинки Фрейфера. Фрейфер одержував такі перетинки через осідання на стінках шпаристованої посудини залізносінеродної міди /залізна сіль, мідяний кукервас/ або дубильноквасної драгли /*mangan* драгли/; через те такі перетинки мають назву - осіdalyni. Ці перетинки легко перепускають воду й майже зовсім не перепускають таких розчинених у воді речевин як соли і цукор. Як наслідок цього рівномірного мішання або зовсім не буває, або повстас воно через надзвичайно довгий час. Якщо посудину в стінках якої знаходиться осіdalynna перетинка, наповнити розчином цукру й увести у другу посудину з чистою водою, то вода швидко почне переходити з назверхньої посудини у нутрішню й манометр покаже, що швидкий перехід води витворює певне тиснення на стінки посудини; це тиснення має назву - осмотичне тиснення. Явіше це полягає в тому, що осіdalyni перетинки не перепускають цукру; він притягує до себе воду з назверхньої посудини, наслідком чого, обсяг течива у нутрішній посудині збільшується й викликує тиснення на його стінки. Це осмотичне тиснення можна точно виміряти осообливим приладдям - осмометром. Досліди показали, що осмотичне тиснення просто пропорціональне концентрації розчиненої речевини. Докладні дослідження показали /Вант Гофф/, що осмотичне тиснення можна порівняти до газового, а саме осмотичне тиснення розчину рівняється тому тисненню, яке викликується розчиненою речевиною, коли б вона в формі газа мала обсяг рівний обсягу розчинника. Якщо, наприклад, принести грам-молекулу тростяного цукру - 342 й підтримувати тиснення для 34,2% розчину цукру, себто, для так званого, мольного розчину /який має в літі розчину грам-молекулу розчиненої речевини/, то виявляється

ся, що це тиснення рівняється 22,7 атмосфер при 0° С і 760 ~~мм.~~ атмосферичного тиснення. Але при 0° С й при атмосферичному тисненні 760 мм., грам-молекула кисня О<sub>2</sub> вага 32/, або грамм-молекула CO<sub>2</sub> вага 44/ займатимуть одинаковий обсяг, а саме 22,4 літра. Якщо ці гази стиснути так, щоби їх грам-молекула замала 1 літр обсягу, то будемо мати тиснення 22,4 атмосфери. Отже, коли мольний розчин тростяного пукру дає тиснення 22,7 атмосфер, то це показує, що таке тиснення рівне тому, яке тростяний цукор дав би у стані газу при 0° С і 760 ~~мм.~~ атмосферичного тиснення. Проникальність протоплязми живої клітини наближається до проникальності осідальної перетинки, а через це закон Вант Гоффа можна прикладти й до живої клітини. Величина осмотичного тиснення знаходитьться в простій залежності від проникальності перетинки; вона зменшується разом зі збільшенням проникальності. Якщо ми приймемо на увагу, що у клітинному соці знаходитьться в розчині багато здібних притягати воду речевин і припустимо, що клітина знаходитьться в чистій воді, то у клітині повстане осмотичне тиснення у вигляді тургорного /~~тургор~~/ тиснення, що розтягає оболону клітини й той шар проплязми, що безпосередньо знаходитьться біля оболони. Для осмотичних явищ не має значення присутність у клітинному соці ріжників речевин. Подібно газовому, осмотичне тиснення буде пропорціональне кількості молекул, що маються в данному обсязі розчину, незалежно від того, чи ці молекули хемічно однородні чи ріжнородні. Отже, не знаючи натури розчинених у клітинному соці речевин, ми можемо визначити осмотичне тиснення у клітині. Тургорне тиснення рівняється осмотичному тисненню, якщо помістити клітину в чисту воду. Ця рівність залишається й у тому випадку, коли клітина поміщена в розчин, рівний за осмотичним тисненням розчину клітинного соку. Справді, коли клітинний сік має 5% тростяного цукру в розчині, й якщо примістити таку клітину до чистої води, то вода проникне у клітину й осмотичне тиснення в середині клітини зробиться рівне осмотичному тисненню 5% розчину цукру в осмометрі. Подібно тому, як у осмометрі зменення виконує працю, підіймання ртутного стовпа на певну височінню, так і у клітині осмотичне тиснення розтягає оболону клітини, доки дві сили - тиснення опір оболон клітини розтягуванню не урівноважатимуться.

Тургорне тиснення, себто, ~~тиснення, яке виконує працю~~ топлязма й клітинна оболона, в цьому випадку, рівня-

тиметься осмотичному тисненню. Якщо дві сили - опір оболони клітини розтягненню й є осмотичне тиснення на оболону - зрівняться, то настане рівновага: до середини клітини входитиме така ж кількість води, що й витискуватиметься із клітини через опір оболони.

Перекладемо нашу клітину в 5% розчин цукру. Осмотичне тиснення в середині клітини рівнятиметься тепер осмотичному тисненню з наверху: перехід води з 5% розчину цукру прирівнюватиметься виходу її із клітини, але ж оболони залишатимуться в попередньому стані розтягнення й тургорне тиснення буде просто пропорціональне осмотичному. А тепер покладемо нашу клітину в 10% розчин цукру. Тут побачимо ось що. Вода стремітиме вийти з клітини до наверхнього оссередку з концентрованішим розчином цукру; обсяг клітини й розтягнення їх оболони зменшаться, тоді як осмотичне тиснення в середині клітини повинно підвищатись через концентрацію розчину цукру, що збільшується в середині клітини. Підвищення осмотичного тиснення в середині клітини підвищатиметься доти, поки не буде відповідати 10% розчину цукру. Отже, якщо з наверхнього боку знаходитьсь розчин концентрований, то обсяг клітини буде зменшуватись, а разом з ним буде зменшуватися і тургорне тиснення, що може опуститися не лише до 0, а й стати негативним, бо тиснення з наверху стремітиме зменшити обсяг клітини. Вище ми бачили, що клітина має немов дві оболони: одну справжню оболону й другу, той тонкий шар протоплязми, що безпосередньо лежить біля оболони, і грає роль осідальної перетинки. За своїми фізичними властивостями ці дві оболони не однакові. А саме, справжня оболона значно еластичніша ніж "осідальна перетинка". Отже, коли концентрація наверхнього розчину стає міцніше ніж концентрація соку клітини, клітина оболона трішки стискується, а шар протоплязми густішає значно сильніше й відстас від клітинної оболони. Це явище, так званого, плязмолізу добре видно з самого початку під мікроскопом; воно нам вказує з математичною певністю той момент, коли концентрація наверхнього розчину починає перебільшувати концентрацію внутрішнього клітинного розчину. Через те, що певна концентрація розчину відповідає певному осмотичному тисненню, то плязмоліз дозволяє нам точно визначити осмотичне тиснення нутрішнього клітинного соку. Таким чином, фактичне

визначення осмотичного тиснення в середині клітини є лише в відшукуванні такої концентрації на зверненного розчину, який дає осмотичне тиснення рівне тисненню клітинного соку й якому приято давати назву ізосмотичного. Так було знайдено, що осмотичне тиснення в нормальніх ростинних клітинах колихається коло 5 - 10 атмосфер; ~~з~~ жче ніж до 3 атмосфер вони не понижуються, хоч досить часто підіймається до 15 - 20 атмосфер / в клітинах корінів бурука, лусці огородної цибулі й т.д./.

У декотрих солончакових ростин/себто, таких, що ростуть на ґрунті з великою кількістю звичайної соли/ осмотичне тиснення досягає в клітинах до 100 атмосфер, а у клітинах пліснявих ~~бобів~~, що ростуть на концентрованих розчинах цукру чи солей, тиснення доходить до 300 атмосфер. Не треба думати, що до таких великих розмірів може діяти й тургорне тиснення. Дослід показує, що при перенесенні ~~пісці~~ пісці, яка розвивається в концентрованому розчині цукру, до чистої води, оболона клітини тріскається, не маючи змоги витримати підвищення тургорного тиснення. Максимальна величина тургорного тиснення визначається міцністю оболони, й лише як це тиснення перебільшить опір оболони, дальніше розтягнення стає неможливим. Оболона може ~~залишатись~~ залишатись непошкодженою при дуже високому осмотичному тисненні клітинного соку лише при умові, що обсяг клітини не буде збільшуватись певних меж; останнього досягають приміщенням клітини в розчин, осмотичне тиснення якого рівне тисненню сока. Осмотичне тиснення, що становить причину тургорного тиснення, має велике значення в житті клітини й у загалі кожної ростини; пружавість і гнучкість ростинної тканини, яку знають усі, пояснюються тургором. З цієї точки погляду надто мала проникальності протоплязми для ріжних речевин, що знаходяться в розчині ґрунту, а також у воді у природних водозборах, має надзвичайно велике значення через те, що лише таким шляхом можливе досягнення тургесцентального стану клітини. Але запи-тують, як саме речевини з довільного осередку можуть проникати в живу клітину, коли вона так добре захищена від їх проникання. Досліди над плязмомізом показують, що лише чиста вода може, порівнюючи легко, входити у клітину. Але лише однією водою не може клітина відживлятись; ~~крім~~ того у клітинному сокі знаходиться цілий ряд мінеральних

речевин, що, щоби погасти в сік, мусіли б перети крізь плазму. Досліди показали, що маючи властивості напівшпаристої перетинки, протоплязма в дійсності проникальна для великої кількості органічних і мінеральних речевин. Отже клітини, що були плазмолізовані розчином гліцерину, через деякий час знову доходять до тургорного напруження. Таке явище може бути пояснене лише тим, що гліцерин через деякий час починає просикати у клітину, повстає "деплазмоліз". Концентрація гліцерину зокола й у середині клітини стає рівною, і клітина знову має свій тургор, бо гліцерин уже не впливає на тургор, а інші речевини, що знаходяться у клітинному соці, і яких немає в довкільному осередку, відновлюють тургор. Те саме повстас з розчином цукру й розчином мінеральних солей. Досить добре проходять крізь протоплязму між іншим, кофеїн, антіпірин, етер, хлоральгідрат, сульфональ і інші. Кофеїн і антіпірин просикували у клітину, дають з дубильними речевинами клітинного соку осади, що не розчиняються. Так само можна хемічним шляхом довести проникання у клітини лугу й лугових солей; наприклад, вуглевасного амононію. Протоплязма проникальна для анілінових барв. Убита проплацма досить енергійно вбирає анілінови барви. Більшість цих барв отруйні, але, наприклад, метіленблау тайже нешкідлива при концентрації 1:10.000 та 1:100.000. *Метіленблау*, що проникнув у клітину, вступає з дубильною ~~расщепленою~~ клітинного соку у сполучку, що не розчиняється - дубильноквасний метіленблау, котрий вже залишається у клітині й не може вийти з неї. Таким чином, клітина перетворюючи дану хемічну речевину до нерозчиненого стану, може витворювати в собі запаси цієї речевини. Через те ця речевина залишається нерозчиненою, вона не має жодного впливу на осмотичне тиснення у клітині й не перешкоджає новим кількостям цієї речевини. Ми можемо спостерегти на клітині, що набрала значну кількість метіленблау, і відворотне явище, а саме вихід речевин із клітини в оточуючий осередок. Коли додати до розчину барви трошки цитронового квасу, то ~~вони~~, проникнувши у клітину, буде перетворювати дубильно-квасний метіленблау в нову, розчинену сполучку, яка вже шляхом осмозу буде виходити з клітини, а цитроновий квас, по мірі його використання буде входити у клітину, перетворювати до розчиненого ~~стану~~ дубильноквасний метіленблау, який вже в такому

