

CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA.

ZWIĄZKI RODNIKÓW ALKOHOLOWYCH JEDNOATOMOWYCH,
OGÓLNEGO WZORU: C_nH_{2n+1} .

Związki rodników alkoholowych ogólnego wzoru: C_nH_{2n+1} stanowią rodzinę, która wcześniej niż inne została dokładnie zbadana. Zachowanie tych związków jest proste, łatwo ująć się daje w ogólne formuły i przedstawia tyle analogii i prawidłowości, że opisanie pod tym względem związków jednego rodnika, służyć może z małemi wyjątkami za przykład dla wszystkich pozostałych. Poznanie tego zachowania, w swoim czasie przyczyniło się bardzo do postępu nauki, przez wyrobienie pewnych pojęć zasadniczych, które ułatwiły badanie związków bardziej skomplikowanych.

Najważniejszymi związkami rodników ogólnego wzoru: C_nH_{2n+1} są alkohole. Nazwę tę noszą, jak już powiedzieliśmy, związki dające się wyprowadzić od cząsteczki wody, w której połowa wodoru typowego zastąpioną została przez rodnik z węgla i wodoru złożony.

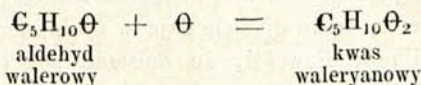
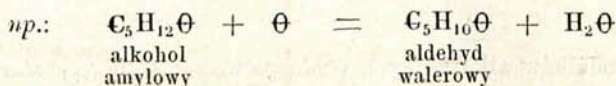
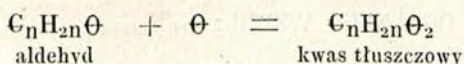
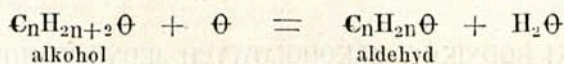
Alkohole jednoatomowe ogólnego wzoru $C_nH_{2n+2}O$, zwane pospolicie alkoholami w ściślejszym znaczeniu tego wyrazu, cechują się głównie tem, że przez utlenienie przechodzą w odpowiednie kwasy o tej samej ilości atomów węgla, zawierające dwa atomy wodoru mniej a jeden atom tlenu więcej, w kwasy więc o formule ogólnej: $C_nH_{2n}O_2$. Przemiana ta daje się wyrazić ogólnym wzorem:



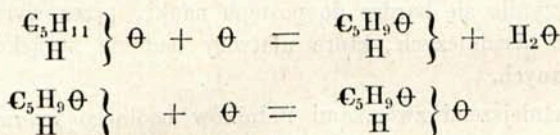
Kwasy te noszą nazwę kwasów *tłuszczowych*; każdemu alkoholowi odpowiada kwas tłuszczowy właściwy.

Przy utlenianiu alkoholów na odpowiednie kwasy, dają się często otrzymać produkty utlenienia pośrednie, zawierające dwa atomy wodoru mniej niż alkohole, znane pod nazwą *aldehidów*. Każde-

mu alkoholowi zdaje się odpowiadać także właściwy aldehyd, a zamiana alkoholu na kwas tłuszczowy prawdopodobnie odbywa się zawsze w ten sposób, że najprzód przez utratę dwóch atomów wodoru alkohol przechodzi w aldehyd, a następnie przez przybranie jednego atomu tlenu aldehyd przechodzi w kwas tłuszczowy. Proces ten wyrazić się daje ogólnie, przez następujące równania:



w formułach racjonalnych:



Szereg alkoholów wzoru $\text{C}_n\text{H}_{2n}\Theta$ jest dotąd mniej zupełny niż szereg kwasów tłuszczowych im odpowiadających; zapewne jednak niezadługo szereg ten uzupełnionym zostanie. Przy opisanu rodników kwasowych zobaczymy, że już dziś znane są drogi, które mogłyby w danym razie od kwasów tłuszczowych doprowadzić na odwrót do alkoholów. Następująca tablica zawiera alkohole dotąd otrzymane:

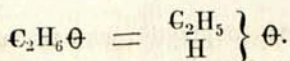
Nazwa	Formuła empiryczna	Formuła racjonalna	Źródło otrzymywania.
Alkohol metylowy	$\text{CH}_4\Theta$	$\left. \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{H} \end{array} \right\} \Theta$	Miedzy produktami suchej destylacji drzewa. (Taylor, 1812).
„ etylowy	$\text{C}_2\text{H}_6\Theta$	$\left. \begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{array} \right\} \Theta$	Fermentacya cukru.
„ propylowy	$\text{C}_3\text{H}_8\Theta$	$\left. \begin{array}{c} \text{C}_3\text{H}_7 \\ \text{H} \end{array} \right\} \Theta$	W olejku niedogonowym spirytusu winnego. (Chancel, 1853).

Nazwa	Formuła empiryczna	Formuła racjonalna	Źródło otrzymywania.
Alkohol butylowy	$C_4H_{10}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_4H_9 \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	W olejku niedogonowym spirytusu z melasów buraczanych. (Wurtz, 1852).
„ amylowy	$C_5H_{12}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_5H_{11} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	Główna część składowa olejku niedogonowego wszelkich spirytusów. (Scheele, 1785).
„ heksylowy	$C_6H_{14}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_6H_{13} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	W olejku niedogonowym spirytusu winnego. (Faget, 1853; Bouis i Carlet, 1862).
„ enantylowy	$C_7H_{16}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_7H_{15} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	
„ kaprylowy	$C_8H_{18}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_8H_{17} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	Z oleju rycynowego działaniem wodoru potażu. (Bouis, 1851).
„ cetylowy	$C_{16}H_{34}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_{16}H_{33} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	Z olbrotu działaniem potażu. (Chevreul, 1823).
„ cerylowy	$C_{27}H_{56}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_{27}H_{55} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	Z wosku pszczół i wosku chińskiego. (Brodie, 1848).
„ mirycylowy	$C_{30}H_{62}\Theta$	$\left. \begin{matrix} C_{30}H_{61} \\ H \end{matrix} \right\} \Theta$	

Zacniemy opis tych związków od najważniejszego z nich, to jest od alkoholu zwyczajnego czyli etylowego. Opiszemy związki etylu szczegółowo, a zachowanie ich będzie wzorem zachowania się związków innych rodników alkoholowych, przy których tylko na odrębne cechy i własności zwracać będziemy uwagę.

ZWIĄZKI ETYLU.

Alkohol etylowy (*Wyskok*).

