Jerzy Ryx
1886

ŚWIAT ISTOT NAJDROBNIEJSZYCH.

ŚWIAT
ISTOT NAJDROBNIEJSZYCH.

NAPISAŁ

Józef Natanson.

TOM I.

(Odbitka z czasopisma „Wszechświat").

WARSZAWA.
DRUKIEM EMILA SKIWSKIEGO,
przy ulicy Chmielnéj Nr 1530 (26 nowy).

1885.

Дозволено Цензурою.
Варшава, 6 Февраля 1886 года.

SZANOWNEMU I ZASŁUŻONEMU

Profesorowi D-rowi Henrykowi Hoyerowi,

PIERWSZEMU U NAS BADACZOWI ISTOT NAJDROBNIEJSZYCH,
PRZEWODNIKOWI I PRZYJACIELOWI
MŁODZIEŻY PRACUJĄCÉJ,

PRACĘ TĘ

pisaną w jubileuszowym (1884) roku Jego działalności

w dowód czci i wdzięczności

przypisuje

Autor.

Dwie rozprawki, drukowane w latach 1884 i 1885 w czasopiśmie „Wszechświat“, zebrane tu w oddzielméj odbitce, stanowią część obszerniejszéj pracy o żyjątkach pyłkowych (mikroorganizmach). W dalszym ciągu, według planu jaki przy rozpoczęciu pracy przewodniczył układowi, mają być przedstawione: część III: Fizyjografija pyłków, część IV: Pasorzyty i część V: Fizyjologija żyjątek pyłkowych. Niazależnie od tego, czy autorowi uda się wykończyć trzy te dalsze części, które dotychczas zaledwie rozpoczętemi być mogły w rękopiśmie, pomimo że materyjały są do całości zebrane,—autor oddaje tymczasem dwie początkowe rozprawki czytającemu ogółowi z nadmienieniem, iż pisane były w 1884 roku i z tego względu literatura po koniec 1883 r. przeważnie uwzględnioną być tylko mogła. Późne ukazanie się odbitki nie jest winą autora.

TREŚĆ.

Str.

II. Rozkład materyi organicznéj przez żyjątka pyłkowe.

Literatura do części II-éj

dla chcących poznać przedmiot bliżéj.

Do §§ 40—44. *Berthelot*. Essai de mécanique chimique (**1**). *Naumann*. Lehr- u. Handbuch der Thermochemie (**2**).

§§ 45—6. *Pasteur* w Annales de Chimie et de Physique III sér. t. 58—64 (1860—62 r.) przeciw *Lebigowi* (Verhandl. d. Münch. Akad. d. Wiss.) i dalsze rozprawy *Pasteura* w Comptes Rendus (do 1870 r. t. 70-ty) (**3**).

§ 48. *Gay Lussac* w Ann. d. Chimie z 1810 r. *Pasteur*. Mémoire sur la fermentation alcoolique, 1859, w Ann. de Ch. et de Ph. (**4**) i *Monoyer*, Thèse prés. à la faculté de Strasbourg 1862 (**5**).

§§ 50—52. *Pasteur*. Etudes sur la bière 1876 (**6**).

§ 53. *Rees*. Botanische Untersuchungen üb. d. Alkoholgährungspilze 1870 (**7**). *Engel*, Des ferments alcooliques, thèse présentée etc. 1872 r. (**8**). *Blankenhorn*, Untersuchungen etc. w Annalen d. Oenologie t. III i *Hansen* w Meddelser fra Carlsberg laboratoriet (1881); referat francuski (**9**). *Boutroux* w Bulletin de la Soc. Linn. de Normandie 3 ser. t. 6 (**10**). *Roux*, Sur une levure w Bulletin de la Société chimique 1881 r. (t. 35) (**11**). *Van Tieghem*, Sur la vie dans l'huile w Bull. de la Soc. botanique de France 1881 r. (**12**).

§ 55. *Schützenberger*, Gährungserscheinungen 1876 r. (**13**). *Cochin*, Ann. de Ch. et de Ph. 1880 (**14**). *Pasteur*, jak wyżéj, ad 6. *Hoppe-Seyler* w Ztschrift f. phys. Chem. 1875 (**15**).

§ 56. Co do *Pasteura* zob. ad 6. *Hansen* i *Pedersen* w Meddelser fra Carlsberg labor. za 1880 r. (**16**).

§ 57. *Pasteur* jak wyżéj; *Nencki* w Journ. f. prakt. Chemie, t. 19—21, do r. 1883 (**17**); *Cochin*, jak ad 14.

§ 58. *Pasteur* jak wyżéj; *A. Béchamp* w Comptes Rendus t. 56—78 (1863—74); *Schützenberger* tamże, oraz w Bulletin d. l. Soc. chim. t. 21 (**18**); *Nägeli*, Theorie d. Gährung 1876 (**19**); *Du-*

mas w Annales de Ch. et de Ph. i w C-tes R-dus (t. 75-ty) z 1872 r. (**20**); *Manassein*, Beiträge zur Kentniss d. Hefe w Microsc. Unterschgen 1871 (**21**).

§ 59. *De Seynes* w Bulletin d. l. Soc. botanique de Fr. 1868 (**22**); *Rees*, jak pod 7; *Engel*, jak wyżéj (8).

§ 60. *Pasteur*, *Boutroux*, vide ad 6 i 10; *de Bary* w wydawanych z *Woroninem* Beiträge z Morph. u. Phys. d. Pilze 1864 (**23**); *Brefeld* w Landwirthsch. Jahresber. 1874—6 (**24**).

§ 61. *Ehrenberg*, Infusionsthierchen 1838; *Dujardin*, Système 1833; *Cohn* w Max Schultze's Archiv. t. III, Untersuchungen über d. Entwickelgschchte d. micr. Alge u. Pilze, także Nova Act. Ac. Leop. Carol. t. 24, 1853, i późniejsze prace w Beiträge z Biol. d. nied. Pfl.; *Nägeli*, Die niederen Pilze 1877 (**25**); *Cieńkowski*, Mélanges biologiques, drukowane w Roczn. akad. Petersbur. 1876, t. 8 (**26**); *Prażmowski*, Untersuchungen über d. Entwickelgsgschchte einiger Bacterien 1880 (**27**); *Zopf*, Spaltpilze 1883 (**28**).

§ 67. *Brefeld*, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze 3 Heft (**29**); *Prażmowski*, vide ad 27; tudzież O prątniku wąglikowym, odbitka ze sprawoz. Akad. Umiejętn. w Krakowie 1884 r. (**30**); *van Tieghem*, Sur la formation de la gomme de sucrerie w Bull. de la Soc. bot. de Fr. 1878, toż samo w Ann. d. Sc. nat. sér. 6, t. 7 (**31**).

§§ 68 i 69. *van Tieghem*, zob. ad 12; *Bail* w Journ. f. prakt. Chemie z 1861; *A. Fitz* w Berichte d. deutsch. ch. Ges. 1875—6 (**32**); *Müntz* w C-tes R-dus i Ann. d. ch. et de ph. 1878 r. (**33**); *Pasteur*, zob. pod 6; *Duclaux*, Mémoire sur le lait, 1882 (**34**).

§ 71. *Dubrunfaut*, w Comptes R-dus 1823 do 1836; *Payen* i *Persoz* w Ann. de Ch. et de Ph. t. 56 (**35**).

§ 72. *Kühne* w Verh. d. natur.-med. Ver. zu Heidelberg, t. 1, zesz. 3—5, tudzież Untersuchungen aus d. physiol. Instit. Heidlbg, także w Centralblatt f. med. Wssschft 1878 (**36**); *Dumas*, zob. wyżéj pod 20; *Bert* w C-tes Rd. t. 80, 1875 (**37**).

§§ 73—6. *Berthelot* w C-tes Rd. t. 50. 1860; *Döleiner*, Schweigger's Journal, 12; *Mitscherlich*, Monatsberichte d. Berl. Academ. 1843; *Bernard*, Mémoire s. le Pancréasol 1856; *Darwin*, The carnivorous plants 1875; *Hooker*, the Congress of the British Association at Belfast 1874; *Al. Schmidt* w Chem. Centralblatt 1861, w Archiv. f. Anat. u. Physiol. 1861, 1862, a także w Virchow's Archiv f. pathol. Anat. t. 29, 1863; *Soxhlet*, w Milchzeitung z r. 1877; *Chr. Hansen*, tamże; *A. Béchamp* w Bulletin de l'Ac. de méd. 1881, obszerniéj w dziele p. t. les Microzymas dans leurs rapports etc. 1882; por. téż C-tes Rendus 1882; tamże *Gautier'a* rozprawa; *M. J. Rossbach* w Centralblatt f. medic. Wissenschaften z r. 1882; *Fleischmann*, Molkereiwesen 1878; *Musculus* Pflüger's Archiv f. Physiol. tom

12 (**38**). *Duclaux*, Chimie biologique 1883 (**39**); *Gorup-Besanez* sam i łącznie z *Will'em* w Ber. d. deutsch chem. Ges., t. 7—9.

§ 81.; *Casper*, Handb. d. gerichtlichen Medicin 1864 (**40**); *Cohn* i *Eidam* w Beiträge z. Biol. d. nied. Pfl. t. I zesz. 2 i 3; *Dallinger* et *Drysdale* w Monthly Microsc. Journ. 1875 r.; *Ewart* w Proceed. of Royal Soc. 1878 r.; *Engelmann* w Bot. Ztg i w Unters. aus d. physiol. Labor. zu Utrecht 1882 (**41**). *Buchner* w Unterschgn üb. niederen Pilze, wydaw. przez Nägeliego 1882; por. także Sitzgsbrchte d. mat. physik. Abt. d. Baier. Akad. d. Wissenschften 1880 (zesz. 3) (**42**). *Warming*. Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier 1876, z francus. streszcz. (**43**).

§ 82. *Remak* w Constatt's Jahresber. za 1841 r.; *Zopf*, zob. ad 28; *Richet* w C-tes R-dus t. 86 i 88 (**44**); *Pasteur* w Annales de Chim. et de Phys. III sér. t. 52 (**45**); *Cazeneuve* w Journ. chem. soc. 1880 r. (**46**); *Maly*, Ber. d. deutsch. ch. Gesels. t. 7, 1874 (**47**); *Fitz* w Berichte d. deutsch. chem. Ges. t. 6—13 (**48**).

§ 83. *Boutroux* w Annales de l'école norm. sup. 1880 r., także w C-tes Rd. t. 91 (**49**).

§§ 84—5. *Kützing*, Repertorium d. Chem. 1838; *Pasteur*, Mémoire s. la fermentation acétique, drukowany w Annales de l'Ec. norm. sup., 1864; także dalszy spór w C-tes Rd.; *Liebig*, Organische Chemie 1840 i Chemie i. Anwendung auf Agric. et Phys. 1846; spór dalszy w Ann. d. Chem. u. Pharm.; *E. Davy*, Schweigger's Journ. 1821; *Pasteur*, Etudes s. les vins 1864 (C-tes Rendus) (**50**); *Hansen*, Meddelser fra Crlsbg. Labor. 1879 (**51**); *Ad. Meyer*, Unterschgen üb. d. alkoholische Gährung 1869 (**52**); *Nägeli*, jak pod 19; *Boutroux*, pod 49; *Blondeau* w Comptes Rdus. t. 57, 1863 (**53**); *Duclaux*, jak wyżéj ad 34; *Neelsen* w Cohn's Beitr. z Biol. d. Pfl. zesz 3 (**54**).

§ 86. *Pasteur* w Comptes Rdus z różnych lat; *Nencki*, zob. pod 17; *Jeanneret*, Unterschgn üb. Zersetzung d. Gelatine u. Eiweiss 1877, a także w Journ. f. Prakt. Chem. 1877 (**55**); *Secrétan*, C-tes R-dus t. 95, 1881 (**56**); *Brieger*, Ber. d. dtsch. chem. Ges. t. X, 1877 (**57**); *Baumann*, Ber. d. dtsch. ch. Ges. t. 10 (**58**); *Monoyer*, zob. ad 5; *Duclaux* zob. ad 39.

§§ 87—88. *L. Popoff* w Plüger's Archiv f. Physiol. t. 10 (**59**); *Mitscherlich*, Monatsber. d. Berl. Acad. 1850 (**60**); *Trécul*, C-tes Rdus t. 61 i 65 (1865 i 7) (**61**); *van Tieghem*, Sur le Bac. amylobacter w Bull. d. la Soc. bot. d. Fr. t. 24 1877; Sur la fermentation de la cellulose. C-tes Rend. 1879 t. 88; Identité du Bacillus amylobacter et du Vibrion butyrique, z tegoż roku t. 89 (**62**); *Prażmowski*, jak wyżéj ad 27; *Zopf*, zur Morphologie d. Spaltpflanzen 1880 (**63**); *Hoppe-Seyler*, jak pod 15; *Baumann*, jak 58; *Richet*, jak 44.

§ 89—90. *Lavoisier*, Oeuvres; *Pasteur*, ad 4 i 6; *Nencki*, ad 17; *Cochin*,

ad 14; por. *Berthelot* ad 1 i *v. Rechenberg* w Journ. f. pr. Chemie II; *Nägeli*, jak wyżéj ad 19; *Berthelot*, Ann. de Ch. et de Phys. sér. III t. 46 i 55; *Müntz* w C-tes R-dus t. 86, 1878, także w Ann. de Ch. et de Phys. z tegoż roku (**64**); *O'Sullivan* w Bull. de la Soc. chim t. 32 (**65**); *Brown & Héron* w Ann. d. Ch. et Pharm. t. 199; obszerniéj po ang. w Journ. of the chem. Society 1879 (**66**).

§ 91. *Bail* w Journ. f. pract. Chem. 1861 (**67**); *Fitz*, Berl. Ber. t. 9—11, por. pod 48; *Müntz*, jak pod 64; *Nägeli*, jak pod 19; *Hansen*, Meddelser fra Carlsberg Laboratoriet, 1882 (**68**); *V. Marcano*, C-tes R-dus t. 95 (**69**); *Kern*, Über ein Milchferment, Bot. Ztg. 1882; obszerniéj w Bulletin de la Soc. d'hist. nat. Moscou 1882 (**70**); *Struve* w Ber. d. dtsch. Chem. Gesel. t. 15, 1884 (**71**); *Landowski* w Journ. de thérapeutique z roku 1874 (**72**); *Cochin* w C-tes R-dus 1881 (**73**); *Jarocki*, Zapiski Moskow. Obszcz.; *Dochmann* w Biedermann's Centralblatt 1882 (**74**); *Bérard* w Annales de ch. et de phys. 1821; *Lechartier & Bellamy*, C-tes R-dus t. 69, 75, 79 (**75**); *Pasteur*, tamże t. 75; *Nägeli* jak pod 19; *J. Béchamp* C-tes R-dus t. 89 (**76**); *Müntz* C-tes R-dus t. 92 (**77**); *van Tieghem & Bonnier* w Bull. de la Soc. bot. t. 26 (**78**); *Pasteur* Etudes sur la bière 1876 (**79**); *Strecker* w Ann. d. Chem. et Pharm. 1854 (**80**); *Schützenberger*, vide ad 13.

§ 92. *Hoppe-Seyler*, jak pod 15; *Fleury*, C-tes Rd. t. 81; *v. Rechenberg*, Journ. f. pr. Ch. II, t. 22; *Kunkel* w Plüger's Archiv t. 20; *Nägeli*, tamże, t. 22; por. *Berthelot*, cyt. ad 1; *Rose* w Journ. f. pr. Ch. I, t. 23 (**81**); *Dumas* w C-tes R-dus t. 75 i w Ann. de Ch. et de Phys. 1872 (**82**); *Herzfeld* w Neue Ztschrft f. Zuckerind. t. 3, 1880 (**83**); *Kjeldahl* w Ztschrft d. Vereins f. d. Rübenz. Ind. t. 31 (**84**); *Müntz*, vide sub 64; *Roux*, pod 11; *Fitz*, Ber. d. dtsch. chem. Ges. t. 9 (**85**); Reichardt, w Archiv d. Pharm. III, t. 5 (**86**); *Atkinson* w Moniteur scientifique t. 12, 1882 (**87**);

§ 93. *Pelouze* w Ann. de ch. et phys. I, t. 54, 1833; *Strecker* w Ann. d. Chem. u. Pharm. 1848 t. 81; *Liebig*, tamże; *Fitz*, zobacz pod 48.

§ 94. *Pasteur*, Bull. de la Soc. chim. 1861 i w C-tes R-dus t. 83 (1876) (**88**); *Monoyer*, zob. pod 5; *Scheibler* w Ztschrft d. Ver. f. d. Rübenzckrind. 1874 (to samo w Journ. des fabr. de Sucre 1874) (**89**); *Cieńkowski* w Zapiskach russk. techn. Obszcz. 1876 (**90**); *van Tieghem*, jak pod 31.

§ 95. *Schloesing & Müntz*, C-tes R-dus t. 84, 89, 91 (1877—80) (**91**); *Warington*, Bull. of the chem. Soc. 1877; także w Chemical News t. 33, 35, 44 (1878—1882) (**92**); *Lagrange* w Sucrerie indigène t. 10; *Dietzell*, Ber. d. deutschen Chem. Ges. t. 15, 1881 (**93**).

§ 96. *Duclaux*, jak pod 39; *Dehérain & Maquenne* w Comptes Rendus

t. 95 (1882); tamże *Gayon* i *Dupetit* (1882 r., t. 95) (**94**); *Meusel* w C-tes R-dus (1875) t. 81 (**95**).

§ 97. *Wöhler*, Ann. de ch. et de phys. 1828; *Dumas*, Traité de Chimie t. 6-ty, str. 380; *Jacquemart*, Ann. de ch. et de phys. III sér. t. 7; *Müller*, Journ. f. pract. Chem. t. 81 (**96**); *Pasteur* w Ann. de chim. et de phys. III sér. t. 54 (**97**); *Musculus*, zob. pod 38; *van Tieghem* w C-tes R-dus t. 58, 1864 (**98**); *Schmiedeberg* w Archiv f. eksper. Pathol. t. 8 (1877); tenże z *de Knieriemem* w Ber. d. dtsch. chem. Ges. za r. 1874; *Hollerworden*, tamże za 1878 r.; *Salkowski* w Ztschrft f. physiol. Chem t. 4; *Feder i Voit* (1880) w Ztschrft f. Biologie t. 16; *Drechsel*, por. *Hoppe-Seylera* Physiol. Chemie str. 433; *Miquel*, Annuaire de Montouris za r. 1882 (**99**).

§ 98. *Cramer* w dziele Thermen von Baden i. d. Schweiz 1870; *Lot. Meyer* w Journ. f. pract. Chem. t. 91; *Plauchud* w C-tes R-dus t. 85 i 95 (1877—82) (**100**); *Etard* i *Olivier*, tamże, tom 95, 1882 (**101**); *Lancaster* w Quart. Journ. of Microsc. Science t. 13 i 16 (1873—76) (**102**); *Zopf*, zob. pod 28; *Warming*, zob. 43;

§ 99. *Fitz* (1878) w Ber. d. deutsch. chem. Ges. t. 9; *Pasteur*, Etude sur le vin, 2 wyd. z r. 1872; *Miquel* w Bull. de la Soc. chim. t. 32 (1879) (**103**).

§ 100. *Nägeli*, cytow. pod 19.

Podręczniki, traktujące ogólnie kwestyję grzybków w związku z morfologicznemi i fizyjologicznemi ich własnościami, z nowego punktu widzenia, są do polecenia:

1) *Duclaux*, Chimie Biologique, Paris, 1883 (Dunod) głównie co do grzybków pączkujących; tam szczegółowa bibliografija przedmiotu w najobszerniejszym zakresie.

3) *Hueppe*, die Formen d. Bacterien u. ihre Bez. zu d. Gattungen u. Arten. Wiesbaden 1886 (Kreidel).

3) *Crookshank*, Introduction to practical Bacteriology London, 1886 (H. K. Lewis),—dwie ostatnie książki wyłącznie dotyczą poznania grzybków rozszczepkowych.

I.

Ogólne pojęcia o pyłkach, znajdujących się w powietrzu i o ich znaczeniu.

1. *Obecność pyłków.* Wieleżto razy, czytelniku, zdarzyło ci się widzieć w pokoju, do którego słoneczne zajrzały promienie, jak ich droga, tworząca snop świetlny, od okna ku wnętrzu pokoju idący, roi się mnóstwem drobniutkich ździebełek, które wśród błyszczącego powietrznego oceanu lśnią i przez to tylko są dla oka naszego pochwytne; wirują, falują i jakby pląsają w chaotycznym jakimś ruchu. Trudno nam, patrząc na te najdrobniejsze ździebełka, określić, czem one są lub skąd się biorą. Zadowolnijmy się tymczasem na nazwaniu tych, w powietrzu dzięki słonecznym promieniom wykrytych, ruchliwych odrobinek, mianem pyłów lub pyłków. Słusznie powiedzieć możemy, że słońce wykrywa pyły, w atmosferze się unoszące, ponieważ, skoro tylko zaciemnimy warstwę świetlną, skoro przegrodzimy promieniom drogę, tańczące pyłki znikają, a powietrze nieoświetlone—znów jest pustem, martwem, niezaludnionem. Tak samo i przy posuwaniu się słońca w swéj dziennéj drodze na niebiosach, gdy coraz to nowe warstwy pokoju otrzymują oświetlenie bezpośrednie, w coraz to nowych, bo zawsze w bezpośrednio oświetlonych tylko częściach pokojowego powietrza widzimy pląsające pyłki, gdy w przyległéj, tylko co jasnéj jeszcze części, pyłki wraz z opuszczeniem jéj przez słońce znikły. Wypada zaznaczyć tutaj tę ważną okoliczność, że dla oka w samym snopie świetlnym umieszczonego, pyłki owe, jak i całe zjawisko sno-

pa świetlnego, nigdy nie są widocznemi—wzrok wówczas odbiera bezpośrednie wrażenie światła słonecznego, a nie widzi owéj granicy, prostemi obwiedzionéj linijami, która, oświetloną będąc, odbija przy patrzeniu z boku, od otaczającego półcienia lub cienia. Niepotrzeba wielkiego zmysłu spostrzegawczego i rozumu, aby pojąć, że światło słoneczne nie tworzy w swym pochodzie owych niezliczonych pyłków i że nie giną one po usunięciu promieni, lecz że światło jedynie uwidocznia owo zaludnienie atmosfery. Tę samą własność ma wszelki, dostatecznie silny promień światła czy naturalnego czy sztucznego i jeśli do szczelnie zamkniętéj, ciemnéj lub nawet do półciemnéj przestrzeni przez maleńki otworek lub szparkę wprowadzimy wiązkę promieni, zwłaszcza skupionych poprzednio czyli skondensowanych zapomocą szkieł optycznych, to znów przy spoglądaniu z boku ujrzymy snopek, tak samo mnóstwem pyłków się rojący, bez względu na to, gdzie, kiedy i z jakiem powietrzem doświadczenie nasze, w naturalnych warunkach, wykonywamy. Na zasadzie tych doświadczeń, zawsze z jednakowym wypadających skutkiem, możemy wyprowadzić wniosek, iż pyłki obecne są zawsze i wszędzie w powietrzu, czy to w pokojach domów, chat i szałasów, czy to nazewnątrz budynków, w powietrzu ulic, pól, lasów i t. p.; iż są one normalnie dla nas niewidocznemi z powodu swych nikłych wymiarów, lecz światła tylko silnego potrzeba, abyśmy je wzrokiem dostrzedz mogli. Daléj okaże się, że podobne—czy może takie same—pyłki istnieją i w wodzie wszelkiéj, w ziemi ornéj, w opadach atmosferycznych, w naturalnych i w sztucznie otrzymanych gazach, w sztucznych naszych wyrobach i przetworach, zawierających czy to wilgoć czy powietrze, jednem słowem—wszędzie.

2. *Rozpraszanie światła.* Świetlny snop, ta droga, po któréj światło pada czy bieży, ta warstwa, w któréj dostrzegamy pyłki na tle ciemni otaczającéj, jest to obraz, jaki powstaje w naszym wzroku wskutek rozpraszania światła przez unoszące się w powietrzu pyły. Pyły te, odbijając i dokoła rzucając odbite światło, które na nie pada, są przyczyną że z boku widzieć możemy drogę światła w gazie doskonale przezroczystym, jakim jest powietrze. W czystych wszakże gazach niezawierających w sobie nic obcego, dojrzenie światła

inaczéj jak wprost po linii jego padania jest niemożliwem i bez obecności pyłów w powietrzu nicby nas o drodze światła nie powiadamiało, gdyby oczy nasze nazewnątrz téj drogi się znajdowały.