розвиненому стані буде виходити з клітини. Таким чином, ми можемо східно бачити явище ендосмозу, себто, втягування розчинених речевин із довкільного осередку /ендосмоз/, явища утворювання запасів у клітині й явища виділення клітиною речевин до довкільного осередку, себто, явища екзосмозу. Механізм вимін творив поміж клітиною й довкільним її осередком уявляється нам передусім як явища осмозу, в котрих жива клітина грає роль звичайного осмометра. Крім рідких речевин та розчинених у воді твердих речевин, у клітину проникають і з клітини виділюються ще й гази. Згідно з фізичними законами, ріжні гази, відділені поміж себе індинферентною шаристою перетинкою, перемішуються, один із другим, шляхом дифузії із швидкостю, що пропорціональна квадратовому коріню з густоти газу. Коли, наприклад, через перетинку дифундують  $H_2$  та  $O_2$ , густота яких відноситься як 1 до 16, то швидкість дифузії  $O_2$  буде в чотирі рази / $\sqrt{16}$ / менша, ніж швидкість дифузії  $H_2$ . Через те, що оболона клітини набухла водою, то умови проникання газів змінюються й вони можуть і не дифундувати, а діосмувати, при чому швидкість проникання газів залежить уже не від густоти газу, а від концентрації його розчину в воді. Отже  $CO_2$ , що добре розчиняється в воді, проникає у клітину швидче ніж решта газів атмосфери. В дійсності, однакож, проникання ріжних речевин до клітини й виділення з неї у довкільний осередок - зовсім не так прості, як це ми маємо в мертвому приладі - осмометрі; на клітину не можна дивитись як на пасивне фізичне приладдя, до якого входять і виходять ріжні речевини. Справа надзвичайно ускладнюється регулярною діяльністю того шкіряного шару протоплязми, що прилягає до оболони клітини. З другого боку, шар протоплязми, що у ростинної клітини оточує вакуолю чи вакуолі з клітинним соком, грає також значну регулятивну роль, керуючи всмоктуванням речевин із протоплязми клітини до вакуолі. Довкільний шар може зовсім вільно перепускати всмоктування клітинну протоплязму, тоді, як протоплязматична оболона вакуолі не перепускає її зовсім. Цим пояснюється те, що в одній клітині може бути декілька вакуолів із ріжним складом, через те кожна вакуоля оточена своїм шаром, що вибирально впливає. Ця елективна здібність ріжних шарів протоплязми й взагалі ріжних клітин ще дуже загадкова з фізико-хімічного боку й тут лежить доволі широке

Поле радощів для так званих, віталістів, які від-  
знають, що в живій клітині, крім фізико-хемічних  
сил, значну роля грає особлива жива сила, про  
яку, ці віталісти, не можуть сказати нічого  
певного, нічого того, що б звязувало цю живу си-  
лу з деяким іншим науковим розумінням. Нам зда-  
ється, що деякотрі явища й тут можуть бути пояснені  
чи то фізико-хемічними законами, наприклад,  
що проникальність шкіряного шару протоплязми змі-  
нюється в залежності від зміни довкільних умов.  
Так, наприклад, проникальність плязми для води  
збільшується при підвищенні температури, про-  
никальність для мінеральних речевин змінюється  
під упливом світла й т.д. Якщо ж деякотрі явища  
залишаються без пояснень своєї причинової за-  
лежності, то пояснення все ж таки треба шукати в  
фізико-хемічних законах, а не в таємничій неви-  
значеності живої сили. Ми побачимо в дальнішому,  
як довго непояснені явища, котрих хотіли поясни-  
ти живою силою, знайшли собі пояснення в так зва-  
них експериментах. Щоби мати можливість витворювати за-  
паси потрібних хемічних речевин у клітині, утво-  
рилася хемічна лабораторія, що звязує втягнуті  
речевини, перетворюючи їх у нерозчинені сполуки;  
вони виключаються таким чином із циклу речевин,  
що виявлюють силу на симоз; нові кількості рече-  
вин можуть проникати у клітину з довкільного її  
осередка. Коли, наприклад, клітина буде знаходитися в рідкому осередку, що має цукор і звичайну  
сіль, то цукор, що проникає у клітину, перетворю-  
ється в крохмаль; нові порції цукру знову прони-  
катимуть в неї; звичайна сіль просякатиме у клі-  
тину лише доти, доки її концентрація у клітині  
не зрівняється з концентрацією довкільного роз-  
чину, а це з тих причин, що клітина не може пе-  
реводити сіль у нерозчинені сполуки. Так, потро-  
ку пояснюється слектична здібність живої кліти-  
ни втягувати з розчину ріжні речевини в ріжних  
кількостях. Крім цього пояснення діє нам ще по-  
яснення коллоїдальна хемія. Протоплязма, як кол-  
лоїдальна речевина, може втягувати воду в ріж-  
них кількостях у залежності від того, чи дотор-  
кається вона до розчину квасу, лугу й солей, че-  
рез те вона при цьому ріжно набухає, а процес  
набухання значно впливає на втягування води  
її розчинених у ній речевин, незалежно від осмо-  
тичного тиснення. В тому факті, що кожна клітина  
збирася до себе лише певні речевини, ми не

бачимо нічого таємничого й не поясненого, бо кожна клітина має своє строго визначене хемічне зложение, а через це й має свою індивідуальну виміну творива. Звідси зрозуміло, чому з нею вступаєть до хемічних сполук лише певні речевини з довкільного осередку, інші ж залишаються інінферентними. Принцип, що лежить в основі цих явищ самим, який корис всім світом атомів і молекул - себто, принцип хемічного споріднення. Тож самим чином, атом фосфору дуже легко сполучається з атомом кисню, а з атомом азота не сполучається, хоч він у повітрі знаходиться в величій кількості і становить іншу речевину. Тож само крапля прогорклого масла випускає в лужину течіві виростки, що родяться до псевдоноїдій і користуються лугом, витярючи з ним мило, тоді як у квасному течіві ця крапля масла залишається в супонії. Так само кристаль квасців покладений у маточний розсіл ріжних солей вибірас лише молекулу квасців для свого росту, або, якщо його подавати, для свого відновлення. Отже, визнаємо, що різні хемічні речевини від елементарних до надзвичайно складних, можуть, головним чином, під упливом осмосу проникати у клітини. Дальніша доля цих речевин може бути потрійного другу: 1/ чи вони залишаються більш менш довший час у клітіні в вигляді запасних речевин, 2/ чи вони йдуть на будування живої органічної речевини; 3/ чи йдуть для добуття потрібної для життєвих функцій кінетичної енергії. По сути весь зміст виміни творива клітини можна звести до добуття енергії, себто, живий організм в безперервний трансформатор енергії.

Поміж усіма трьома вищезазначеними можливостями нема в цьому змісті жадної принципової різниці. Речевини першого другу залишаються в запасі лише до другого речинця, після котрого з нього /запасу/ береться /знов можлива/ кількість енергії; будування живої органічної молекули потребує великих видатків енергії; речевини третього другу просто йдуть для здобування певної кількості енергії. Сучасна хемія та фізика так визначають розуміння енергії. Енергія є здібність тіла робити працю /Реформатський/. Освальд дає друге визначення: енергія є праця /робота/ й усе те, що можна одержати з праці або перетворене в працю. Розріжняють цілий ряд форм та другів енергії. Усі другі поділяють на дві групи: 1/ енергія кінетична /явна/ чи енергія руху, 2/ енергія потенційна /потаинна/ чи енергія положення. До кінетичної енер-

тії відносять: 1/ енергію руху тіла, як цілого, наприклад, рух кулі, води, вітру; до цього відносять звукову енергію, 2/ енергію теплову, 3/ енергію проміністу/ напр., світло/, 4/ енергію електричного току. До потенційної енергії відносять: 1/ енергію тяжіння, 2/ енергію напруження, 3/ енергію електричну, 4/ енергію хемічну. Хоч і саме визначення розуміння енергії та її розділ на окремі дії не можна визнати досконалним з натур-фільзовофічного пункту погляду, але для нашої мети іх можно визнати за вистарчаючі через те, що критика цих зasadничих розумінь / фізика / надто далеко відхилила б у бік / Кінетична енергія може легко переходити в потенційну й навпаки і також енергія одного другу може переходити в енергію другого другу; наприклад, механічна енергія легко переходить у теплову, електричну й навпаки. При цьому з'ясовується, як зasadничий закон, що енергія одного другу завжди переходить до еквівалентної кількості другого другу, събто до кількості числове рівної, яка може зробити одинакову працю. Звідси проста виходить закон збереження енергії. Повна енергія якої небудь матеріальної системи є великість, яка не може бути не збільшена ні зменшена якимнебудь діяннем поміж частинами системи, хоч вона може бути перетворена в яку хочете другу з тих форм, до яких може переходити енергія. Отже, енергія має великий нахил до перетворення й ніколи не зникається й не витворюється з нічого.

Жива клітина, а також і сума живих клітин, що утворює складний багатоклітинний організм, робить безперервну працю, а саме перетворює енергію з одної форми в інші. Форми виявляються перш за все в руках, як зовнішніх / переміщення в просторах /, так і внутрішніх / таки протоплязми у клітинах, биття серця, шиготливий рух епітеліальніх клітин/ в виробі тепла не лише тваринами/ особливо теплокровними/, а й рослинами, що доведено експериментально, в виробі світла/ тварини та рослини, що світяться/, в численних хемічних реакціях, які звязані з перетворенням енергії. Сюди відносимо, наприклад витворення розчинів і особливо ті численні перетворення, що йдуть як реакції поновлення у рослин, а також у тварин/ витворення товщу з вуглеводнів/ чи синтезу/ витворення мочевини з вугляного квасу та амоніяку та витворення гіппурового квасу з глікоколія та безйного квасу/, далі йде будування тканин при розвитку організма й від-

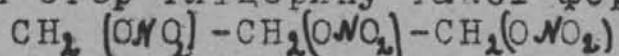
новлення тканин у дорослому організмі, що є в них /тканинах/ звичайне та постійне явище. Коли таким чином, організм постійно витрачає, чи краще, перетворює енергію, то він мусить одержувати цю енергію без перерви з якогось джерела. Кажучи про витрату енергії, ми мусимо розріжнати дві категорії витрат: при одній організм, дійсно, губить для себе деяку кількість енергії, віддаючи її в довкільний його осередок. Коли, наприклад, ми підняли та примистили на якусь височину тягар, то ми витрачамо певну кількість енергії, яка перейде тепер до потенціальної енергії того тіла, яке ми підняли /енергія положення, себто потенціальна/; коли організм віддає до довкільного його осередку якусь кількість тепла, то, очевидчно, він губить частину своєї енергії, яка вибирається осередком. В другій категорії явищ енергія, що витрачається організмом залишається в ньому самому, витворючи запаси потенціальної енергії. Рости, витворюючи склади хемічні сполуки, витрачають певну кількість енергії на збудування цих сполук, але ж ця енергія залишається в рості вигляді, наприклад, головок /клубнів/ крохмалю. Ця запасна енергія витрачається самою ростиною, чи вибирається в вигляді ідла тваринами. Так само енергія, що була витрачена на збудування тканин, залишається в цих тканинах у вигляді потенціальної енергії до того часу, поки ці тканини не почнуть віддавати її в довкільному осередкові, наприклад, доки не почнуть розкладатись, гнисти після смерті. Енергія, що була витрачена живою на витворення собі подібних істот, наприклад при допомозі поділу одноклітинних інфузорій, продовжує існувати в цій другій істоті, підпадаючи, в свою чергу, всім можливим перетворенням.

Джерелом енергії для всіх праць, що роблять живі организми, є майже виключно хемічна енергія лише з тою ріжницею для рости і тварин, що рости енергію сонячних промінів, /промінєста/. Енергія/ зпочатку перетворюється в хемічну енергію, а потім вже користуються для праці складами потенціальної хемічної енергії, котрі вони самі витворили; тварини одержують готову потенціальну хемічну енергію від рости./ Далі ми побачимо, що деякотрі рости й без допомоги промінєстої енергії витворюють потенціальну хемічну енергію/. Під хемічною енергією ми розуміємо здібність до праці кожного атома речевими. Кожний атом, що коли ми уявимо собі його ізольованого, становить маленьку енергетичну систему, маленький запас енергії. Хе-

мічна енергія ізольованого атома залишається . в вигляді потенціальної енергії, якщо атом не буде мати можливості сполучуватись з другим . якоюсъ атомом через силу хемічного споріднення. Як тільки два атоми сполучаються поміж себе, зараз же частина потенціальної енергії переходить у активну енергію в формі тепла, світла, механічної енергії і т. д. Кількість енергії, що виволяється при цьому визначається ступенем хемічного споріднення атомів, що сполучуються поміж собою Чим сильніше ступінь споріднення двох атомів, тим більша частина потенціальної енергії переходить у кінетичну. Звідси виходить, що нова речевина, яка складалася від сполучки двох атомів буде мати тим менш здібної до виведення потенціальної енергії, чим більше було споріднення двох атомів, які витворили цю речевину й навпаки коли сполучені поміж себе два атоми розлучаються, то для цього потрібо затратити певну кількість кінетичної енергії, яка вже в вигляді потенціальної енергії буде знову переходити в кожному розлученному атомі. Отже, звідси можна вивести таке твердження: при сполученні атомів виволяється кінетична /активна/ енергія; при розлученні атомів споживається кінетична енергія. Коли ми тепер умовимось зазначувати кількості енергії, що грають роль при хемічних процесах тепловими одиницями, то ми будемо мати хемічні реакції із продукцією тепла / себто екзотермічні/ й реакції із втягуванням тепла зі зовні / себто ендотермічні/. На основі цього, ми мусимо чекати, що всі реакції синтетичні, себто, всі процеси при яких тіла сполучаються поміж собою, будуть екзотермічні, як наприклад, всі реакції горіння тіл. Навпаки, всі реакції розкладу / аналітичні/ при яких атоми розлучуються поміж собою, будуть реакціями ендотермічними. Так де буде завжди в дійсності, коли лише вживати розуміння "синтези" та "аналізи" в справжньому значенні. Тут потрібно одначе, усунути декотрі парадоксальні явища, що невірно розуміють. В хемії відомі деякі синтези, що звязані з уживанням /втягуванням/ тепла і де - котрі аналітичні реакції, що звязані з виділенням великої кількості енергії. Візьмемо як приклад таку синтезу витворення іодоводню  $\text{HI}$ , що відбувається з процесом втягування тепла/ замісце виділення, що можна було чекати/, та як приклад аналізи - розклад мітрогліцину чи другої вибухової речевини, що відбувається з над-