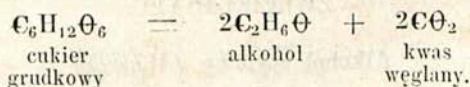


Fermentacya. Głównem źródłem wyskoku, tego związku tak ważnego pod względem naukowym i technicznym jest przemiana cukru, znana pod nazwą *fermentacyi alkoholowej*. Na tej przemianie polega otrzymywanie rozmaitych napojów spirytusowych z winogron, ziarn zbożowych, kartofli i t. p. materyałów. Fabrykacye techniczne do otrzymywania napojów

spirytusowych prowadzące opisujemy później, po opisie własności mączki, cukru i ciał białkowatych; wówczas bowiem daleko lepiej będą mogły być wyjaśnione. Teraz, zastanowimy się tylko nad naturą tej sprawy, która pod nazwą fermentacji alkoholowej jest znana i zobaczymy jakie w ogóle przemiany do rzędu fermentacji policzone być mogą. Wyjaśnienie tego przedmiotu pociąga za sobą rozbiór nadzwyczaj zajmujących i ważnych kwestyi fizyologicznych.

Od bardzo dawnych już czasów wiadomą było rzeczą, że pewne cieczce roślinne, cukier w rozpuszczeniu zawierające, jak na przykład sok winogron lub nalew kielkowanego jęczmienia, po krótkim wystawieniu na działanie powietrza zaczynają same przez się *fermentować*, to jest wywiezują jakiś gaz, cukier stopniowo znika a w cieczy pojawia się wyskok. Obok tego na dnie i na powierzchni płynu, wytwarza się w stanie gęstej jakoby piany osad bezkształtny. Osad ten znany pod nazwą *drożdży*, posiada tę szczególną własność, że może bardzo znaczne ilości cukru czystego rozpuszczonego w wodzie do fermentacji pobudzić i na wyskok zamienić, jeżeli tylko roztwór cukru jest dostatecznie rozcieńczony i jeżeli temperatura jego jest umiarkowana (najlepiej od 20° do 30°).

Lavoisier, z którego nazwiskiem tak często spotkać się przychodzi przy najważniejszych odkryciach w dziedzinie chemii, pierwszy zajął się badaniem przekształcenia chemicznego, jakiego doznaje cukier przy fermentacji alkoholowej. Doświadczenia w tym celu czynione doprowadziły go do rezultatu, że gaz wywiezujący się jest kwasem węglanym i że cukier rozpada się wprost na kwas węglany i alkohol. Pomimo że *Lavoisier* bardzo niedokładne miał dane pod względem składu procentowego cukru i alkoholu, jednak późniejsze doświadczenia potwierdziły ten rezultat ogólny, że przy fermentacji przeważna część cukru rozpada się na dwa wyżej wymienione związki. Rozkład ten cukru grudkowego wyrazić się daje równaniem:



Przemianę dopiero co przytoczoną nazwano fermentacją alkoholową cukru, sam cukier materyałem fermentacyjnym, kwas węglany i alkohol produktami fermentacji; drożdże wreszcie, których mała stosunkowo ilość wystarcza do przeprowadzenia znacznych ilości cukru w kwas węglany i alkohol, zwano fermentem. Następnie poznano inne fermenty sprowadzające rozkład cukru w innym kierunku; a później jeszcze poznano fermenty specjalne dla innych niż cukier materyałów fermentacyj-

nych. I tak: ten sam cukier, który działaniem drożdży rozpada się na kwas węglany i alkohol, może być działaniem małej ilości ciał białkowych i tlenu powietrza, przeprowadzony w znacznej części w kwas octowy, działaniem zaś małej ilości sernika bez przystępu powietrza a w obecności węglanu wapna — w kwas mleczny lub masłowy. Tak jak drożdże, sernik i inne ciała białkowe są fermentem dla cukru, tak mała stosunkowo ilość *emulsyny* materii azotowej znajdującej się w migdałach, przeprowadza *amygdalinę* (w migdałach gorzkich zawartą) w olejek gorzkich migdałów, kwas mrówkowy, kwas pruski i cukier, tak samo *dyastaza* materia wytwarzająca się przy kielkowaniu ziarn zbożowych, przeprowadza mączkę w cukier. Po poznaniu tego rodzaju procesów chemicznych, nadano nazwę fermentów wszystkim w ogóle związkom, których mała bardzo ilość sprowadzić jest w stanie rozkład znacznych ilości innych ciał w pewnym oznaczonym kierunku. Do ostatnich jednak lat najspreszeczniejsze panowały wyobrażenia pod względem natury fermentów, i pod względem przyczyn i sposobów działania jakimi się te czynniki odznaczają.

Jeszcze w końcu XVII-go wieku *Lewenhoeck* badając pod mikroskopem osad tworzący się przy fermentacji alkoholowej, zrobił spostrzeżenie że drożdże składają się z drobnych okrągłych ciałek, kulistych lub jajowatych. W roku 1799 *Fabroni*, a następnie *Thénard*, wykazali że drożdże zawierają azot, wydają w wyższej temperaturze amoniak i zachowują się tak jak materie zwierzęce azotowe. W r. 1810 *Gay-Lussac* podał doświadczenie, które wywarło wielki wpływ na następne badania nad fermentacją. „Jeżeli” powiada *Gay-Lussac* „do dwóch dzwonek szklanych napelnionych rtęcią, wprowadzi się po kilka gron latorośli winnej, zgniecie je następnie za pomocą pręcika szklanego i dopuści do jednego dzwonka małą bańkę powietrza, to po krótkim przeciągu czasu w temperaturze umiarkowanej, dzwonek, do którego dopuszczono powietrze, wypełniać się zacznie kwasem węglanym i zawierać będzie wyskok, podczas kiedy sok winogron w drugim dzwonku pozostanie zupełnie niezmienionym przez najdłuższy choćby przeciąg czasu.” Z doświadczenia tego wyprowadzono wniosek, że tlen powietrza potrzebny jest do rozpoczęcia fermentacji, a zbyteczny do dalszego jej prowadzenia. Około roku 1835 *Schwann* w Niemczech, a *Cagniard de Latour* we Francji, doszli prawie jednocześnie do rezultatu, że drożdże nie są jak mniemano osadem bezkształtnym, okrągło ziarnistym, jaki często wydają związki chemiczne niekryształizujące, ale stanowią masę złożoną z wielkiej liczby drobnych komórek roślinnych, zdolnych do rozmnażania się przez pączkowanie.

Schwann wykazał obok tego, że ciecz, która pozostawiona sama sobie po krótkim przeciągu czasu przechodzi na powietrzu w fermentacyą, nie doznaje téj przemiany jeżeli zostanie zagotowana i następnie przyprowadzoną w zetknięcie z powietrzem poprzednio wyżarzoném. Zauważono również, że ciała zwierzęce, jak mięso, krew i t. p. mogą być ochronione od dobrowolnego rozkładu, od tak zwanego *gnicia*, któremu działaniem ciepła i wilgoci szybko podpadają, jeżeli zostaną zagotowane i przystęp powietrza do nich będzie wstrzymany, lub powietrze dopuszczane zostanie poprzednio wyżarzoném *). Dalsze doświadczenia różnych chemików wykazały, że nie tylko drożdże sprowadzić mogą fermentacyą alkoholową cukru, ale że przy działaniu białka, glutenu, sernika, włóknika, błon zwierzęcych i innych tym podobnych ciał azotowych łatwo rozkładających się, obok kwasu mlecznego i masłowego tworzy się zawsze z cukru pewna ilość wysoku. Nakoniec w ostatnich latach pp. *Van den Broek*, *Pouchet* i inni przekonali się, że i w powietrzu przesączoném przez bawełnę, fermentacya nastąpić nie może.