Ludzie wogóle, a uczeni w szczególności dawno już znali tę własność pyłów atmosferycznych i względnie już nawet dawno w nauce istnieje wyraźne odróżnianie światła bezpośredniego, padającego na wzrok wprost z danego źródła światła (źródło to może z kolei świecić światłem nie własnem lecz odbitem), od światła, o którem pośrednią odbieramy wiadomość, czyli rozproszonego. Słynny uczony i popularyzator angielski Tyndall, w doświadczeniach swoich nad wpływem światła na gazy, przez lat kilkanaście, począwszy od r. 1853-go, używał pyłów i dymu w celu określania drogi, po któréj promienie świetlne były rzucane.

Z powyższéj własności rozpraszania światła przez pyłki a nieistnienia rozpraszania w czystym, doskonale przezroczystym gazie, wywnioskowaćby można, że gdybyśmy w drodze doświadczalnéj usunęli jakimkolwiek sposobem pyły z zamkniętéj przestrzeni powietrza, to wówczas droga świetlna w téj przestrzeni nie mogłaby żadną miarą widzianą być z boku. Jakkolwiek teoryja stanowczo to twierdzi, to jednak przez długi bardzo czas, bo aż do r. 1869 nikomu nie przyszło na myśl stwierdzić słuszności tego wniosku w drodze doświadczenia. A jednak usunięcie pyłów w zamkniętéj przestrzeni powinnoby—pomyśleć można—być rzeczą łatwą. Zobaczmy czy nie dzieje się coś podobnego w naturze?

3. *Usuwanie pyłków z ograniczonéj przestrzeni powietrza. Kurz.* Pyłki atmosferyczne widocznemi być mogą nietylko w stanie zawieszenia, widoczne są one także, w spokojnem mianowicie powietrzu, na powierzchni pozostających w spokoju przedmiotów: widzimy zwłaszcza na gładkich powierzchniach jak osiada w mieszkaniach naszych ów kurz, będący niczem innem jak warstwą opadających zwolna pyłków powietrza. Widzimy więc, że w naturze odbywa się ciągle przy danych warunkach mechaniczne oczyszczanie atmosfery z pyłów. Pomimo jednak tego opadania i osiadania kurzu w spokojnem pokojowem powietrzu, zawsze jeszcze zawiera ono normalnie dość znaczne ilości zawieszonych pyłków, o

czem nietrudno się nam będzie przekonać, skoro daléj lepiéj własności ich poznamy. Również i doświadczenia, a mianowicie analiza optyczna t. j. rzucenie światła przez szparę do pokoju, w którym powietrze było przez długi czas spokojnem, wykazuje, iż pyłki w niem zawsze się unoszą.

Tyndall w r. 1869 zbudował niewielką, hermetycznie zamykaną szafkę, w któréj czterech ścianach umieścił naprzeciwległe szybki szklane, do obserwacyi przeznaczone, zamykał ją w pokoju zwykłym lub w pracowni i rzucał przez szybkę do wnętrza promień mocnego światła. Gdy światło, na przeciwną padając szybkę, nieprzerwanie widzieć się z łatwością dawało, Tyndall patrzył ciągle w jednę z bocznych szybek: świetlana droga z początku jasną była i wydatną— coraz to jednak bladła i zacierała się dla wzroku, aż wreszcie zupełnie stawała się niewidzialną, nikła. W ten sposób powyżéj wyrażone teoretyczne przypuszczenie zostało doświadczalnie sprawdzonem, a zniknięcie śladu drogi świetlnéj w szafce dowodzi, że w powietrzu, które w zupełnem pozostawało spokoju, pyłki całkowicie w formie kurzu na wewnętrznych ścianach osiadły, powietrze zaś z nich się zupełnie oczyściło. O powietrzu takiem możemy powiedzieć, iż jest optycznie czystem, Tyndall nazywa je wprost optyczną próżnią.

4. *Filtrowanie powietrza.* Takie mechaniczne oczyszczenie danéj przestrzeni z pyłków, oparte na własności osiadania ich na wewnętrznych ściankach tejże zamkniętéj przestrzeni, ma jednak zaledwie znaczenie teoretycznego dowodu. Rzecz bowiem jasna, iż za wstrząśnięciem szafki, część kurzu— a następnie i wszystek kurz—przejdzie w zawieszenie do czasowo tylko oczyszczonego powietrza. Jeśliby nam więc chodziło o stanowcze oddzielenie pyłków i otrzymanie w danym zbiorniku zupełnie i stale oczyszczonego powietrza, to metoda ta oczywiście wystarczać nie może. A z różnych względów, które późniéj dopiero poznamy, takie stanowcze i skuteczne wydzielenie pyłów i otrzymanie gazu czystego, optycznie czystego, od dość dawna już było pożądanem i stanowiło cel starań wielu uczonych. Przed półwiekiem i późniéj jeszcze, różni badacze przepuszczali powietrze przez naczynia z wodą, z ługiem gryzącym, z kwasem siarczanym i t. d., sądząc, że pyły wszystkie zatrzymają się w tych płynach i że powietrze

tak przefiltrowane, jest już czystem. Bez wypróbowania prawdziwości tego przypuszczenia, uczeni ci, mniemając, iż mają do czynienia z powietrzem czystem, popełniali błędy i dochodzili do wniosków fałszywych. Już chwiejność i zmienność rezultatów przy takiem postępowaniu otrzymywanych, dowodziła błędności ich twierdzeń, a gdyby zastosowali metodę analizy optycznéj, którą późniéj dopiero (1869) zastosował Tyndall, przekonaliby się łatwo, że powietrze nie jest jeszcze czystem po takiem przefiltrowaniu i że zawiera jeszcze mniejszą lub większą ilość drobnych pyłków. W połowie niniejszego stulecia zastosowano do tegoż samego celu filtracyją powietrza przez pokłady waty, bawełny lub amijantu (minerał włóknisty) i t. p. a otrzymane, przez Pasteura głównie, rezultaty wykazały, że powietrze tym sposobem filtrowane wolnem jest chyba zupełnie od pyłków. Metoda optyczna, jeśli ją tu zastosujemy, potwierdzi nam w zupełności to mniemanie; możemy przeto twierdzić, iż w ciałach włóknistych lub porowatych, ściśle na warstwę ubitych, pyłki powietrza zatrzymują się, pozostają, a uwolnione od nich powietrze przechodzi do zbiornika.

W pewnych warunkach i przez żarzenie powietrza (pokojowego) możemy je oczyścić zupełnie (por. daléj § 7,) z pyłów i otrzymać optyczną próżnię. Daléj, powietrze zawarte w płucach naszych, to mianowicie, które przy końcu wydychamy (z głębszych części płuc, czyli z oskrzeli (bronchii)), nie zawiera zupełnie pyłków. W tym, tak dobrze jak i w tamtym wypadku najlepiéj nas o czystości powietrza przekonać może analiza optyczna.

5. *Spalanie pyłków powietrznych.* Pod działaniem wysokiéj temperatury (żaru), powietrze pokoju, jak wspomnieliśmy, traci swoje pyłki, które oczywiście organicznego będąc pochodzenia, spalają się w tych warunkach. Tyndall badał wpływ wysokiéj temperatury na pyły nie w zamkniętéj ściśle lecz w otwartéj przestrzeni, a mianowicie wśród świetlnego snopa, rojącego się mnóstwem pyłków, chcąc obserwować ich spalenie się, a więc znikanie wskutek wysokiego gorąca. Jakiekolwiek źródło gorąca zostanie użyte —czy to będzie płomień lampy spirytusowéj, czy płomień wodoru, czy rozpalone żelazo lub drut platynowy, zawsze dokoła świecących gazów

lub rozżarzonego ciała tworzą się obfite ciemne kręgi, rażąco odbijające na tle świetlnéj strugi, wewnątrz któréj powstają; kręgi te, niby kłęby najczarniejszéj sadzy lub strasznego dymu, czarniejszego od dymu ognisk i kominów, rozchodzą się dokoła i unoszą ku górze; tem czarniejsze są i tem obfitsze, im gorąco jest wyższe, najbardziéj więc czarne przy płomieniu wodoru. Oczywiście dym ten nie jest to ani kopeć ani sadza, ani żadne zgoła ciało stałe czy też inne, jest to poprostu kontrast, wywołany brakiem pyłków w téj przestrzeni skąd zostały usunięte, gdzie mianowicie wyżarzone czyli spalone zostały, uwidoczniający się na tle téj części snopa świetlnego, gdzie się znajdują i gdzie lśnią światłem odbitem. Tam, gdzie pyłków niema, droga świetlna niknie (dla patrzącego z boku) i ciemność zalega zupełna, lecz opodal pyłki wirują i znamionują obecnością swą drogę jednakowo tutaj i tam padających, lecz nie wszędzie widocznych promieni. Tę czarną ciemność przyrównywa Tyndall do ciemni, zalegającej w kosmicznéj przestrzeni, t. j. pomiędzy ciałami niebieskiemi. Czarne kręgi tworzą się zresztą nietylko przy użyciu tak gorących przedmiotów, przy których następuje spalenie pyłków, lecz już od flaszki z gorącą lub ciepłą choćby wodą, od prądu ogrzanego powietrza rozchodzą się mniéj lub więcéj ciemne lub czarne kłęby, a to wskutek powtającego prądu od źródła ciepła ku zewnątrz, porywającego ze sobą i usuwającego pyłki tych warstw ku warstwom dalszym. Jeśli zimny z początku drut metalowy rozgrzewać zapomocą stosu galwanicznego,— dym nagle w danéj chwili się zrywa, a gdy od druta raz wionęło, ruch dymu wzmaga się ciągle w miarę ogrzania się i rozpalenia drutu.

6. *Zebranie powyższego.* Takie są własności pyłków pod względem optycznym. Zważywszy, że jedynie rozproszenie światła pozwala nam widzieć i odróżniać przedmioty niebędące same przez się źródłem światła, lecz odbijające tylko jego promienie,—a poznawszy z powyższego, jak dalece pyłki wpływają na rozproszenie światła w atmosferze, nabieramy wyobrażenia jak doniosłą jest rola tych niepozornych, niedostrzegalnych w normalnych warunkach ciałek, zalegających ocean powietrzny. Rozpoczęliśmy zapoznanie się nasze z pyłkami od tych właśnie, optycznych własności, gdyż wzrok jedynym

jest zmysłem, za którego pomocą możemy w pewnych przynajmniéj warunkach zdawać sobie sprawę z obecności i rozpowszechnienia pyłków atmosferycznych. Nie mogliśmy własności tych pominąć, nieszkodząc zupełności traktowanego przedmiotu. Bynajmniéj jednak optyczne własności nie są najdonioślejszemi i najciekawszemi—jak to się daléj okaże—i bynajmniéj nie od nich poczęło się badanie i zajęcie się tem trudno pochwytnem zaludnieniem powietrza. Zmysł nasz jakkolwiek może zdać nam sprawę z istnienia pyłków, nic nam jeszcze nie mówi o ich jakości, o tem czem one są, skąd się biorą, czy i jakie mają znaczenie i w jakich mianowicie kierunkach, bo łatwo pojąć, że tak rozpowszechnione ciała rozmaity wpływ wywierać mogą. Wszystko to będzie przedmiotem następujących ustępów, w których zawartą będzie zarazem historyja odnośnych badań, wykazująca jakiemi drogami szedł człowiek do poznania tego, niewidzialnego—rzecby prawie można—otoczenia.

7. *Pyłki nieorganiczne.* Powyżéj, gdy wspominaliśmy o możności spalenia pyłków organicznych i oczyszczenia przez to powietrza (§§ 5 i 6) tak dobrze jak przez filtrowanie, nadmieniliśmy, iż dzieje się to w pewnych tylko warunkach, że mianowicie oczyszczenie takie możliwem jest tylko dla powietrza pokojowego; — jeśli bowiem powietrze zewnętrzne (z dworu) przypuszczać będziemy do zbiornika przez rozżarzoną rurkę metalową lub glinianą, nie otrzymamy bynajmniéj próżni optycznéj, jaką nam w tych warunkach daje powietrze pokoju. Dowodzi to, że powietrze pokojowe zawiera jedynie pyły natury organicznéj, ulegające zupełnemu spaleniu, że natomiast atmosfera zewnętrzna ma w sobie jeszcze i pyłki nieorganiczne, mineralne, które pod działaniem gorąca bynajmniéj nie giną. Mineralne te odrobinki, wchodzące w skład ogólnego zaludnienia atmosfery, mają w porównaniu z organicznemi znaczenie podrzędne i pomacoszemu dotąd były traktowane. A jednak ów klasyczny kurz miejski, a także rodzony brat jego, powstający w czasie skwarnego lata na zamiejskich drogach jezdnych, wogóle więc kurz wszelki, który zapyla nam odzienie, a przy silnym wietrze zasypuje oczy i usta, składa się głównie z okruchów ziemi, pochodzących z wietrzenia i wysychania gruntu, z obeschłych błot i rozkruszonych grudek zie-

mi. Nieraz też, nałykawszy się takiego kurzu, czujemy w ustach piasek, co nas najwyraźniéj o naturze tego pyłu przekonywa. Podnoszący się tumanami całemi kurz taki, jest zbiorowiskiem nieprzeliczonego mnóstwa oddzielnych ziarn, okruszyn czy odrobinek. W pojedyńczych rozbiorach (mury British Museum w Londynie) ilość nieorganicznéj materyi w kurzu, zebranym z gzemsów zewnętrznych budynku, przewyższa połowę ogólnéj wagi analizowanego kurzu. Części te mineralne składają się z okruchów muru, tynku i cegły, z odrobinek powstałych z wietrzenia skał, z wysychania i rozkurzania dróg, pól i ulic, a więc nietylko z najdrobniejszych odłamków skorupy ziemskiéj, lecz i z odpadków budowli, ręką człowieka na téj skorupie wzniesionych. Wśród tych różnych odłamków wszakże znajdują się jeszcze źdźbła mineralne, zaziemskiego, jak wnosić wypada, pochodzenia, jest to t. zw. pył kosmiczny (kurz kosmiczny), odkryty po raz pierwszy przez Nordenskjölda na śniegu północnych stref polarnych, a niemogący oczywiście powstawać tam z rozkruszenia skał. Odrobinki kosmicznego pyłu składają się najczęściéj z żelaza magnetycznego, prócz tego znalazł następnie Nordenskjöld w swych podróżach ponad Azyją a także w Grenlandyi inne jeszcze rodzaje [1]) kosmicznego pyłu, mianowicie kryształki drobne, rozmaitych barw i własności. Obecność żelaza magnetycznego udowodnioną została następnie, przy uważnem badaniu kurzu, wprost zapomocą magnesu, w wielu bardzo miejscowościach środkowéj Europy. Prawdopodobnie i inne ciała, zaliczone obecnie do pyłu kosmicznego stref polarnych, dałyby się wykryć w pyłkach stref umiarkowanych, przy odpowiedniem badaniu. Przedmiot ten jednak nie został należycie zgłębiony i bliższych wiadomości o nim brak. Wiadomo tylko, że w kurzu znajduje się zawsze pewna ilość ciał, na które ani kwasy stężone, ani ługi nie działają, na téj więc zasadzie drobinki te za ciała mineralne poczytywanemi bywają.

8. *Pyłki organiczne.* Do wnętrza mieszkań naszych mineralne okruchy zwykle się nie dostają, lub dostawszy się tam, zaraz wskutek swéj ciężkości opadają, tak, że pył w pokojo-

---

[1]) Por Wszechświat, t. II, Nr. 31.

wem powietrzu składa się, jak widzieliśmy, zupełnie, z materyi organicznéj, spaleniu ulegającéj. I w zewnętrznym kurzu dość znaczny zazwyczaj stosunek zawartości pyłków przypada na odrobiny organiczne, które w powietrzu unosić się muszą wskutek samego już choćby życia przyrody. Ktokolwiek wie w jaki sposób żyje, utrzymuje się i rozwija przyroda roślinna, ktokolwiek zastanowi się nad tem jak obumierają w przyrodzie rośliny i zwierzęta, jak niszczą się, odnawiają się i wietrzeją ich zewnętrzne części, t. j. różne części ich ciała w zetknięciu z powietrzem będące,—ten z góry już powiedzieć może, że w powietrzu unosić się muszą rozmaite żyjące lub obumarłe, normalnie do powietrza przechodzące lub przypadkowo wskutek rozkładu powstałe, wytwory i cząstki tkanek z roślin oraz ze zwierząt. Wiadomo np. że rośliny skrytokwiatowe rozmnażają się zapomocą drobniutkich, rzadko gołem okiem dostrzegalnych ziarn lub kuleczek, zwanych zarodnikami, i że w znacznéj odległości od rośliny macierzystéj powstaje z zarodnika młoda roślina, tak samo jak jawnokwiatowa zdaleka od macierzyńskiego częstokroć wyrasta ustroju. Zarodniki więc skrytokwiatowych, tak jak nasiona (lub owoce) roślin jawnokwiatowych, widocznie przechodzić muszą przez powietrze, unoszone być muszą wiatrem, aby odbywać tę znaczną nieraz drogę, która młodą roślinę od macierzystéj oddziela. Wiadomo daléj, że zapłodnienie roślin odbywa się przez przenoszenie ziarn pyłku kwiatowego (pollen) na znamię słupka i że tu także wiatr znaczną odgrywa rolę. Znane są t. zw. deszcze siarkowe, występujące podczas kwitnięcia i zapładniania lasów iglastych, a nie są one niczem innem, jak unoszeniem się w powietrzu tak wielkich ilości pyłku roślin iglastych, iż staje się on widocznym jako żółty proszek na powierzchni wody po ulewnym deszczu. A odnawianie się włosków roślinnych, ścieranie się kory drzew, próchnienie pni i gałęzi, łuszczenie się naskórków zwierzęcych, lenienie czyli zmiany w uwłosieniu lub opierzeniu, wszystko to się odbywa z mniejszym lub większym udziałem powietrza; strzępki tedy, prochy lub próchna, włoski i źdźbła drobnego puchu, wszystko to może być przez powietrze porywane, stanowiąc materyjał do utworzenia tego, co określamy pod nazwą pyłków albo kurzu. Martwe ciałka drobnych, najdrobniejszych istotek, jak wymoczków

i innych wielu ustrojów, również do powietrza częstokroć przechodzą, a prochy, powstające z rozkładu trupów zwierzęcych, z martwych drzew lub traw, w miarę tego w jakim stopniu rozkładu do powietrza się dostają, stanowią przejście od organicznego do nieorganicznego materyjału. Gdy pomyślimy, jak wielkie zmiany w przyrodzie wciąż zachodzą i że wszystko to prawie (jeśli pominiemy to, co zachodzi w morzach, rzekach, jeziorach i t. p.) dzieje się w powietrzu, które z konieczności musi tu odgrywać rolę pośrednika, wówczas ogromna ilość pyłów, jaką nam promienie światła skupionego odkrywają, przestaje nas dziwić.

9. *Pyłki pod mikroskopem.* Wiadomości nasze o naturze pyłków nie na tem jednak się kończą. Jeszcze przed wynalezieniem przyrządów, w których pyłki drobne w znacznem powiększeniu badane być mogą, wiedziano o nich, jak się poniżéj okaże, coś więcéj. Zastosowanie zaś mikroskopu pozwala nam przyjrzeć się bliżéj kurzowi i zbadać, jak wyglądają jego składniki. Widzimy tam i okruchy mineralne (§ 7) i zarodniki, pył, nasiona roślin rozmaitych, włókna i włoski i różnokształtne próchna, odłamki, strzępki i łuszczki, i ziarna o bladym obwodzie i bryłki z obwodem grubym wyraźnym i kolorowe, zazwyczaj niebieskie, czerwone i różowe kulki, daléj strzępki włókniste i pancerzyki lub skorupki wymoczków nieżywych. Bryłki, ziarnka i włókienka wszelkiego kształtu i różnéj jasności oraz barwy, widoczne są na polu widzenia, jeśli odrobinę kurzu na szkiełku pod mikroskopem rozpatrywać będziemy. Ale prócz mikroskopijnych ciałek, stanowiących części, obłamki lub wytwory takich istot roślinnych lub zwierzęcych, które jako gołem okiem widzialne, zwykliśmy zwać makroskopijnemi (a więc oprócz zarodników mchów, paproci, etc., ziarn pyłku kwiatowego, włosków roślinnych i zwierzęcych, łuszczek włókien i strzępków i t. p.), znajdujemy jeszcze, badając kurz pod mikroskopem, całe rośliny i zwierzątka całe o wymiarach mikroskopijnych (grzybki pleśniowe, wymoczki), a nakoniec różne zarodniki istot mikroskopijnych, wogóle więc takie zarody przyszłego życia roślinnego lub zwierzęcego, które przez rozwój dalszy stają się mikroskopijnéj dopiero wielkości istotką. Obecność takich niesłychanie małych zarodów zaledwie w części obserwować możemy bezpo-

Kurz z powietrza.

Powiększenie około 300 razy.

średnio, najczęściéj zaś odgadujemy ją po pewnym dopiero czasie, jeśli pozostawiony sobie kurz, w przyjaznych do rozwoju życia warunkach, a więc jakgdyby zasiany, wydaje mnóstwo najdrobniejszych istotek, — istotek tak drobnych, że nie możemy marzyć o wykrywaniu wśród kurzu ich specyficznych zarodników. Sporną więc wogóle może być jeszcze kwestyją, czy zarodniki takie w powietrzu się unoszą, czy też może te formy zwierzęce i roślinne, mikroskopijnych rozmiarów zaledwie dosięgające, nie z zarodników, nie z jaj, nie z zarodów żadnych wogóle powstają, lecz z martwéj jakiejkolwiek rodzą się materyi. Ogólna analogija, którą przyrodnik w dociekaniach swych nad zjawiskami w przyrodzie kierować się może i powinien, nakazuje wnosić, że te najdrobniejsze istotki nie inaczéj powstają, jak istoty większe, że zatem z zarodników, nasion, czy jaj rodzić się muszą, ale są i były zwłaszcza powody, do sądzenia że tak nie jest, że tu życie bierze się samo z siebie, nie poprzedzone bynajmniéj istnieniem odpowiedniego zarodu.

10. *Kwestyja samorodztwa.* Tu już od konkretnego badania pyłków przechodzimy na grunt transcendentalny, teoretyczny, który, zdawałoby się, właściwie z kwestyją naszą nie jest w żadnym zgoła związku. W saméj jednak rzeczy, związek pomiędzy badaniem pyłków a teoretycznem tem pytaniem istnieje; conajmniéj zaś istnieje związek historyczny obu tych dziedzin. Tak jak my tutaj niepostrzeżenie przeszliśmy od pyłków do teoryi, tak nauka w swéj historyi, odwrotnie, od teoryi, od zagadnień filozoficznych przeszła do zaznajomienia się z pyłkami.

Zanim jeszcze bowiem pyłki mogły być jakkolwiek naukowo badane, zanim istniał mikroskop, przez który dopiero co pozwoliliśmy sobie wejrzeć na kurz i jego składniki, już powszechne budziło zaciekawienie powstawanie życia w wielu takich wypadkach, gdy mimowolnie zadajemy sobie pytanie, skąd się ono wziąć mogło; gdy nie widzimy ani jaja, ani nasienia, ani niczego podobnego do takich życia zarodów. A jednak rzeczą codziennéj praktyki jest nietylko zjawienie się porostu na murze lub pleśni na butwiejącym w pokoju przedmiocie np. skórze, lecz wzrost robactwa w śmieciach, lecz zjawiska butwienia, gnicia i pleśnienia wszystkiego tego, co roz-

kładowi takiemu podlegać może, a w spoczynku przez czas pewien pozostaje. Powierzchowne zaś choćby badanie tych pleśni i tych różnych wykwitów rozkładu poucza, iż są to jakieś żyjące, osobne formy stanowiące jestestwa. Skąd się bierze ta pleśń, to życie w gnijących cieczach, to robactwo w gnojowisku i śmieciach? Obserwacyja, dzięki środkom naukowym, na usługi nauce dostarczonym, a w téj liczbie przeważnie mikroskopowi, wyjaśniła zagadkę co do porostów, pleśni, grzybów i wodorostów, które tak dobrze jak mchy i paprocie wyrastają z zarodników czyli spor, przez macierzysty organizm wytwarzanych. Ale, jak mówiliśmy, taż sama nauka, te same właśnie środki naukowe, wykryły szereg drobniejszych jeszcze, niż te wszystkie istoty, niż mikroskopowe nawet wymoczki, żyjątek, co do powstawania których możnaby mieć dziś jeszcze te same wątpliwości, jakie przedtem miano co do paproci, grzybów lub wymoczków. Dziś więc jak i przedtem stawionem być może ogólne w nauce zapytanie: czy wszystko, co żyje, powstaje drogą rozwoju z pewnych wytworów rodzicielskiéj, t. j. podobnéj, przedtem istniejącéj formy, a więc wogóle z zarodu (pod tem słowem rozumiemy jajko, zarodnik lub nasienie i wszelki podobny wytwór utajonego niejako, dla przyszłości przygotowanego życia),—czy też istnieją warunki, w których istota żywa, na martwem lub na żywem czasem podłożu żyć widocznie poczynająca, może bez zarodnika czy zarodu, sama przez się, powstawać, nie z żywéj więc lecz z martwéj zaradzać się materyi? Innemi słowy chodzi o rozwiązanie pytania: czy życie nieprzekazane przez poprzednio żyjącą formę, może wytwarzać się z niczego, czy może wszcząć się nagle, samo przez się, w materyi nieożywionéj.