звичайно численним виділенням енергії, замість втягування ії/ Для того, щоби з'ясувати ці парадоксальні явища, ми мусимо зрозуміти перш за все, що числені амалізи та синтези більш складні, ніж ми думаємо з першого погляду; а саме, що числені амалізи зпочатку упереджені синтезом атомів, та, навпаки, числені синтези упереджені амалізом молекул на атоми, що складають цю молекулу. Отже, в першому випадку в молекулі іода-атоми іода, в молекулі ~~іоди~~<sup>біль</sup> атоми водню мають поміж себе значне сперіднення, ніж атом іода до атома водню. А і справді, ми знаємо з хемії, що іод сполучається з воднем надзвичайно тяжко/ про 520° сполучається лише кільце 76% мішаними/. Отже, при цій синтетичній реакції на розлуку атомів іода/ в молекулі ~~іоду~~<sup>два</sup> атоми/ й на розлуку водню / в молекулі Н-два атоми/ витрачається велика кількість енергії, коли ж потім, розлучені атоми іода та водню сполучуються поміж себе, то енергія, яку ми при цьому ~~зробимо~~, далеко не покриває собою видатки енергії, що будуть витрачені на розлуку атомів іода й водню в іх молекулах. Підрахунок мавмо ~~негативний~~-видатки. А тому, що ми при цій реакції спостерігаємо та рахуємо не ріжні стадії процесу, але лише підсумок, то ми й мавмо парадоксальний висмовок.

Другий приклад-росклад нітрогліцерину з визволенням великої кількості енергії може бути з'ясований амальгічним шляхом. Нітрогліцерине азотнокислий етер гліцерину такої формули:



Як відко до складу нітрогліцерину входять елементи О, Н, С, ~~N~~. При вибухі нітрогліцерін розкладається на воду,  $\text{CO}_2$ , кисень та азот. Ці складовини, розкладу, як відко в формулі, структурно-хемічно не є в готовому вигляді в нітрогліцерині, а витворюються синтетично завдяки переміщенням атомів у ньому в самий момент вибуху. Через те, що атоми водню,  $\text{CO}_2$ , кисня та азота мають у цих сполуках значно більше споріднення одни до одного, ніж у тому вигляді, в якому вони находяться в складній та несталій молекулі нітрогліцерину, то вистарчить лише малої кількості енергії, щоб вишикнути розклад молекули нітрогліцерину/ видаток енергії, між тим, як одразу виникає всілід за цим синтеза атомів, що мають надзвичайно велике сперіднення один до одного / мають велику кількість енергії. Отже, зажда синтеза виavоляє енергію, амаліза-втягує ії. Тому що, коли говорять про синтезу, то зовсім при цьому виникають амалізу, яка може упереджати цю синтезу, й

коли говорять про аналізу, то зовсім випускають синтезу, що може слідувати за аналізою, то краще сформулювати зasadничий закон перетворення енергії при хемічних процесах так: якщо при хемічних процесах сполучуються міцніші споріднення, ніж ті, що розлучаються, то визволяється **активна енергія**; навпаки, коли при хемічних процесах розлучуються міцніші споріднення, ніж ті, що сполучуються, то відбувається процес **втягування енергії** - *Verwesen*.

Ми мусіли зробити велику екскурсію до обшарів фізичної хемії й значно розтягнути наш виклад; я вважаю потрібним це зробити тому, що докладне розуміння хемії життя і джерел енергії для живої субстанції, є зasadничим питанням цілої біохімії й саме в цих питаннях ми маємо найбільші дефекти. На жаль розуміння хемічного споріднення навистарчає зясовано в науці, як це показує сама назва, що зберіглась від часу алхеміків, які думали, що сполучуються лише ті тіла, які мають поміж себе дещо спільне, споріднене. В сучасний момент виявилося, що сполучуються поміж себе найбільш енергійно саме тіла неспоріднені, ріжні, ї зовсім ясно, що розуміння "хемічне споріднення" зовсім не пояснює сути питання про напрямок виявлення сили хемічної енергії. На питання про причину хемічної активності речевин у науці до цього часу нема відповіді. З другого боку залишається ще незясеною сама суть хемічної енергії, яку більша частина вчених визнає особливим другом енергії, настільки ж перпісним, як і енергію тяжіння. Нема сумніву, що при витворенню світа хемічна енергія разом із хемічним спорідненням грає велику роль. Можливо, що глибше зрозуміння сути хемічної енергії й хемічного споріднення принесе зі собою нове поняття про електронну структуру речевин. Отже, цілком ясно, що для життєвих функцій організма потрібно додавати йому такі хемічні речевини, які були б здібні визволити енергію активну-кінетичну при певних умовах. Потрібно, щоби речевини, що додаються організму мали би хемічні споріднення, які могли сполучуватися в організмі, себто, давали би екзотермічні реакції. Це переводиться в організмах двома шляхами: 1/ по перше, вводяться прості речевини з міцним спорідненням, які сполучуються в організмі за допомогою екзотермічних реакцій і 2/ по друге, вводяться складні

хемічні речевини, які легко розкладаються й подібно до вибухових речевин витворють простіші сполуки з міцною сполучкою атомів. Речевина, що має велике споріднення до числених других речевин є перш за все кисень і нам відомо, що процеси окиснювання чи горіння визволяють великі кількості енергії. Процеси окиснювання грають велику роль в життю майже всіх організмів, починаючи з найбільш простих ростинників і закінчуєчи найбільш вищими тваринними організмами. Ми можемо тепер підійти до самого істотного питання - біохімії живих істот, а саме до пізнання про первісне джерело енергії у живій субстанції. Ми бачили в першій частині нашої праці, що найголовнішим джерелом енергії для витворення складних органічних сполук /крохмаль/ в рослинах, є сонце. Вуглянокислий газ /інше/ вугляний ангідрід, вугляний квас /неправильно/ та двуокись вуглеця є зовсім насичена сполука вуглеця й кисня, яка не може далі горіти й віддавати якусь кількість енергії. Тому потрібно класти цю сполуку на С та  $O_2$ , щоби мати вуглець, потім ввести вуглець в слабо насичену киснем складну органічну сполуку, здібну розкладатись і горіти, себто, віддавати енергію потрібну для життя. Для розкладу С від  $O_2$  потрібна енергія, що береться з довкілля. Такою довкільною енергією є проміняста енергія сонця, яку хлорофіль ростини використовує для цієї аналітичної реакції. Можна думати, що хемічний процес відбувається за такою формулою:

$$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 671.000 \text{ калорій.}$$

Себто, при цій реакції втягується велика кількість енергії /калорій/. Але було б великою помилкою думати, що втягування калорій іде на синтез крахмалю з  $CO_2$  та  $H_2O$ . Саме енергія калорій втягується попередньою аналізою, відриром С від  $O_2$ , синтеза ж тягне за собою деяке виділення енергії. Коли потім у організмі вуглець, що ввійшов у склад збудованих складних органічних сполук, знов згорає до вільорення  $CO_2$ , топри цьому виділюється 96,96 К. Це тепло, яке становить результат окиснювання вуглеця й дає організму потрібну йому "життеву енергію". При процесі розкладу  $CO_2$  в рослинах, сонячна енергія додає "згублену енергію", себто, таку, що перейшла у другу форму енергії, знов розкладає  $CO_2$ , при чому кожний атом С та  $O_2$  набуває певну кількість потенціальної хемічної енергії, на що ми вказали вище.

Отже, сонячна енергія робить з "негорючого" а  $\text{CO}_2$  вугілля, горючий вуглець, який вже входить у складних органічних сполук у ростинному тілі, згорає в ньому знову до  $\text{CO}_2$ , яке вже виводиться диханням ростини назверх. Коли ж вуглець складної органічної сполуки не спалюється в самому тілі ростини, то він попадає в вигляді ідла до тварин і вже в іх тілі спалюється до ступеня  $\text{CO}_2$ , що видільється диханням тварин.

Отже, перетворення сонячної енергії в хемічну, а це і останньої в ріжні інші форми енергії у організмі і складає основи життя на землі з хемічно-енергетичного пункту погляду. Чи можемо ми бути задоволеними цими поясненнями при студіюванні питання про походження живин, живих істот на землі, як трансформаторів енергії. Ростина захоплює енергію сонця при допомозі хлорофілля, що знаходитьться, як зелена барва маленьких білковинних зерен у клітині, котрі мають назву пластиди. Хлорофіль / сам по собі складне органічне тіло / можна легко вивести з пластидів якщо ми будемо впливати на зелену тканину ростини спиртом. При такій обробці хлорофіль переходить у розчин і пластиди обезбарвлюються. Пластиди, що тепер мають вигляд безбарвих зерен, при обробці іх хемічними реактивами дають всі характеристичні реакції білковинних тіл. Звідси ми виводимо, що безбарвний остаток пластіда, чи строми ії складається з білковинних речевин, себто з речевини надзвичайно складної хемічної молекули. Коли взяти на увагу складність хемічного зłożення хлорофілю, а саме для двох другів хлорофілля  $a$  та  $b$  дають оці формули:  $a-\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$  та для  $b-\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$  себто хлорофіль  $b$  є як бі окис хлорофілля  $a$ , то можна висловити так: апарат, що збирає сонячну енергію в ростині, збудований із двох досить складних органічних тіл - пластиди та хлорофіля, який просікає ії-які для свого збудовання потребують прикладення сонячної енергії. Отже, ми знаємо в наших міркуваннях *circulus vitiosus*. Любний круг, чи деяко превалля. А сано, коли для захоплення сонячної енергії, треба мати складний апарат із складних органічних тіл, а цей апарат маєтъ бути збудований при допомозі сонячної енергії, то ясно, що маєтъ бути якісь інші джерела енергії, на рахунок котрих і був збудований апарат, що захоплює би сонячну енергію. В природі ж сать існувати, інакше ка-

"жучи, такі живі істоти які вміли би користуватись" якоюсь іншою енергією крім сонячної, себто, крім істот, що Фотосинтезують, мусять бути інші істоти, що синтезують, які відщеплювали б вуглець від неорганічних сполук при допомозі іншої сонячної енергії. Такою енергією є початку світу хемічна енергія, а істоти, що здібні утілізувати ~~її~~-~~для~~ бактерії. Саме Проф. Виноградському вдалося в 90-х роках передостаннього століття виділити з грунту нітрофікалні бактерії і засувати умови їх відживлення. Знайдені були Проф. Виноградським два мікроби, що немов би поділили поміж себе працю нітріфікації і один нітратний мікроб, здібний окиснювати  $\text{NH}_3$  /амоніак/ в азотний квас  $\text{HNO}_3$ , а другий нітратний, що окиснює азотовий квас  $\text{HNO}_3$  в азотний квас. Нітрофікалні мікроби, що не здібні асимілювати органічні речевини, так наприклад, звичайний цукор, що легко засвоюється ріжними ростинними організмами, є для цих мікробів отрутний, подібно до карболового квасу. Нітрофікалні мікроби, що ростуть найкраще в відсутності органічних речевин у відживному осередку, що мусить мати у своєму складі вуглевасні неорганічні солі/карбонати/, амміачні неорганічні сполуки й вуглевасний газ / $\text{CO}_2$ /, який почасти можна одержати з карбонатів, але ж краще, коли він буде існувати в вільному стані в відживному осередку. При цьому виявилось, що нітрофікалні мікроби здібні відщеплювати вуглець від вугляного квасу / $\text{CO}_2$ / в цілковитій темноті, а тому і при повній відсутності сонячної енергії. Потрібну енергію для цієї аналітичної реакції означені мікроби беруть у вигляді хемічної енергії, що звільняється при окисненні амініку / $\text{NH}_3$ / . Отже, нітрофікалні бактерії спалюють /окиснюють/ амінік і при допомозі енергії, що одержується від цієї реакції, відщеплює вуглець як із вугляного квасу повітря, так само і з карбонатів. Одержані вільний вуглець /C/ вони будуть вже з него і води складні органічні сполуки, як не гоблять і рослини, що Фотосинтезують. Амінік витворюється при гнитті азотових речевин /так само і білковинних речевин у яких він мається/, а тому як у вільному стані, так само він знаходитьс і в повітрі, ґрунті, водах, що покривають земну поверхню. Джерелом амініку, крім органічних речевин, можуть бути також ріжні неорганічні амонійні сполуки, що звільняються між іншим числом витворів вулканичної діяльності. Азот із всім може просто сполучуватися під утиліном елект-