Oto mniej więcej streszczenie faktów, które znanemi były do czasu głośnych prac p. *Pasteura* nad fermentacyą. Dodać tylko jeszcze należy, że kilku chemików ogłosiło rozbiory pierwiastkowe drożdży alkoholowych. Jeden z tych rozbiorów dokonany przez *Payena* przytaczamy:

Ciał azotowych (białkowatych)	62,73
Błonnika (wodanów węgla)	29,37
Tłuszczów	2,10
Soli mineralnych (głównie fosforanów wapna, potażu i magnezyi)	5,80
	<hr/> 100,00.

Skład procentowy drożdży przekonywa, że zawierają one te same części składowe, co rośliny w ogóle; organizm każdej bowiem rośliny składa się obok soli mineralnych z powyższych trzech rodzajów ciał organicznych, to jest z ciał białkowatych, z wodanów węgla, i z tłuszczów.

Na zasadzie faktów porządkiem historycznym wyżej podanych wyrobiły się różne hipotezy o przyczynach i naturze fermentacyi. Z pomię-

*) Nowsze doświadczenia przekonywają, że mięso, krew i t. p. ciała zwierzęce azotowe podpadają pewnemu rodzajowi *gnicia*, nawet w chemicznie czystej, wygotowanej wodzie i w wyżarzoném powietrzu; tylko rozkład ten odbywa się bardzo powoli, bez porównania ocieżalój niż w zwyczajnych warunkach.

dzy tych hipotez trzy szczególniej liczyły wielu stronników między badaczami przyrody.

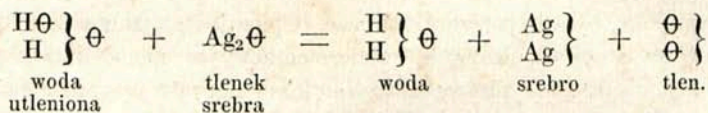
Berzeliusz a w ślad za nim *Mitscherlich* i inni chemicy utrzymywali, że fermenty mają własność sprowadzania fermentacyi danych ciał przez samo zetknięcie, właściwą im tkwiącą w nich siłą. Siłę tę nadali oni nazwę siły *katalitycznej* i przyjmowali, że wpływ jej jest przyczyną wielu innych jeszcze przemian chemicznych. Tak na przykład, podług *Berzeliusza*, gąbka platynowa również siłą katalityczną sprowadza połączenie wielkich ilości tlenu i wodoru; proszek srebra na mocy siły katalitycznej rozkłada wodę utlenioną na wodę zwyczajną i tlen, nie doznając sam żadnej przy tém zmiany. Hipoteza siły katalitycznej, nie jest właściwie żadnem tłumaczeniem. Wypowiada ona tylko, że fermentacja jest przemianą nie mającą nic łącznego z przemianami spowodowanemi działaniem chemicznego powinowactwa; nadaje ona jedynie osobną nazwę dla przyczyny fermentacyi odbywającej się zdaniem stronników siły katalitycznej na zasadzie odrębnych zupełnie i nieznanых praw natury.

Drugą hipotezą, która chociaż najbliższa prawdy nie wielu miała zwolenników, była hipoteza *Schwanna*. Opierając się głównie na tém, że drożdże są istotą organizowaną i że fermentacja jest niemożliwą w wyzaczoném powietrzu, przypisywał *Schwann* fermentacyą wpływowi istot żyjących, roślinnych lub zwierzęcych, których zarodki rozprzestrzenione w powietrzu, przez swe rozwijanie sprowadzają rozkład ciał organicznych.

Trzecią najpowszechniej przyjętą hipotezę o przyczynie działania fermentów postawił *Liebig*. Jako dowód bezzasadności hipotezy *Schwanna*, przytaczał *Liebig* fakt, że nietylko organizowane drożdże, ale różne ciała azotowe nieorganizowane jak białko, sernik, gluten i t. p. mogą pobudzić cukier do fermentacyi. Wprawdzie głównym produktem fermentacyi w takim razie jest kwas mleczny lub masłowy, ale zawsze tworzy się i dość znaczna ilość alkoholu. Podług *Liebiga* wszystkie ciała organiczne łatwo rozkładające się, jak właśnie ciała azotowe, ciała białkowane, będąc same w stanie rozkładu, mogą niszczyć równowagę chemiczną innych związków, mogą przenosić na inne związki ruch atomiczny jakiego doznają i sprowadzać rozpadanie się tych połączeń na takie, które większą posiadają stałość.

Trudno pojąć jakim sposobem hipoteza *Liebiga* mogła być za prawdopodobną uważana; przy trzeźwém bowiem ocenieniu faktów, niemożność wytłumaczenia za jej pomocą rozmaitych rodzajów fermentacyi jest oczywistą. Znamy wprawdzie liczne przykłady wpływu, jaki wywiera mechaniczny popęd do rozkładu. Tak na przykład chlorek azotu rozpada się

na pierwiastki już przez samo poruszenie naczynia, w którym jest zawarty; ale chlorek azotu jest ciałem nietrwałem we wszelkich okolicznościach i rozpada się zawsze w jeden i ten sam sposób. Przeciwnie, rozmaite materiały fermentacyjne, jak na przykład mączka lub cukier są ciałami stosunkowo bardzo trwałemi, a rozkładają się łatwo działaniem fermentów, i rozkładają się w różny sposób stosownie do rodzaju fermentu, na którego działanie są wystawione. Przypuszczenie *Liebiga* nie jest w stanie wytłumaczyć, dla czego każde ciało właściwego wymaga fermentu i dla czego jedno i to samo ciało działaniem różnych fermentów różnego doznaje rozkładu. Nadmienić wreszcie należy, że fakt działania wody utlenionej na tlenek srebra, podawany zwykle jako przykład chemicznego popędu do rozkładu, na inną (jak dziś ocenić łatwo) polega przyczynie. Woda utleniona jak wiadomo, przy zetknięciu z tlenkiem srebra nie tylko rozkłada się sama na wodę i tlen, ale sprowadza rozkład tlenku srebra na srebro i tlen. To przeniesienie popędu do rozkładu z jednego związku na drugi jest tylko pozornym, gdyż spowodowanem ono jest wzajemnym powinowactwem dwóch atomów tlenu do siebie:



Już w innym miejscu *) miałem sposobność, po przytoczeniu faktów wykazujących niedostateczność hipotezy *Liebiga*, wyrazić przekonanie, że „fermenta są po prostu pośrednikami chemicznych przemian na zasadzie zwyczajnych sił powinowactwa zachodzących i że dalsze badania nad fermentacją dostarczą dowodów na potwierdzenie tego przypuszczenia.” W skutek klasycznych prac p. *Pasteur* nad tym przedmiotem, zapatrywanie dopiero co przytoczone stało się daleko więcej uzasadnionem; dodać tylko należy, że w wielkiej liczbie przypadków ciała pośredniczące są istotami żyjącemi, roślinnemi lub zwierzęcemi, a fermentacja przez nie wywołana jest skutkiem tych spraw chemicznych, jakie życie i rozwój ich organizmów pociąga za sobą.