11. *Indukcyja i dedukcyja w teoryi samorodztwa.* Przypuszczenie takie nazywamy przypuszczeniem w przyrodzie faktu samorodztwa, a tłumaczenie sobie zagadkowych zjawisk powstawania życia w sposób, który na pytanie powyższe odpowiedzieć każe potakująco, nazywa się teoryją samorodztwa. Zwolennicy téj teoryi mogą twierdzić—a właściwie przypuszczać—że roje przeróżnego robactwa w rozkładających się, gnijących częściach zwierzęcych i roślinnych, powstają z gnijącéj materyi, w któréj żaden zaród specyjalny w rodzaju jaja bynajmniéj nie istnieje; ciż sami przyrodnicy powiedzą, że roba-

ki w żołądku i kiszkach ludzi i zwierząt często znajdowane, lęgną się z zawartości, z nieprzetrawionego zapewne pokarmu, wreszcie wymoczki wodne i zieloność powstająca w stojącéj spokojnie przez czas niedługi, zupełnie czystéj wodzie, również powstają z wody, lub z ciał w wodzie rozpuszczonych. Przeciwnicy samorodztwa, przypuszczający, iż życie przez rozplenianie się form jedynie powstawać może, twierdzić — czy też przypuszczać — będą, że we wszystkich tych wypadkach zwierzęce formy wylęgły się z jaj, a roślinne z nasion lub zarodników, lub też wogóle z tym podobnych wytworów żyjących już przedtem istot.

W każdym z przytoczonych tu dla przykładu wypadków, jakoteż w wielu innych, podobnie przy obserwacyi się nastręczających, powstaje kwestyja sporna, do któréj dochodzimy przeto drogą indukcyi. Lecz jednocześnie, pytanie szersze i obszerniejsze co do początku bytu istot w ogólności, rodzi się w każdym głębiéj zastanawiającym się umyśle ludzkim. Rodzi się ono jako owoc filozoficznego dociekania, jako objaw wrodzonego umysłowi ludzkiemu dążenia do wyświetlenia początku wszechrzeczy — objaw, będący prostem do pewnego stopnia następstwem wiązania w łańcuch przyczyn i skutków tego wszystkiego, co w naturze przed nami ciągle się roztacza. Umysł ludzki, widząc, iż każda rzecz w przyrodzonym trybie i porządku jest następstwem istnienia i oddziaływania rzeczy poprzednio istniejących i działających, iż wszystko zatem co jest, jest skutkiem tego co dotąd było, postawić sobie musiał w drodze dedukcyi zapytanie, skąd się wzięło życie,—zapytanie będące częścią ogólniejszego zagadnienia filozoficznego, co było początkiem, a co będzie końcem? Zagadnienie to jest tylko rozszerzonem w nieskończoność wiązaniem łańcucha przyczyn i skutków. Posuwając się wstecz od skutku do przyczyny, coraz to daléj i daléj, trafiamy na kwestyją początku, a idąc od przyczyn do skutków, stajemy w obec podobnego zagadnienia co do końca. Niewdając się w roztrząsanie o ile zagadnienia te mogą być dla człowieka dostępnemi i kiedykolwiek przezeń zgłębionemi, chcemy tu tylko zwrócić uwagę, że jeśli ogólne zapytanie co do początku przedwiecznego, nie może być przedmiotem przyrodniczego ściśle dociekania, to rozstrzygnięcie powstawania objawów życia w teraźniejszości daje

się przypuszczalnie rozwinąć w drodze rozumowéj i doświadczalnéj.

I tak, zagadnienie to rozwiązywane było dwojako: przez obserwacyją faktów i przez oparte na niéj rozumowanie. Rozumowania w historyi rozwiązania kwestyi samorodztwa nie mniejszą grały rolę od przedsiębranych badań i zdobytych faktów. Dedukcyja nie miałaby wartości, gdyby nie była wysnutą z faktów i popartą przez rzeczywiste zjawiska; lecz doświadczenia i spostrzeżenia nie byłyby przedsiębrane i czynione, gdyby nie żądza dojścia do prawdy, wynikająca z dedukcyjnego filozoficznego kierunku. Spór, jaki się wytworzył co do téj kwestyi, rozszerzał się dokoła i coraz większym gorzał płomieniem, aż wreszcie wciągnął do zajęcia się kwestyją takie siły, które zdolne były w téj mierze dokonać tego, co dla człowieka zrobić w dzisiejszym stanie jego wiedzy jest możliwem; w ten sposób nauka doszła do rozjaśnienia téj kwestyi i do poznania przytem osłoniętych do tego czasu tajemnicą pyłków powietrza, które, gdyby nie kwestyja samorodztwa, dotądby jeszcze może pyłem tajemnicy okrytemi były. Z tego, co dotąd powiedzieliśmy, nie okazuje się jeszcze jasno, jaki rzeczywiście związek łączy oba te, napozór różne przedmioty — pyłki powietrza i teoryją powstawania życia. Nadmieniliśmy pokrótce, że historycznie są one powiązane, a ponieważ nic lepiéj przedmiotu, specyjalnie nas zajmującego, rozjaśnić nie może, jak ta droga, po któréj idąc, nauka doszła do poznania go i bliższego zbadania, — zajmijmy się więc, napozór odstępując od przedmiotu, historyją pojęć co do powstawania życia, a zobaczymy, jak przez kwestyją samorodztwa i inne pokrewne, przejdziemy, a raczéj wrócimy powoli do naszych pyłków.

12. *Najdawniejsze pojęcia.* Bliższą i głębszą znajomość spraw przyrody a zarazem bystre zastanowienie się nad niemi, spotykamy w najodleglejszych czasach znanéj nam historyi rodu ludzkiego i ludzkiéj wiedzy, najpierw u dawnych greków. Arystoteles, o którym sprawiedliwie powiedziećby można, że wyprzedził wieki, a którego przepotężny umysł snadnie metafizyczne rozstrzygał zagadnienia i na polu nauk humanitarnych trwałe pozostawił zdobycze, wykazuje tak zadziwiającą faktyczną znajomość przyrody i tak znakomicie prawdziwe poglądy, że wiedza bijologiczna w początku zeszłego jeszcze

stulecia nie sięgała chyba o wiele daléj poza obręb wiadomości Arystotelesowych. Niepospolity mędrzec ten, widząc zaradzanie się życia, powstającego i utrzymującego się kosztem rozkładu materyi martwéj, wyraża przekonanie, że wyraźnie tu zachodzi samorodztwo; zwłaszcza robaki powstające w nieczystościach zwracają uwagę Arystotelesa i stawia je on jako przykład istot, które bez jaj z martwego mogą powstać przedmiotu. Potężny wpływ takiego zwolennika teoryi samorodztwa oddziałał naturalnie i na innych filozofów greckich, u następców zatem Arystotelesa nic innego jak te same zupełnie poglądy nie znajdujemy. Gdy po upadku Grecyi a zarazem greckiéj nauki, punkt ciężkości świata historycznego przenosi się do Rzymu,—rozwojowi politycznemu w nowem tem gnieździe nie towarzyszy bynajmniéj rozwój wiedzy przyrodniczéj; nauka nie odradza się tu, lecz, odwrotnie, karłowacieje. Zamiast zasobu faktycznych wiadomości, jakiemi w spuściznie obdarzyli nas grecy, u łacińskich przyrodników—a raczéj pseudo-przyrodników zaledwie—znajdujemy podania fantastyczne, tu i owdzie z prawdą mięszane opisy, a przeważnie baśni, z których zaledwie błysk prawdy gdzieniegdzie przebija. Zasadniczą ideę samorodztwa np. ukrytą, zaledwieby odszukać można w podaniu o „feniksie“ skrzydlatym, odradzającym się z popiołów; niekiedy podobnéj dopatrywaćby można alegoryi w „Metamorfozach“ Owidyjusza, gdzie nierzadkie są przykłady przeobrażeń martwego w żywe. Następuje upadek Romy i wieki średnie, wieki kuchennéj łaciny; o wiedzy prawdziwéj mowy tu być nie może. Dopiero epoka odrodzenia, przywracająca i troskliwie odgrzebująca wszystko, co grecką było kiedyś nauką, wskrzesza obok innych wiadomości przyrodnicze i pobudza między innemi także do zajęcia się przyrodą. Ale badacze téj epoki i późniejszéj, bo aż do XVIII wieku niemal, wyłącznie prawie trawią, przeżuwają Arystotelesa i greków, gdzieniegdzie zaledwie zakres wiadomości nowemi uzupełniając spostrzeżeniami. Samodzielne, gruntowniejsze badania nad żywą przyrodą datują się dopiero od Lineusza, którego uczniowie i następcy prowadzą jednak przeważnie poszukiwania faktów, opisują formy i klasyfikują je w szeregi, nie dotykają zaś prawie wcale kwestyj i zagadnień filozoficznych.

13. *Heterogieniści i panspermiści.* W końcu XVII wieku zaznaczyć należy fakt, który zrazu nie miał wielkiego dla nauki znaczenia, późniéj dopiero miał jéj oddać nieobliczone, najżywotniejsze usługi. Jest nim zbudowanie mikroskopu złożonego, dokonane przez Leenwenhoeka, 1685 r. [1]) który zapomocą tego narzędzia pierwszy wykrył i opisał wymoczki i różne inne istotki; opisuje on np. między innemi także i drożdże. Rzecz dziwna, że nikomu wówczas nie przyszło na myśl posłużyć się takim, co prawda wówczas bardzo niedokładnym jeszcze, mikroskopem, w celu badania pewnych przykładów zalęgającego się życia; faktem jest jednak, że mikroskop, zamiast obalić wiele przesądów, podtrzymujących wiarę w samorodztwo, wywarł wpływ wprost odmienny i stał się w ciągu XVIII wieku bronią w ręku zwolenników samorodztwa. Gdy bowiem, rozumowano wtedy, drobne istoty, jak wymoczki, znajdują się wszędzie, nawet wśród żywiołów, jak woda i ziemia,—oczywiście życie wszędzie zalęgać się może z niczego i nie ulega wątpliwości, że wszędzie gdzie tylko mikroskop wykazuje nieoczekiwaną bynajmniéj obecność tych najdrobniejszych żyjątek, poczynają się one z martwego oczywiście materyjału. Dziać się to miało—wedle ówczesnych poglądów—za wpływem odrębnéj siły przyrodzonéj, t. z. siły życiowéj, która gdy w martwą wstępowała materyją, nadawała jéj życie, a która w nasionach i jajach była niejako złożoną, utajoną. Pogląd ten na siłę życiową trwał przez wiek cały i jednym z pierwszych dopiero, którzy przeciw oddzielnéj takiéj sile życia powstali, był nasz znakomity Jędrzéj Śniadecki, w swojéj wiekopomnéj „Teoryi jestestw organicznych".

Lecz wróćmy do XVIII wieku. Przeciw ogólnym poglądom ówczesnych uczonych ośmiela się wystąpić w połowie tego stulecia (ok. 1740 r.) szkot Harvey, ten słynny fizyjolog, który wydarł naturze tajemnicę krążenia krwi. Głęboki ten badacz i myśliciel, zastanawiając się nad przejawami powstawania istot w przyrodzie, wypowiada słynne swoje wyznanie wiary: „omne vivum ex ovo" (wszystko żywe powstaje z jaja),

---

[1]) Właściwie wynalazek mikroskopu przypisują braciom Janowi i Zacharyjaszowi Jansenom (pomiędzy 1590—1610). *Przyp. Red.*

i daje w ten sposób początek nowemu w nauce kierunkowi, znanemu pod nazwą panspermistycznego. Panspermiści dla swoich poglądów znaleźli silne poparcie w zdobyczach naukowych, przed Harveyem jeszcze dokonanych, a dotyczących tajemnic rozwoju zwierząt bezkręgowych, mianowicie zaś owadów, (przeobrażenia ich odkrył jeszcze Réaumur). W studyjach nad zwierzętami i ich rozwojem wykryto i wykrywano jaja tam, gdzie niedawno jeszcze nie przypuszczano aby istniały. I botanika od czasu Lineusza poszła naprzód: poczęto badać i rozumieć rozwój roślin skrytokwiatowych [1]), a każde odkrycie przynosi nowe dane, przemawiające na korzyść nauki panspermizmu czyli homogienii. Lecz zwolennicy samorodztwa, czyli (pogrecku) autogienezy (generatio spontanea s. aequivoca, vel heterogenia [2])), nie dawali bynajmniéj za wygranę, gdyż pomimo wydzierania im przez coraz to głębsze badania przyrodnicze faktów, uważanych dotąd za objawy autogienezy, dość jeszcze nierozjaśnionych i ciemnych pozostawało zjawisk, któremi heterogieniści posługiwali się z łatwością na korzyść swéj teoryi.

14. *Doświadczenia.* Spór o sposób powstawania życia, który długo jeszcze trwać miał w nauce, podnoszonym był do połowy XVIII wieku tylko pośrednio, a zdania za i przeciw, w tym i w tamtym obozie, wygłaszane były najczęściéj z powodu specyjalnie podjętéj pracy przyrodniczéj nad rozwojem pewnych form, a więc i nad ich powstawaniem, albo też wypowiadane były z okazyi filozoficznych poglądów na przyrodę (jak np. powyższe zdanie Harveya).

Bezpośrednie doświadczenia przedsiębrane w celu wyjaśnienia prawdy, w celu przekonania się, o ile życie rzeczywiście z martwéj materyi powstawać może, zapisane są w historyi nauki po raz pierwszy w latach 1745—50, a chwycił ich się anglik Needham. Hermetycznie zatkane naczynia z wodą

---

[1]) Porówn. co do tego ukończoną w 29 Nrze Wszechświata z r. b. rozprawę Dra Fr. Kamieńskiego. (*Przyp. Red.*)

[2]) Heterogienija— znaczy powstawanie z różnego (żywe istoty z martwéj materyi) w przeciwstawieniu do homogienii—powstawanie z podobnego (z istot żywych żywe istoty). (*Przyp. Autora*).

umieszczał w wodzie wrącéj i pozostawiał w téj temperaturze przez czas dość długi, ażeby wyniszczyć — jak rozumował — wszelkie ślady życia organicznego, wszelkie możliwe zarody. Pomimo to, w tak wygrzanéj wodzie, hermetycznie odosobnionéj, znajdował Needham po ostudzeniu i pozostawieniu przez dni kilka w normalnéj temperaturze, wyraźnie rozwijającą się roślinność. Autogieneza znalazła faktyczne, doświadczalne potwierdzenie. Panspermiści jednak, ożywieni coraz to wzmagającym się zastępem potwierdzających ich poglądy faktów, nie ustępowali i bronić się zamierzyli. Doświadczenia bowiem Needhama powtórzył w r. 1765 znany fizyjolog włoski, Spallanzani, z większą jednak niż poprzednik starannością, i przekonał się, że rezultat w większości wypadków był ujemny: życie w przegotowanéj i ostudzonéj wodzie się nie rozwijało. Sprzeczność rezultatów tłumaczył włoski uczony tem, że widocznie w wypadkach, w których zaradzało się życie a których stosunkowo niezbyt było wiele, przeprowadzenie doświadczenia było wadliwem, niedokładnem. Needham, którego własne doświadczenia uczyniły zaciętym zwolennikiem samorodztwa, niemogąc obalić faktów, dostarczonych przez Spallanzaniego, pierwszy wyprowadził spór na fałszywą drogę, utrzymując, iż pod działaniem gorąca niszczy się, a przynajmniéj osłabia, zdolność życiowa (vis vegetativa) wody, że ujemne przeto rezultaty są jedynie wynikiem sztucznych, niczego niedowodzących warunków. Na tym gruncie postawiony spór musi oczywiście w błędnem toczyć się kole, gdyż dogmatycznych argumentów tych ani poprzeć niczem ani obalić nie można; ucichł więc w tych warunkach spór pomiędzy dwoma eksperymentatorami, a droga doświadczeń—jedyna, do poznania prawdy w materyi spornéj prowadząca, przez długi późniéj czas jeszcze odłogiem leżała. Niepodobna nie zauważyć przytem, że gdy w drugiéj ćwierci wieku bieżącego znów, jak zobaczymy, doświadczeń się chwycono, wkrótce spór pomiędzy wrogiemi obozami znów na fałszywe, podobnie błędnem kółkiem toczące się wszedł tory.

15. *Okres przejściowy. Prace mikrografów.* W drugiéj połowie XVIII wieku i przy schyłku jego, wrzała jeszcze polemika, sypały się dowodzenia z jednéj i z drugiéj strony, lecz choć nauka szła ciągle na przód, obustronne argumenty

powoli słabły. Jakkolwiek bowiem pochód ten nauki coraz więcéj gromadząc materyjału, coraz głębiéj wykrywał, jak mówiliśmy, jednostajność rozwoju w przyrodzie z jaja lub z nasienia, jednak nie dość wyczerpana, a przy ówczesnych środkach lepiéj wyczerpać się niedająca kwestyja możliwości samorodztwa znużyła poniekąd umysły. Charakterystycznem dla téj epoki jest wszakże, że nawet te zdobycze naukowe, które nie miały bezpośredniéj z kwestyją naszą styczności, wprawiały w kłopot uczonych, wierzących niezachwianie w heterogieniją. Takim kłopotem było wykrycie przez licznych naśladowców Lineusza, gruczołów płciowych u tasiemców, t. j. u wnętrzniaków, które li tylko z kiszkowego kału wylęgać się miały. Lineusz sam, skoro znalazł formę tasiemca, swobodnie żyjącą w wodzie, wnosił z tego, że robaki te mogą jako młode żyć nazewnątrz swego gospodarza. Lecz jakie mogą mieć znaczenie jaja i oddzielne narządy, w których jaja te się wytwarzają u robaków powstających drogą zaradzania się z martwéj materyi? Przy panującéj wówczas ogólnie wierze w celowość przyrodzoną, szkopuł ten niemałym dla zoologów był kłopotem. Dopiero około 1770 roku Pallas (1741—1811) pierwszy odważył się przypuścić, że części ciała tasiemca, oddzielające się i wychodzące na zewnątrz wraz z wypróżnieniami gospodarza, przeznaczone są na to, aby zawarte w nich jaja, daléj nazewnątrz się rozwijały, a potem jakiegokolwiek innego gospodarza zarażały. Nawet jednak ten drobny, zaledwie pośrednio w heterogieniją godzący pocisk, nie zdołał trafić do przekonania ówczesnym przyrodnikom; powstali przeciw niemu autogienetycy jak Rudolphi i Bremser, dwie największe powagi na schyłku zeszłego stulecia w dziale nauki o robakach. Ostatni z nich, odwracając opacznie naturalną kwestyją rozwoju wnętrzniaków, którą Pallas tak trafnie odgadł, przypuszczał, że tasiemce w kiszce gospodarza z jaj rozwijać się mogą wyjątkowo tylko, że zaś odrywanie się części robaczego ciała z jajami (proglotidów), ma właśnie na celu uratowanie gospodarza od niechybnéj zagłady, jaka nastąpićby musiała, gdyby wszystkie jaja, w niezmiernéj rzeczywiście płodzone ilości, na robaki rozwijać się miały.

Tak jak z tą kwestyją przyrodniczą, działo się także z innemi. W nauce zoologicznéj pod koniec ubiegłego wieku

zwyciężył kierunek Cuviera i Buffona. Zarzuciwszy niższe zwierzęta, wzięto się napowrót do wyższych, a kwestyje filozoficzne w zupełne poszły zapomnienie. Lamarck i kilku innych stanowią istny wyjątek wśród ówczesnych naturalistów w badaniu nieraz zamiłowanych, lecz niezbyt głęboko umysłem sięgających.

Zarzucony przez przyrodników mikroskop, stał się w ręku lekarzy narzędziem do stworzenia nowych nauk, histologii i embryjologii. Badania lekarzy na początku bieżącego wieku wpłynęły na ulepszenie tego narzędzia i w drugiéj ćwierci naszego stulecia widzimy odrodzenie badań nad przyrodą mikroskopową, prowadzonych odtąd z prawdziwą siłą i wytrwałością. Ojcem nowéj téj szkoły, badającéj istoty drobnowidzowe, ojcem mikrografii naukowéj niejako, jest profesor berliński Ehrenberg, który w klasycznych swych pracach (1830—58) przedstawił najgłębsze tajniki, dotyczące bytu i rozwoju istot mikroskopowych. Za pierwszemi pracami Ehrenberga (1830—38) zjawiły się natychmiast inne, bardziéj jeszcze rzecz wyczerpujące; autorami ich są Hein, Valentin, prof. Johannes Müller (1844—50), daléj Lieberkühn, Balbiani oraz Claparède i Lachman (1853—1858). Nie będziemy się rozwodzić nad wynikami szczegółowemi tych badań, dość wspomnieć, iż wszędzie rozwój najdrobniejszych istot wykazywał ścisłą zależność od takich lub inakich zarodów, ostatecznie zaś od poprzednio istniejących istot podobnych.

16. *Fermentacyja i gnicie.* W epoce rozwoju mikrografii jedno szczególniéj odkrycie wielce było płodnem w następstwa. W ciągu lat 1835 i 1836, prawie jednocześnie i od siebie niezależnie stwierdzają: Cagniard de Latour akademik w Paryżu i Teodor Schwann prof. w Berlinie, a zaraz za nim botanik Kützing, że przez Leeuwenhoeka jeszcze opisane kuleczki drożdżowe nie są niczem innem, jeno rośliną, odżywiającą się na wzór innych, a przez dzielenie się rozmnażającą, że roślinka ta żywi się, rozradza i mnoży kosztem materyjału, w którym żyje. Ciekawe to odkrycie, wyjaśniające, jako materyja, zaliczona do osobnéj, tajemniczéj grupy fermentów i napozór roślinnego charakteru niezdradzająca, prostą jest rośliną, niepospolite w uczonym świecie wywarło wrażenie. Wprawdzie przed trzema wyżéj przytoczonymi przyrod-

nikami, inni już badacze w bieżącym wieku drożdżami się zajmowali, ale Kieser (1814) jak Leeuwenhoek, nie wyraża się o ich naturze, Desmazières (1826) zaś zalicza je do zwierząt. Natomiast zaś chemik Astier, powtarzając za Fabronim, że drożdże do zwierzęcych zaliczyć należy istot, wypowiada (1813) łatwo nasuwające się przypuszczenie, iż pod nazwą fermentacyi znana i opisywana chemiczna zmiana płynu, w którym drożdże żyją, może być prostem tylko następstwem życia ich i wzrostu, a więc skutkiem wywołanym przez drożdże, będące jéj przyczyną. Przypuszczenie to wyraźnie téż z samego początku wypowiada Cagniard de Latour; mniéj wyraźnie przebija ono w uwagach Schwanna i Kützinga. Aby zrozumiéć doniosłość tego nowego przewrotu w poglądach na fermentacyją, pojąć należy, iż właśnie zjawiska tego rodzaju jak fermentacyja i gnicie służyły za główną i ostateczną broń, niby ciężka artyleryja w ręku heterogienistów, którzy dowodzili na tych przykładach, jak to przy rozkładzie martwéj materyi powstaje życie... z niczego. Takie zapatrywanie się wypływało zresztą z ówczesnych pojęć naukowych w chemii organicznéj. Chemicy byli pod bezwarunkowym wpływem nowéj gwiazdy, oświecającéj blaskiem swym cały obszar chemii organicznéj czystéj i stosowanéj: gwiazdą tą był Justus v. Liebig, którego zasługi na polu zastosowania zasad chemii do fizyjologii i uprawy roślin zjednały mu w spółczesnem i następnem jeszcze pokoleniu chemików, zapalonych i ślepych czcicieli. Według głoszonych przez niego, a od Gay-Lussaca przejętych pojęć o materyi, ciała organiczne przedewszystkiem różniły się od mineralnych niestałością swéj cząsteczki i rozkład materyi organicznéj, jakiemu ona w przyrodzie podlega, prostem miał być tylko następstwem owéj organicznéj, niestałéj natury. Według Liebiga zatem, żadna inna przyczyna nie mogła wywołać fermentacyi, jak tylko skład chemiczny cząsteczki fermentującego ciała, a mianowicie jego organiczny charakter. Pomimo więc, że następny szereg doskonałych prac nad drożdżami, wykonanych przez Quevennea, Turpina i Mitscherlicha [1]), potwierdzał i uzasadniał daléj pogląd Cagniard

---

[1]) Mitscherlich zresztą trzymał się poglądów Berzeliusa i nie łączył się z zapatrywaniem poprzedników swych na charakter fermentacyi.
(*Przypisek Autora*).

de Latoura, Liebig na takie pojmowanie zjawiska zgodzić się nie chciał, zaś wszyscy chemicy, odwróciwszy znów, jak zwykle w takich razach, kwestyją naopak, utrzymywali, że zdolność materyi do fermentacyi jest przyczyną powstawania i rozrządzania się życia roślinnego drożdży. Dopiero stopniowo w obec daléj przez Helmholtza, Urea i Pasteura wykrywanych stanowczych faktów, zwolennicy Liebiga cofać się musieli, jednak i wtedy niechcąc się poddać, utrzymywali jeszcze, że nie życie drożdży stanowi przyczynę fermentacyi, lecz że jest ona wynikiem śmierci i rozkładu obumierających komórek drożdżowych. Znacznie późniéj dopiero udało się doświadczalnie udowodnić, że wraz ze śmiercią drożdży, ustaje proces fermentacyi płynu.