ричної іскри- $N_2 + 2 H_2 = 2 NH_3$ . Звідси я ридко, що нітрофікалні бактерії могли існувати на земній кулі в той час, коли ще не було жадних складних органічних сполук і могли зовсім вільно обходитись без них, чесях те, що амоніак вони знаходили в неорганічних сполуках осередку, а потрібну для життя енергію здобували з хемічних реакцій окиснення амоніяку не потребуючи й не маючи змоги угілізувати промініясту енергію сонця. Таким мікроорганізмам можна дати назустрічами, що хемосинтезують. Okrim нітрофікалельних бактерій відомі ще сірчані бактерії, що окиснюють сірчаний водень / $H_2S$ / і користуються енергією цього окиснення для відщеплення вуглеця від  $CO_2$  й витворюють складні органічні сполуки. Такі мікроорганізми відомі під родовою назою *Beggiatea*, які складають  $H_2S$  за такою формулою:  $H_2S + O_2 = H_2O + S$  і скупчують у собі сірку. Вони живуть у сокотах і калюжах зі соленою і прісною водою. Сірка відкладається в них у вигляді дрісненських зерняток, що дуже переломлюють світло. Вільну сірку вони окиснюють на сірчаний квас / $H_2SO_4$ /, а потім цей сірчаний квас зеднується з вугланокисними солями клітинного соку, витворюючи  $CaSO_4$  гіпс, який виходить із клітин на поверх. *Beggiatea* здібні лише існувати в мінеральному оточенні і відщеплюють вуглець від  $CO_2$  повітря та карбонатів, при чому це відщеплення виникає на рахунок енергії, що звільняється при окисненні сірчаного водню.

*Beggiatea* є агатоклітинний організм, що нагадує синьо-зелені водорости з групи остателярій, але існує ще цілий ряд одноклітинних сірчаних бактерій, відживлювання яких звязане з окисненням сірки. Їх поділяють на дві групи: одні з них беруть для реакцій окиснення кисень із повітря, другі, наявнаки, розвиваються лише в відсутності вільного кисня-себто, е так звані анаероби. Банприклад, *Tiobacillus Thiopagis*, який відновлює нітрати до вільного азоту й відщепляємим таким чином киснем окиснене сірчаний водень, сірковий і сірчано-кислий натр. Енергія, що звільняється при цьому окисненні, йде для відщеплювання вуглеця від вугляного квасу карбонатів. Таким чином, цей мікроорганізм становить маленьку хемічну лабораторію. Дальнішими бактеріями, що окиснюють соли недокиси заліза в окисові сполуки:  $2 FeO + O_2 = Fe_2O_3$ , їх користуються енергією цьо-

го окиснення для синтези органічної речевини за рахунок вугляноквасного газу. В останні часи відкриті водне-бактерії, які здібні окиснювати воду на воду й розкладати вугляний квас, користуючись енергією, що витворюється при цьому окисненні. Можна думати, що існують також такі бактерії, що окиснюють метан / $\text{CH}_4$ / та окис вуглеця / $\text{CO}_2$ / які також належать до групи бактерій, що хемосинтезують. Отже, хеміко-енергетичну суть діяльності всіх мікробів, що хемосинтезують можна звести до ось чого: 1/ вони окиснюють мінеральні речевини; 2/ енергію, що звільняється при цьому вони використовують для відщеплення вуглеця від  $\text{CO}_2$  повітря чи карбонатів; 3/ при допомозі відщепленого вуглеця й води витворють вуглеводні. Таким чином, наслідок діяльності організмів, що хемосинтезують і фотосинтезують подібний. Але треба відзначити, що при розвитку життя на Землі логично не-минучим було первісне появлення істот, що хемосинтезують, через те, що вони не потребували для себе жадних органічних сполук. Для того, щоби почати працю для фотосинтезу потрібно було мати певну кількість органічних речевин без користування промінястю енергією за рахунок хемічної енергії. Таким чином, найдавнішими мешканцями на Землі мусили бути такі ~~найпростіші~~ форми, які стояли найближче до сучасних бактерій, що хемосинтезують. Не треба думати, що хемосинтез органічної речевини могла виникнути нагло. Бактерії, що хемосинтезують, які зараз існують, дуже ріжноманітні й збудовані досить складно. До їх існування був, мабуть, довгий цикл еволюції різних хемосинтезувальних форм. Розмноження й розвиток хемосинтетиків повело за собою накопичення органічної речевини як у живих тілах, так і у вигляді мертвової органічної речевини. Тоді молодші покоління хемосинтетиків почали користуватися уже готовою мертвовою органічною речевиною для свого відживлення, заховуючи свою здібність до хемосинтезу. З сучасних хемосинтетиків лише бактерії, що ~~нітрофікують~~ не здібні відживлятись на рахунок органічних речевин, що виробляються іншими організмами, сесто, з нашого пункту погляду вони є найпримітивніші чи найдавніші.

Всі останні хемосинтетики мають здібність використати органічні речевини й користуються хемосинтезом лише тоді, коли не вистарчає органічного палива чи як доповнення до відживлення.

органічними речевинами. Це є наступна стадія розвитку.

### БІЛКОВИНА.

Студіючи біохемічну хемію зауважуємо, що подібно тому, як у органічній хемії головну роль грає вуглець і органічна хемія становить сполуки вугільця, тут найбільшу роль грає азот. Через це, з розумінням органічної речевини тісно звязане розуміння білковини під ним завжди думають надзвичайно складні сполуки, що обовязково мають азот. Далі в хемічній структурі білковини клітинного ядра висувається велика роль фосфору, який у найскладніших клітинах центральної нервової системи вже є настільки важливий, що вчений фізіолог Молешот дозволив собі відомий вираз: "без фосфору нема думки". Отже, йдучи від мертвого неорганізованого речевини до речевини, що досягає найбільшого ускладнення структури й найбільших функціональних можливостей, до думки включно-ми будемо бачити як, із одного боку, щораз збільшується складність хемічної структури молекули цих речевин, а з другого боку, в їх склад уходять і стають неминучими нові хемічні елементи; з початку вуглець, потім азот, потім фосфор, як головний типовий елемент найвищих конструкцій. Через це можна сказати: без вугільця нема складних сполук, без азоту нема живих, без фосфору тих, що думають, мислять.

Білковинні тіла /альбуміни, протеїни/ суть речевини, безумовно, потрібні для кожної живої субстанції й вони витворюють найбільшу кількість усіх органічних сполук клітинного тіла. Білковина складається з хемічних елементів-вугільця, водню, сірки, кисня й азоту, з яких останній і є характеристичним елементом так, що протиставлять азотору речевину-білковину двом другим речевинам, що входять у склад живої субстанції-вуглеводнім і товщам, як безазотовій речевині. Молекула органічних вугільцевих сполук, а разом з ними і вуглеводнів і товщів досить складна й тяжка в білковинних речевинах творить надзвичайно складну структуру. Білковинна молекула є гігант, щодо звільнення до молекул всіх інших хемічних сполук. Не зважаючи на великі успіхи хемії за останні 25 років, структура білковинної молекули далеко ще не яснована. Можна лише усталити при-

допомозі аналізи, при котрій білковинна молекула розкладається на велику кількість порівнюючи простіших, але ж ще досить складних молекул, що структура молекули білковини чудово складна. Тут в молекулі білковини світова суть досягає найбільшого ускладнення у структурі, відповідно цьому набуває найскладніші й незрозумілі атрибути /властивості/: здібність почувати, порушуватися, думати, росплоджуватись. Життя є атрибут найбільш ускладненої у своїй структурі світової сути, субстратом чого є жива білковина. Не дивлячись на те, що білковина складається лише з пяти елементів / С Н S, O та N /, її молекула має в собі кількість атомів, що перевищує тисячу. Так, аналіза тієї білковинної речевини, що знаходитьсь у крові, а саме в червоних кровяних тільцях і обарвлює їх у червону барвудала таку формулу молекули:  $C_{600} H_{1130} N_{154} Fe_{15}, O_{149}$ . Білковина, що знаходитьсь в насінні тикви має таку формулу:  $C_{162} H_{44} N_{90} O_{43} S_2$ . Гемоглобін конячої крові ще складніший  $C_{42} H_{1130} N_{145} O_{145} Fe_1, S_2$ .

Подібні формули одержані при аналізі білковини курячого яйця й інших. Склад білковини з вище згаданих пяти елементів колихається поміж оцими числами.

С .....	50,0	- 55%
Н .....	6,5	- 7,3 %
Н .....	15,0	- 17,6 %
О .....	19,0	- 24,0 %
І .....	0,3	- 2,4 %

Білковинні речевини не розчиняються в етері й спирті; деякотрі з них здібні розчинятися в воді, інші розчиняються в воді лише у присутності лугів чи квасів. Розчин білковинних речевин впливав на полярізаційний промінь і відхиляє площу поляризації маліво. При нагріванні розчинів білковинних речевин, при впливі на них реагентів, а також у в організмах, білковинні речевини переходят до нерозчиненого стану - зсідаються.. Білковина уявляється нам як неміцний луг і як неміцні кваси, що останні з окисами важких металів утворюють солеподібні сполуки. При нагріванні розбавленими квасами чи з лугами білковинні речевини гублять воду й розкладаються на амоніяк, сірчаний водень  $H_2S$  та амідокваси / тіросін, лейцин, аспарагіновий квас/. Білковинні речевини також підлягають розкладу під упливом ферментів і бактерій. Білковина, котру залишили стояти на повітрі з 15 - 20 частинами води при  $40^{\circ}C$  ступенях розкладається, гниє, при чому в ній розвиваються різні мікроорганізми. При цьому білковинні речевини розкладаються на вугляноквасний газ /  $CO_2$  /, амоніяк /  $NH_3$  /, лейцин, товщеві кваси й зле пахучі індол та скатол.

В залежності від здібності білковини розчиняється у воді, в нейтральних розчинах солей, в розбавлених квасах і лугах, білковинні речевини прийнято класифікувати на такі групи:

I. Протеїни, чи справжня, природна білковина чи білковинні тіла в повному розумінні слова, типова білковина. Вони розчиняються в воді й неміцьких розчинах солей і відхиляють площу полярізації на ліво. Їх поділяють на дві групи: а/ альбуміни, що розчиняються в дестильованій воді, не випадають ні при насиченні їх розчином звичайної соли й сірчаноквасної магнезії, ні при напівнасиченні сірчаноквасним амоніяком, а випадають при повному насиченні сірчаноквасним амоніяком й сірчано квасною циною. Альбуміни не мають /для відріжнення від глобумінів/ глікоколю. До них відносять ляктальбумін, себто, альбумін, що зустрічається в малій кількості в молоці, далі сироваточний альбумін - у сироватці крові /серум альбумін/, мязовий альбумін - білковинне тіло мязових клітин, що розчиняється в воді, ростинний альбумін, розчинений у клітинному соці ростинних клітин, і декотрі інші альбуміни. До них відносили раніше білковину пташиних яєць /овальбумін/, але він становить складнішу сполучку білковини. б/ Глобуліни, що не розчиняються в воді, але розчиняються в неміцьких розчинах нейтральних солей, і в розбавлених лугах. Якщо соляний розчин глобуліну наситити солями, то глобулін випаде з розчину в вигляді клоччя. Так само глобулін випадає з розчинів, якщо їх позбавити зовсім від солей при допомозі дифузії у діїлізаторі. Для розріжнення від альбумінів, глобуліни осідають від додачи добре розбавлених квасів і шляхом уведення до них  $\text{CO}_2$ . До цього відносять: сироваточний глобулін /серум глобулін/, себто, глобулін розчинений у сироватці крові, далі фібриноген, що становить білковину сироватки крові, яка при перебуванні крові назверху кровоносних жил, сама по собі збивається й цим досить часто зупиняється кровотеча без сторонньої допомоги. Далі сюди відносять міозін, себто, глобулін мязів, що також легко осідається, який повстас, наприклад, у мязах після смерті й виявляється в відомій трупній задубіlosti. Глобулін ростин, що насінням жита, пшеници й інш. додає липучість і який витворює клейковину. Ця група широко розповсюджена в ростинній царині /відріжнення від тваринної царини/ й добре розчиняється у спирті.