Przechodzimy teraz do wykonanych w ciągu kilku lat ostatnich prac p. *Pasteur*, nad niektórymi rodzajami fermentacji, a w szczególności nad fermentacją alkoholową.

Setki doświadczeń w najrozmaitszych warunkach przeprowadzonych wykazały, że zawsze kiedy cukier podpada fermentacji alkoholowej,

*) „Krótki rys chemii organicznej.” Warszawa 1857, str. 24.

jednocześnie w danym roztworze pojawiają się owe mikroskopowe komórki roślinne, które nazywamy drożdżami. Zarodki komórek drożdżowych znajdują się w powietrzu. Zarodki te znajdując w danym roztworze właściwe dla siebie pożywienie, zaczynają się w nim rozwijać na komórki drożdżowe, które się mnożą. Wraz z rozwojem komórek drożdżowych dokonywa się przemiana fizyologiczna, której rezultatem jest tworzenie alkoholu, kwasu węglanego i innych jeszcze produktów, na które później zwrócimy uwagę. Pożywieniem dla komórek drożdżowych jest cukier, ciała azotowe i sole mineralne—wydzielinami są powyższe produkta fermentacji. Żeby rozwijanie się drożdży następować mogło swobodnie i w odpowiednich warunkach, potrzeba aby roztwór zawierający dla nich pożywienie, był niezbyt stężony i posiadał temperaturę umiarkowaną.

Z tego cośmy dopiero co powiedzieli, łatwo pojąć dlaczego w doświadczeniu *Gay-Lussaca* tylko ten sok winogron fermentować zaczyna, do którego dopuszczono pewną ilość powietrza; powietrze to przynosi ze sobą zarodki komórek drożdżowych, bez których nie może być fermentacji alkoholowej. Łatwo zrozumieć dlaczego fermentacja alkoholowa nie może się odbywać w wyżarzonym powietrzu lub w powietrzu przesączonym przez bawełnę; wyżarzenie niszczy zarodki, bawełna je zatrzymuje. Łatwo wreszcie pojąć dlaczego nie tylko drożdże gotowe, ale i ciała azotowe jak sernik, gluten i t. p. dodane do roztworu cukru sprowadzają rozkład, w którym tworzy się pewna ilość alkoholu, gdyż zarodki komórek drożdżowych znajdują w tych ciałach azotowych pożywienie, rozwijają się i wydzielają alkohol i kwas węglany.

Podaliśmy wyżej główne rysy fermentacji alkoholowej. Bliższe objaśnienie całego przebiegu tej interesującej sprawy fizyologicznej, pozyskamy najlepiej, przez opisanie zasadniczego doświadczenia p. *Pasteur*, tak jak ono pierwszy raz przez niego wykonane zostało. Warunki tego doświadczenia pozwalają na dokładne zbadanie wszystkich szczegółów fermentacji alkoholowej, i przekonywają że sole amonii służyć mogą roślince drożdżowej za pożywienie, w zamian za ciała organiczne azotowe.

Dnia 10 grudnia 1858 r. w południe, rozpuścił p. *Pasteur* w 100 centymetrach sześciennych wody czystej, 10 gramów cukru i 0,1 grama winianu amonii $\left(\begin{matrix} \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4 \\ (\text{H}_4\text{N})_2 \end{matrix} \right) \Theta_2$. Do tak przygotowanego roztworu dodał popioły pozostałe po spaleniu jednego grama drożdży, popioły zatem zawierające sole mineralne do istnienia drożdży potrzebne. Nakoniec wprowadził ślad świeżych komórek drożdżowych (wielkości śpilki lebka),

mokrych, zawierających 80% wody, a tylko 20% części stałych. Roztwór cały umieszczony został w miejscu mającém temperaturę dwudziestu kilku stopni. Dnia 11 grudnia o godzinie 4 po południu zaczęły się wywiezywać pojedyncze drobne bańki kwasu węglanego, z tego miejsca gdzie upadły komórki drożdżowe. D. 12 grudnia wywiezowanie gazu wyraźne, na powierzchni cieczy pokazuje się piana, ciecz jest zamacona przez wytworzone komórki drożdżowe i fermentacya w pełnym znajduje się biegu. Śledźmy teraz za pomocą mikroskopu i rozbioru chemicznego przemiany w cieczy téj zachodzące.

Komórki drożdżowe zdrowe, takie jak te, które jako zarodek w powyższym doświadczeniu wprowadzono, okazują się pod mikroskopem pojedynczemi pęcherzykami o ścianach elastycznych, napełnionemi płynem przejrzystym. W płynie tym pływa kilka jąderek miękkich lub bardziej ziarnistych, stosownie do tego czy komórka jest młodszą czy starszą.

Wprowadzone do roztworu cukru, młode komórki drożdżowe znajdując dla siebie pożywienie w cukrze, w soli amoniakalnej i w solach mineralnych zaczynają się rozwijać. Tworzy się na nich z początku narośl drobna, która następnie przechodzi w odrębną komórkę o własnej powłoce. Komórka ta pozostaje zrosniętą z komórką macierzyńską póki jest drobną, ale rośnie ciągle, a skoro dojdzie do wielkości wyrównywającej mniej więcej téj jaką posiada komórka macierzyńska, wówczas odrywa się i stanowi młodą komórkę drożdżową. Komórka młoda jest napełniona z początku cieczą zupełnie przejrzystą; później wytwarzają się w téj cieczy owe ziarniste granulacye, których ilość mnoży się wraz z wiekiem. Komórka macierzyńska wydawszy pewną ilość młodych, wypełnia się coraz więcej granulacjami; w końcu nie zawiera już cieczy i staje się obumarłą, nie zdolną do życia i pobudzenia fermentacyi. Osad w cieczy fermentującej wytworzony składa się z komórek drożdżowych w najrozmaitszych peryodach rozwoju. W pierwszych dniach komórki macierzyńskie wprowadzone do roztworu jako zarodki, mogą być wyraźnie odróżnione od młodych po ziarnistém żółtawém wnętrzu i ciemném wejrzaniu; przy świetle lampy wyglądają one jak pojedyncze kule czarne, otoczone wkoło kulami białemi (komórek młodych). Oto strona anatomiczna téj sprawy. Zastanówmy się teraz nad stroną chemiczną.