Tak więc chemija szła w owych czasach ręka w rękę z teoryją heterogienii, a wpływ Liebiga opóźnił może—lecz uświetnił bezwarunkowo tryumf prawdy, jaka co do przyczyn i przebiegu fermentacyi, zarówno jak i gnicia, powoli lecz stanowczo, krok po kroku, była zdobywaną.

17. *Wznowienie doświadczeń.* Rok odkrycia roślinnéj natury drożdży, tak ważny ze względu na wątpliwości, jakie rzucił na sposób pojmowania procesów fermentacyjnych, jest zarazem rokiem wznowienia bezpośrednich nad autogienezą doświadczeń, do których współczesny rozwój mikrografii i ulepszenie mikroskopu poprowadzić niechybnie musiały. Fr. Schulze, nieufając doświadczeniom Spallanzaniego, podejrzewa, że to chyba wpływ powietrza czyni możliwem zaradzanie się życia w przegrzanéj we wrzątku wodzie, gdyż powietrze widocznie przecież jest nieczystem. Przedsiębierze on więc w roku 1836 szereg doświadczeń, w których przepuszcza powietrze przez kwas siarczany i ług kaustyczny, lecz tak jak Spallanzani rezultaty otrzymuje sprzeczne. Po Schulzem zaraz (1837) ogłasza Schwann bezpośrednio po pracy nad drożdżami podjęte doświadczenia z cieczami, ulegającemi gniciu. Okazuje się z nich, iż zawsze prawie odwar (rosół) z mięsa pozostawać będzie bez psucia się lub gnicia, jeśli będzie usunięty z pod wpływu zwykłego powietrza, a zostawiony w zetknięciu z powietrzem poddanem wysokiemu gorącu, czyli przeżarzonem. W roztworze takim Schwann nawet po dłuższym przeciągu czasu, najczęściéj nie dostrzegał ani śladów widocznego życia. Schwann zatem,

który rokiem późniéj miał się unieśmiertelnić odkryciem komórki zwierzęcéj, jest właściwym wynalazcą metody wyjaławiania (sterilisatio) roztworów, metody, która w ćwierć wieku późniéj zyskała sobie pierwszorzędny rozgłos, jako oręż niepokonany w ręku przeciwników samorodztwa. Wyjaławianiem roztworów w doświadczeniach nad samorodztwem czynionych zajmują się następnie z względnem powodzeniem: Helmholtz (1843), który posługiwał się własnościami dyjalizy, zamiast temperaturą, Leuckart (1853), a następnie Schröder i van Dush (1854), którzy inną znów obrali sobie drogę, mianowicie uciekali się do mechanicznego filtrowania powietrza zapomocą pędzenia go lub ssania przez rurki z ubitą warstwą czystéj waty. Doświadczenia Schwanna niezawsze jednakowy wszakże dawały rezultat, a następcy jego jeszcze mniéj nieledwie byli szczęśliwi, zwłaszcza rezultaty Schrödera i Van Dusha były z sobą nawzajem niezgodne i niejednostajne, bo gdy w filtrowanem powietrzu wiele bardzo cieczy nie ulegało psuciu się i zachowywało skład swój chemiczny, mleko np. zawsze psuło się w tych warunkach. Przyczynę onych niezgodności miał wykryć późniéj dopiéro Pasteur.

Widzimy, jak kwestyja samorodztwa redukuje się powoli w umysłach uczonych do kwestyi wpływu atmosfery i oczyszczenia powietrza, jak tedy powoli drogą historyi idąc, do naszego zbliżyliśmy się przedmiotu.

Zanim do dalszych, coraz ściśléj obie kwestyje zespalających doświadczeń i badań nad samorodztwem, przejdziemy, musimy, dla ścisłości historycznéj, maleńkie zrobić zboczenie ku nowéj dziedzinie badań, która z odrębnego zupełnie punktu wychodząc, równolegle świat uczony do szukania pyłków poprowadziła.

18. *Charakter chorób zaraźliwych.* Dziedziną tą są mianowicie dociekania nad etyjologiją (przyczyną powstawania) chorób zaraźliwych.

Zdawien dawna ludzkość jest i była trapioną przez różne choroby udzielające się, przenoszące z chorych na zdrowych. Przenoszenie choroby następuje albo wskutek bezpośredniego zetknięcia z organizmem chorym, alboteż, w innych wypadkach, nawet bez wszelkiego bezpośredniego zetknięcia, w sposób prawdziwie zagadkowy. Te ostatnie choroby, zwane zazwyczaj

nieściśle pospólnemi (epidemicznemi), odznaczają się tedy tem, że chory rozszerza zarazę dokoła i udziela jéj niekoniecznie tym, którzy z nim bezpośrednio, z jego pościelą, sprzętami i t. p., się zetknęli, lecz tym, którzy zupełnie styczności takiéj nie mieli, a więc mieszkańcom drugiego domu, innéj ulicy, dzielnicy, lub nawet miasta innego. Znanem jest u nas powszechnie łatwe przechodzenie karbunkułu z okolicy do okolicy; znaną jest gwałtowność, z jaką cholera miasto lub kraj cały przebiega, a która o wiele ustępuje jeszcze gwałtowności, z jaką w wiekach średnich szerzyła się morowa zaraza. Rola powietrza w tych chorobach łatwo wpada w podejrzenie (widać to z dawnéj ludowéj nazwy moru, „morowe powietrze"), lecz jeśli zważyć, iż zaraza każda, czy przez zetknięcie, czy w inny, niebezpośredni sposób udzielona, w organizm wszczepioną tylko niejako zostaje, a w organizmie mnoży się, rozradza, aż go opanuje i wyniszczy, rzecz prosta, iż zagadkowemu pierwiastkowi zarazy łatwo przypisać można charakter żyjącego jakiegoś jestestwa. W starożytności już pisali łacinnicy o contagium vivum (zarazek żyjący), nieokreślając bliżéj, co pod tem rozumieją. W czasach nauki nowéj, pierwszy Kircher (1601—80) około 1650 r. wyraża przypuszczenie, iż w powietrzu unoszą się drobne zarody choroby, zarazki, które gdy w zdrowy wchodzą organizm, udzielają mu choroby przez zaszczepienie. Lineusz (1707—78) około 1750 roku powagą swą potwierdził ten pogląd Kirchera, ale nauka wtedy nie mogła się była porywać na szukanie tych zarazków. Najpierwsze odkrycia przyrodnicze, mające związek z kwestyją zarazy, przypadają w botanice. Rośliny bowiem, jak ludzie i zwierzęta, ulegają zaraźliwym chorobom, jakiemi np. są rdza lub śnieć na pszenicy, zaraza kartofli i t. p. Otóż w 1755 r. botanik Tillet odkrył, iż śnieć pszenicy jest poprostu wynikiem osiedlenia się w ziarnach kłosowych pasorzytnego grzybka. Odkrycie to potwierdził w r. 1807 Prevost, lecz ani jeden ani drugi nie wyprowadzili ogólniejszych wniosków, tłómaczących etyjologiją zarazy jako takiéj i nie poznali nawet dokładnie prawdy we względzie samego pasorzyta, śnieć pszeniczną stanowiącego. Kwestyja więc nie poszła daléj naprzód, a teoryja—ściśléj mówiąc domysł—Kirchera daléj jak i przedtem panowała, nieporuszając ku badaniom umysłów. Poruszenia w tym kierunku dokonać miały dopiero straszliwe epidemije

cholery, które zachodnią Europę trzema przebiegły nawałnicami. Właściwie dopiero druga i trzecia pospólnica (w 1847/8 i w 1853/4 r.), przypadające w okresie szerszego już rozwoju mikrografii, wywołują prace Ehrenberga (1847 i 8), za którym idą Swagne, Meyer, Brittan, Budd, Wedl, Robin, Pouchet, Dundas Thompson i Osborne. Wszyscy oni pracowali mniéj lub więcéj napróżno, bo bez osiągnięcia celu, Thompson znalazł wprawdzie (1854) w jednym z londyńskich szpitali mnóstwo różnych istotek, nie dopatrzył jednak żadnéj z specyficznie cholerycznym charakterem. Doświadczenia te wszakże w ogólności, a zwłaszcza doświadczenia Thompsona, który przepędzał wielkie ilości powietrza przez długi szereg flaszek dwuszyjowych z wodą dystylowaną, zwróciły bliższą uwagę na pyłki w powietrzu się unoszące i przyczyniły się do gorliwszego jeszcze zajęcia się kwestyją „czystości“ powietrza, którą wyprowadziły na stół badania nad samorodztwem.

19. *Spór przed Akademiją paryską.* Przypatrzmy się teraz pokrótce, jaki był stan zapatrywań na samorodztwo w epoce 1854—1858 r., do któréj poprzedzający przegląd historyczny nas doprowadził. Jeśli od czasów Harveya wszyscy stronnicy panspermizmu musieli przez całe niemal stulecie jeszcze, pojedyńczo zaledwie występować, niby apostołowie nowéj nauki, przeciwko powszechnie uznanemu samorodztwu, to nagromadzone od owego czasu aż do epoki, na któréj się zatrzymaliśmy, faktyczne dane naukowe, zmieniały powoli i zmieniły zapatrywania ogółu uczonych. Teraz już nie panspermiści pojedyńczo napadają na ogół, lecz przeciwnie, obstający jeszcze za samorodztwem zwolennicy dawnych poglądów muszą stawać do walki, aby dawne ratować poglądy. A szeregi zwolenników tych coraz to gwałtowniéj się przerzedzały. Wrażenie w świecie naukowym np. zrobiło to, że po niezupełnie stanowczych, ale pouczających w każdym razie doświadczeniach Schrödera i Van Dusha, na których wyżéj zatrzymaliśmy się, dotychczasowy obrońca samorodztwa, bystry Allen Thomson, przeszedł do przeciwnego obozu i w wydawanéj wówczas przez Todda, po dziś dzień klasycznéj encyklopedyi nauk lekarskich i bijologicznych, napisał świetny artykuł „Ovum" (jajko), przenikniony duchem panspermizmu.

Napadani ze wszech stron heterogieniści nie bez walki wszakże poddać się mieli: słabła wprawdzie ich liczba, ale przewidywać zgóry było można, że bronić się będą zacięcie. Sztandar obrony hipotezy naukowéj, w tym stopniu zagrożenia, pochwycił wytrwały eksperymentator, profesor liceum w Rouen, Pouchet, który podjąwszy sobie sprawdzenie doświadczeń, jakich w 1851 roku dokonał włoch Mantegazza, znalazł, iż zgodnie z twierdzeniem tego ostatniego, przy gniciu substancyj mięsnych, wobec najdokładniejszego choćby wyjałowienia i oczyszczenia powietrza, zawsze zaradza się drobniutka bakteryja gnilna (Bacterium termo). Zaledwie Pouchet ogłosił potwierdzenie tych heterogienistycznych doświadczeń w r. 1858, w Sprawozdaniach Akademii paryskiéj, gdy wnet, w następnym zaraz tomie tychże Sprawozdań (Comptes Rendus) odpowiadają mu, zbijając jego wywody, najsłynniejsi akademicy, pierwszorzędne gwiazdy w różnych działach nauki, jako to: zoologowie Milne Edwards i Lacaze-Duthiers, botanik Payen, antropolog Quatrefages, fizyjolog Klaudyjusz Bernard i chemik Dumas. Tłumne to wystąpienie przeciw samorodztwu wybitnie dowodzi, jak wielki dokonał się przewrót w umysłach. Pouchet odważnie odpowiada swym przeciwnikom w tymże tomie wydawnictwa akademickiego, a jednocześnie pisze i wydaje dzieło p. t. Hétérogénie (1859), w którem skwapliwie zestawia wszelkie wyniki doświadczeń obcych i własnych, nakazujących przypuszczać samorodztwo. Kwestyja sporna zyskała przynajmniéj tyle, że zamiast obracać się uparcie około rozkładu materyi psującéj się, wprowadziła pod bliższy rozbiór pyłki, biorące się z powietrza i z wody, a stające się oczywiście zarodami obserwowanego w wielu doświadczeniach życia, skoro w pewnych warunkach udało się przez wyjałowienie ulegającéj rozkładowi cieczy zabezpieczyć ją od rozkładu. Pomimo więc wszelkich wysiłków Poucheta, aby doniosłość owych zarodów osłabić, ten jego opór właśnie i rozgłos, jaki sprawie nadało zajęcie się nią całego grona powag naukowych, zasiadających w fotelach francuskiéj Akademii nauk, pobudziły wielu uczonych do zbadania wytrzymałości owych tajemniczych dotąd pyłków na niekorzystne wpływy, a między innemi na wysoką temperaturę. Jednocześnie więc prawie z repliką Poucheta ukazują się w Sprawozdaniach za r. 1859 (tom 48) badania

J. F. van Benedena, Jobarda i Gaultiera de Claubry, które jednozgodnie przyznają ogromną wytrzymałość na wszelkie wpływy, a zwłaszcza na gorąco, drobniutkim zarodom, istniejącym w pokojowym kurzu. Badania, na ten przedmiot zwrócone, odbiły się echem w publikacyjach Akademii w ciągu lat 1860 i 61; toczą się mianowicie wówczas żywe rozprawy nad tem, czy w kurzu istnieją jaja i nasiona przyszłego życia, czy też same tylko formy żyjące zasuszone, lecz mające zdolność ożywania w pomyślnych warunkach. Hipoteza ta wskrzeszonego życia zwierzęcego (animaux ressuscitants) w przeciwstawieniu do panspermizmu była niejako ostatnim wysiłkiem ze strony chylącéj się do upadku szkoły heterogienistycznéj. Pouchet, który w celu zbadania pyłków zbudował aeroskop, narzędzie, z którem późniéj się zapoznamy, badał zapomocą tego przyrządu pyłki powietrza, a za nim dwaj gorliwi jego uczniowie: Joly i Musset; na zasadzie tych mozolnych badań, twierdzili oni stanowczo, że pomiędzy pyłkami temi znaleść nie można jaj, nasion, ani zarodników tych istot, które występują w psujących się płynach, lub na psujących się przedmiotach. Lecz w tym samym jeszcze roku (1860), w tejże Akademii, zręczny badacz Sales-Girons wykazał najdowodniéj, jako aeroskop zatrzymuje grubsze przeważnie, lecz przepuszcza delikatniejsze pyłki przechodzącego przezeń powietrza.

20. *Doświadczenia rozstrzygające.* Akademija w Paryżu zdobyła sobie w epoce, o któréj tu mowa, nieledwie że monopol w kwestyi badań nad samorodztwem. Dzięki ogromnemu wpływowi, jaki w owych czasach na naukę wywierała, wpływowi najzupełniéj zasłużonemu, bo usprawiedliwionemu spółczesnem zgromadzeniem w swem łonie najznakomitszych na wszelkich polach wiedzy umysłów, oczy całego świata naukowego, interesującego się kwestyją samorodztwa i kwestyją pyłków atmosferycznych, zwrócone były na posiedzenia Akademii i na drukowane z posiedzeń tych sprawozdania. Niepostrzeżenie prawie przeszły tedy w owym czasie wyborne doświadczalne prace Schrödera (1858 i 1861) i van der Broeka (1860), drukowane w Liebigowskich Annalen der Chemie u. Pharmacie, również jak i rozrzucone po rozmaitych czasopismach w ciągu r. 1860 oryginalne doświadczenia Hoffmanna, jakkolwiek rezultaty wszystkich tych, w tejże saméj kwestyi samorodztwa pod-

jętych badań, przeprowadzonych z większą niż dawniéj ścisłością i umiejętnością, nie wypadały już teraz sprzecznie i chwiejnie, lecz jednozgodnie i niewątpliwie wykazywały, iż w materyjach i ośrodkach jakiejkolwiek natury, skoro tylko wszelkie istniejące lub możliwe tylko zarody życia zostały w ten lub ów sposób usunięte, życie nigdy się nie rozwijało, samorodztwo udać się nie chciało.

Lecz, jak powiedzieliśmy, Akademii paryskiéj sądzonem było obwieścić światu prawdę i rozstrzygnąć los samorodztwa. Wszczególe, zaszczyt ten przypadł młodemu chemikowi, uczniowi Dumasa, Pasteurowi.

Za przykładem wyżéj wymienionych uczonych różnéj broni, napadających na Poucheta i na jego poglądy, staje Pasteur do walki w 1860 r. i ogłasza dwie pierwsze w tym roku rozprawy: w jednéj z nich ostro gromi Poucheta, a w drugiéj gorąco podtrzymuje fizyjologiczną teoryją fermentacyi, zwalczając mechaniczną jéj teoryją, wypowiadając zatem wojnę Liebigowi. W następnym roku jeszcze jednę pisze rozprawę, lecz gdy Akademija ogłasza na r. 1862 temat do konkursu z nauk przyrodniczych, w którym nagroda 2,500 fr. wyznaczoną została za najlepsze i rozstrzygające badania w kwestyi samorodztwa, Pasteur rozpoczyna obszerne studyja i celującą pod wszelkiemi względami pracą zdobywa nagrodę konkursową, a zarazem prawo do wiekopomnego w nauce uznania.

Przez cały rok 1863, po ogłoszeniu nagrodzonéj rozprawy, ciągną się zajadłe sprzeczki o fakty przez Pasteura podane i o ich tłumaczenie. Pasteur wreszcie wyzywa przeciwników na pojedynek naukowy: podejmuje się dokonać wobec delegować się mającéj z łona Akademii komisyi wszelkich, jakichby przeciwnicy (Joly i Musset) żądali, doświadczeń, zawsze z tym samym skutkiem, iż życię wskutek usunięcia go w zarodzie nie rozwinie się ani w jednym chociażby wypadku, odwrotnie zaś, niechaj przeciwnicy jego, przy tych samych ostrożnościach, pokażą powstawanie życia. Akademija zgodziła się i przyjęła propozycyją, antagoniści jednak nie stawili się w oznaczonym terminie; wreszcie po spowodowanéj przez nich zwłoce, przed komisyją naukową staje sam Pasteur, a protokuł urzędownie przez komisyją spisany dnia 15 Czerwca 1864 r., przyznaje Pasteurowi jaknajzupełniejsze zwycięstwo, potwierdza prawdzi-

wość w wątpliwość podanych faktów i tym sposobem ostatecznie nakazuje wierzyć w obwieszczony przez Pasteura rezultat: „życie nie powstaje, gdy obecność możliwych zarodów życia w zdolnéj do psucia się materyi i dokoła niéj usunięto.”

Gdy na dobitkę tak badania Lemairea nad parą w atmosferze, poprzednio jeszcze w tymże 1864 roku ogłoszone, jak i następnie w łonie Akademii zjawiające się coraz to nowsze prace, mianowicie zaś Costea, Trécula i Onimusa, stwierdzały wciąż i umacniały wygłoszone przez Pasteura prawdy, przeciwnicy jego umilkli i na pewien czas w nauce zapanował pokój, heterogienistyczne poglądy zostały pogrzebane.

21. *Charakter prac Pasteura.* Zanim w historyi nauki pójdziemy daléj, zastanowimy się nad faktami, jakie wypłynęły z klasycznéj rozprawy Pasteura, a które dotąd są podstawą naszéj wiedzy w kwestyi samorodztwa i w wiadomościach naszych o fizyjologicznéj roli pyłków atmosferycznych.

Pasteur, jak powiedzieliśmy, z kierunku wykształcenia naukowego był chemikiem. W tem może leży część jego niesłychanego powodzenia, wniósł on bowiem do trudnego bardzo badania doświadczalnego nietylko różne środki i manipulacyje, jakiemi fizyka i chemija raczéj niż bijologija posługiwać się zwykły, lecz i tę niesłychaną precyzyją, tę ścisłość doświadczalną, którą chemik w ścisłych swych wyliczeniach naukowych zachowywać musi, a która przypadła francuskiéj szkole chemików w bezpośredniéj po Lavoisierze spuściznie. Od pierwszego już wystąpienia swego, Pasteur wniósł ten nowy do bijologicznych doświadczeń element. Zamiast oczyszczać powietrze mozolnemi, przez poprzedników używanemi sposobami, usuwał on ten czynnik bardzo prostym sposobem: brał kolbkę, wyciągniętą w długą, cieniutką szyjkę i ogrzewał ciecz wewnętrzną, w któréj chciał badać samorodztwo, do wrzenia, podczas wrzenia płynu kolbkę zalutowywał i otrzymywał tym sposobem najdokładniéj wyjałowione materyjały, nie w powietrzu, lecz w próżni, od świata zewnątrz kolbki znajdującego się odosobnione. Gdy zaś następnie zbadać chciał owe przyczyny życia, te tajemnicze pyłki, o które się tyle kłócono, nie użył waty, ani innych podobnych materyjałów, lecz—od czegóż był chemikiem?—brał na ten cel bawełnę strzelniczą, która ma własność rozpuszczania się w eterze, filtrował przez nią w rurkach po-

wietrze, a następnie napojoną pyłkami bawełnę kładł do eteru i wśród płynnego kolodyjum (collodium, roztwór bawełny strzelniczéj w eterze) otrzymywał wszystkie pyłki atmosfery, najzupełniéj przydatne do badania wedle chęci i potrzeby. Niepodobieństwem jest opisywać tu wszystkie dowcipne, przez Pasteura do pomocy w rozjaśnieniu kwestyi przywołane, manipulacyje i przyrządy. Gdy zważymy jednak, że z jednéj strony mylili się i chybiali wskutek trudności i subtelności doświadczeń tych Pasteurowscy poprzednicy; że, jak obaczymy daléj, mylili się i fałszywe wyciągali wnioski jego jeszcze następcy; gdy zwrócimy uwagę, że usunięcie i wykluczenie z doświadczenia zarodów życia w postaci niewidzialnych pyłków, nie ogranicza się na oczyszczeniu saméj materyi i powietrza, lecz wymaga starannego wyjałowienia wszelkich przyrządów, narzędzi i środków pomocniczych, jak szkła, metalu, korków, rtęci i t. d., a nawet zagradzania drogi oddechowi własnemu i powiewom wiatru najlżejszym, wtedy dopiero w małym stopniu zrozumieć i ocenić możemy niepospolitą przezorność, wytrawność, sumienność i zręczność Pasteura, który w walce z temi wszystkiemi drogami zanieczyszczenia wyjść umiał zwycięsko. Trudności te okażą nam się dokładniéj, gdy skończywszy z historyją, prowadzącą do poznania pyłków, zajmiemy się bliżej ich rozbiorem i opisem; tu tylko nawiasowo, dla historycznéj ścisłości musimy podnieść naukową stronę pamiętnych badań Pasteura.