II. Протеїди. Сполуки протеїнів із другими

не білковинними, по більшій часті складними речевинами, називають протеїдами. При цих сполуках білковинна молекула хемічно виявляє силу, як неміцний квас; її можна витиснути з цих сполук міцнішими квасами, що стають на її місце й тоді білковина звільняється. Протеїди поділяють на такі три групи:

A/Хромопротеїди, себто, сполуки білковини з барвальними речевинами. Сюди належить хромопротеїд гемоглобін, що знаходиться в червоних тільцях крові й має коло 0,4% металалічного заліза. Гемоглобін бував у двох видах: аморфній та кристалічний. Гемоглобін ріжних тварин має ріжну кристалічну форму. Гемоглобін досить легко сполучується з киснем, очевидччи, завдяки залізу, що знаходиться в його молекулі й який переводить гемоглобін до оксігемоглобіну, який знаходиться у світлоневроній артеріальній крові. Оксігемоглобін дуже нестійкий; віддаючи кисень клітинам тіла, сам відновляється. Такий відновлений гемоглобін знаходиться в темночервоній крові - венозній.

B/Глюкопротеїди, це є сполуки білковини з вуглеведнами чи їх утворами. При розкладі вони дають вуглеводень - глюкозамін. Між іншим, у справжніх протеїдах знайдені також вуглеводяні групи; можна думати, що вуглеводяні групи взагалі належать до числа утворень від розщеплення білковини. В такому випадку глюкопротеїди відріжняються від справжніх протеїдів лише тим, що мають вуглеводяні групи, як утворень від розщеплення, в особливо великій кількості. До глюкопротеїдів відносять перш за все ті,

що знаходяться у клітинах слизових залоз: муцин-слизь, що не розчиняється в воді, а розтягується на подіб до тягучих слизових ниток. Муцин знаходиться у слині, жовчі, в секретах усіх слизових залоз і слизових оболон, в слизових тканинах /пуповина/ в тужнях. У безхребтових тварин вони знаходяться головним чином у слимаків та в шкірі голотурій. Трохи інший пік справжні муцини - мукоїд. Сюди відносять мукоїд, що дістають із білковини курячого яйця; далі мукоїд тужнів, костей, хрящів, склоподібного тіла ока, роговиці.

B/Нуклеопротеїди це є сполуки білковини з нуклеїновим квасом. Ця остання становить сполуку фосфорного квасу з пуріновими лугами /гуанін, аденин, ксантин, гіпоксантин/. Нуклеопротеїди витворюють хроматипову речевину клітинних ядер і через це вони досить широко розповсюджені як у ростинній

так і тваринні царині. Досить часто у склад нуклеопротеїдів входить залізо. Ці тіла висунуті на передній плям через те, що вони надзвичайно характеристичні й найдоскояніші для вивчення в ядрах клітини. Можливо, що їх роль в житті ядра перебільшена, бо що наші відомості про інші складові частини ядра досить обмежені й не дозволяють досагти глибоко в таємниці ядерних функцій.

Парануклепротеїди чи псевдонуклепроїди становлять білковинні тіла, що мають у своєму складі фосфор і виразно відріжняються від нуклепротеїдів тим, що не мають нуклеїнового квасу. Сюди відносять казеїн молока всіх ссавців; казеїн є псевдонуклеопротеїд хемічно сполучений із вапном /Ca/. Він збивається від додачи квасу чи сичуга, але не під час кіпіння. При скисанні молока, казеїн виділюється в вигляді студня. При нагріванні студнєвий казеїн перетворюється у творог. Вітелін, що знаходиться в жовтку яйця також, очевидччи, відноситься до парануклепротеїдів. В вигляді жовтих пласточок кристалі <sup>вітеліна</sup> зустрічаються в яйцах риб, жабів, черепахів. У пташиних яйцах <sup>вітелін</sup> знаходиться в аморфному вигляді.

ІІІ. Альбуміноїди. Альбуміноїди, себто, подібні до білковини сполуки - по своєму складу та походженню стоять досить близько до справжньої білковини, але через хемічні та фізіологічні властивості виявляють багато особливостей. Вони не кристалізуються, складаються майже з одних моноаміноквасів, майже зовсім не мають лізіну, аргініну, гістидину, в них нема ароматичних груп і розщеплюючися вони не дають тирозину. Декотрі з них не мають сірки. Вони знаходяться, головним чином, ув опорних та захистних тканинах тваринного організму й відповідають своєю роллю клітчатці ростин. Таким чином, більша частина рачевин, що виділюється клітиною, як основна для опори чи захисту мягких частин організму, відноситься саме до альбуміноїдів. Так, кератін мається в усіх витворах, що виділюються клітинами епідерму шкіри - рогах, копитах, волоссях, вовні, пір'ях, нігтях і кігтях. Характеристичним для кератину, це велика кількість сірки, що входить до його складу. Вони дуже сталі до травлення шлунковим та кишковим соком, а також до гниття. В м'яблінових оболонах нервів мається нейрокератин. Досить близько стоять до кератину овокератин, що витворює основу яйцевої оболони в яйцах великої кількості тварин.

Еластин - основна речевина еластичних волокон; його багато в потиличній сполучці, яка зеднує голову з остиватими паростками хребтів.

Коллаген - головна, складова частина сполучальних волокон, тужнів, фасцій, сполучк, основна органічна речевина костей, хрящів. При кипінні з водою, переходить у глютин чи клей, через що й роблять клей із костей.

Спонгін - основна речевина морських губок, конхіолін - органічна речевина черепашково-мollюсків. Корнеїн-речевина корялів і багато інших речевин, що приймають участь у витворенні оставів без хребтових тварин.

Фіброн та серіцин чи шовковий клей є головною складовою частиною шовкової павутини комах і павуків.

Іхтилемідин витворює коло 1/5 всієї органічної речевини скроні риб. Надзвичайна кількість білковини не лише у складі клітини, а й у складі опорних та захисних тканин і органів, складає саму характеристичну рису для тваринного організму в порівнянні з ростинами. В ростинній царині щляхом комбінації ріжких вуглеводнів витворюються ріжноманітні полісахариди. Подібно до цього з досить однорідної білковини юда, тваринний організм витворює ріжку білковину своїх тканин і клітин. Приклад розглянемо перед цим альбуміноїдів показує як тваринний організм приладжує до своїх ріжноманітних функцій білковину речевину, будуючи з неї такі, наприклад, органи як роги, кігті та інші.

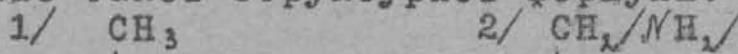
Бізими /ферменти/. До альбуміноїдів відносять також ще далеко не зясовані хемічні тіла, що грають роль каталізаторів у ростинних і тваринних організмах. Їх хемічна натура не зясована через те, що одержати їх в хемічно чистому вигляді не вдалося. Потім лише приготували препарати з ферментативним діянням, але ж вони не давали реакцій білковини. Немає сумніву, що фермент має дуже складну будову молекулу; всі ферменти мають азот, більшість - ірку й фосфор, в деяких доведена присутність хлору й заліза. Через ті впливи, що воно виявляють всі ферменти поділяються на I/ферменти, що розщеплюють вуглеводи, 2/ ферменти, що розщеплюють товщу, 3/ білковину, 4/ферменти, що розкладають нуклеїновий кис, 5/ферменти, що роблять осад, 6/ферменти, що допомагають окиснюванню речевин, які тяжко окиснюються - чи оксидази, 7/фер-

менти, що викликають шумування-фарментацію чи лімази й інші. Ферменти можуть не лише розкладати тіла складної структури, але можуть діяти в зворотному напрямі, витворюючи синтези.

Після того, як ми постарались дати загальну характеристику білковинних речевин і їх попере-редню класифікацію можливу до докладнішого зна-яння про структуру білковинної молекули, ми спро-буємо дати представлення хемічної структури білковинної молекули.

### Товщевий шар.

Моно-аміно-моно-карбонові кваси, себто кваси, що мають  $\text{I}-\text{NH}_2$  та  $\text{I}-\text{COOH}$ . Сюди відносять:  
1/ аміно-оцетовий квас.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  глікоколь. Розумін-ня його складу й структури легко зясувати із цього: насычений вуглеводень метан  $\text{CH}_4$  дає оцето-вий квас такої структурної формули:

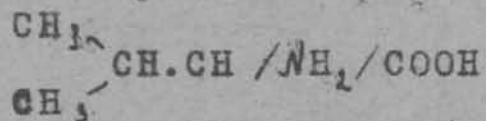


1/ оцетовий квас, себто, аміно-оцетовий квас, в метані один атом Н утворений заміною од-заміщено групою  $\text{COOH}$ . ного Н-групою  $\text{NH}_2$ .

2/ Аланін чи  $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас. Наасичений вуглеводень етан  $\text{C}_2\text{H}_6$  дає пропіоновий квас:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ . Заміною одного атому Н групою  $\text{NH}_2$  одер-жимо  $\text{CH}_3-\text{CH}/\text{NH}_2/-\text{COOH}$ .

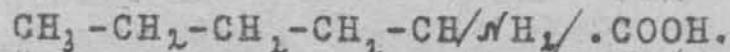
3/ З наасиченого вуглеводня бутана  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  ми має-мо валеряновий квас. Сам бутан може бути у двох ізомерних формах: 1/  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  та 2/  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,

Перший вуглеводень є нормальний бутан, другий має назву триметилметан, чи ізобутан. Коли в ізобутані ми замінимо один атом Н групою  $\text{COOH}$ , то одержимо ізовалеряновий квас. Заміною у ньому одного атому Н групою аміно  $\text{NH}_2$  маємо  $\alpha$ -аміно ізо-валеряновий квас чи валін.

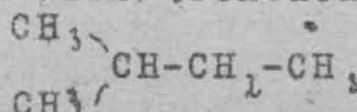


4/ Нормальний пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  має таку структурну формулу:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ; із нього ми маємо капроновий квас такої формули:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ . З капронового квасу можна

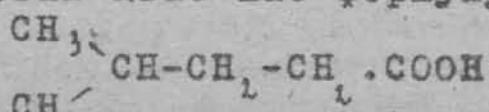
звести -амінокапроновий квас, котрий має назву норлайцин:



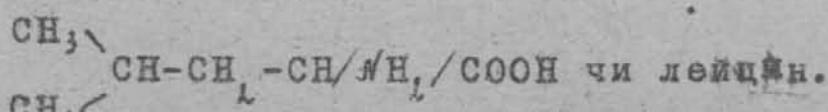
5/Насичений вуглеводень пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  дає ізо-капроновий квас. Його формула:



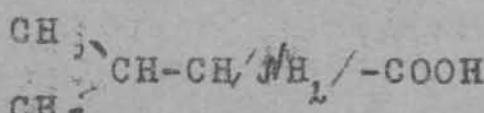
Ізо-капроновий квас має формулу:



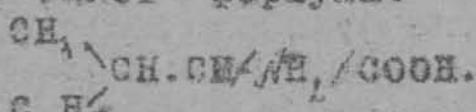
із цього ми одержуємо  $\alpha$ -аміно-ізо-капроновий квас:



6/Ізолейцин має таку структурну формулу:  $\text{C}_6\text{H}_6$ , або  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$  із цього  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  - пропіоновий квас.



та за структурною формулою читається так:  $\alpha$ -аміно- $\beta$ -метил- $\beta$ -етиль-пропіоновий квас, се, то, коли уявимо собі, що у пропіоновому квасі  $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{COOH}$  ми замістимо два атоми водню на метиль та етиль, а третій атом Н на групу  $\text{NH}_2$ , то одержимо сполуку такої формули:



Ізолейцин знайдено в пшениці, а потім у тваринній (ростишній) білковині.

7/Моно-аміно-оксіквас. Досить близько до аланину, се, то, до  $\alpha$ -аміно-пропіонового квасу стоїть сернистий  $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , а  $\alpha$ -аміно- $\beta$ -оксі-пропіоновий квас, яким легко уявити собі, коли у пропіоновому квасі  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$  замінимо один Н гидроксидом, а другий атом Н групою аміно  $\text{NH}_2$ . Іноземні аміно-кваси.