Rozbiór chemiczny danéj cieczy wykazuje, że po pięciu mniej więcej dniach, połowa już cukru zamienioną została na alkohol, kwas węglany i inne produkta fermentacyi. Znaczna część soli amoniakalnej znikła. Utworzyła się pięćdziesiąt razy większa ilość komórek drożdżowych niż do roztworu wprowadzono. Komórki te spożytkowały część cukru na wy-

tworzenie organizowanego błonnika, z którego ściany ich przeważnie są zbudowane; dalszą część cukru na wytworzenie tłuszczu, który łatwo w nich wykryć można, inną wreszcie część cukru wraz z amoniakiem na wytworzenie ciał azotowych białkowatych, które stanowią główną część składową cieczy w nich zawartej. Komórki te na koniec zużytkowały sole mineralne w roztworze istniejące, ku budowie tkanki swego organizmu. Tak więc mamy tu najpiękniejszy przykład powstawania ciał organicznych roślinnych, z materiałów czysto mineralnych, pod wpływem organizowanego zarodka. Jest to przykład żywienia się roślin.

Gdyby doświadczenie dopiero co opisane powtórzonem zostało w tych samych warunkach z opuszczeniem soli amonii, lub soli mineralnych, fermentacyi nie będzie z powodu braku jednego z pokarmów dla komórki drożdżowej niezbędnie potrzebnych.

Po tém cośmy powiedzieli łatwo zrozumieć co się dzieje, gdy do czystego roztworu cukru dodane zostaną same drożdże, ale w znacznej ilości. Przychodząc w zetknięcie z cieczą, komórki drożdżowe oddają jej w skutek następującej przez ściany ich osmozy, pewną ilość swych części składowych; tym sposobem pożywienie znajduje się w cieczy i akt życia się rozpoczyna. Fermentacya następuje, ale komórki drożdżowe rozwijają się w tym razie własnym swym kosztem; ilość ich nie powiększa się lecz zmniejsza; drożdże po tego rodzaju fermentacyi pozostale, jako złożone po największej części z wyczerpanych, obumarłych komórek, nie są już w stanie pobudzić same przez się fermentacyi roztworów cukru. Przy nalaniu samych drożdży, zawierających znaczną ilość młodych komórek w stanie rozwoju wodą czystą, najlepiej zauważyć można jak nowe komórki rozwijają się na koszt już istniejących. Pomimo bowiem nieobecności cukru tworzy się w tym razie pewna ilość alkoholu i kwasu węglanego, z błonnika, tłuszczu i t. p. ciał roślinnych w komórkach macierzyńskich zawartych i przemiana ta bardzo powolnie ale bezustannie postępuje, aż wszystkie młode komórki dojdą do dojrzałości i wyczerpania. Doświadczenie to, więcej niż każde, przemawia za tém, że produkta fermentacyi są wydzielinami komórek drożdżowych, wytworzonemi w skutek spraw chemicznych ich życia.

Nie należy jednak sądzić, aby fermentacya w warunkach doświadczenia p. *Pasteur*, postępowała tak energicznie jak w warunkach zwyczajnych, kiedy komórki drożdżowe napotykają w cieczy pożywienie organiczne azotowe, już gotowe, daleko właściwsze dla nich niż sól amonii, z której dopiero powoli muszą wytwarzać ciała białkowate do istnienia ich

potrzebne. Skoro w danym roztworze cukru znajduje się podstatkiem pożywienia azotowego w postaci ciał białkowych i w ogóle podstatkiem wszystkich materyałów pożywnych, wówczas mała ilość drożdży wystarcza do wzbudzenia bardzo żywej fermentacji. Komórki drożdżowe rozrzedzają się i mnożą nadzwyczaj obficie, i znaleźć między niemi można indywidua w wszelkich peryodach rozwoju. Takie warunki dane są przy fabrykacji piwa, gdyż nalew kielkowanego jęczmienia obfituje w najwłaściwsze dla drożdży pożywienie. Fabrykacja téż piwa jest połączona niejako z fabrykacją samych drożdży; a drożdże piwne jako zawierające wiele młodych, zdrowych komórek, bywają bardzo stosownie używane do pobudzania fermentacji w innych cieczach słodkich.

Rzecz godna uwagi, że nie wszystkie ciała azotowe roślinne lub zwierzęce, jednakowo dobre stanowią dla drożdży pożywienie. I tak na przykład, świeżem białkiem jaj komórki drożdżowe żyć nie mogą. W roztworze cukru zawierającym świeże białko, komórki drożdżowe się nie rozwijają i fermentacja się nie objawia. Dopiero po kilku tygodniach, kiedy białko rozpadnie się na różne produkta rozkładu, fermentacja alkoholowa się rozpoczyna, ale wówczas idą z nią w parze inne jeszcze fermentacye, które później poznamy. Przeciwnie surowica krwi naprzykład, jest doskonałym dla drożdży pożywieniem i mała ilość komórek rozmnaża się w wodzie słodkiej, do której dodano surowicy krwi, z zadziwiającą szybkością. Wszystko to wskazuje jak dalece działalność komórek drożdżowych posiada wszelkie cechy działalności istot żyjących, organami obdarzonych. Z jednej strony sole amonii mogące się zamienić w ciała białkowe, cukier przechodzący w błonnik i tłuszcz; z drugiej strony białko, ten pierwowzór ciał proteinowych, niezdadne do służenia za pożywienie komórkom drożdżowym.

Mówiąc o produktach fermentacji alkoholowej, wymienialiśmy dotychczas tylko alkohol i kwas węglany. Doświadczenia jednak p. *Pasteur* przekonywają, że rozkład cukru nie jest tak prosty jak dotąd sądzono, gdyż przy każdej bez wyjątku fermentacji alkoholowej, tworzy się obok alkoholu i kwasu węglanego, pewna ilość gliceryny, kwasu bursztynowego i mała ilość ciał niekrystalizujących, których natury dotąd zbadać się nie udało. Stosunek utworzonej gliceryny i kwasu bursztynowego do ilości utworzonego alkoholu, jest mniej więcej stały, co wskazuje że związki te nie są produktami dalszego rozkładu, ale że prawdopodobnie jednocześnie z alkoholem i kwasem węglanym się tworzą. Podług wzoru: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5O + 2CO_2$, sto części cukru grudkowego wydać powinno 51,34% alkoholu i 48,66% kwasu węglanego.

Tymczasem z doświadczeń p. *Pasteur* okazuje się, że 100 części cukru grudkowego daje, przecięciowo:

48,34	alkoholu
46,55	kwasu węglanego
3,23	gliceryny
0,62	kwasu bursztynowego
1,26	innych ciał (w tej ostatniej liczbie zawarty jest błonnik i tłuszcz komórek drożdżowych z cukru wytworzony).
100,00.	