22. *Wyniki tych prac.* Gdy metoda doświadczeń była tak wzorową, to i rezultaty musiały być znakomite. Już konkursowa rozprawa Pasteura wykazała w całym blasku prawdę, że gdy uniemożliwionym jest dostęp zarodów życiowych, materyja psuciu ulegać mogąca i mająca, uprzednio starannie z zarodów takich oczyszczona, nie psuje się. Prawda ta przez następne prace Pasteurowskie miała być znakomiciéj jeszcze uwydatnioną. Różne roztwory w uszczelnionych kolbkach, słojach i retortach, ogrzewane odpowiednio w celu wytępienia w nich zarodów życia, gdy zalutowane były albo w próżni (z własną parą, lutowanie podczas wrzenia), albo w powietrzu przefiltrowanem przez watę, amijant lub bawełnę strzelniczą, nie wykazywały śladów żadnych życia, nietylko zaraz, ale i po upływie miesięcy, a nawet po lat całych upływie. Czas, przez jaki Pasteur przechowywał w ten sposób mleko, substancyje krochma-

lowe i cukrowe, materyje białkowe, napar z roślin i mięs rozmaitych, był niemal nieograniczony; lecz skoro tylko otworzył kolbkę z najbardziéj czystym, niezepsutym płynem, lub wpuścił do naczynia bulkę świeżego powietrza (niefiltrowanego), psucie w większości wypadków natychmiast się rozpoczynało. Aby jeszcze bardziéj wykazać wpływ tego zarażenia oczyszczonéj materyi przez powietrze, Pasteur otwierał swoje wyjałowione kolbki i flaszki w rozmaitych miejscach i klasycznem niemal jest to jego doświadczenie, w którem ze znacznéj ilości przygotowanych flaszek z płynami wyjałowionemi, jedne otwarte w cichych i spokojnych podziemiach Obserwatoryjum paryskiego, zostawały i po otwarciu tak samo czystemi i jałowemi, gdy inne otwarte na podwórzu tegoż Obserwatoryjum, natychmiastowe prawie poczęły wykazywać psucie. Jeśli wynik tego doświadczenia porównamy z tem, cośmy na początku (§ 3) powiedzieli o osiadaniu kurzu, widzimy, w jak świetny sposób sprawdza się i zgadza ujemny rezultat działalności fizyjologicznéj pyłków z ujemnym także rezultatem analizy optycznéj. Uwidoczniwszy różnicę, jaka zachodzi w czystości powietrza w dwu różnych, a bliskich siebie (bo wśród jednéj budowli, tuż obok siebie położonych), miejscach, Pasteur przedsięwziął sobie zbadać i okazać podobny wpływ dwu, meteorologicznie różnych, miejscowości. Otwierał zatem wyjałowione w kolbkach płyny na polach i łąkach, wśród nizin środkowéj Francyi i na lodnikach alpejskich, a gdy w pierwszym wypadku zaraz po otwarciu następowało psucie się cieczy, dotychczas sztucznie od psucia zabezpieczonych, świeże powietrze lodników bezkarnie napełniało kolbki i z płynami się stykało. Tak to powietrze, jak spokojne i nieruchome powietrze z pod piwnicznych sklepień Obserwatoryjum, widocznie pyłków nie zawiera, bo życie w otwartych naczyniach z płynami zdolnemi do psucia nie zjawia się, a płyny się nie psują. Próby te, które sprawdzał następnie Pouchet i inni, powołały do życia nową gałęź nauki o istotach drobnowidzowych i ich zarodach, zawartych w atmosferze, czyli t. z. mikrografiją powietrza, o któréj pomówimy późniéj. Poprzednie doświadczenia Thompsona (1854, § 18), Samuelsona (1858, § 30), Lemairea (1862, § 20) i samego Pasteura nie wywarły takiego wrażenia, jak jedno to doświadczenie w różnych gieograficznych przedsięwzięte warunkach.

Pasteur w rozprawie swéj wreszcie świetnie uwydatnił związek pomiędzy obecnością i rozwojem drożdży a fermentacyją alkoholową, a zyskawszy wiele nowych na korzyść fizyjologicznéj teoryi dowodów, zachwiał silnie i obalił prawie teoryją Liebiga, który długo jeszcze się bronił, aż po dziesiątku lat nareszcie uległ [1]).

Nakoniec prace Pasteura mają tę wielką zasługę i doniosłość, że, wykazując cały ogrom trudności do przezwyciężenia, jakie w drogę wchodzą przy eksperymentowaniu nad kwestyją tak trudną, wyjaśniły dopiero nadobre przyczynę sprzeczności, niedokładności i chwiejności rezultatów w całym szeregu prac poprzednio w ciągu stulecia przedsiębranych.

23. *Pasorzyty i choroby.* Kwestyja samorodztwa, po pracach Pasteura, ma jeszcze swój niejako epilog historyczny. Zanim jednak epilogiem tym się zajmiemy i przejdziemy do bardziéj wydatnych, choć nie zwycięskich w walce, następców a raczéj epigonów Poucheta, musimy, chronologicznego chcąc przestrzegać porządku, przejść na czas pewien od dogorywającéj walki o samorodztwo, do kwestyi chorób, o których już wyżéj była mowa (§ 18), a w dziedzinie których ważne około tego czasu, t. j. w epoce Poucheta i Pasteura dokonane były odkrycia.

Jakkolwiek fakt, że śnieć pszenicy spowodowaną jest przez osiedlanie się grzybków pasorzytnych—przy prądach naukowych, panujących w zeszłem i na początku bieżącego stulecia —nie wywołał postępu w ogólnych poglądach na istotę chorób zaraźliwych, nie mógł jednak wobec posuwającéj się naprzód wiedzy, pozostać izolowanym w nauce. Poczęto odkrywać choroby zwierząt, mianowicie owadów (muskardyna jedwabnika, pomór much i t. p.), które podobnież okazały się wynikiem obsiadania organizmu zdrowego przez różne pasorzytne grzybki.

---

[1]) W dalszym ciągu prac na polu wyjaśnienia przyczyn i powodów zmian chemicznych przedsiębierze Pasteur cenne prace nad octem (1868); późniéj bada najdokładniéj w celach po części praktycznych, lecz zarazem metodą naukową, tworzenie się i choroby wina (1873) i piwa (1876); już jednak od r. 1873, w którym Liebig po raz ostatni w kwestyi fermentacyi przemówił, uważać należy, iż teoryja fizyjologiczna pokonała zupełnie poglądy mechaniczne na przemianę chemiczną przy gniciu i fermentacyi.

(*Przyp. Autora*).

I to jednak nie podsunęło ludziom szerszych poglądów na istotę zaraźliwości wszystkich chorób. Dopiero odkrycie przez Tulasnea (1847—54) i de Baryego (1853) pełnego przebiegu rozwoju grzybków rdzawnikowatych i śnieciowatych, wykazanie złożonéj natury tego rozwoju, zachodzącego na dwu odmiennych roślinach naprzemian, a dziwnie analogicznego z dowiedzionym w tymże czasie (1852) przez Küchenmeistra rozwojem tasiemców (żyjących w postaci węgrów w innem zupełnie zwierzęciu)— te fakty dopiero kazały zastanowić się nad sposobem propagowania się elementów choroby i poprowadziły dociekania przyrodnicze na te same znów tory, na których prawdy szukali Kirchner, Lineusz i inni. Nie szło już tyle o choroby zaraźliwe zewnętrzne, co do których zgadzano się, iż są dziełem grzybków i przenoszone zapomocą zarodników w powietrzu; zastanawiano się raczéj nad propagowaniem się chorób zaraźliwych wewnętrznych, nad chorobami krwi u zwierząt i u ludzi, nad złośliwemi chorobami o mniéj lub więcéj wyraźnym epidemicznym charakterze, których natura dotąd zupełnie była zagadkową. Lecz jeszcze w 1670 roku wyrzekł Boyle, znakomity angielski lekarz-patolog, że zrozumienie natury różnych chorób, jak np. gorączki i t p., daleko łatwiejszem będzie dla tego, kto zna i rozumie naturę fermentacyi, niż dla człowieka ze zjawiskiem tem nieobeznanego. Bystry umysł widział i przeczuwał niejako łączność między fermentacyją a różnemi (udzielającemi się) chorobami, łączność, jak zobaczymy, istotną. Wyrzeczenie to nietylko samo przez się słusznem jest i zasadnem, ale co więcéj, to pod względem historycznego rozpoznania obu tych przedmiotów było niejako proroczem. Wyjaśnienie fermentacyi o bardzo niewiele miało wyprzedzić odkrycia w dziedzinie etyjologii ważnych, dotąd zagadkowych chorób, a zrozumienie fizyjologicznéj strony fermentacyi w pierwszorzędnym stopniu wpłynęło a przynajmniéj dało pohop do zbadania etyjologii różnych chorób.

24. *Początki etyjologii.* Początek odkryć w téj dziedzinie stanowi spostrzeżenie Polendera w 1855 r. [1]), że w krwi zwierząt

[1]) Inne źródła podają jako datę tego odkrycia rok 1849. (*Przyp. Autora*).

chorych na karbunkuł, znajdują się utwory pałeczkowate, w znacznéj nagromadzone ilości i na równi z ciałkami krwi żyjące oraz rozmnażające się. W 1857 roku i następnym, drukuje Brauell swe spostrzeżenia nad temi pałeczkami, opisuje ich wzrost i rozmnażanie, ich zarodniki, uważając je za istoty pokrewne bakteryjom i wyraża przypuszczenie, iż pozostają w pewnym związku z etyjologiją karbunkułu. Lecz dopiero Davaine w złożonych w 1863/4 r. Akademii paryskiéj pięknych rozprawach wykazuje w pełnym blasku stosunek tych „bactéridies du charbon" (karbunkułowych bakteryj) do chorego zwierzęcia. Przez wstrzykiwanie małéj ich ilości do krwi zwierząt zdrowych, które natychmiast zapadają na karbunkuł o takim samym przebiegu jak u zwierząt, u których ta choroba naturalną przyjęła się drogą, udało się Davaineowi dowieść niezbicie, iż drobne pasorzytne pałeczki nader szybko się rozmnażające (zatykające w końcu naczynia włoskowate i t. d.) są rzeczywistą przyczyną téj, tak groźnéj i tak zaraźliwéj choroby. Pytanie skąd pałeczkowe bakteryje (bacille, lub ich zarodniki) biorą się we krwi, nie zostało przez Davainea należycie wyjaśnionem, lecz najtrudniejszy krok, wyłom w tajemniczéj dotąd etyjologii chorób zaraźliwych, został uczyniony: odkryto nareszcie contagium vivum. (§ 18), w jednéj specyficznéj postaci.

W kilka lat późniéj, a mianowicie w roku 1868, dr. Obermeier odkrył w krwi chorych na gorączkę powrotną (typhus recurrens) inną formę bakteryi, grajcarkowato zgiętą i żywe, śrubowe, wykonywającą poruszenia, Spirochaete Obermeieri.

Lecz zanim najgłówniejsze choroby zaraźliwe ludzkości w bezpośrednio poczynającym się już teraz nieskończonym łańcuchu badań i doświadczeń miały być z mniejszem lub większem zgłębione powodzeniem, Pasteurowi jeszcze sądzonem było i na tem polu położyć znakomite zasługi. Piętnastoletnia już zaraza jedwabników zwana pebryną, trapiła francuski przemysł i hodowlę jedwabniczą, gdy w r. 1865, Dumas skłonił Pasteura do zbadania tego, bijologicznego czysto, przedmiotu. Dzielny chemik nietylko potwierdził poprzednie odkrycia, co do obecności wibryjonów w krwi zarażonych jedwabników, lecz wskazał cały przebieg rozwoju tych tłumnie rozpleniających się najdrobniejszych pasorzytów, przechodzenie ich stopniowe na jaja, liszki, poczwarki i na owady; gdy mu wierzyć nie chciano, brał

jaja od hodowców i przepowiadał im, z których doczekają się chorych owadów, a które wydadzą zdrowe przy racyjonalnéj hodowli pokolenie. Ów spór Pasteura z licznym zastępem zoologów i hodowców, owe przepowiednie urzędowo spisywane, owe próby zarażania zdrowych owadów przez liście z wibryjonami, a wreszcie—co najważniejsza—rezultat pracy naukowéj w postaci metody przecinania zarazy przez wyniszczenie jaj chorych i dostarczanie zdrowego pokarmu przeobrażającemu się zwierzęciu, metody, która odwróciła od przemysłu francuskiego klęskę, ocenianą urzędownie w 1865 roku na sto milijonów franków, całe to przed publicznem forum odgrywające się widowisko naukowe, bardziéj niż niejedna sumienna i ściśle naukowa praca, zwróciło uwagę uczonych i nieuczonych na kwestyją etyjologii chorób, spowodowanych przez najdrobniejsze pasorzyty. Jakkolwiek więc zapatrywać się będziemy na naukową doniosłość prac Pasteura, niewątpliwy jest wielki wpływ ich na naukę i jéj postępy.

25. *Choroby ran z zakażenia* (Wundifectionskrankheiten). Umysł ludzki nie odważył się jeszcze na szukanie przyczyn zaraźliwości chorób, wywołujących stan patologiczny we wnętrzu ludzkiego organizmu, a badania etyjologiczne chorób zaraźliwych człowieka nie przeszły jeszcze w ręce sumiennych i licznych lekarzy-przyrodników niemieckich, którzy wkrótce w swoje prawie wyłącznie ręce zagarnąć mieli ten dział przyrodniczego badania, gdy szereg wielkich odkryć w łonie francuskiéj naukowości pieczętują niejako dwaj mało znani, lecz zasługujący na odznaczenie autorowie, a mianowicie Coze i Feltz. Rozprawa ich dotyczy znajdowania się „wymoczków“ (jak sami o drobnych wyrażają się bakteryjach) w chorobach zaraźliwych, które sami charakteryzują ogólnem mianem chorób „des fermentations internes“ (wewnętrznych fermentacyj), spomiędzy których zaś badają zakażenie gnilne (septicaemia), zakażenie ropne (pyaemia), gorączkę połogową (febris puerperalis). Do chorób tych, polegających na rozkładzie krwi przy objawach zapalnych na zewnątrz, Coze i Feltz stosują tę samą metodę doświadczalną, jaką Davaine posługiwał się odnośnie do karbunkułu: przez wstrzykiwanie małych ilości krwi zakażonéj, zawierającéj dane wymoczki (bakteryje) do krwi zdrowego zwierzęcia, zaszczepiają daną chorobę z wszelkiemi jéj objawami i o-

trzymują na nowem zwierzęciu (króliku) nowe pokolenie pasorzytów bakteryjalnych. Krew znów tego nowego zwierzęcia (królika) może służyć za materyjał do dalszego wstrzykiwania z tymże samym znów skutkiem i takdaléj bez ograniczenia. Nietylko, że działanie zarazy przeszczepianéj w ten sposób ze zwierzęcia na zwierzę, nie słabnie w miarę powtarzania tego zarażania z pokolenia na pokolenie, lecz wedle danych, zebranych w pracy, o któréj mowa, rośnie i potęguje się tak, że coraz mniejszych ilości krwi potrzeba, aby zakażenie daléj wywołać. Fizyjologiczne to zjawisko poczytali Coze i Feltz za objaw potęgowania się jadowitości czyli zaraźliwości (virulence) przeszczepianych bakteryj, który to fakt następnie, przy wzbudzonéj kwestyi ochronnego szczepienia chorób zaraźliwych, był niedawno przedmiotem gorących sporów naukowych. Do kwestyi téj powrócimy w dalszym ciągu przy bliższem zajęciu się chorobotwórczemi organizmami bakteryjalnemi; obecnie wystarcza zwrócenie uwagi na doniosłość dokonanéj pracy i na przewrót, jakiego dokonać musiała w zapatrywaniach na choroby zakaźne i wogóle zaraźliwe. Najznakomitsi patologowie (jak np. Birch-Hirschfeld i inni) twierdzili do tego czasu, a zresztą i po tym czasie jeszcze, że widoczne na ranach zapalnych istotki są pasorzytami choroby, jéj wynikiem a nie przyczyną. Prace Davainea oraz Cozea i Feltza usuwają wątpliwość, skoro wniesiony do zdrowego ośrodka, pasorzyt wnosi ze sobą pełny charakter i powoduje zupełny przebieg choroby w wybranem na ofiarę, uprzednio zdrowem zwierzęciu.

W tymże samym roku, 1866, opisuje, zresztą niezależnie od pracy téj, znakomity Rindfleisch bakteryje (Vibrionen) u trupów ludzkich zmarłych na zakażenie krwi ropne (pyaemia) i gorączkę połogową (febris puerperalis) i uważając je za przyczynę choroby w każdym z danych wypadków, uogólnia tę etyjologiją, którą przyjmuje dla całéj grupy chorób ran z zakażenia (Wundinfectionskrankheiten). Na tem polu etyjologija przyznająca bakteryjom rolę zarazy, powodującéj chorobę, szybsze niż na innych widocznie polach czyniła postępy, skoro już w kilka lat (1871) późniéj najsłynniejsi lekarze-patologowie jak v. Recklinghausen, Waldeyer i inni nie wahają się teoryi téj do nauki o chorobach ran zakaźnych wnieść i podtrzymać. Następnym pracom Birch-Hirschfelda (1871—1873; przedtem

był on przeciwnego, jak przytoczyliśmy, zdania), Ebertha, Vogta, Klebsa i wielu innych, mniéj głośnych, nakoniec zaś Kocha [1]), sądzonem było zapatrywanie to rozszerzyć, faktycznym materyjałem zbogacić i w nauce trwałem na zawsze uczynić. Rozjaśnienie kwestyi w téj dziedzinie medycyny praktycznéj pozwala się spodziewać zgłębienia etyjologii innych, niewyjaśnionych dotąd dobrze chorób zaraźliwych, co obecnie właśnie w nauce lekarskiéj jest na porządku dziennym.

26. *Metoda przeciwgnilna.* Pomiędzy różnemi chorobami, które wedle znakomitego wyrzeczenia Boylea poznanemi być miały dopiero w związku ze zrozumieniem fermentacyi,—a przeto i w związku z poznaniem działalności pyłków powietrza,—niepoślednie miejsce zajmują choroby powstające przy operacyjach chirurgicznych, przy zetknięciu krwi chorego chirurgicznego z powietrzem.

Epoką, która stanowi przewrót w zapatrywaniach na te choroby, jest rok 1870, kiedy powołany na katedrę profesora chirurgii przy wszechnicy edymburskiéj, dr. Lister, wygłosił swoje poglądy na powstawanie gnicia ropy w operowanych wrzodach i podał zasady usuwania wszelkich chorób ran chirurgicznych przez zastosowanie antyseptycznych (przeciwgnilnych) opatrunków.

Lister za punkt wyjścia w rozumowaniu swojem, któremu ludzkość zawdzięcza jednę z najpiękniejszych i najdobroczynniejszych w nauce medycyny metod, przyjmuje zjawiska fermentacyi drożdżowéj. Zwraca uwagę na fakt, że przy operacyi wysączania wrzodu zdawna strzeżono pilnie przystępu powietrza do jego wnętrza, że zdarza się jednak częstokroć, pomimo największych ostrożności, iż następuje proces gnicia ropy zebranéj we wrzodzie, proces powodujący gorączkę chorego i wywołujący cały szereg dalszych środków lekarskich (rozcinanie wrzodu etc.). Dotychczas—powiada on—objaśniano to przystępem powietrza z zewnątrz i działaniem chemicznem nagromadzonego tlenu na otwartą ranę. Lecz przy nieskończenie małéj ilości

[1]) Rozgłośny ten dziś uczony niemiecki od małéj ale cennéj książeczki wydanéj w przedmiocie chorób ran zakaźnych, począł swą naukową karyjerę. (*Przyp. Autora*).

mogącego w tych razach przeniknąć tlenu, wyjaśnienie to nie odpowiada faktowi, nie wytrzymuje przeto krytyki i jest sztucznem. Że jednak gnicie krwi lub ropy w tych wypadkach jest objawem psucia się i chemicznego rozkładu materyi, zupełnie tak jak fermentacyja cukru lub mączki (krochmalu), przy któréj powstaje alkohol [1]), że nadto gnijąca materyja wrzodu roi się wibryjonami, najwidoczniéj analogicznemi tutaj z drożdżami fermentacyi alkoholowéj, że do rozpoczęcia gnicia, tak samo jak do spowodowania fermentacyi, wystarczyć może najmniejsza ilość żywego, rozradzającego się pierwiastku—jeden pyłek z powietrza niemal wystarczy,—nie waha się Lister przeprowadzić analogiją najzupełniejszą między fermentacyją a gniciem krwi i szuka ratunku nie na drodze zabronienia wstępu pyłkom—bo jest to niemożliwem w warunkach chirurgicznéj operacyi na żywem ciele [2])—lecz na drodze uniemożliwienia im rozwoju. Skrapia on i przewiązuje rany takim odczynnikiem jak kwas karbolowy, (późniéj jodoform i inne jeszcze), w różnych postaciach użyty, aby niedozwolić rozwinąć się narazie pasorzytom, dla których trującym jest ten dla krwi nieszkodliwy odczynnik. Rezultaty metody przeciwgnilnéj wykazały całą słuszność pojmowania zjawisk w mowie będących przez bystry umysł Listera i nietylko, że dzięki przeciwgnilnym opatrunkom chirurgija wy-

---

[1]) Lister na poparcie swego zdania przytacza zresztą fakt, najzupełniéj przekonywający o szkodliwości pyłków a nieszkodliwości czystego powietrza. Przy wypadkach złamania żeber zdarza się, że krew w wielkiéj ilości napełnia jamę klatki piersiowéj i jakkolwiek styka się z powietrzem z płuc tutaj się przedostającem, nigdy w tych warunkach nie gnije. Oczywiście—wnioskuje Lister—powietrze płuc jest filtrowanem przez działalność oskrzeli płucnych. Wyżéj mieliśmy już sposobność zaznaczyć (§ 4), że drogą optycznéj analizy badane powietrze oskrzeli płuc jest optycznie próżnem i nie zawiera pyłków. Lister, aczkolwiek jeszcze o tem nie wiedział, prawdę niejako przeczuwał. (*Przyp. Autora*).

[2]) Nie od rzeczy zdaje nam się zwrócić tu uwagę na podobieństwo, zachodzące w historycznem pojmowaniu tych obu, rzeczywiście analogicznych zjawisk w chemii fizyjologicznéj. Gay-Lussac bowiem, a nawet za nim Liebig i jego szkoła, twierdząc że do wszczęcia się fermentacyi potrzebnem jest powietrze, objaśniali sobie zapomocą działania tlenu powietrza zjawisko, będące następstwem nie chemicznego wpływu lecz fizyjologicznéj działalności nieznanych jeszcze wówczas pyłków. Zupełnie tak samo pojmowano przed Listerem wpływ powietrza na gnilne zapalenie ran. (*Przyp. Autora*).

zwoliła się z pod ciążącéj na jéj rozwoju przeszkody, jaką było gnicie ran po operacyjach,—nietylko że odtąd nieuchronne amputacyje na wojnie i t. p. swobodniéj i bezpieczniéj przedsiębranemi być mogą, lecz ludzkość zyskała w swéj obronie od pasorzytów wogóle ważną broń w metodzie antyseptycznéj. Od opatrunków przeciwgnilnych jeden krok tylko do dezinfekcyi, któréj rozwój także od rozpowszechnienia się pojęć Listera datuje.

27. *Idea filozoficzna.* A teraz powrócimy, jak powiedzieliśmy, do samorodztwa, któremu Pasteur zadał cios straszny i—zdawałoby się—stanowczy. Że po doświadczeniach Pasteura idea samorodztwa nie upadła, przyczyny szukać należy w ponętnéj dla przyrodnika-myśliciela filozoficznéj stronie téj idei, któréj nawet w obec tak dokładnych doświadczeń—niejeden umysł wyrzec się nie chciał. Jeśli indukcyja wyraźnie powiadała: objawy samorodztwa pozornie tylko są samorodztwem; w rzeczy saméj jest to rozplenianie się z zarodków niewidzialnych,—to dedukcyja, szukająca we wszystkiem wyjaśnienia początku (§ 11), nie mogła oswoić się z myślą, iżby powstania materyi żywéj nie można było dowieść i wytłumaczyć w zupełności przez odmienne jedynie ugrupowanie pierwiastków chemicznych, dokonane i dokonywające się stale wśród martwéj materyi, w pewnych określonych warunkach. A nawet na takie pojmowanie początków życia, wprost więc na podtrzymanie filozoficznéj idei samorodztwa, wpływały znakomicie nowe prądy, jakie w nowszych czasach utorowały sobie drogę w nauce. Upadek teoryi celowości, którą zastąpiły poglądy naturalne, rozwinięte przez znakomitego Darwina, takież zapatrywania wprowadzone do nauki gieologii i paleontologii,—wszystko to nakazywało coraz mocniéj obstawać przy samorodztwie, jako przy teoryi powstania kiedyś żywéj przyrody z materyi nieożywionéj. Pasteur sam, przyznać trzeba, zachowuje się w kwestyi filozoficznéj doniosłości swych stanowczo ujemnych dla samorodztwa rezultatów, nadzwyczaj oględnie. Nie przesądza on bynajmniéj w wynikach i wnioskach pytania, czy samorodztwo w przyrodzie wogóle istnieć może i czy istniało w czasach paleozoicznych, przed milijonami lat, gdy dopiero powstawały żywe formy. Dowodzi on tylko stanowczo, że dziś samorodztwo nie zachodzi i że to,

co za samorodztwo przez długi czas poczytywanem było, nie jest samorodztwem lecz rozplenianiem się, powstawaniem z żywego.