8/Аспарагиновий квас -  $\alpha$ -аміно-алтарний квас. Зпочатку ми усвідомимо, що ставлять янтарний квас  $\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ , який є двоосновний квас. У аналогії двоосновні кваси завдають із вуглекислотою атомів водню двоєма карбоксильними групами  $\text{COOH}$ , або ж іх можна виглясти як одновалентних квасів заміщенням у радикалі одного

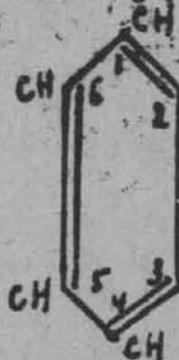
водня карбоксилом. Так із метану можна одержати квас такої формули:  $\text{CH}_3/\text{COOH}$  - малоновий квас; той самий квас можна вивести з оцетового квасу  $\text{CH}_3\text{COOH}$  заміщенням одного атому водня карбоксилом; таким чином із пропіонового квасу- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  можна вивести два ізомерних кваси такої формулі 1/ $\text{COOH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$ - янтарний квас. Коли тепер ввести амінову групу  $\text{NH}_2$ , то ми будемо мати  $\alpha$ -аміно-янтарний квас:  $\text{COOH}\cdot\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ . 9/ Глютаміновий квас-  $\alpha$ -аміно-глютаровий квас. Коли у пропані  $\text{C}_3\text{H}_8$  замістити два атоми Н двома карбоксилами / $\text{COOH}$ /, то ми одержимо такий двоосновний квас  $\text{COOH}/\text{CH}_2/\text{COOH}$ , що має назву глютаровий квас. З нього легко вивести  $\alpha$ -аміно-глютаровий квас:  $\text{COOH}\cdot\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .

Глютаміновий квас великою кількістю входить у склад ростинної білковини, особливо до білковини, що знаходиться в насіннях. Обидва бікарбонові кваси /8 та 9/ дуже розповсюджені в ростинній царині в вигляді амідів. Особливо це відноситься до аміду аміно-янтарного квасу, який має назву аспарагин.

### Ароматичні сполуки.

Представником ароматичних сполук, як відомо, є вуглеводень бензоль  $\text{C}_6\text{H}_6$  /ненасичений вуглеводень ряду  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ /, який належить до групи сполук, що мають замкнуту цикличну групу вугільцевих атомів, як протилежність товщевих, чи аліфатичних сполук, що мають відкриту групировку вугільцевих атомів. Коли ми зупинимось на формулі Кекуле, не входячи до розгляду інших формул, то структуру бензоль можна уявити собі в такому вигляді:

Бензоль



Усі ароматичні сполуки можна вивести з вуглеводня бензоль подібно тому, як усі аліфатичні сполуки ми виводимо з метану. Через те в ароматичних сполуках завжди мусить находитись бензольне ядро, що складається з шести вугільцевих атомів.

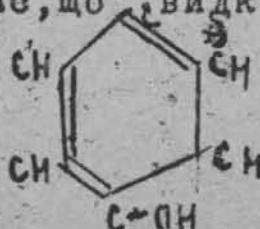
10/ Таким чином ароматичні кваси можна вивести з ароматичних вуглеводнів заміною в останніх атома водня - карбоксилом  $\text{COOH}$ . Подібним шляхом ми замінимо один атом водня  $\alpha$ -аміно-

піоновим квасом і одержимо феніл- $\alpha$ -аміно- пропіоновий квас формули:  $C_6H_5 - CH_2 - CH(NH_2)COOH$ .

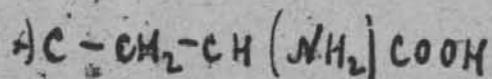


Ця сполука має назву фенилаланіну, який одержували з етіолізованих виростків лупіну. В сучасний момент він одержується при гидролізі всіх білковинних тіл.

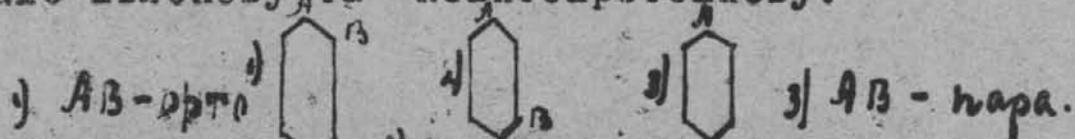
ІІ/ Тирозін є р-оксифениль- $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас, що видно зі структурної формулі його.



пара-окси-фениль- $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас.

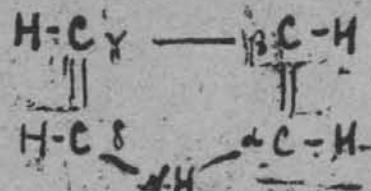


Тирозін дає реакції, що властиві білковині, а саме мілонову та ксантопротсинову.

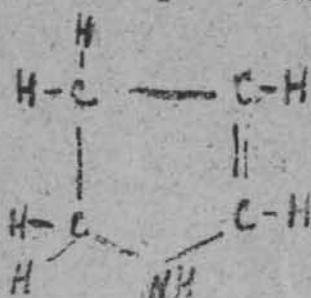


Гетероциклічні /ядра/.

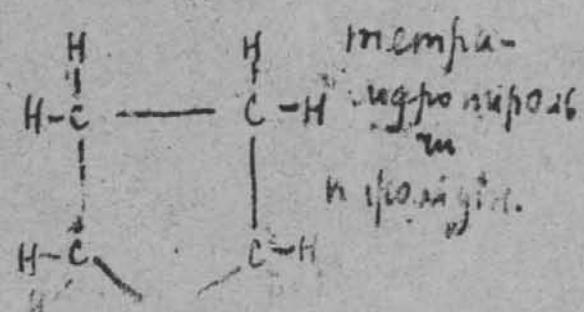
Гетероциклічними називаються такі сполуки зі замкнутим ланцюгом атомів, у котрих ланцюг виготовлений не лише вугільцем/це карбоциклічні сполуки/, але й атомами інших елементів. Ланцюг гетероциклічних, так само як і карбоциклічних сполук може бути утворений трьома, чотирьома, п'ятьма й більшою кількістю атомів. До таких сполук належить пироль, що має таку структурну формулу:



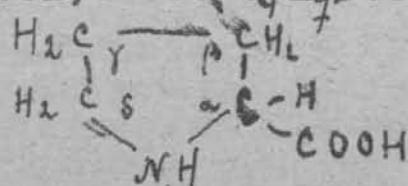
Пирольову групу зустрічаємо в багатьох природних тілах, наприклад, у в обарвлючій речевині крові, в хльорофілі, в декотрих алкохолідах та білковинах. При відновленні пиролю започаткуємо дігидропироль чи пиролін  $C_4H_6LN$ , а потім тетра-гидропироль-пиролідін  $C_4H_8LN$ .



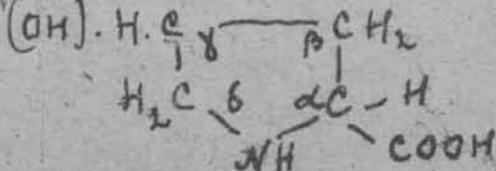
дігидропироль



Під час гидролієм білковинних тіл/казеїну, альбуміну, фібрину/ одержуємо  
І2/ пролін чи  $\alpha$ - пиролідин-карбоновий квас; коли один атом водню в пиролідині замінено групою COOH, себто  $C_4H_7COOH/NH$ , чи структурою:

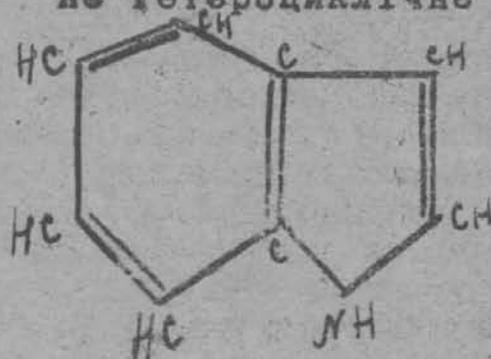


З проліну легко вивести оксі-пролін, сполуку такої формулі:

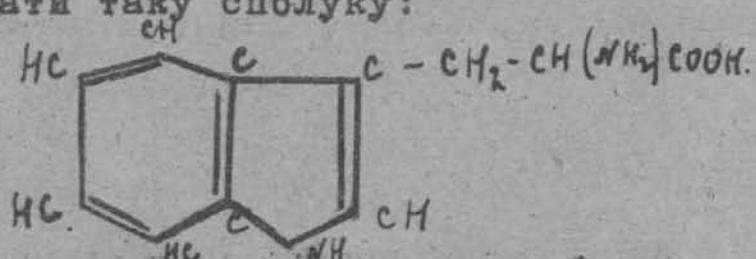


І3/ Оксі-пролін чи  $\gamma$ -окси- $\alpha$ -пиролідин-карбоновий квас. Пролін та оксипролін виділені з утворенів розкладу білковинних тіл. Пролін майже завжди знаходиться у складі білковинної молекули.

ІІ/ Індолова група. Коли ми сполучимо ядро пироліу з бензольним ядром, то будемо мати складне гетероциклічне кільце такої структури:



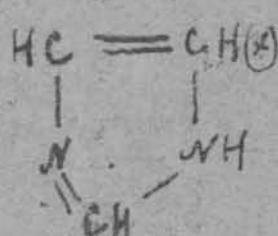
Така сполука має назву індол /  $C_9H_7N$  /, з ним у досить близькому зв'язку знаходиться всім відома синя барва індіго. Коли тепер увести в цю складну сполуку  $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас, то будемо мати таку сполуку:



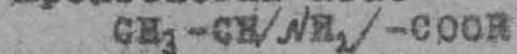
І4/ Індол-аміно-пропіоновий квас, або триптофан чи індол-аланін. Індол, скатол та триптофан одержуються при розкладі білковин.

ІІІ. Імідацольова група. Ростидін.

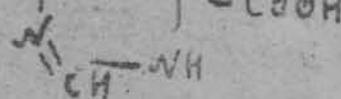
Вісьмисімімідацоль, себто, тіло такої структури:



Одна водень (x) в імідацольі замінено на аланін /  $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас



тоді одержимо:  $HC = C_4H_8 - CH(NH_2) - COOH$



І5/ Гістидін чи

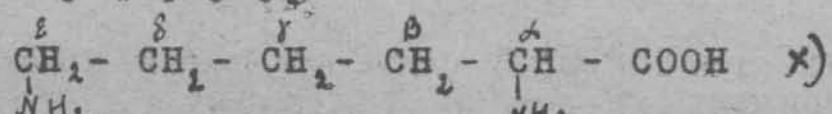
Імідазоль - $\alpha$ -аміно-пропіоновий квас.

### Діамінокваси

-До останнього часу одержано лише три амінокваси.

I6/ Лізін чи  $\alpha, \beta$ -діамінокапроновий квас.

Капроновий квас можна вивести з пентана  $C_5H_{12}$ , а саме  $C_5H_{10}COOH$  - є формула капронового квасу. Коли тепер два атоми водня замінити групою /аміно/  $NH_2$ , то будемо мати таку формулу:



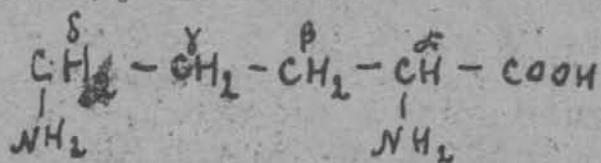
Лізін був відкритий при розщепленні казеїну соляним квасом; при чому, крім амоніяка таmonoаміноквасів були одержані утворені з виразно виявленими лужними властивостями; поміж цими утвореннями знаходитьсья лізін. Коли ми на лізін посімо гнілостні бактерії, то з лізіну витвориться шляхом відщеплення  $CO_2$  пентаметіл діамін чи кадаверін - надзвичайно сильний отрута. Лізін знаходитьсья у складі ростин і досить часто зустрічається серед утворенів розкладу білковини.

### Аргінін.

I/Орнітин.

Щоби зрозуміти зложение цього тіла, ми мусимо засувати собі зпочатку структуру орнітину. З бутану  $/C_4H_{10}/$  ми виводимо валерьянний квас  $C_4H_9COOH$ . Заміщенням у валерьянному квасі двох атомів водня двома групами  $NH_2$  одержимо

I7/  $\alpha, \beta$ -діаміно-валерянний квас чи орнітин



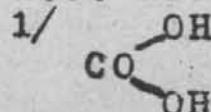
$\alpha, \beta$ -ді-аміно валерянний квас.

За своїми хемічними властивостями  $CO_2$  становить квасний окис /вугляний аніонідрид/ який із водою дає вугляний квас  $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$  - вугляний квас, надзвичайно нестабільний слабий квас, що існує лише в водному розчині й який ще до досі не одержаний у чистому вигляді.