W każdym płynie, który przeszedł fermentacją alkoholową i nie został oddzielony od części nietlotnych przez przekroplenie, w winie więc, w rozmaitych rodzajach piwa i t. p. znajduje się zawsze gliceryna i kwas bursztynowy. Związki te mogą być z łatwością wykryte i rozdzielone. Odparować tylko należy dany płyn do suchości i wytrawić pozostałość mieszaniną alkoholu i eteru, a gliceryna i kwas bursztynowy zostaną rozpuszczone. Dla rozdzielenia ich zubożymy się roztwór wodą wapienną, odparowuje znów do suchości i wytrawia na nowo mieszaniną alkoholu i eteru. Teraz tylko gliceryna się rozpuści, a bursztynian wapna pozostanie nierozpuszczony.

Powiedzieliśmy poprzednio że sok winogron przyszedłszy w zetknięcie z powietrzem zaczyna sam przez się fermentować i podlega prawidłowej fermentacji alkoholowej. Dzieje się to dla tego, że zarodki drożdży istniejące w powietrzu znajdują w soku winogron odpowiednie niż zarodki innych roślinek, warunki życia, rozwijają się więc w nim i mnożą swobodnie. Widzieliśmy także że jeżeli do roztworu cukru, do którego dodano ciał organicznych azotowych i soli mineralnych, wprowadzimy pewną ilość komórek drożdżowych, w takim razie fermentacja alkoholowa pojawia się wkrótce. Lecz jeżeli do takiego roztworu sztucznego, nie dodamy komórek drożdżowych, to zarodki drożdży istniejące w powietrzu rozwijają się w nim wprawdzie, ale już daleko słabiej, w daleko mniejszej ilości, a w zamian za to w danym roztworze pojawiają się komórki roślinne odmienne kształtem i rodzajem rozmnażania się, stanowiące ferment odrębny, zwany *fermentem mlecznym*, *drożdżami mlecznymi*. Komórki te sprowadzają inną przemianę cukru, niż komórki drożdżowe i wytwarzają nie alkohol i kwas węglany, lecz kwas mleczny. Jeżeli do roztworu cukru dodamy sernika, a następnie węglanu wapna (kredy), któryby zubożył tworzące się kwasy, i pozostawimy ciecz w zetknięciu z powietrzem, w takim razie po jakimś czasie rozpocznie się żywa fermentacja, ciecz będzie pełną nie tylko roślinek, ale i wymoczków na najniższym sto-

piu organizacyi będących, a cukier przeprowadzony zostanie w kwas octowy, kwas mleczny i kwas masłowy. Lecz jeżeli do tego samego roztworu cukru po dodaniu sernika i kredy wprowadzimy pewną ilość komórek fermentu mlecznego, wówczas tylko komórki drożdży mlecznych się rozwiną i wytworzy się wyłącznie kwas mleczny.

Zawsze jeżeli jakikolwiek roztwór zawierający cukier i ciała organiczne azotowe łatwo rozkładające się, pozostawimy w zetknięciu z powietrzem, rozwijać się w nim poczną zarodki najrozmaitszego rodzaju, i różne fermentacje będą szły ze sobą w parze; ten rodzaj roślinki lub wymocзка najpotężniej się rozwinie, dla którego warunki życia będą w danej cieczy najwłaściwsze. Ale jeżeli nie czekając aż zarodki w powietrzu istniejące życie swe rozpoczną, wprowadzimy do danej cieczy pewną ilość specjalnego jakiego fermentu, to ferment ten wyprzedzi inne, rozwinie się silnie i skieruje rozkład cieczy w ten sposób, że zarodki innych roślinek i wymoczków nie znajdą tu już dla siebie właściwych warunków życia. Tak samo kiedy ziemię orną pozostawimy bez zasiewu, różnorodne porodzi ona chwasty, stosownie do nasion jakie przez wiatry naniesionemi zostaną. Zasiejmy na tej samej ziemi jakąkolwiek roślinę, a chwasty nie będą w możności się rozwinąć i tylko zasianej rośliny plon wyłącznie zbierzemy.

Różne rodzaje fermentacyi mają swe fermenta właściwe. Panu *Pasteur* udało się oddzielić ferment mleczny, kleisty, octowy, masłowy i ferment gnicie sprawozający. Ferment mleczny jest z powierzchowności najbardziej podobny do drożdży alkoholowych. Ferment kleisty składa się z komórek, mających średnicy 0,0012 — 0,0014^{mm}, złączonych w różnieniec; ferment ten przeprowadza cukier w gumme i mannit. Przy utlenianiu się wyskoku na ocet rozwijają się dwa rodzaje pleśni, dwa rodzaje najniższych organizacyi roślinnych: jeden zwany *mycoderma vini*, drugi *mycoderma aceti*. Oba pochłaniają z wielką energią tlen z powietrza i tlen ten przenoszą na alkohol; pierwszy wszakże działa tak potężnie, że utlenia alkohol bezpośrednio na ostateczne produkta spalania, na kwas węglany i wodę; drugi przeprowadza alkohol tylko w kwas octowy. Wytworzenie się komórek *mycoderma vini* jest wielkiem dla fabrykantów octu niebezpieczeństwem, przeciwnie wprowadzenie z samego początku procesu fermentacyi octowej, pewnej ilości komórek *mycoderma aceti*, zapewnia najzupełniej, jak to wykazał p. *Pasteur* przeprowadzenie przemiany w właściwym kierunku.

Ferment masłowy już nie jest rośliną. Jest to wymoczek z rodzaju *Vibrio*. Żyć on może tylko w atmosferze pozbawionej tlenu. Przeprowa-

dzenie powietrza przez roztwór zawierający wymoczek masłowy zabija go a fermentacja masłowa i połączone z nią wywieźywanie wodoru i kwasu węglanego ustaje.

Przechodźmy teraz do fermentów gnicie spowodzających. Rezultaty badań w tój mierze dokonanych, są bardzo ważne i zajmujące.

Fermentacją gnilą czyli po prostu *gniciem*, nazywano dotąd powszechnie rozkład dobrowolny ciał zwierzęcych i roślinnych, połączony z wywieźowaniem się gazów nieprzyjemnej woni. Proces gnicia bardzo mało był znany, gdyż z jednej strony pracowanie z ciałami gnijącemi wzbudzało odrazę największej liczby badaczy, a z drugiej strony przemiany, które się przy gnicu dokonywają są tak zawile, że nie można się było spodziewać łatwego osiągnięcia jasnych i stanowczych wypadków. Pan *Pasteur* nie pominął w poszukiwaniach swoich badania fermentacji gniliej, biorąc sobie jak powiada, za godło, słowa *Lavoisiera*: „interes ludzkości i użyteczność publiczna uszlachetniają pracę najbardziej odrażającą i wzbudzają tylko wysokie uznanie dla pracowników, którzy umieli wytrwać w przewycięzeniu nastroczających się przeszkód i doznawanego wstrętu.”