Dedukcyjni zwolennicy samorodztwa z zasady, nie mogąc obalić wyśmienicie prowadzonych doświadczeń Pasteura, poczęli szukać z zasady przyczyn ujemnego rezultatu, i... wynaleźli przyczynę... Miało nią być wytworzenie sztucznych warunków przez ogrzewanie materyi wyjałowionéj. Gotowanie materyi badanéj i wysoka temperatura (wrzenia), w jakiéj naczynia dla doświadczeń odnośnych pozostają, stanowić mają—według tych oponentów,—sztuczną jedynie przeszkodę dla samorodztwa, które w innych okolicznościach niewątpliwieby się pojawiło, które innemi słowy, zachodzi w naturze, gdzie sztuczne nie istnieją warunki. Błędne to i nieprzyrodnicze, doprawdy, rozumowanie, ~~dziwnie~~ przypomina teoryję siły życiowéj (vis vegetativa) Needhama (§ 14) i okazuje, jak mało metoda filozoficzna postąpiła w ciągu całego wieku, który od czasu wygłoszenia téj teoryi upłynął. Teoretyczne dowody jednak, rozlegające się tu i owdzie bezpośrednio zaraz po pracach Pasteura nie wywierały należytego wrażenia, gdyż były w mniejszéj lub większéj sprzeczności z bardziéj niż teoryja przekonywającemi faktami materyjalnemi. Obrońcom samorodztwa potrzeba zatem było ze swéj strony dowodów faktycznych. Dowody takie znalazły się niebawem, jeśli nie rzeczywiste, to urojone, lecz dostateczne, aby wznowić jeszcze przycichłą i ukończoną nawet—zdawałoby się, walkę.

28. *Wytrzymałość zarodników.* Przez lat kilka wojna była tylko podjazdową i staczały się drobne utarczki. Dopiero w 1870 roku występuje na widownię anglik Bastian; zwrócił on szczególną uwagę na napary różnych roślin suszonych (siano) i korzeni roślinnych (rzepa, brukiew), w których pomimo zupełnego wyjałowienia à la Pasteur, okazywało się wyraźne po krótkim czasie samorodztwo. W 1872 r. drukuje Bastian pracę o początkach życia, w któréj zarówno na dedukcyjnych, filozoficznych, jak i na doświadczalnych opiera się dowodach; nie posługuje się on wrzeniem rostworów, przypuszczając, że tak wysoka temperatura może być sztuczną przyczyną, wywołującą ujemny dla samorodztwa rezultat doświadczeń, lecz zadawalnia się przegotowaniem rostworów przy temperaturach, które śmiertelnemi są dla żywéj protoplazmy. Białkowata ta materyja, żyją-

ca i stanowiąca życie u roślin i zwierząt, ścina się, jak wiadomo około + 64 do + 66° C. (niżéj 70°, jak zwykle powiadamy). Bastian poczynał swe doświadczenia od 20 minutowego ogrzewania przy 56—57°, lecz doszedł do 4 godzinnych gotowań przy 64—67° C., a w ochłodzonych następnie płynach wyraźnie stwierdzał samorodztwo. Doświadczenia te tak zainteresowały świat uczony, iż powtarza je Bastian razem z najgorętszym wyznawcą poglądów Pasteurowskich, Burdon-Sandersonem. Jakkolwiek wspólnie dokonane doświadczenia nie zapewniły stanowczego zwycięstwa Bastianowi, jednak zachwiały mocno samym Sandersonem i wielu uczonymi. Zdawało się przez chwilę, że samorodztwo zostało panem pola bitwy. Bastian wyzywa Pasteura na pojedynek naukowy, lecz zanim ten ostatni zdołał zbadać wątpliwości i przeciwnikowi odpowiedzieć, piszą w téj materyi Pode i Lankaster, Roberts i inni; Pasteur potem już dowodzi, iż wyjałowione jakoby płyny natury kwaśnéj nie są wyjałowionemi, lecz niezdolnemi do podtrzymania życia istot drobnowidzowych, a zobojętnienie rostworów nie wywołuje samorodztwa lecz daje niezniszczonym przez zagotowanie zarodkom możność rozwoju w odpowiednim już wtedy ośrodku. Nadaremnie Bastian nowe wtedy pisze dzieło o rozwoju i początkach życia, nadaremnie powstają liczni jego w Niemczech i w Austryi (Czechy) naśladowcy i poplecznicy, którzy zwłaszcza w przegotowanym odwarze rzepy chcą widzieć niezbite zalęganie się życia drogą samorodztwa. Kwestyja od tego czasu redukuje się do kwestyi wytrzymałości życiowéj zarodników, które jak pokazują prace ostatniego lat dziesiątka, przetrzymują nietylko temperaturę, w jakiéj eksperymentował Bastian, lecz i tę, przy jakiéj wyjałowień swych dokonał szczęśliwie Pasteur. Dowiedzioną obecnie bowiem jest rzeczą, że wytrzymałość zarodników bakteryj, w różnych materyjach się znajdujących, jest niejednakową i że gdyby Pasteur w pracy swéj do doświadczeń używał naparu starego siana, otrzymałby życie przy tych nawet środkach ostrożności, jakie w pracach zachowywał. Wytrzymałość bakteryi, w sianie się znajdującéj, tak jest wielką, iż do wyniszczenia jéj zarodników bardziéj potężnych trzeba środków niż do wyjałowienia przeważnéj ilości innych organicznych rostworów. Tak tedy coraz to liczniejsze gromadzono dowody życiowéj wytrzymałości zarodników roślinnych i larw lub poczwarek zwie-

rzęcych na wysokie gorąco z jednéj a na zimno bardzo znaczne z drugiéj strony, a szczegółowe i dokładne poznanie warunków śmiertelności bakteryj i ich zarodników, dokonane w r. 1880—1 przez pracownię niemieckiego państwowego urzędu zdrowia (dr. Koch i inni) zamyka szereg prac na tem polu, świadcząc, jak niesłychanie trudną rzeczą jest zabić zarodniki, czasami — w niepomyślnych dla dezinfekcyi warunkach—prawie niezniszczalne. Do kwestyi téj przy specyjalnem rozpatrzeniu przedmiotu powrócimy.

Gdy wreszcie dodamy dla uzupełnienia, że w polemice dalszéj z wytrwale za swojem obstającymi przeciwnikami, udało się Pasteurowi do starannie oczyszczonych naczyń wprowadzić wprost z pęcherza bez przystępu powietrza, świeży mocz zwierzęcy i bez wszelkiego gotowania lub wrzenia, zachować go w zwykłéj temperaturze nienaruszonym i niepsującym się, czyli innemi słowy wyjałowionym,—wtedy pojmiemy, że heterogienistom wytrącony został z rąk ostatni oręż, jakim dla nich były t. z. sztuczne warunki, odejmujące jakoby życiowość (zdolność do życia) i że dziś już w nauce o objawach samorodztwa mowy być nie może.

29. *Najnowsze odkrycia w dziedzinie chorób.* A więc pyłki powietrza, wszędzie obecne i wszystko przenikające, są jedyną istotną przyczyną tych wszystkich objawów zalęgania się życia, których sobie wytłumaczyć łatwo nieumiejąc, przypuszczalibyśmy zachodzące w tych wypadkach samorodztwo. Pyłki te są też, jak widzieliśmy (§ 26) powodem chorób gnilnych na ranach otwartych, jakoteż przyczyną groźnych chorób wewnętrznych, mających charakter epidemiczny, a w każdym razie zaraźliwy, jak karbunkuł lub zakażenie krwi (§§ 24, 25). Choroby te roznoszą się w ten sposób, że pyłki odpowiadające pasorzytowi danéj choroby, a mianowicie zarodniki trwałe danego pasorzyta unoszą się w powietrzu i przenikają wraz z powietrzem do licznych przedmiotów codziennego użytku (bielizna, pościel, odzież, przędza, wełna, słoma, pasza, sprzęty, wydzieliny i t. p.), a gdy na nowe dostawszy się miejsce, natrafią na żyzne dla siebie podłoże, na żywą mianowicie materyją, kosztem któréj mogą wzrastać i rozpleniać się swobodnie, wówczas stają się podwaliną nowego pasorzytnego życia i nowem ogniskiem zarazy.

Teoryja ta, tłumacząca wybornie choroby zaraźliwe w duchu w jakim je pojmowano, od najdawniejszych jeszcze czasów (§ 18) i zgodnie z wszelkiemi znanemi faktami, nie jest jeszcze we wszystkich wypadkach należycie skontrolowaną, wyśledzoną i stwierdzoną. Z wyjątkiem działu chorób ran zakaźnych (§ 25), w którym etyjologiją za trwale ustaloną uważać należy, nie mamy dostatecznych danych co do natury chorób zaraźliwych ludzkości, nie znamy dobrze tajemniczych pasorzytów, które je wywołują, ani zarodników, ani pełnego przebiegu rozwoju ich życia wewnątrz organizmu i poza nim, t. j. sposobu przenoszenia się z ciała na ciało i zarażania.

Ale, pomimo wielkie jeszcze na tem polu braki, ziarno postępu jest rzucone, Contagium vivum dla niektórych przynajmniéj chorób znalezione i zbadane. A zbadanie to prowadzi z kolei do drugorzędnych arcyważnych zdobyczy. Tak np. podniesiona przez Cozea i Feltza kwestyja stopniującéj się jadowitości (wirulencyi) zarazy, przenoszonéj ciągle daléj, naprowadziła Pasteura i Jouberta na tory ochronnego szczepienia, polegającego na tem, iż osłabiony zarazek wprowadza się do organizmu celem wywołania łagodnego przebiegu zmodyfikowanéj choroby, mającéj zabezpieczać od przyjęcia się późniéj rzeczywistéj groźnéj zarazy. W r. 1878 Pasteur i Joubert radzą zaszczepiać w ten sposób karbunkuł, którego pasorzytna bakteryja, a także i okoliczności w jakich ona wzrasta i rozwija się w różnych warunkach naturalnych i sztucznych, najlepiéj stosunkowo rozpoznane zostały. Następnie, w r. 1880 ogłasza sam Pasteur pracę nad pasorzytem kurzéj cholery (choléra des poules), którego przez sztuczną hodowlę potrafił zmieniać, a zmienionego już, osłabionego, kurom jako ochronę zaszczepiać. Kwestyja szczepienia dotychczas jest jeszcze sporną, a rezultaty praktyczne, z karbunkułem głównie przedsiębrane, rozmaicie w rzeczy saméj wypadały. Nie tu więc miejsce rozbierać bliżéj tę ważną i doniosłą kwestyją; łączy się ona ściśle z kwestyją hodowli sztucznéj najdrobniejszych pasorzytów i do obu tych przedmiotów, dopiero po bliższem zapoznaniu się z pyłkami i z istotkami, jakim one dają początek, w dalszym powrócimy ciągu. Tu tylko, przy historycznym zarysie, chcemy jeszcze zaznaczyć całe podobieństwo i całą zarazem różnicę pomiędzy empirycznem, przypadkowem prawie wynalezieniem me-

tody szczepienia krowianki jako ospy ochronnéj, a drogą poszukiwań naukowych, na jakiéj otrzymane zostały dane co do szczepienia karbunkułu lub cholery kur. Zestawienie obu tych tak podobnych, a tak różnych pod względem gienezy odkryć naukowych okazuje najdobitniéj, jak znaczne postępy uczyniła nauka w ciągu całego blisko stulecia, które dzielą dra Jennera od Pasteura.

Jesteśmy już u kresu historycznego naszego pochodu w obszarze wiedzy, który nas zajmuje, lecz u samego końca mamy do zanotowania dwa świetne jeszcze odkrycia, któremi wiadomości nasze z dziedziny etyjologii chorób świeżo zbogacone zostały. Obu odkryć dokonał znakomity dziś na tem polu dr. Koch; sumienny i ścisły ten uczony rozwinął i udoskonalił metodę barwienia najdrobniejszych, wśród tkanek ciała ukrytych, pasorzytów, powodujących choroby, i zapomocą téj metody zdołał odkryć w 1882 roku bakteryje w płucach (i w plwocinach) suchotników, przecinając tem samem sporną oddawna kwestyją zaraźliwości gruźlicy (suchot). W końcu zaś zeszłego (1883) i w pierwszym kwartale obecnego (1884) roku, tenże sam dr. Koch, przewodniczący w komisyi wysłanéj przez rząd niemiecki dla zbadania cholery, odkrył poczęści jeszcze w Egipcie, lecz ostatecznie dopiero w Indyjach wschodnich, bakteryją w kiszkach cholerycznych chorych (i w ich wydzielinach) znajdowaną, a mającą—jak się zdaje—niewątpliwy etyjologiczny związek z chorobą. Rzecz ta zresztą wymaga jeszcze pewnych uzupełniających szczegółów, na które zapewne nauka długo nie będzie potrzebowała czekać.

30. *Mikrografija powietrza.* Skończywszy z naszkicowaną tu w ogólnych zaledwie zarysach historyją wielkich postępów nauki, będących w związku ze znajdowaniem się pyłków w otaczającym nas świecie powietrznym i wśród wody we wszelkich jéj w naturze postaciach, rzućmy okiem choć pokrótce na skromną historyją bardziéj ograniczonego przedmiotu, który nas tu właśnie zajmuje, na historyją bezpośrednich studyjów nad pyłkami powietrza. Badania te są nowe i—jeśli pominiemy doświadczenia F. Schultzego i Schrödera z Van Dushem (§ 17), którym nie o badanie, lecz o usunięcie pyłków przecież chodziło,—datują zaledwie od doświadczeń D. Thompsona (§ 18), te bowiem były pierwszemi, zwracającemi uwagę na jakość pył-

ków. Potem bada Samuelson, jak już wspomnieliśmy (§ 22), zanieczyszczające atmosferę pyłki, a z nim jednocześnie nad naturą kurzu pracują Pouchet i inni (§ 19); aeroskop Poucheta choć nie zasługuje na nazwę narzędzia naukowego, pobudził dość wielu przyrodników do działania i prób na tem polu. Lecz dopiero doświadczenia Pasteura polegające na otwieraniu flaszek z wyjałowionemi substancyjami w różnych miejscowościach porównawczo, dały rzeczywisty początek usiłowaniom naukowego badania pyłków wśród atmosfery danego miejsca, a więc stworzyły dział nauki, który można nazwać mikrografiją powietrza, a z którym łączy się mikrografija wód naturalnych, opadów atmosferycznych i t. d. Wyznać trzeba, że formująca się jednocześnie etyjologija chorób zaraźliwych nader znacząco wpłynęła na rozwój tych usiłowań. W roku 1866 szuka lekarz w Stanach Zjednoczonych Ameryki północnéj, dr. Salisbury, mijazmatu febry, grasującéj podówczas w stanach Ohio i Misisipi i znajduje w zebranem powietrzu ciekawe materyjały do aerografii. Daléj pracują Lemaire, Lund, Beale, Burdon-Sanderson, Parfitt, Reed, Dancer, Angus Smith, Yung, lecz głównie dr. Maddox (1870—1881) i Douglas Cunningham (1873) przyczyniają się do wyświetlenia kwestyi pyłków w atmosferze i opadach atmosferycznych. W r. 1876 rząd francuski zakłada w skutek starań Akademii, obserwatoryjum mikrograficzne w Montsouris pod Paryżem w celu badania zanieczyszczeń atmosfery w zależności od pór roku, pogody, stanu sanitarnego, i t. p.; w pracowni téj spostrzegalni naukowéj, pracują kolejno Schoenauer i Miquel, których prace, jakkolwiek bez głębszego znaczenia, dostarczają wszakże sporo faktycznego porównawczego materyjału. W każdym razie, przyznać należy, że mikrografija powietrza, a bardziéj jeszcze mikrografija wód i opadów jest zaledwie w kolebce i że dopiero od przyszłości, może zresztą niedalekiéj, oczekiwać należy ważniejszych i pewniejszych rezultatów. Nikt się mikrografią dziś nie bawi! tylko badania chemiczne

31. *Wynik ogólny poszukiwań naukowych.* Przedstawiony tu (§§ 12—30) zarys historyczny prac, odnoszących się pośrednio lub bezpośrednio do pyłków i do istotek, które z pyłków tych biorą początek, nie mógł bynajmniéj zapoznać czytającego z dziedziną najdrobniejszych tych przedstawicieli żywéj przyrody, z tajemniczym działem istotek, stojących na kresach nasze-

go tegoczesnego widzenia i obserwacyi, przy całéj pomocy udoskonalonych środków naukowych. Przechodząc kolejno rozmaite badania, w nauce nad tym przedmiotem dokonane, nie zatrzymywaliśmy się wcale nad pytaniem, czem są właściwie rozliczne te istotki, które tak doniosły w zjawiskach przyrodzonych mają udział, jaka jest natura owych pyłków czy żyjątek pyłkowych, które sprowadzają przemianę materyi a więc gnicie, psucie się, fermentacyją i t. p. Ograniczyliśmy się, a raczéj posiłkowaliśmy się historyją, aby wykazać rozliczność i doniosłość skutków działalności istot najmniejszych, pyłkowych i sądzimy, że czytelnik, który miał cierpliwość przeczytać z uwagą naszkicowaną przez nas historyją przedmiotu, wyniósł dostateczne wyobrażenie o potężnem znaczeniu pyłków w ekonomii żywéj i martwéj przyrody. Nie uszło zapewne jego zdolności wnioskowania, że najdrobniejsze istotki pyłkowe osiedlają się wszędzie i roją w materyi organicznéj, do któréj mogą mieć przystęp z powietrza, z wody, czy z innego jeszcze ośrodka, jako też że rozwój życia ich w téj materyi spowodowuje jéj rozkład chemiczny, bardzo daleko zazwyczaj sięgający. Rozkład ten idzie stopniowo bowiem aż do zupełnéj zamiany złożonéj, organicznéj cząsteczki chemicznéj, na cząsteczki bardziéj proste, na ciała mineralne, nieorganiczne. Tym sposobem istotki owe z pyłków się rodzące, są oczywiście tem koniecznem w przyrodzie ogniwem, które łączy żywą przyrodę z martwą; zamieniając wytworzone w organizmach związki roślinne i zwierzęce na proste połączenia chemiczne (z których poprzednio związki te w organizmie danym lub w szeregu organizmów powstały), żyjątka pyłkowe jedynie czynią możliwym obieg materyi w przyrodzie, konieczny dla życia roślin i zwierząt. Bez naszych tajemniczych działaczy, życie żywéj przyrody nie mogłoby trwać i odnawiać się ciągle, gdyż raz wytworzone związki organiczne nie przechodziłyby napowrót w stan martwy lub zaledwie przechodziłyby w nieznacznym chyba stopniu (przez utlenienie i t. p.) drogą czysto chemiczną.

Obecnie więc, po przebieżeniu dziejów nauki, wracając do tego, co wyżéj przy rozpatrywaniu optycznych własności pyłków (§ 6) było powiedzianem, możemy śmiało już twierdzić, że znaczący wpływ pyłków na fizyczno-optyczne własności atmosfery nie jest najwybitniejszym objawem działalności ich w przyro-

dzie;—poznaliśmy bowiem w rysach ogólnych ich potężną działalność chemiczną (odnośnie do materyi, w któréj pyłki się rozwijają) i fizyjologiczną (odnośnie do samych istotek pyłkowych).

Nie zapoznaliśmy się przytem jednak bynajmniéj z samymi działaczami, ciągle dla nas jeszcze tajemniczymi, niewiemy nic o ich własnościach, o formie i o objawach życiowych, nie wiemy w jakich warunkach i w jaki sposób wpływ swój rozkładowy wywierać mogą, nie znamy ich odrębnych—wogóle i wszczególe—właściwości, z jakiemi życie ich związanem jest w naturze, lub przy wytworzeniu sztucznych warunków przez człowieka. Przypuszczać tylko możemy z poznanéj już różnostronnéj ich działalności i z rozlicznych skutków, jakie istoty pyłkowe wywołać mogą, że tak forma i objawy życiowe jak i warunki bytu najdrobniejszych działaczy naszych, muszą być wielce rozmaite. Zapoznanie się z działaczami, tak potężne wywołującymi zmiany, i tak różnostronnymi, będzie przedmiotem następnych artykułów, powiązanych z niniejszym w jednę organiczną całość.

II.

Rozkład materyi organicznéj przez żyjątka pyłkowe.

---

32. *Teoryja witalistyczna rozkładu materyi organicznéj.* Zarys historyczny prac dokonanych w przedmiocie żyjątek pyłkowych, naszkicowany w poprzednim naszym rozdziale (§§ 12 do 30) wykazał, jak się zdawać powinno, najoczywiściéj, że rozkład materyi organicznéj w przyrodzie, którego ostatecznym skutkiem jest rozpadnięcie się złożonéj cząstki organicznéj na prostą cząsteczkę nieorganiczną czyli mineralną, nie następuje w materyi téj sam przez się i nie jest bynajmniéj, jak poprzednio mniemano, jedną z nieodłącznych własności ciał organicznych wogóle, lecz że zjawisko to jest zawsze i koniecznie skutkiem osiedlenia się i rozwoju w danéj materyi pewnych najdrobniejszych, z pyłków się zaradzających żyjątek mikroskopowych, krócéj mówiąc, ich jest poprostu dziełem.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, jak częstemi w przyrodzie, ba, ciągłemi i nieustającemi dokoła, są zjawiska rozkładu rozlicznych substancyj zwierzęcego i roślinnego pochodzenia, a włączyć tu należy nietylko zjawiska zupełnego rozpadnięcia się ciał tych na związki mineralne, ale jeszcze wieloliczne przemiany, zachodzące w składzie samych materyj organicznych, zdumienie ogarnia niemal na myśl, że te wszystkie tak doniosłe i potężne w całkowitéj swéj sumie objawy i zmiany, są dziełem tak nędznych, nikłych istotek, że jeden z najwspanialszych zakresów przyrodzonego obiegu materyi, przejście od natury żywéj do pierwiastków martwych, dokonywa się działaniem

najmniejszych z pośród znanych istot całéj przyrody. Jeśli jednak jednostka sama przez się nikłą jest niezmiernie i drobną, tak, że przy bardzo silnych dopiero występuje nieraz powiększeniach, to z drugiéj strony podnieść należy tę okoliczność, że jednostek tych przy niszczącem ich działaniu występują mnóstwa takie, tak ogromne zbiorowiska, skupienia i roje, że wyrażenie cyfrą jakąkolwiek ilości uczestniczących w takiéj gromadzie jednostek przechodzi najzupełniéj granice naszéj możności. Chcieć liczyć kuleczki drożdżowe wśród piwa lub bakteryje w kawałeczku włókna mięsnego, które gnije byłoby tem samem co porwać się na obliczenie ilości gwiazd na sklepieniu niebios, chociażby w granicach... drogi mlecznéj. Jeśli więc zastanawiającą jest skuteczna działalność świata mikroskopowego, to przedstawia ona potęgę siły zbiorowéj, potęgę zjednoczonéj i skupionéj w swem działaniu masy całéj jednostek.

Wypływający z prac naukowych i doświadczeń, zwłaszcza w ciągu ostatniego ćwierćwieku pogląd nasz na zjawiska rozkładu, przypisujący je zbiorowemu działaniu osiadłych i mnożących się żyjątek najdrobniejszych, pyłkowych (mikroorganizmów, mikrobów), stanowi fizyjologiczną czyli witalistyczną (życiową) teoryją rozkładu. Pogląd ten opiera się z jednéj strony na fakcie niezmiennego występowania życia i żyjątek przy wszelkim rozkładzie, z drugiéj zaś strony na równie niezbitéj dziś (por. §§ 17, 20, 22, 26) prawdzie, że skoro pyłkom i zarodom dostęp utrudnimy lub uniemożliwimy, stosownie do tego możemy opóźnić i zwolnić rozkład zdolnéj do psucia się materyi, lub też wprost nawet mu zapobiedz.

33. *Przykłady w życiu codziennem.* Na poparcie zdobytego przez naukę poglądu nie brak oczywiście dowodów i przykładów w codziennéj życia naszego praktyce. O ile wykonanie ścisłego, klasycznego doświadczenia, zapobiegającego wtargnięciu zarodów do materyi, łatwo się rozkładającéj, mozolnem jest, trudnem i często zawodnem (por. §§ 3, 4, 14, 17, 20, 21), to jednak wobec codzienności zjawisk rozkładu nie może być trudno o fakty, które witalistyczną teoryją dzielnieby potwierdzały. Fakty te nie mogą służyć jako dowody, lecz są pięknem stwierdzeniem i wybornem poparciem poglądu, któremu dlatego właśnie, że najzupełniéj zgadza się z wszelkiemi pod-

patrzonemi w naturze lub umyślnie przygotowanemi objawami, nazwa teoryi naukowéj bezspornie przystoi.