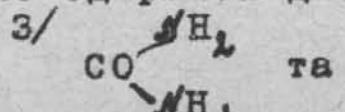
Він /вугляний квас/ здатний давати цілий шар спо-

g) Такий лізін має назву  $\alpha, \beta$ -ді-аміно капроновий квас.

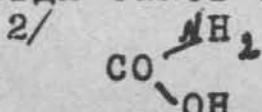
лук, а між ними й аміди вугляного квасу. Від вугляного квасу можна одержати два аміди такої формули:



вугляний квас



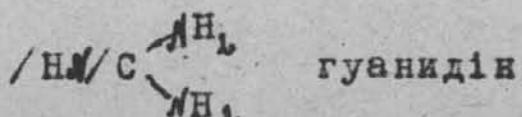
карб-амід



карбаміновий квас.

чи мочевина.

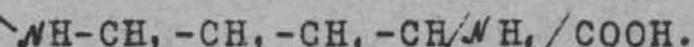
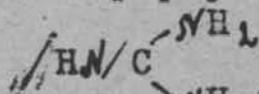
Коли в мочевині, замість кисня поставити групу "імідо"  $\text{NH}$ , то ми будемо мати імідо-мочевину чи гуанидин.



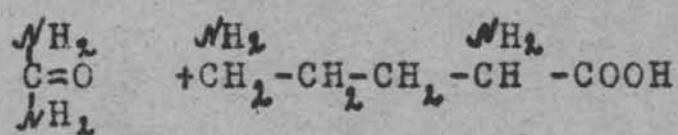
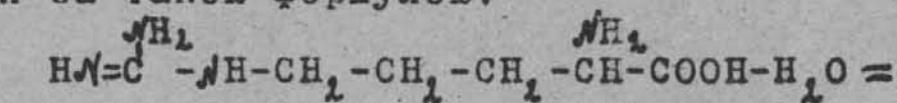
гуанидин

Вище розглянутий орнітин постійно знаходитьться у сполучі з залишком гуанидину й витворює складне тіло-

18/гуанидин-аміно-валеряновий квас чи аргінін такої формули:



Аргінін під упливом особливого ферменту-аргінази розщеплюється на орнітин та мочевину. Аргіназа знаходитьться в різних органах. Розщеплення витворюється за такою формулою:



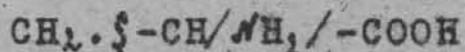
мочевина.

орнітин.

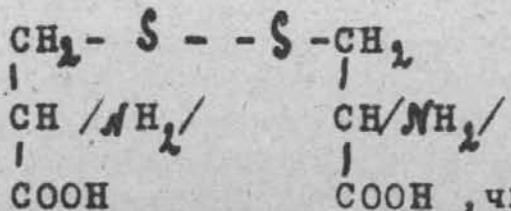
19/Цистин.

Сірка взагалі є інтегральна /складова/ частина білковинної молекули. Поодинокою сірчаною речевиною, що входить у зłożення білковинної молекули є цистин. Його знайдено поміж утвореннями від розкладу багатьох білковинних тіл. Зпочатку розглянемо цистеїн, який є  $\alpha$ -аміно- $\beta$ -тіо-пропіоновий квас. Візьмемо формулу пропіонового квасу:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$  й замінимо два атоми водню групами: 1/  $\text{NH}_2$  та  $\text{NH}_2$  тоді будемо мати:

$\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}-\text{NH}_2/\text{COOH}$ , себто,  $\alpha$ -аміно- $\beta$ -тіо-пропіоновий квас. Із цистеїну виникає цистин, як його дісульфід. Отже, формула цистину виглядає так:



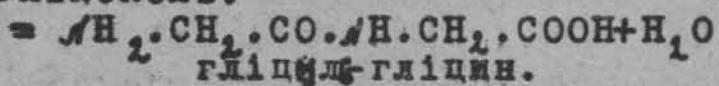
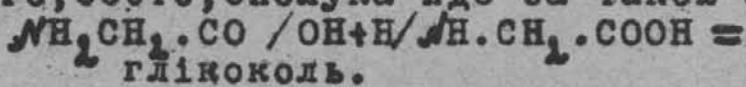
$\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}-\text{NH}_2/\text{COOH}$ , чи по Абдергальдену так:



$\Delta$ -ді-аміно- $\beta$ -ді-тіо-діляктил доведено, що в молекулі білковини існує не цистеїн, а цистин.

Усі хемічні сполуки, що ми перед тим розглянули, можна одержати при ферментальній гідролізі білковини, а тому, що ферментне розщеплення є одно з надзвичайно обережних /тонких/ способів розщеплення, то можна припустити, що всі розглянені утворені розщеплення дійсно приймають участь у будуванні білковинної молекули.

Отже, утвореніми розщепленням білковини, окрім амоніяку, є майже виключно амінокваси. Тому на білковинну молекулу ми мусимо дивитись, як на надзвичайно складну, у якій головні групи атомів зібрані до аміноквасів. Декотрі з цих квасів мають і ароматичні групи, у інших білковинних тілах амінові кваси сполучені з вуглеводніними групами. Яким чином виникає сполучення окремих аміноквасів поміж собою в білковинній молекулі зовсім невідомо. Можна припустити різні можливості, що можливо існують одна поруч одної. До цього часу доведено існування лише одного роду сполучення, де амінова група одного квасу сполучається з карболовою групою другого. Таким чином із двох молекул глікоколю чи аміно-оцетового квасу гліциль-гліцин. Сам С.Фішер думав так, що амінокваси в білковині вітвують сполуки за типом квасних амідів. Він довів, що амінокваси легко сполучуються один з одним, при чому виділяється вода й амідова група одного аміноквасу реагує з карбоксильною групою другого, себто, сполука йде за такою формуловою:



Такому родові сполук, що складається з двох чи більшої кількості аміноквасів, Fischer дав називу пептидів; за числом аміноквасів, із яких складається пептид, він розріжняє: діпептиди, трипептиди, тетрапептиди й інші. Поліпептиди можна одержати не лише з однакових, а й є різних аміноквасів. Найбільш складним із одержаних таким шляхом, поліпептидів, є 19 членний ланцюг, що складається з 4 молекул лейцину та 15 молекул глікоколю з молекулярною вагою 1326. Поліпептиди стоять досить близько до білковини й до пептонів /утворенів перетворенням білковини під упливом шлункового соку та соляного квасу/. Вони дають, так звану, бідрегезу

реакцію, характеристичну для білковини. Також і до гидролізу вони відносяться подібно, як до білковини, розкладаючись із витворенням аміноквасів. Результат учинкування соку черевослинки одинаковий, як у білковини так само й у поліпептидів. Таким чином, поміж білковиною та поліпептидами знайдено цілий ряд спільних якостей. Окрім того, поміж утвореннями гидролізу декотрих білковинних тіл знайдені поліпептиди, зовсім тотожні з штучно одержаними. Звідси виходить, що спосіб угрупування аміноквасів у білковині й штучних поліпептидах одинаковий. Ріжні білковинні тіла розріжняються поміж себе присутністю чи відсутністю певних хеміческих ядер, неоднаковою кількістю цих ядер і нарешті неоднаковим розloженням цих ядер у молекулі. Але і при абсолютно однаковому кількісному відношенні ядер, можливо одержати майже безмежну кількість їх комбінацій, себто, хеміческих ізомерів шляхом перегруповання окремих ядер у білковинній молекулі. Численні спостереження говорять за те, що білковинні тіла ріжніх родів тварин, а може бути й ріжніх індивідуумів, які тяжко розріжняти за хемічним зложеннем, уявляють із себе такого роду ізомерні речевини. Тому кожний рід рослинного чи тваринного світу характеризується властивою йому одному структурою білковинної молекули /відова властивість білковини/. Існує очевидча, що властивість кожному живому індивідуумові й чимось відріжняється від білковини другого індивідуума. Приайні спостереження з обшарів медичної біольогії рішуче підтверджують ці думки.

### Синтез білковини в рослинному організмі.

Послідовний ряд хеміческих формул, що зисували б нам, яким чином рослини будують білковину з вуглеводнів, втягуючи під час цього будування азот та сірку, залишається невідомим. Але з елементарного зложення білковини видно, що будування білковинної молекули неможливе без приєднання сірки, азоту /Фосфору/ тому, що їх речевин в вуглеводніх нема. Зпочатку розглянемо більш просте питання - про джерело сірки. Рослина одержує сірку з ґрунту при довоноєзі корінців. Сірка знаходиться в ґрунті геловими чином, у вигляді сірчано-квасичних солей, лужних та лужно-земельних металів / $Si$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Ca$ ,  $Fe$ ,  $Mg$  та інші/. В рослині сірка йде майже виключно для синтезу білковини. До

складу білковинної молекули входить сірка й у тваринний організм. При окиснюванні білковини в тілі тварини, сірка, по більшій часті, перетворюється в сірчаний квас, який у вигляді солі лужногометалю знову входить до загального кругобігу. Так, наприклад, у природі знаходимо сірчано-квасний кальцій /сірчанокальцієва сіль/ $\text{CaSO}_4$  1/ в вигляді ангідриду, чи безводного сірчано-квасного кальція та 2/ в вигляді гипсу  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Ця сіль досить тяжко розчиняється в воді 2 гр. на 1 літр. Первинна сірка витворилася, головним чином, із гипсу. Породи, в яких зустрічається первинна сірка, почали складаються з гипсу й вапняку й просікнуті органічними речевинами /напр., асфальтом/, що поновлюють гипс. Окрім того, поновлюють гипс, уже розглянуті нами, сірчані бактерії, що споживають сірку, перетворюючи її потім в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Кількість вільної сірки в цих бактеріях доходить до 25% ваги іх тіла.

Тепер розглянемо складніше питання - про здобування азоту. Простіше було б ростині використати велику кількість азоту, що знаходиться в атмосфері земної кулі. Однаке досліди показали, що фотосинтезуючі зелені ростини зовсім нездатні до використання газового азоту. Досліди були зроблені так, що можна було дознати, чи збільшується кількість азоту в ростині коли вона не одержує азоту з ґрунту в вигляді азотних сполук. Для досліду беруть насіння; після аналізи одної частини насіння беруть другу, вже для експеримента. Насіння слід посадити не до природного ґрунту, а до спеціального штучного, наприклад, до вигартованого й промитого квасами піску, до перетвореної пемзи і. т. і. Сам по собі такий ґрунт нічого не може дати ростині, але ж до нього додають потрібні мінеральні речевини за виключенням азотових. Зріст насіння йде при світлі, щоби ростина могла витворювати з вугляного квасу безазотові речевини. Коли зріст іде на свіжому повітрі, то аналіза одномісячної ростини показує на дейкій невеликий прибуток азоту. Справа в тому, що атмосферне повітря, крім азоту, має невелику кількість амоніячних сполук. Через це експеримент треба зробити так, щоб ростина одержувала повітря, позбавлене амоніячних сполук. Для цього потрібно, щоби часіння росло у спеціальній скринці, до котрої повітря приходить через пристрій зі сірчаним квасом, що затримує амоніячні сполуки. При цьому експерименті ростина буде розвиватись гірше ніж в нормальних умовах; при такій аналізі ми маємо таку

кількість азоту, яка була в насіннях до експерименту.

Отже ростина не може засвоювати вільний азот, а мусить брати його в вигляді азотових сполук, себто, в вигляді звязаного азоту. Ми мусимо тому шукати первісні джерела звязаного азоту. Перед тим було зазначено, що атмосферне повітря має деяку кількість азотових сполук, а саме, під час бурі повітряна електрічність впливає на азот, кисень та водяний пар повітря, тут витворюється невелика кількість азотового квасу  $\text{HNO}_3$  /та азотного квасу  $\text{HNO}_4$ / . Це ми можемо довести дослідом. Коли в вальцеві над ртутью ми будемо мати деяку кількість газів - азоту та кисню, й через них будемо перепускати ряд електричних іскор, то одержимо зпочатку окис азоту  $\text{NO}$  /чи  $\text{NO}_2$ , який із киснем повітря легко дає  $\text{NO}_3$  - двуокис азоту, а  $\text{NO}_2$  з водою дає міцанину  $\text{HNO}_3$  та  $\text{HNO}_4$ . Таким чином, ростина після бурі одержує разом із дощовою водою, що падає на неї, азотові сполуки, які перед тим витворилися. Виявилось, що кількість цих сполук не велика порівнюючи з потребою проростаючих вищих ростин. Цікавий підрахунок зробив Бусенсьо. Він знайшов, що в літрі дощової води кількість  $\text{HNO}_3$  не перевищує 0,006 гр. звичайно х кількість  $\text{HNO}_3$  = 0,001 - 0,003 гр. Коли прийняти до розрахунку кількість атмосферного опаду, то кількість звязаного азоту буде рівною 1 - 6 на десятину. Між тим ростини, що покривають десятину, потрібують 50 кг азоту.