Gnicie podług p. *Pasteur* spowodowane jest również przez fermenty organizowane, przez wymoczki z rodzaju *Vibrio*. Już *Ehrenberg* opisał sześć gatunków tego rodzaju, mianowicie *V. lineola*, *V. tremulans*, *V. subtilis*, *V. rugula*, *V. prolifer* i *V. bacillus*. Pan *Pasteur* pozostawia nierozstrzygniętą aż do dalszych poszukiwań, czy tylko te sześć odmian wibryonów, jako ferment gnicia występować może. To tylko jest niezawodnym, że w każdej cieczy gnijącej znajdują się wibryony, które podobnie jak wymoczek masłowy, żyć mogą tylko w atmosferze pozbawionej tlenu lub ubogiej w tlen.

Dla lepszego wyjaśnienia fermentacji gniliej, zobaczymy jaki jest przebieg jój w naczyniu zamkniętym, a jaki w naczyniu otwartym pozostającym w zetknięciu z powietrzem.

Przypuśćmy że mamy w naczyniu zamkniętym ale zawierającym pewną ilość powietrza, ciecz przejrzystą, w której rozpuszczone jest ciało azotowe łatwo rozkładające się. Po pewnym przeciągu czasu zależnym od natury cieczy, stężenia roztworu, temperatury i t. p. okoliczności, nigdy prędzej jednak jak po 24 godzinach, proces fermentacji zaczyna się objawiać na zewnątrz. Ciecz mętnieje cokolwiek, z powodu wytworzenia się drobniutkich żyłatek. Żyłatka te nie należą do rodzaju wibryonów; są to najczęściej: *monas crepusculum* i *bacterium termo*. Potrzebują one tlenu do swego rozwoju, pochłaniają więc całą ilość tlenu w cieczy i w po-

wietrze naczynia zawartego. Po zużyciu tego tlenu, nie mogą już dalej żyć, obumierają i opadają martwe na dno naczynia. Jeżeli przypadkiem ciecz nie zawiera zarodków z rodzaju *Vibrio*, pozostać może bez zmiany w tym stanie, przez przeciąg czasu choćby najdłuższy. Wypadki takie zdarzają się rzadko; najczęściej po pochłonięciu tlenu, zjawiają się zaraz wibryony, fermentacja zgnęła się zaczyna i szybko postępuje. Jeżeli ciało dane zawiera siarkę, wywiewają się gazy tak odrażającej woni, że nawet obejrzenie jednej kropli cieczy pod mikroskopem jest niemiłe. Jeżeli ciało dane nie zawiera siarki, woń przy gniciu objawiająca się, jest znośną.

Przypuśćmy teraz że ciecz azotowa, znajduje się w naczyniu otwartym. Wymoczki pochłaniające tlen wytworzą się tak jak poprzednio, zużytkują całą ilość tlenu znajdującego się w samej cieczy, a następnie zamiast zginąć zbiorą się na powierzchni cieczy i tu w obecności tlenu powietrza żyć i rozwijać się będą. Utworzą one na powierzchni cieczy z początku cienką, następnie grubiejącą powłoczkę, która zapobieży zupełnie przystępowi powietrza do samej cieczy. W cieczy nie zawierającej tlenu, wytworzą się wibryony tak, jak w cieczy będącej w naczyniu zamkniętym. Dwojakiego więc rodzaju przemiany chemiczne jednocześnie odbywać się będą. Wewnątrz cieczy wibryony spowodować będą rozpadanie się ciał organicznych azotowych i bezazotowych na związki prostszego składu; na powierzchni cieczy bakteria i im podobne wymoczki spowodować będą utlenienie tych produktów rozkładu na kwas węglany, wodę i azot.

W naczyniu zamkniętym produktu fermentacji gniłej, pozostają bez zmiany; w naczyniu otwartym zostają spalone za pośrednictwem wymoczków tlen z powietrza pochłaniających.

Sok winogron pozostawiony dobrowolnemu rozkładowi, podpada jak wiemy skutkiem wytworzenia się drożdży, fermentacji alkoholowej. Jeżeli utworzone wino zawiera wiele wody, to wkrótce w przystępie powietrza, na powierzchni cieczy wytworzy się pleśń: *mycoderma aceti*, która utleniać będzie alkohol na kwas octowy. Następnie wytworzy się *mycoderma vini*, która utleniać będzie kwas octowy na kwas węglany. Pod powłoczką tych mykodermatów, które pozbawią ciecz tlenu, pojawiają się wibryony. Wibryony rozwijając się, będą rozkładały ciała azotowe soku i pozostałych komórek drożdżowych. Ciecz przechodzić będzie proces fermentacji gniłej, ale produktu tej fermentacji zostaną spalone przez istniejące na powierzchni mykodermaty lub bakteria. Następnie same wibryony, obumarłe w skutek braku pożywienia, utlenione zostaną przez mykodermaty lub bakteria. W końcu dolne warstwy tych ostatnich, utleniane będą przez

górne, dopóty, dopóki cały sok winogron nie zamieni się na wodę, kwas węglany i azot.

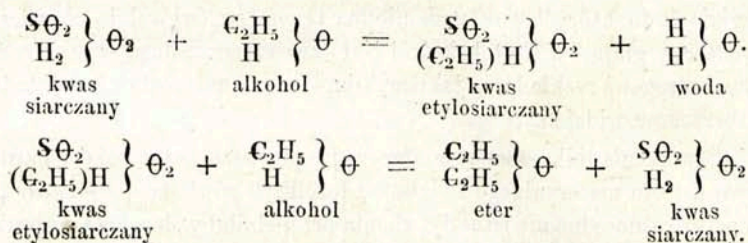
Kanały odchodowe zwierząt zawierają, jak to już *Leuwenhoeek* wykazał, znaczną ilość wibryonów w stanie najzupełniejszego rozwoju. Nie sprowadzają one gnicia, póki działalność organów zwierzęcych odżywia ciągle wszystkie części organizmu, ale wraz z śmiercią, wraz z ustaniem czynności organów, wibryony te znajdujące się wewnątrz organizmu, w częściach do których powietrze nie ma przystępu, wywołują energiczną fermentację gnilą, w skutek której ciało zwierzęce podlega szybko podobnemu szeregowi rozkładów, jakiemu dopiero co na prostym przykładzie soku winogron widzieli.