Jednym z najbardziéj rzucających się w oczy przykładów rozkładu materyi organicznéj jest przejście ciała żyjącego, po nastąpionéj śmierci w stan martwy; śmierć rozpoczyna szereg przemian, doprowadzających szybko, gwałtownie niemal, do najprostszych ostatecznie związków, jakiemi są: woda, dwutlenek węgla (kwas węglany), gaz błotny, amonijak, sole mineralne i t. p. Również szybko zaraz po wydzieleniu ich z organizmu żywego, ulegają przemianom chemicznym zwierzęce wytwory, jak krew, mocz, mleko i wiele innych. Słusznie więc poniekąd zadziwiał słynny fizyjolog i patolog niemiecki v. Recklinghausen odwiedzających go przed 15 conajmniéj a może i 20 laty w würtzburskiéj pracowni uniwersyteckiéj przyrodników, okazując im serce żaby, złożone pod kloszem na miseczce, które żyło jeszcze i biło po dniach kilku i kilkunastu od chwili wyjęcia go zapomocą świeżo przedtem w płomieniu lampki przeżarzonych narzędzi, oraz krew żabią, utrzymującą się w tychże warunkach przy życiu przez 3, 4, 5 a może i więcéj tygodni; ciałka krwi wykonywały swe ruchy, żyły, karmiły się i rozmnażały, zupełnie jak w chwili wylewania się z naczyń krwionośnych zwierzęcia. Zbytecznem byłoby dodawać, iż krew, tak samo jak serce, na najczystszym złożone spodeczku, przez cały czas pod szczelnem pozostawały nakryciem. Że zaś wówczas nie panowały jeszcze co do zmienności materyi organicznéj dzisiejsze ustalone poglądy, uczony lekarz i przyrodnik opowiadał skromnie nagabującym go o wytłumaczenie gościom, że osiąga rezultat swój prostym bardzo środkiem, poprostu strzegąc materyją od wszelkiego brudu lub nieczystości [1]); dziś powiedziećby należało, że würtzburski profesor ochraniał preparaty te od pyłków, od unoszących się wszędzie i czyhających na stosowny dla siebie podkład, zarodów mikroskopowego życia.

Jeśli nie zapragniemy tak jaskrawych przykładów jak utrzymanie narządów zwierzęcych przy życiu poza ustrojem

---

[1]) Opisane w liście G. H. Lewesa do J. Tyndalla, cytowanym w odczytach tego ostatniego. Patrz Philos. Trans., t. 160, p. 337.

przez czas stosunkowo długi, możemy przejść od pracowni uczonego do zakresu naszego codziennego życia, do najzwyklejszych naszych gospodarskich czynności. Zainteresowanymi będąc w najdłuższem przechowywaniu zdrowych i smacznych pokarmów na potrzeby gospodarstwa — z doświadczenia (gospodyń bowiem o naukowe teoryje ochrony przed pyłkami posądzać chyba nie można), — nauczyliśmy się pod kloszem lub innem nakryciem chować ser i masło, przegotowywać lub na lodzie trzymać mleko i mięso; gotować, zakrywać w słoikach, a potem jeszcze raz przegotowywać kompoty lub konfitury, ponowić zaś jeszcze zagotowanie w wypadku, jeśli mimo zabiegi nasze przy przyrządzeniu słodycze te psuć się zaczynają; takie wreszcie czułe, łatwo gnijące pokarmy jak ekstrakt mięsny lub konserwy z jarzyn pakowano w hermetyczne, lutowane puszki blaszane, przechowywano je w nich i rozsyłano po świecie za poradą ot tego samego choćby Liebiga, który nauczał, że materyja organiczna sama przez się rozkładać się musi. Wszystkie te czynności ochronne, tę samą mają przyczynę faktyczną i podstawę, co i bardziéj w oczy bijące doświadczenia v. Recklinghausena, a chociaż pochodzenie ich jest czysto empiryczne, żadnego związku z nauką niemające, niemniéj jednak, a raczéj tem bardziéj może, stanowią szereg pięknych potwierdzeń dla dzisiejszego w nauce poglądu.

34. *Życie widoczne i utajone.* Naturalną w rozpatrzeniu przedmiotu podążając drogą, zacznijmy i my tutaj nie od naukowéj strony przedmiotu, lecz zapytajmy się naprzód gospodyni, która pomienione wyżéj materyjały spożywcze różnemi środkami zabezpiecza, przed czem je ona ochrania? Chleb i ser nakrywa i strzeże od wilgoci aby nie pleśniał, masło i mięso, aby się nie psuło, mleko — aby nie skwaśniało, również wino zatyka aby nie skisło na ocet, a kompoty i konfitury — aby nie sfermentowały na spirytus. Z tych wszystkich objaśnień jedno tylko, a mianowicie pierwsze, zawiera pewne wskazówki co do rozwoju życia w materyi niezabezpieczonéj: pleśnieniem nazywamy zjawisko powstawania p l e ś n i, a jak wiadomo, pleśń żyje, rozwija się i rozradza i jest—co także powszechnie wiadomo—grzybkiem, czemś podobnem do pospolitych, leśnych grzybów. W innych wypadkach, określenia naszéj gospodyni, objaśniające może cokolwiek pod względem zmian zacho-

dzących w materyi, nie zawierają zgoła nic takiego, coby nas na myśl o udziale życia w rozkładzie pokarmów naprowadzało. I rzeczywiście, gospodyni sama doprawdy o tem nie wie, że przy psuciu się i kwaśnieniu daleko bujniejsze jeszcze powstanie życie niż tam, gdzie zielonkawa pleśń rzucać jéj się będzie w oczy. Te bowiem właśnie wypadki utajonego niejako życia, są pojedyńczemi przykładami zagnieżdżenia się i rozwoju najdrobniejszych istot pyłkowych, a jeśli v. Recklinghausen, nie tak dawno jeszcze wyrażał się, że unika brudu czy zanieczyszczenia, chodziło mu bezwiednie może co prawda, o niedopuszczenie tych oto właśnie żyjątek rozkładowych, które—powiedzieć należy, stają się niekiedy widocznemi, ale to przy wielkiem dopiero nagromadzeniu.

I tak: w zmienionym już kompocie lub w kwaśniejącem winie możemy, przy ~~uważnem~~ badaniu wykryć męty, niby osad, albo mgłę, wytworzoną w zupełnie czystym poprzednio płynie;— na górnéj powierzchni wina dostrzedz można także cienką powłoczkę, niby kożuszek stopniowo grubiejący, — gnijące mięso zalane wodą da nam również płyn mętny, zamglony, nieprzejrzysty, a na uszatkowanych kawałkach jarzyn, znajdziemy prawdopodobnie nieraz galaretowatą narośl jakąś, na pierwszy rzut oka od pleśni się różniącą. Obłoczki te i zawieszone w płynie męty, kożuszki te i galaretowate narośle, — są to ogromne roje, skupienia i zbiorowiska najdrobniejszych naszych istotek, które tylko w tak niezliczonéj ilości osobników gołemu oku mogą być widoczne. W praktyce życia, ze zrozumiałych łatwo względów, skupieniom tym nie często pozwalamy wzrosnąć do tego stopnia, aby łatwo widocznemi dla nas się stały. Ile razy jednak w danym ośrodku dojdzie a nawet zanim dojdzie do utworzenia się podobnie potężnego zbiorowiska istotek maleńkich, zauważyć będziemy mogli niechybnie, iż skład materyi, która służyła za ośrodek lub za podkład maleńkim żyjątkom, uległ ogromnéj, radykalnéj przemianie. Zmiana materyi w tych razach, przy ukrytem życiu istot pyłkowych, jest o wiele donioślejszą niż przy najbujniejszym rozroście jakichkolwiek pleśni; co więcéj: przemiana materyi nietylko głębszą jest o wiele, ale nadto w tych razach jest i nieporównanie szybszą. Długie życie grzybków pleśniowych nie zmienia materyi w przybliżonym choćby stopniu o tyle, o ile ją raptownie niemal przekształ-

ca kilkogodzinne czasem lub parodniowe rozradzanie się istotek niedostrzegalnych. Ta okoliczność objaśnia nas, dlaczego w jednym wypadku, gdy na materyi osiadają pleśni, brak nam specyjalnéj nazwy, określającéj przemianę materyi i zjawisko nazywamy pleśnieniem, gdy w innych razach, w oczy nam wpada jedynie tylko doniosła zmiana substancyi rozkładanéj i niedomyślając się bynajmniéj przyczyny tego rozkładu, posługujemy się określeniami jak: psuje się, gnije, kwaśnieje, fermentuje i t. p. Charakterystyczna ta, a nadzwyczaj ważna różnica w fizyjologicznéj działalności tych i owych istot, tak samo jak odbija się w codziennem, praktycznem naszem życiu, musiała się odbić w historyi pojęć naszych o tych zjawiskach. I w rzeczy saméj, gdy pleśni od stosunkowo dawnych czasów były przedmiotem badania przyrodników — botaników i stawiane były w historyi naturalnéj tuż obok grzybów, jako grzybki pleśniowe,—żyjątka najdrobniejsze nieznanemi były aż do ostatniego prawie półwieku (jeśli nieuwzględnimy pojedyńczych obserwacyj Leeuwenhoeka (§ 12), oraz Fabroniego, Astiera i Kiesera (§ 16), mających charakter niejako dorywczy), choć zjawiska odnośne, t. j. przemiany ciągłe materyi organicznéj, znane~~mi~~ być musiały od tak dawna, jak ludzkość istnieje, a rozbieranem~~i~~ naukowo były już przed wiekami. Narzędziem badania przy pleśniach była lupa a następnie mikroskop; zjawiska, w których występują istotki pyłkowe, przez długie czasy badanem~~i~~ były wyłącznie w kolbie i retorcie chemików. Drożdże zaś, choć były znane od czasów niepamiętnych (por. § 49), to jednak w charakterze chemicznego niejako osadu raczéj, aniżeli w charakterze czegoś żyjącego.

Zaznaczmy tu na wstępie zaraz, że tym ukrytym działaczom, sprowadzającym doniosłe chemiczne zmiany w materyi, w któréj żyją, dzisiejsi badacze, w odróżnieniu od spokojnych takich istot jak pleśni zwyczajne lub grzyby, częstokroć oddzielną nadają nazwę: francuzi zowią je ferments, a zdolność ich do wywoływania przemiany charakterystycznéj oznaczają jako pouvoir ferment = caractère ferment i t. p. Niemcy zaś używają wyrazów Gährungserreger i Gährungserregung lub gährende Wirkung na oznaczenie energicznych działaczy i ich działania. Wyrazy te nie mogą dobrze i dokładnie być przepolszczonemi, ponieważ jedyna, cudzoziemska w naszéj mowie

nazwa, do tego działania się odnosząca: fermentacyja, jest pojęciem u nas daleko ciaśniejszem niż francuska les fermentations lub niemieckie Gährungserscheinungen i oznacza specyjalne, niektóre tylko zjawiska rozkładowe. My więc tutaj trzymać się będziemy prostéj nazwy: żyjątek rozkładu i zjawisk rozkładu, które to nazwy odtąd tylko dla istot, wywołujących chemiczne wśród materyi przeobrażenie i dla ogółu występujących przytem objawów stosować będziemy. Daléj zaś dokładniéj określimy, na czem owo chemiczne przeobrażenie pod działaniem „żyjątek rozkładu“ polega.

35. *Saprofityzm grzybów i grzybków.* Przypatrzmy się obecnie w jakim stosunku znajdują się te rozmaite istoty, które jako niszczyciele substancyj organicznych występować mogą i o które powyżéj zawadziliśmy przelotnie, względnie do pozostałych istot, w skład żywéj wchodzących przyrody.

Pod względem fizyjologicznym, o ile za podstawę przyjmiemy sposób karmienia się istot żywych, cała przyroda żyjąca da się podzielić na dwie różne, dobrze odgraniczone kategoryje. Jedne istoty mają zdolność przyswajania sobie pokarmu nieorganicznego i wytwarzania z tego prostego materyjału złożonych organicznych substancyj swego ciała — i takiemi są wszystkie rośliny zielone (chlorofilowe); druga ogromna grupa istot żyjących, pozbawioną będąc zdolności przyswajania pokarmów mineralnych, potrzebuje nieodzownie pożywienia pod postacią gotowych już ciał czy substancyj organicznych — tu należą wszystkie zwierzęta (tak roślinożerne jak i mięsożerne) oraz pewien szereg istot, mających wszelkie cechy roślinności, prócz charakterystycznego zielonego barwnika, istot, których najpopularniejszym przedstawicielem może być pospolity grzyb, w lesie lub ogrodzie rosnący. Grzyby i wszystkie rośliny, które ich wzorem do samodzielnego przyswajania związków mineralnych nie są uzdolnione i które tym sposobem fizyjologiczne do zwierząt przedstawiają podobieństwo [1]), otrzymały zdawiendawna

---

[1]) Przy całem podobieństwie fizyjologicznem w zasadzie karmienia się zwierząt i saprofitów, istnieje wielka różnica w sposobie, w mechanizmie téj czynności, gdy bowiem zwierzęta pochłaniają pokarm, a z przyjętego do wewnątrz wydzielają części niezdatne, niestrawione, saprofity zdają się czerpać i do wnętrza przyjmować tylko pożywne, osmozujące części substancyi, którą chemicznie tym sposobem zmieniają.

nazwę saprofitów, t. j. dosłownie roślin na nieczystościach, a to ze względu, iż właściwem dla nich podłożem nie jest zazwyczaj ziemia orna, ale wszelkie śmiecie, brudy, szczątki materyi organicznéj, obumarłe lub obumierające tkanki roślin lub też zwierząt. Oczywiście saprofityczny charakter pleśni, już na pierwszy rzut oka choćby, niemniéj jest wyraźnym od saprofityzmu grzybów wyższych, zaliczanie zaś jednych i drugich do państwa roślinnego, przy niezaprzeczonéj doniosłości różnic fizyjologicznych, ma swoje uzasadnienie nietylko w powierzchownych cechach roślinnych, nietylko w budowie tkanki [1]) i chemicznym jéj składzie, ale co najważniejsza—w charakterystycznych dla ogółu roślin skrytokwiatowych sposobach rozmnażania się, doprowadzających do wytworzenia się w tkance tych roślin, kulistych ciałek, zwanych zarodnikami (sporae). Zarodniki roślin niższych, drobne komórki, odrywające się od istoty macierzystéj i dające początek nowéj istotce(kiełkujące) w odpowiednich warunkach, odpowiadają owocowi a zarazem i nasieniu roślin jawnokwiatowych, a wytwarzanie się zarodników na macierzystéj roślinie nazywamy owocowaniem (fructificatio). Otóż, owocowanie zarodnikowe w najwyższym stopniu charakterystycznem jest zarówno dla grzybów jak i dla pleśni oraz innych pokrewnych im grzybków (o pokrewieństwie tem por. daléj § 36).

Warunki, w których żyją działacze rozkładu, owe mikroskopijne tajemnicze istotki, wskazują nam wyraźnie do jakiego działu przyrody pod względem żywienia się należą te jestestwa, i jasnem jest najzupełniéj, że mogą one być albo zwierzątkami albo roślinnemi saprofitami. Bliższe poznanie ich nakazuje do roślinnych zaliczyć je szeregów, najgłówniéj dla tego, że jakkolwiek nie stałą (por. daléj § 36) to jednak charakterystyczną w wielu razach własnością ich jest właśnie ów sposób rozmnażania się przez owocowanie; odnajdujemy tu zarodniki takie lub podobne bardzo do tych, jakie widzimy u grzybów (właściwych), wodorostów, mchów i paproci.

---

[1]) Z budową tkanki związane są i fizyjologiczne własności, jak np. karmienie się przez osmozę zewnętrznych powierzchni i t. p.

(*Przyp. Autora*).

Saprofitami więc są nasze istotki rozkładu; saprofitami nazywamy je o tyle, o ile nie rozkładają one, nie toczą żywego organizmu zwierzęcego lub roślinnego. W tym bowiem wypadku saprofity otrzymują nazwę pasorzytów i te właśnie istoty, osiedlające się na żywych i żyjących ciałach, a żyjące ich wyłącznym kosztem, przeciwstawiane są zwykle saprofitom właściwym, niszczącym organiczną wprawdzie, ale nie organizowaną, nie żyjącą materyją. W niniejszym artykule naszym pragniemy rozpatrywać li tylko saprofityczne w ścisłem znaczeniu słowa, ustroje najdrobniejsze, oraz wyniki ich działalności,—badanie życia i skutków rozwoju żyjątek pasorzytnych, do tejże saméj dziedziny bijologicznie się zaliczających, t. j. właściwie saprofitów pasorzytnych, zajmie nas późniéj, w oddzielnym artykule.

36. *Grzybki pączkujące i rozszczepkowe.* — O pleśniach, kolegujących wśród dzieła zniszczenia z drobniejszemi jeszcze istotkami, których natury dotychczas nie znamy, wiemy (§ 34—35), że pokrewne są grzybom leśnym (właściwym) i że w nauce grzybkami pleśniowemi właściwie się zowią. Obok właściwych grzybków pleśniowych (Zygomycetes, Brefeld) botanika stawia szereg zbliżonych, lecz pasorzytnych przeważnie ustrojów (Oomycetes Brefelda); wszystkie te roślinki otrzymują nazwę grzybków (Phycomycetes Brf.) w odróżnieniu od wyżéj stojących, t. j. bogaciéj od przyrody wyposażonych grzybów wyższych (Mycomycetes Brf.). Do tegoto wielkiego działu w państwie roślinnem najbardziéj zbliżonem, są pyłkowe organizmy rozkładu, jak drożdże i bakteryje; dlatego też nauka obecna zalicza różnorodne te formy saprofitów i pasorzytów najdrobniejszych do botanicznéj klasy grzybów w ogólności (Fungi); jeśli zaś wyrastające wśród lasów, pól i ogrodów, grzyby (w znaczeniu popularnem) zajmują najwyższe, najdoskonalsze miejsce wśród botanicznéj klasy, a poniżéj miejsce przypada pleśniom i ich najbliższym krewniakom, poczęści zaś odrębnym od nich śluzowcom (Myxomycetes), to nasze pyłkowe istotki u podnóża zaledwie miejsce tu znaleść mogą, gdyż o ile wymiarami swemi, o tyle i całym swym ustrojem w tyle poza grzybami i grzybkami pozostają. Na tem miejscu wśród ogólnego botanicznego systematu chwili obecnéj umieszczone, stoją one zarazem u podnóża całéj żywéj przyrody,

kraniec jéj niejako stanowiąc. Grzybki te jednak, o ile doniosłą swą energiją fizyjologiczną, o ile z drugiéj strony nikłemi wymiarami swemi i prostą organizacyją od pozostałéj żyjącéj odbijają przyrody, o tyle i w kierunku bijologicznym wyróżniają się jaskrawo od całego państwa roślinnego, a nawet zwierzęcego. Odrębność tę mianowicie stanowi charakterystyczny sposób rozmnażania się czy rozpleniania, które odbywa się tu nie drogą płciową i nie zapomocą pośredniego pokolenia (wytworu, mającego znaczenie jaja czy nasienia), lecz które polega na szybkim wzroście i ciągłym podziale rosnących osobników. Podział ten odbywać się może dwojako: albo na maleńkiem, jednokomórkowem ciele grzybka tworzy się jakieś nabrzmienie wypukłe, powiększające się i wreszcie oddzielające od macierzystego ustroju jako młoda niezależna istotka; nabrzmień takich może jednocześnie tworzyć się jedno lub kilka; tak rozmnażają się drożdże w piwie lub wśród zacieru gorzelniczego; albo też komórka, ustrój rodzicielski przedstawiająca, dzieli się poprzecznie zapomocą przegródki i tak z jednéj istoty powstają dwie, poczynające niezależny od siebie nawzajem pędzić żywot i daléj w ten sam sposób znów się rozradzające; tak rozszczepiają się ustawicznie niemal żyjątka, które mikroskop odkrywa nam w gnijących płynach lub na powierzchni gnijących tkanek czy włókien, mięs czy jakichkolwiek organicznych surogatów, żyjątka, znane pod popularną nazwą bakteryj [1]). Wprawdzie jak wspomnieliśmy już powyżéj (§ 35), znanem jest prócz tego charakterystycznego, normalnego rozpleniania się, wspólne z roślinami skrytokwiatowemi w ogólności owocowanie wielu bardzo form z szeregu naszych żyjątek niszczących, lecz wytwarzanie zarodników w tych wszystkich znanych wypadkach zachodzi rzadko, bardzo, i niemal

---

[1]) Nieodrzeczy może będzie przytoczyć w tem miejscu, że pączkowanie głównie rozwiniętem jest u zwierząt, przeważnie morskich, mających skłonność do kolonijalnego życia (Coelenterata)—u roślin występuje wyjątkowo, jako sposób tworzenia się zarodników, (niektóre wodorosty; Oomycetes); podział zapomocą poprzecznych przegródek, zupełnie taki jak tutaj, napotykamy u pewnych wodorostów, co spowodowało niektórych botaników do utworzenia grupy roślin rozszczepkowych w ogólności (Spaltpflanzen—Nägeli, Zopf). (*Przyp. Aut.*).

wyjątkowo w pewnych szczególnych zawsze tylko warunkach (por. daléj § 59). Odwrotnie, rozplenianie się drogą wzrostu i podziału (rozpadu) jest niejako przejawem ciągłym i nieodłącznym od normalnego życia i bytu, odbywa się szybko i energicznie, w nieprzerwanym prawie łańcuchu z pokolenia przechodząc na pokolenie; bezwątpienia rzec przeto można, iż jedynie ten tak prosty i tak szybki sposób rozmnażania się, potęgujący ilość jestestw w danym ośrodku w stosunku gieometrycznym z ogromną chyżością [1]), może zapewnić tak potężne nagromadzenie jednostek żyjących w krótkim stosunkowo czasie i umożliwić przez to samo doniosłe chemiczne zmiany, w owym ośrodku zachodzące [2]).

Pomiędzy istotkami, o których tu mówimy, rozróżniamy według tego lub owego sposobu normalnego plenienia się, dwojakiego rodzaju grzybki, a mianowicie: grzybki pączkujące (Sprosspilze), zwane zwyczajnie drożdżami i grzybki rozszczepkowe (Spaltpilze, Schizomycetes), którym zazwyczaj niesłusznie popularną nazwę bakteryj nadają i jako bakteryje fałszywie oznaczają.

---

[1]) Aby mieć wyobrażenie o chyżości z jaką odbywa się mnożenie przez podział u najniższych jestestw mikroskopowych, dość powiedzieć, iż wedle tego jak szybkość ta przedstawiała się przy obserwacyi pod mikroskopem, badacze tacy jak Pasteur i Davaine wyrachowali, iż z jednéj istotki w ciągu doby (usunąwszy możliwe przeszkody!) powstałoby kilkanaście milijonów, odpowiadających kilkudziesięciu kolejnym pokoleniom Aby rozumieć stosunek najdrobniejszych istotek do ośrodka, koniecznem jest módz sobie zdawać sprawę z cyfr, jakie powstają przez podnoszenie do potęgi, jeśli wykładnikiem postępu jest cyfra 2, a wyrazy postępu szybko po sobie następują.
(*Prz. Autora.*)

[2]) Doniosłość, energiczną żywotność, czy zdolność fizyjologiczną, jaką organizm dany wykazuje co do przemiany materyi, fizyjologowie zwykli mierzyć ilością stosunkową zużytego pokarmu, ulegającego częściowemu przyswojeniu, względnie do wagi ciała. Rachunek ten fizyjologowie zwykli ustanawiać dla pewnéj jednostki czasu, zwykle dla jednéj doby. I tak, wyrachowano że człowiek zużywa dziennie 2%, pies zaś do 4% pożywienia w stosunku do wagi ciała. Dla naszych organizmów, już u pleśni widzimy zużycie około 15% pokarmu na dobę (Aspergillus niger), u drożdży zaś i u bakteryj waga zmienionego chemicznie produktu kilkadziesiąt, sto, a może więcéj razy przewyższa wagę samych działaczy, żyjących i niszczących. Nie można jednak pominąć przy porównaniu téj ważnéj okoliczności,

37. *Materyja, składająca ciało saprofitów.* Zjawiska życia saprofitycznego są, jak się przekonywamy, zjawiskami powstawania żyjącéj materyi kosztem nieżyjącéj, martwéj; zaród, od którego poczyna się życie, jest pyłkiem niesłychanie małym, a przyrost wagi dowodzi, że czynności życiowe istoty, która z pyłka takiego powstała, przetwarzają materyją otaczającego ośrodka na żywe ciało. Jak w każdem zjawisku, tak i w niniejszem dwie strony dopatrzeć łatwo można: stronę materyi i stronę siły. Pomińmy nateraz tę ostatnią, a zajmijmy się zbadaniem pytania, z jakiéjto mianowicie materyi zbudowanem jest wogóle, oczywiście w grubych zarysach tylko, ciało organizmów, wyrastających na organicznych substancyjach, ich kosztem.