Щоби поповнити цю витрату, ростина мусить мати у ґрунті вже готові запаси звязаного азоту. Ці запаси є в вигляді замішків померших ростин і тварин. Коли живі істоти - ростини і тварини - гинуть, органічні речевини їх тіла підлягають гниллю. При цьому більша частина азоту переходить ув амоніак. 1/ Частина амоніаку при цьому улітає в вигляді газу до атмосфери й знову повертається до ґрунту разом із атмосферними опадами, що дають коло 2 кг амоніачного азоту на десятину. 2/ Амоніак залишається у ґрунті й перетворюється в солі азотового квасу, головним чином, на селітру, себто, на азотоквасний калій  $\text{KNO}_3$ . Вже давно було відомо, що у ґрунті подей витворюється селітра, а саме при окиснюванні органічних речевин, що мають у собі азот, при вільному доступі повітря й води. Штучно одержують селітру, в так званих, селітриницях, де гній та ріжні відпадки разом із дерев'яною золою ванном підвідають під уплив повітря на протязі 2 - 3 років. По перше, Бертело 1892 року показав, що витворення селітри - нітратифікація - залежить від життєвої діяльності мікроорганізмів. Під час точного студіювання виявилось, що процес нітратифікації є досить складний і потребує поєднаної праці декотрих родів бактерій. Одні бактерії окиснюють амоніак до азотового квасу /так званий нітратний мікроб/, другі не

ретворюють азотний квас до азотового квасу /нітра тний мікроб/. Отже ці нітрофікуючі мікроорганізми належать до тієї категорії бактерій, що можуть спалювати неорганічні речевини замісць органічних, так само як розглянуті нами вище хемосинтезуючі бактерії /сірчані бактерії, залізобактерії, водне-бактерії/. Нітрофікуючі мікроби здатні відщеплювати вуглець від вугляноквасного газу в повній темноті без допомоги соняшної проміневої енергії; при чому це відщеплення вугільца виникає за рахунок хемічної енергії, що визволяється під час окиснювання

Про Ф. Віноградському, першому, вдалося одержати нітрифікуючий мікроорганізм у чистій культурі. Він дав йому назву *Clostridium Pasteuri* в пошану Пастера. Пізніші студії показали, що у ґрунті та в морській воді є ще інші мікроби, що зважують азот. Так Бейфінк знайшов безбарвний організм, який нагадує синезелений водоріст та дав йому назву *Azotobacter chrysosporium*. Агрономічна практика вже давно показала, що бобові ростини мають властивість збагачувати ґрунт азотом. Коли ми будемо на тому самому ґрунті сіяти декілько років ~~жито~~ хлібну ростину, наприклад, пшеницю без угноєння, то через недостачу азоту, будемо мати надзвичайно бідні врожаї. Але коли на тому самому ґрунті ми посімо, знову без угноєння, конюшину, горох чи лупін, чи взагалі бобову ростину, то цей ґрунт збагачується азотом. Коли тепер прийдешнього року посімо знову пшеницю без угноєння, та будемо мати добрий врожай, з більшою кількістю азоту, ніж до засіву бобових ростин. Суть справи полягає в тому, що на коріннях бобових ростин ми знаходимо особливі витвори - жовні /желваки/, в котрих живе велика кількість надзвичайно малих бактерій серед бактерійної тканини, що витворилася із корінів ростини. Жовні ці розвиваються через заразу корінів бактеріями, що знаходяться повсюди у ґрунті. Коли бобові ростини посадити до ґрунту, якщо перед тим буде нагрітий - чим знищуються бактерії, то жадні жовні не розвиваються й жадного скупчування азоту не буде. Отже, бобові ростини засвоюють вільний азот при допомозі бактерій, що знаходяться в жовнях корінів цих ростин. Можна зважати зовсім за доведене, що найважніші речевини, що постачають ростині азот це, є амоніак та азотовий квас - але обидва в вигляді солей, через те що ростина ~~не~~ переносить вільних квасів та лугів. Досвід показав, що ростина може розвиватися нормальню, одержуючи весь азот у вигляді селітри. Ростини, що одержують у вистарчуючій кількості селітру, не лише розвива-

втісні добрі й мають велику кількість азоту, а й витворюють велику кількість безазотових речевин. Порівняльні досвіди показують, що засвоєння азоту впливає посередне на засвоєння вугільця, що стає зрозумілим, бо апарат для синтези вуглеводнів є клітина, яку не можна уявити собі без білковини, себто, без азоту. Коли ростина при недостачі азоту не може витворювати білковинних речевин, та незабаром вона не зможе готовити і вуглеводнів. Селітра зустрічається у ткачинах ростин, а деякі ростини, наприклад, сояни, буряк мають її у досить великій кількості. Селітуру можна знайти в коріннях, стеблах, листових черенках, у жилках листів /у зеленому мякуші її звичайно не буває/. Це дає можливість думати що переробка селітри, себто, виготовлення її без участі білковини виникає в зеленому мякуші, себто, там де витворюються з води та вугляного квасу - вуглеводні. Більшість ростин краще розвивається за допомогою селітри, ніж інших амоніячних сполук, одержуючи азотовоквасну, а не амоніячну сіль, не зважаючи на одинаковий обсяг азоту в них і інші рівні умови. Лише дріжжі та цвіль дають перевагу амінокислотам із азотом квасові. Ми вже бачили, що витворення у ґрунті азотового квасу, яке переходить до селітри, є наслідком діяльності нітрифікуючих бактерій. Тому умови, що сприяють припиненню життя у ґрунті, припиняють і витворення азотового квасу. Отже, коли ґрунт добре нагріти, то кількість азотового квасу в ньому вже не збільшується. Але коли до такого ґрунту додати ненагрітого, себто, заразити ґрунт нітрифікуючими бактеріями, то здатність витворювати квас повертається знову. Хлороформування ґрунту також припиняє процес; після ж виділення парів хлороформу витворення азотового квасу поновляється. Азетовий квас  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ , та аміак  $\text{NH}_3$ , не є поодинокі джерела азоту для ростини. Існує цілий ряд органічних речевин, що можуть постачати ростині азот, замінюючи її селітуру. А саме - аспарагин, тирозін, лейцин - речевини, що витворюються в ростині з білковини й які залишаються в ній під час голодування. Крім того, мочевина, при допомозі котрої у ссавців виділяється мочею більша частина білковинного азоту й інші подібні сполуки, що не зустрічаються в ростині, можуть зовсім замінити селітуру. Під утиливом деяких родів бактерій сечевина перетворюється в амоніяк, а останній, як вже було сказано, перетво-

рюється в азотоквасні солі. З нітратів вже ростина може витворювати білковину молекулу. Ця ростинна білковина після смерти ростини гміє, при чому більша частина азоту переходить знову в амоніак чи білковина ростини зідається твариною, розкладається в її організмі й знову більша частина білковинного азоту виділюється в вигляді сечевини.

Таким чином, азот, переходячи з органічних речевин до неорганічних, робить кругобіг. Як вже було вказано думаютъ, що найголовніша роль при синтезі білковини припадає на долю листів; також думаютъ, що зпочатку витворюються амінокваси, які сполучуючись один з одним, дають більш складні речевини й прикінці витворюють молекулу білковини. Цей процес хоч і не припиняється в темноті, але при світлі проходить інтенсивніше. Як витворюються амінокваси до останнього часу невідомо. Можливо, що вони виникають з простіших вуглеводнів, наприклад, гліцерози, але також можливо, що амінокваси уявляють із себе безпосередній утворень асиміляції. Особливі труднощі ми зустрічаємо в зясуванні асиміляції нітратів. Нітрати повинні перейти через поновлення. Удалося довести витворення нітратів у ростини. Приймають, що  $\text{HNO}_3$  переходить до  $\text{HNO}_2$ , а азотний квас дає  $\text{NH}_2\text{O}$ ; тоді під упливом води мусить витворитись гидроксиламін  $\text{NH}_2\text{OH}$ , який разом із формальдегідом що витворюється, як вже було сказано, при поновленні вугляного квасу, дає формамід  $\text{CONHNH}_2$ . Далі думали про можливість витворення ціанквасу  $\text{HCN}$  та про поновлення нітратів на амоніак. Але все ж че можна зробити певних висновків і витворення аміноквасів, а тому й білковина в ростині залишається ще зовсім незясована. Трохи краще стоять справа з вивченням хімії білковини в насінні, що проростає. Зрозуміло, що з крохмалю чи товщів не можна збудувати ростину. Крохмаль дає матеріал для дихання ростини й для збудування оболон клітини з целюлози, як це було вже нами розглянуто. Але для будування цитоплязми й зерен потрібні азотові речевини й через це у спілому насінні майже завжди знаходимо запас білковини. Коли насіння починає проростати, то в ньому виникають великі хемічні перетворення, що торкаються до всіх складових частин клітинного тіла. Вище ми вказували на перетворення вуглеводнів до товщів і навпаки. Одночасно починається гідроліз білковини, яка під упливом протеолітичних ферментів розщеплюється на простіші речевини. При цьому, з почалку витворюється гептони, а потім амінокваси, які почасті підлягають дальнішому перетворенню. А саме, при проростанні знаходяться іноді у значній кількості такі речевини, як

аспарагин, тирозін, левцін, глуталін. Початок проростання насіння є подібний у хемічному відношенні до процесу травлення в кишках тварини. Клітини зародка розкладають речевини з тією метою, доб із утворені розщеплення витворити різні складові частини свого тіла. Молода ростина буде всі складові частини свого тіла заново. Щікаво підкреслити, що аспарагін, а іноді й глутамін виникають у ростині під час голодування. Коли цілу ростину, чи краще зрізану гіллячку держати декілька днів у темності в вохкому повітрі, то в молодих частинах, що ростуть, виникає аспарагін в супроводі левцину, тирозіну та других азотних органічних речевин. Чим більш продовжується голодування, себто, чим більш ростина губить свої вуглеводні для росту й дихання, тим більш накопичується аспарагіну й споріднених йому речевин. Ці речевини витворюються з білковини й знову можуть дати білковину, лише для цього потрібні вуглеводні. Оде зараз як таку голодуючу ростину, в якій накопичилося багато аспарагіну, винесено на світло, то аспарагін поступово зникає, очевидчаки, разом з вуглеводнами даючи знову білковинні орудії. Тимчасове появлення таких речевин, як аспарагін може бути корисне, полегчуючи рух азотових речевин. Білковина як коллоїдна речевина тіжко діосмус і не може просянинути з одної клітини до другої крізь оболону. Аспарагін, як кристалоїд, легко розповсюджується діосмозом. Таким чином, ростина надзвичайно обідо поводиться зі своїми азотовими речевинами. Тварина постійно розкладає засвоєну ним білковину, а самі утворені розкладу викидає як непотрібні /сечевена та інші/. Ростина також розкладає білковину, але ж не виділює азотових утворенів, пускаючи їх знову до обігу буде з них при допомозі вуглеводнів, білковинні речевини. Через це, ростина може бути задоволеною порівнюючи, малою кількістю азотових речевин, коли у неї є в достатку безазотові органичні речевини.

Фосфор - вступає до клітини в вигляді фосфатів, які через те, що молекула фосфорного квасу майже без змін входить до складу молекули білковини, незначно змінюється. Думають, що фосфоровий квас у ростині вступає до сполучки з формальдегідом і витворює оксиметиль фосфоровий квас /фітиновий квас/, який і був знайдений у ростинних тканинах.

**Українське Видавниче Товариство**

# **СІЯЧ**

---

- 
- 1. Проф. др. Я. Ярема. Вступ до фільософії.
  - 2. Лект. др. Гончарів-Гончаренко. Загальна гігієна.
  - 3. Проф. С. Русова. Теорія педагогіки на основі психольогії.
  - 4. Проф. Л. Білецький. Українська народня поезія.
  - 5. Лект. Ф. Гула. Теорія векторів.
  - 6. Проф. Є. Іваненко. Пропедевтика вишого рахунку.
  - 7. Проф. Є. Іваненко. Аналітична геометрія у просторі.
  - 8. Лект. Д. Чижевський. Льогіка.
  - 9. Проф. др. А. Старков. Загальна біольогія.
  - 10. Лект. І. Кабачків. Політична економія.



---

**Адреса видавництва:**

**Praha II., Malátova ulice čís. 19/III.**