Stworzenia mikroskopowe odgrywają pierwszorzędną rolę w harmonijnym ustroju materjalnego świata. „Jeżeliby“ powiada p. *Pasteur* „te wymoczki różnorodne nie istniały, ziemia przepęłniłaby się wkrótce, prawie nieruchomymi lub trudno zmieniającymi się trupami ciał organicznych. Życie byłoby niemożliwem, bo dzieło śmierci byłoby niezupełnem. Za pośrednictwem tych istot drobnutkich, ciała organiczne rozpadają się szybko, a następnie z równą prędkością zostają utlenione. Atmosfera się nie zanieczyszcza, a roślina znajduje w kwasie węglanym, w wodzie, w amoniaku, w kwasie azotnym, w tych ostatecznych produktach rozkładu, właściwe dla siebie pożywienie.“

Mylném wszakże byłoby mniemanie, że ciała azotowe łatwo rozkładające się, pozostaną zupełnie niezmienionemi, jeżeli za pomocą jakiego czynnika niedozwalającego rozwinięcia się wymoczków, zapobieżymy ich wytworzeniu się i działaniu. Jeżeli naprzykład obwinimy kawał mięsa w płótno napojone alkoholem, i umieścimy w naczyniu zamkniętém, pary alkoholu nie dozwolą rozwinięcia się istot żyjących na powierzchni mięsa. Pomimo to mięso dozna pewnego rozkładu, a nawet w znaczniejszych masach przejść może powoli w stan przypominający gangrenę. Jest to w tym razie działanie czysto chemiczne cieczy mięsnej na jęj części stałe. Skomplikowane ciała proteinowe, w klęj zmienne i t. p., działając wzajemnie na siebie, rozpadają się na związki o prostszym stosunkowo składzie, objawiające więcej stałości w danych warunkach.

Nie wszystkie téż przemiany, które dotąd pod wspólną nazwą fermentacyi obejmowano, dokonywają się za pośrednictwem istot żyjących. Mała ilość dyastazy, przeprowadzić może wielkie ilości mączki w cukier, mała ilość emulsyny, rozłożyć może znaczne ilości amygdaliny, a przy tych procesach nie widać wytwarzania się organizmów istot żyjących. Fermenta tego rodzaju jak dyastaza, emulsyna i t. p., działają podług wszel-

kiego prawdopodobieństwa jako pośredniki czysto chemiczne, podobnie jak działa dwutlenek azotu przy otrzymywaniu kwasu siarczanego, lub jak kwas siarczany, przy otrzymywaniu eteru z alkoholu. Przy tej ostatniej przemianie tworzy się przy zetknięciu alkoholu z kwasem siarczanym kwas etylosiarczany, a ten następnie z drugą cząsteczką alkoholu rozkłada się na eter i kwas siarczany, który tym sposobem będąc odrodzonym, może działać na nowe ilości alkoholu:



Pierwsza połowa tej przemiany, jest wymianą etylu alkoholu za wodór kwasu siarczanego, druga połowa jest wymianą odwrotną etylu kwasu etylosiarczanego za wodór alkoholu. Kwas siarczany działa więc jako pośrednik chemicznej przemiany, na zasadzie zwykłych własności powinowactwa, kiedy dawniej działanie kwasu siarczanego przy tworzeniu się eteru uważano za *katalityczne* z powodu że kwas siarczany zamieniając alkohol na eter, sam się przy tym nie zmienia i że mała ilość kwasu, bardzo znaczne ilości alkoholu rozłożyć może.

Z kwestyą fermentacji łączy się z wielu względów kwestya dzieląca oddawna badaczy przyrody na dwa obozy, kwestya tak zwaną *generatio equivoca*. Czy istoty roślinne i zwierzęce będące na najniższym stopniu organizacyi, mogą powstawać bezpośrednio z części składowych martwej przyrody, czy też jedynie w skutek rozwoju właściwych zarodków. Rzecz ta nie należy wprawdzie do chemii, ale wyjaśnienie jej jest tak ważne dla zrozumienia różnicy między ciałami organizowanymi a organicznymi, że pozwolimy sobie dotknąć jej w krótkości.

Oddawna wiadomą jest rzeczą, że w każdej kropli cieczy zawierającej ślady organicznego pożywienia, tworzą się prędkiej lub później mikroskopowe roślinki lub wymoczki. W dawniejszych czasach, kiedy spostrzeżenia nie mogły być dla braku odpowiednich środków wykonywane z należytą ścisłością, przytaczano fakt ten jako stanowczy dowód *samoistnego* rodzenia się istot żyjących. Przeciwno temu zapatrywaniu stanęły doświadczenia dowodzące, że w powietrzu wyżarzonem lub przesączonem przez bawełnę, nie można wywołać wytworzenia się istot organizowanych.

Z drugiej strony wykazywano, że nad rtęcią bez przystępu powietrza, może nastąpić samoistne rodzenie się.

Piękne prace p. *Pasteur* w tym przedmiocie, zdaniem naszym ostatecznie przekonują, że tak zwana *generatio equivoca*, jest urojeniem. Pan *Pasteur* wykazał, że na rtęci znajduje się zawsze pewna ilość kurzu powietrza, który zawiera mnóstwo zarodków roślinnych, widocznych pod mikroskopem. Liczne doświadczenia jego przekonały również, że jeżeli ciecz zagotowaną zawierającą pożywienie organiczne, przyprowadzimy w zetknięcie z zwyczajnym, niewyżarzonym powietrzem, ale w kolbkach mających szyję włoskowato wyciągniętą i na dół zakrzywioną, w wielu naczyniach po długich latach nie będzie ani śladu istot organizowanych. Doświadczenia te dowodzą, że jeżeli nie wielka ilość powietrza samego naczynia nie zawiera przypadkiem zarodków istot żyjących, a zakrzywiona na dół szyja kolbki nie pozwala aby zarodki te do naczynia wpaść mogły, w takim razie istoty organizowane dla braku zarodków nie rozwiną się wcale. Pan *Pasteur* nakoniec zebrawszy powietrze w naczynia następnie zatopione, na wysokich wieżach, na wierzchołkach gór alpejskich, wykazał, że powietrze takie stosunkowo rzadko zdolnym jest wywołać fermentację i wytworzenie istot żyjących w cieczach, obfitujących w odpowiednie pożywienie organiczne i mineralne. Okazuje się z tego, że zarodki te są coraz rzadsze w wyższych warstwach atmosfery, kiedy na powierzchni ziemi znajdują się w niezliczonej ilości w owym drobnym pyłku unoszącym się w powietrzu, w pyłku, który najlepiej daje się zauważyć, kiedy cienki promyk światła słonecznego, pewną ilość powietrza oświeca.

Znając naturę przemian, które pod ogólne miano fermentacji podciągamy, łatwo zrozumieć, jakiego rodzaju środki są w stanie powstrzymać wszelką fermentację dobrowolną. I tak: temperatura niższa od 0°, wysuszenie zupełne, wygotowanie połączone z wstrzymaniem przystępu powietrza, zapobiegają najzupełniej rozwojowi wszelkiego rodzaju fermentów. Środkami takimi posługiwać się można w celu dobrego przechowania mięsa, jarzyn i rozmaitych pokarmów na czas dłuższy. W innych razach, jak na przykład dla przechowania ciał zmarłych, dla tak zwanego balsamowania, używa się czynników chemicznych, które są truciznami dla odpowiednich fermentów; używa się roztworu sublimatu, kwasu arsenawego, chlorku cynku, rozmaitych soli metalicznych, garbników, kreozytu i t. p.

Otrzymywanie i własności alkoholu. W cieczach spirytusowych wytworzonych przez fermentację ziarn zbożowych, kartofli, winogron, melasów buraczanych i t. p. materiałów, alkohol rozcieńczony jest wielką