Badanie okazuje, że grzybki saprofityczne, jak wszelkie wogóle istoty żyjące, są to pewne skupienia materyi organicznéj, organizowanéj t. j. żyjącéj i ciągle się odnawiającéj i jako takie składają się z tych samych pierwiastków chemicznych, które wchodzą w skład wszelkiéj żyjącéj materyi — zwierzęcéj czy roślinnéj. Główną podstawą ustrojów tych jest zarodź czyli protoplazma, substancyja białkowa, któréj zasadniczą własnością jest zdolność do życia. Wogóle w skład organizmów tych wchodzą znaczne ilości wody, tak że tylko kilkanaście procent ich wagi, stanowi materyją suchą. Analizy, wykonane nad grzybkami różnych działów wykazują w cyfrach całkowitych (odrzucając ułamki), w przecięciu:

Ilość wody w żyjącym organizmie: Pleśni (*) 88%, — drożdże (**) 40—80% (normalnie 75 — 78%), — Rozszczepki (***) 84%.

że jednostka czasu, doba, jest dla tych różnych istot żyjących wielkością najzupełniéj niejednostajną, u człowieka, jak i u psa jeszcze, dzień jest niewielką cząstką życia każdego osobnika, gdy tymczasem u drożdży, zarówno jak u bakteryj, w ciągu doby rozwija się i żyje cały szereg kolejnych pokoleń. Możnaby więc porównywać tylko pracę fizyjologiczną każdéj jednostki w ciągu jéj bytu, a do tego u naszych istotek najdrobniejszych nie mamy jeszcze dostatecznych danych. (*Przyp. Autora*).

W stu częściach zaś suchéj substancyi znaleziono: białka, t. j. materyj azotowych, protoplazmatycznych i innych: Pleśni (*) 29%, — Drożdże 47% [1]), — Rozszczepki (***) 84—87% (!).

błonnika roślinnego (celulozy) i materyj bezazotowych (prócz tłuszczów) Pleśni (*) 40 — 56%,—Drożdże (**) 37% [1]), — Rozszczepki (***) małe ilości (!).

Nadto, w grzybach tych, jak we wszelkich organizmach, znajdują się pewne ilości popiołów, soli nieorganicznych, których ilość w procentach do ogólnéj materyi suchéj wynosi od 1% (pleśń, Aspergillus glaucus) do 7%, a nawet wyżéj (u drożdży piwnych; podług Bulla 8,9%).

Rozkładając materyją suchą grzybków na pierwiastki chemiczne, otrzymamy skład następujący:

	Pleśni (*)	Drożdże (**)	Rozszczepki (***)
węgla (C)	?	48	50—52
wodoru (H)	?	6—7	6—7
tlenu (O)	?	24—25	21—22
azotu (N)	4—5	9—12	10—12
siarki (S)	?	0,6	0 (?)
popiołu—(sole mineralne)	8—10	6—7%	4

z czego widoczną jest wielka ilość azotu, zawartego w najniższych grzybkach mikroskopowych, w drożdżach i bakteryjach. Ta wysoka zawartość azotu, stanowiąca jeszcze jednę cechę wyróżniającą istotki najdrobniejsze obu wspomnianych ostatnio kategoryj od całego świata roślinnego, a zbliżająca je do państwa zwierząt, była przyczyną iż poprzednio wielu bardzo uczonych (Fabroni, Astier, por. § 16), zaliczało drożdże do organizmów zwierzęcych. Nowe rozbiory chemiczne Nenckie-

---

[1]) Rozbiór według metody Nägeliego, uwzględniający rozmaite rodzaje błonnika. (*Przyp. Autora*).

[2]) (*) cyfry z analiz Payena i Siebera, (**) liczne analizy Mitscherlicha, Payena, Schlossbergera, Muldera, Wagnera; według innych rozbiorów, dokonanych przez Pasteura, Bulla i innych, azotu w drożdżach jest tylko 5—5,5%; (***) z doświadczeń Nenckiego, niepowtórzonych dotąd i niesprawdzonych. (*Przyp. Autora*).

go, przedsięwzięte celem oznaczenia składu grzybków rozszczepkowych (bakteryje i zooglea) dowodzą, że te ostatnie zawierają tyleż azotu co i drożdże lub więcéj jeszcze.

W popiele, ze spalenia grzybków otrzymanym, przeważają fosforany potasu, magnezu i wapnia; ogromna ilość kwasu fosfornego uderza w popiele z drożdży (53—60% popiołu;— u pleśni tylko 30%), znaczną ilość potasu wykazuje popiół pleśni (50%; u drożdży 30—40%).

Aby grzybki mogły w danym ośrodku normalnie się rozwijać, nieodzownem jest oczywiście, ażeby wśród otaczającéj substancyi znajdowały wszystkie potrzebne pierwiastki składowe. Większość ciał organicznych w przyrodzie stanowi takie właśnie podłoże, lecz w sztucznych warunkach, przy hodowaniu tych grzybków na téj lub innéj substancyi organicznéj, należy koniecznie pamiętać o tem, iż nieodzowną częścią organizmu tych wszystkich saprofitów są jeszcze pierwiastki mineralne, jak fosfór, potas i t. d. i że pierwiastki te muszą być w odpowiedniéj (rozpuszczalnéj) formie dostarczone.

38. *Zależność wzajemna pomiędzy ośrodkiem a saprofitami.* Grzybki, które jak widzimy, mało się różnią co do swego składu chemicznego, w powyżéj wskazanych zamykającego się granicach, przedstawiają natomiast wielką bardzo rozmaitość formy. Różnorodność zewnętrzna pozwala w szeregach tych drobniutkich istotek, tak samo jak we wszystkich innych działach żywéj przyrody, rozróżniać rozmaite, odrębne gatunki. Wątpliwem przytem nieraz być może, czy cechy te zewnętrzne odpowiadają gatunkom i rodzajom istotnym czy pozornym tylko (§ 47). Jak to późniéj zobaczymy, zwłaszcza pomiędzy grzybkami rozszczepkowemi, bardziéj od pączkujących rozpowszechnionemi i o wiele liczniejszemi, istnieje ogromna rozmaitość form. Nakazuje nam to przypuszczać, iż najdrobniejsze pyłki powietrza, których pod najsilniejszemi szkłami mikroskopu nawet nie możemy rozróżnić, muszą w rzeczy saméj przedstawiać wielką rozmaitość, że przeto rozliczne w sobie kryjąc formy grzybkowe, czychają tylko na odpowiedni dla siebie ośrodek, w którym rozkrzewić, rozplenićby się mogły; skoro tylko takowy znajdą, natychmiast dają początek życiu niezliczonych jednostek, te zaś powodują zmianę chemiczną ośrodka, w którym, czy na którym się osiedliły. Jedno pociąga za sobą dru-

gie: życie i rozkład materyi idą ręka w rękę współcześnie i nawzajem zależnie od siebie. Najbardziéj zaś charakterystycznem jest, że pewnéj istotce zawsze towarzyszy ta sama zmiana chemiczna ośrodka i odwrotnie, w danéj materyi, zdolnéj do pewnego w chemicznym kierunku przeobrażenia, żyć mogą pewne tylko jestestwa, te a nie inne formy grzybków, które w danym kierunku chemiczną zmianę wywołują. Tak np. drożdżom piwnym zawsze towarzyszy zjawisko fermentacyi alkoholowéj, a grzybkowi kwaśniejącego mleka — mleczna fermentacyja i naodwrót, przy chemicznych zjawiskach tych i tym podobnych, zawsze i stale występują charakterystyczne organizmy, mające—według zapatrywań się nauki obecnéj—charakter przyczynowy względnie do samego zjawiska. Drożdże piwne nie mogą żyć i rozwijać się w serwatce z mleka czy w mięsnym odwarze, a ferment mleczny zginie, gdy go przeniesiemy do piwa lub wina. Zmianę chemiczną wywołuje nie zawsze i nie koniecznie jeden tylko, ściśle określony grzybek, lecz pewna—jak się zdaje ograniczona—liczba organizmów, gdy tymczasem ogromne mnóstwo innych poza tą ograniczoną ilością ustrojów, zmiany takiéj wywołać nie jest w stanie. Niektóre ustroje mogą jednak, nie wywołując rozkładu, żyć w danéj materyi; i zachowują się one wtedy jak pleśni, które żyją spokojnie, bez gwałtownego chemicznego wpływu na substancyją ośrodka (por. § 45).

Widzimy więc, jak ściśle łączy się życie organizmów mikroskopowych, rozkładających materyją w oznaczonym kierunku z własnościami tejże materyi, z samym przebiegiem zjawiska rozkładu. Niepodobna, przy wyczerpującem a nawet jako tako ścisłem i sumiennem traktowaniu przedmiotu oddzielić jedno od drugiego i uwzględniać samą tylko bijologiczną stronę przedmiotu, lub ograniczyć się na chemicznem zbadaniu zjawisk, o które tu chodzi. Odwrotnie, bijologija zespoloną tu jest ściśle i nierozerwalnie z chemiją, a mikroskop w ręku badacza jednoczyć się niemal powinien z retortą.

Już z tego choćby względu badania nad tak wielostronnym przedmiotem uznane być muszą za trudne, a w saméj rzeczy wyznać należy, że dotychczas tak jeden kierunek badania jak i drugi niezbyt daleko postąpić były w stanie. Chemiczne badania, od bijologicznych znacznie dawniejsze, miały

przeciwko sobie wielką nieznajomość pola, na którem obracać się musiały, gdyż ogromny obszar chemii organicznéj, od niedawna dopiero pod względem znajomości cząsteczkowéj budowy materyi zaledwie miejscami wyjaśniony, przeważnie ciemnym dotąd pozostaje. Główna materyja, rozkładowi gnilnemu podlegająca, materyja cechująca życie wszelkie — zwierzęce jak i roślinne,—materyja białkowa w mnogich swych formach i odmianach, jest i dziś jeszcze dla chemika zagadką; formuły na nią niema, o rozpoznaniu budowy mowy być nie może, zaledwie oznaczenie składu procentowego pierwiastków możliwem jest, o tyle wszakże, o ile samą substancyją w stanie czystym otrzymać i oddzielić możemy. W tych warunkach, gdy mało wiemy o normalnym składzie materyi, rzecz prosta, że ciemnemi być dla nas muszą okoliczności i warunki chemicznego rozkładu. W kierunku zaś bijologicznym, poznanie różnych działaczy zniszczenia niemniejsze, choć zupełnie odmienne, przedstawia trudności. Rozpatrywania pod mikroskopem są wogóle rzecz biorąc, dostępnemi tutaj, wymagają one pewnéj wszakże wprawy i zręczności. Ale — co najważniejsza—samo badanie to nie daje żadnych jeszcze naukowych rezultatów, nie przekonywa ono o niczem prócz o niesłychanéj mnogości i różnorodności form, których całe roje napotkamy w pierwszéj lepszéj kropli zaczerpniętéj z psującego się czy zmieniającego ciała organicznego. Odosobnienie danéj formy z pośród mnóstwa towarzyszących jéj współbiesiadników w dziele zniszczenia, poznanie jéj przebiegu życiowego, fizyjologicznych jéj własności, stosunku jéj do chemizmu zachodzącego zjawiska, — wyosobnienie jéj na pewnych naukowo ścisłych zasadach wśród innych, mniéj lub więcéj podobnych form, — wszystko to jest niezawodnie jednem z najmozolniejszych, najsubtelniejszych i najłatwiéj rozlicznym błędom podlegających zadań dla wprawnego, ba, dzielnego nawet bijologa. Dzięki jedynie wielkiemu zajęciu, jakie przedmiot nasz od niedawna obudził, dzięki osobistym przymiotom pierwszorzędnych pracowników nauki, jacy niezmordowanie jęli się wyświetlania prawdy z pośród zupełnéj niedawno jeszcze ciemności, można było dotychczas w krótkim bardzo przeciągu czasu dość znaczne osiągnąć rezultaty. Wogóle jednak, całe to pole, na którem bijologija spotyka się z chemiją, a nadto wkracza w dziedzinę nauk

lekarskich, jak fizyjologii, patologii i t. p., stoi puste jeszcze i otwarte i—z dumą wyznać należy—dzień każdy nowe przynosi nam niemal zdobycze.

39. *Ogólne warunki życia w danym ośrodku organicznym.* Ogólnie rozważając zjawiska rozkładu materyi jako zjawiska życiowe, łatwo zakreślimy zjawiskom tym, — bez względu na rodzaj istot żyjących, jakie w danym wypadku powstawać mogą,—pewne ogólne warunki i granice niejako, w których życie organizmów naszych, jak wszelkie życie wogóle, powstać i istnieć może. Przedewszystkiem granicę taką z jednéj i z drugiéj strony stanowi pewien stopień ciepła, pewna temperatura ośrodka. Nie chodzi nam tu o te sztuczne warunki temperatury, przy których na pewien przeciąg czasu władni jesteśmy utrzymać życie istotek w wielkiem zimnie lub w wysokiem gorącu, a o których późniéj znacznie mówić nam jeszcze wypadnie; chcemy zaznaczyć tylko, iż zjawiska, o których tu mówimy, odbywają się i zachodzą w tych szerokich granicach, w jakich wogóle występuje życie przyrody. Najniższym szczeblem jest kilkostopniowe ciepło ponad 0° (punkt marznięcia), a najwyższym krańcem to ciepło, przy którem białko (zwierzęce, a także roślinne) ścinać się poczyna, przy którem przeto ginie wszelka niezabezpieczona wyjątkowo (pancerzykiem, skorupą i t. p. ochronnemi, nieprzecieplającemi osłonami) komórka. Najpomyślniejszą dla większości istot naszych temperaturą jest jednak ciepłostan, odpowiadający mniéj więcéj temperaturze ciała ludzkiego, lub też temu stanowi ciepła, jaki powstaje w umiarkowanym naszym klimacie pod bezpośrednim wpływem promieni słonecznych w pogodny dzień lata. Podług ciepłomierza naukowego (Celsyjusza) jest to temperatura około + 35°. Pojedyńcze wszakże istoty i zjawiska przez nie wywołane, mogą mniéj lub bardziéj w tym względzie od owéj, ogólnie najbardziéj pomyślnéj temperatury odbiegać [1]).

Ważniejszym może jeszcze niż pewien zasób ciepła warunkiem, jest nieodzowna podstawa bytu wszelkich istot, a najbardziéj najmniejszych, to jest woda, jużto przedstawiają-

---

[1]) Na tym ogólnym warunku potrzebnego ciepła opierają się gospodarskie czynności zabezpieczania jadła przez chłodzenie na lodzie lub w piwnicy i przez przegotowanie (por. § 33). (*Przyp. Autora*).

ca się jako pewien zasób wilgoci wśród powietrza, już też jako ciało, wprost ośrodkiem dla rozwoju życia będące. Właściwie pleśniom tylko wystarcza wilgoć w powietrzu i niektóre grzybki pleśniowe zdolne są do wyrastania w powietrzu na przedmiotach suchych, na skórze np., na twardem podłożu. Większość pleśni żyje na podłożach wielce wilgotnych, miękich (na gnoju np.) lub wprost na powierzchni wód, soków i roztworów. Spomiędzy grzybków rozszczepkowych niektóre formy wyrastają na wilgotnych, miękich podłożach (na gotowanych jarzynach i owocach np.), lecz ogromna większość tych grzybków, tak jak wszystkie grzybki pączkujące, dotąd poznane, żyje w cieczach lub w gnijących materyjach stałych napojonych zupełnie wodą czy wilgocią [1]).

Do poznanéj zatem powyżéj już zależności rozwoju danéj formy grzybkowéj od chemicznéj natury materyi (§ 37, 38), przybywa ważny, nieuchronny warunek wilgoci w ośrodku, t. j. obecność mniejszéj lub większéj ilości wody; zawartość wody w materyi, w mniejszym lub większym stopniu, jest warunkiem nader ważnym pod względem jakości osiedlających się saprofitów. Pod względem jakości grzybków rozwijających się najważniejszym jest przeto stopień zgęszczenia cieczy, w któréj rozwój się odbywa, lub stopień wilgoci ciała stałego, podlegającego rozkładowi na powierzchni lub we wnętrzu.

Najbardziéj nawet rozrzedzone roztwory dogadzają mało wybrednym grzybkom rozszczepkowym: woda poprostu, w któréj mała przymięszka materyi organicznéj jest rozpuszczona— gnije; płyn zazwyczaj mętnieje przytem, ale nawet wtedy, gdy mętów w nim nie dostrzegamy, staje się on już siedliskiem gnilnych żyjątek z grupy grzybków rozszczepkowych. Przy cokolwiek większem stężeniu rozpoczyna się sfera działalności grzybków pleśniowych, choć normalnie pleśni żyją tylko przy

---

[1]) Na odciąganiu wody zapomocą soli, chciwie wodę pochłaniających polega metoda zabezpieczania mięsa przez solenie (sól kuchenna) i peklowanie (z saletrą); podobną pochłaniającą rolę odgrywa cukier względem konserwowanych owoców, a mocny spirytus (alkohol) względem jarzyn i naukowych preparatów ze zwierząt. (*Przyp. Autora*).

znacznych stężeniach, na płynach gęstawych lub gęstych i wytrzymują w tym przeciwległym kierunku takie granice stężenia, przy których ich drobniejsza brać istnieć nie może. W średnich granicach stężenia mogą wyrastać wszelkie formy i wtedy to chemiczna natura roztworu najważniejszą gra rolę w walce pomiędzy różnemi grzybkami, z których najbardziéj warunkom odpowiadająca forma, lub kilka form różnych, zwycięży w konkurencyjnéj walce te liczne zaradzające się jednocześnie istotki, których rozwój nieco innych lub zupełnie odmiennych wymaga warunków.

Pomiędzy warunkami chemicznéj natury, sprzyjającemi tym lub owym żyjątkom, najbardziéj wydatnym i jedynie uogólnionym zaledwie być może [1]) warunek chemicznego oddziaływania (chemicznéj reakcyi) ośrodka, które może być kwaśnem lub zasadowem (alkalicznem), lecz które prawie zawsze w naturze graniczy z oddziaływaniem obojętnem. Pod tym względem ogólnie zaznaczyć można, że wszystkie niemal grzybki rozszczepkowe nie znoszą płynów kwaśnych [2]), żyją natomiast doskonale przy mniéj lub więcéj wydatnem oddziaływaniu zasadowem, odwrotnie, grzybki pączkujące giną przy najlżejszéj chociażby reakcyi alkalicznéj, a znoszą do pewnego stopnia reakcyją kwaśną; pleśni wreszcie jeszcze mniéj boją się kwaśnego oddziaływania, lecz niewiele tylko spomiędzy nich zdolnemi są żyć na podłożu o reakcyi zasadowéj.

40. *Źródła siły w życiu saprofitów.* Z wszystkiego, co dotąd było powiedzianem, wynika, że w granicach, o jakich po wyżéj mowa, życie mikroskopowych działaczy może się począć, gdy do ośrodka padnie odpowiedni zaród, lub—samo się

---

[1]) Zastrzedz należy, że od podanego tu—dla wprowadzenia czytelnika na właściwe tory — uogólnienia, zachodzą pewne, dość liczne wyjątki, z któremi jednak zapoznamy go na odpowiedniem miejscu. Tu chcemy ustanowić pewne linije wytyczne. (*Przyp. Autora*).

[2]) Na tem polega trzymanie mięsa w occie, gdy chodzi o to, aby kruszało: przy zalaniu zupełnem wodą kwaskowatą (z octem) pleśni nie mają podłoża, grzybki gnilne (bakteryje) rozwinąć się nie mogą, a o rozwoju pączkujących (drożdży) nie może tu być mowy. Podobnież i konserwy octowe z jarzyn i owoców. (*Przyp. Autora*).

rozumie — gdy odpowiednie, liczne naraz dostaną się zarody. Zarodem takim z jednéj strony może być owo najdrobniejsze ziarenko, które drogą owocowania powstawszy, zawiera w sobie skupione i utajone niejako warunki rozwoju, dzięki czemu ziarenko owo doprowadzonem zostaje do rodzicielskiéj formy, — wiemy już, że zarody grzybków, w téj formie, zowią się zarodnikami (sporami);—albo też, z drugiéj strony, zarodem życia może być jakakolwiek pojedyńcza forma, gotowe już żyjątko, przeniesione działaniem sił mechanicznych zewnętrznych (wiatru np.) do danego ośrodka. Jak o tem późniéj będziemy mogli się przekonać, żyjątka nasze posiadają wielką wytrzymałość życiową w warunkach niepomyślnych; nie tracą one wtedy jeszcze swéj zdolności do życia, do odżywania, gdy pozbawionemi koniecznéj będąc wilgoci, zeschną się i zasuszą— a następnie, rozkruszone wiatrem np. na wilgotne padną podłoże; odzyskują one wtedy zdolność życiową i mogą dać początek bujnemu rozplenieniu się na wdzięcznym nowym gruncie. O zaród więc wśród przyrody bardzo łatwo. Czy jednak samo wtargnięcie tego lub innego zarodu, przy odpowiednich nawet warunkach wystarcza, aby w materyi organicznéj zaraz powstało i rozwinęło się życie? Aby módz sobie dokładnie zdać sprawę z téj ważnéj bardzo kwestyi, należy uprzytomnić sobie—czem jest *życie* w ogólności? Nauka zdołała dowieść, iż życie jest ciągłą przemianą materyi w danym ustroju, jest pracą, w przyrodniczem znaczeniu tego słowa; do wykonania zaś wszelkiéj pracy potrzeba pewnéj dzielności, pewnéj siły, któraby na wykonanie pracy onéj zużytą być mogła. W życiu roślin zielonych (chlorofilowych), siłą taką są ożywcze promienie słońca, które pozwalają ustrojowi roślinnemu z prostych, nieorganicznych materyjałów budować najróżniejsze, najbardziéj złożone, w skład ciała roślinnego wchodzące związki. W życiu zwierząt, głównem a w obszernem znaczeniu i jedynem źródłem dzielności, która wydatkowaną zostaje na potrzeby życia — a właściwie na życie samo — jest utlenianie się części przyjmowanych pokarmów, to ciepło czy też siła ta, jaka powstaje przy spalaniu ich a przyswajaniu produktów spalenia (oddychanie). Wyżéj już (§ 35) mieliśmy sposobność powiedzieć, że pod ogólno fizyjologicznym względem saprofity zbliżają się do zwierząt. Zachodzi więc

pytanie, czy i pod względem źródła dzielności, która jest szafarzem sił żywotnych i życia wszelkiego podstawą, saprofity mikroskopowe zachowują się jak zwierzęta i tylko jak zwierzęta? Gdyby tak było w istocie, materyja organiczna byłaby dla zaludniających ją żyjątek najdrobniejszych, jedynie źródłem pokarmu, surowym jedynie materyjałem, którego przerobienie wymagałoby jeszcze nieodzownéj do tego siły; siłę tę żyjątka czerpaćby musiały—na wzór zwierząt,—w spaleniu częściowem, do czego potrzebny tlen zapewne z powietrza lub z roztworu (powietrze, jak wiadomo, rozpuszcza się w wodzie) otrzymywać by powinny. Tak żyje w istocie wiele bardzo saprofitów, tak żyją np. grzyby i normalnie rozwijające się pleśni. Jednakże to źródło energii życiowéj nie zawsze bywa dostępne: wiele bardzo rozkładów zachodzi przy małym tylko dostępie powietrza, lub nawet—w sztucznych między innemi warunkach, np. w atmosferze dwutlenku węgla lub w gazie azotnym, a nawet w atmosferze wodoru—zupełnie bez tlenu z atmosfery; w jednym i w drugim wypadku widocznem jest, że życie mikroskopowe rozwija się bez jego udziału, a przynajmniéj, że ta ilość tlenu, jaka tu z powietrza dostawać się może, nie jest wystarczającą na podtrzymanie bujnego życia saprofitów. Ten wzgląd już, a obok niego inne jeszcze, ze znajomości bijologii czerpane argumenty doprowadzają nas do wniosku, że rojące się w płynach istoty rozkładu, nietylko rozpuszczony w cieczy tlen na swój użytek pochłaniać mogą, lecz że w pewnych warunkach zadawalniają się tlenem, jaki z substancyi rozkładanéj wyciągnąć są zdolne, że przeto żyć i oddychać mogą tlenem nie atmosferycznym, lecz powstającym z rozkładu ciał organicznych, inaczéj: tlenem związanym, jak go chemicy i fizyjologowie w formie czynnika składowego cząsteczek złożonych zwykli nazywać. Wniosek ten jest nadzwyczaj ważnym z tego mianowicie punktu widzenia, że dotychczas widzieliśmy życie saprofitów jako przyczynę rozkładu materyi,—tutaj widzimy już rozkład ten jako warunek niekiedy niezbędny i do podtrzymania życia konieczny.

Ale nie dość na tem, aby powziąć przekonanie, iż rozłożony i z cząsteczki wydobyty tlen może służyć za pierwiastek utleniający w odżywianiu się saprofitów i dostarczać w ten sposób pewną—dostateczną dla nich lub może niedosta-

teczną na potrzeby tego energicznego życia—siłę. Nie jesteśmy jeszcze tym sposobem u końca w poszukiwaniu naszem źródła siły, bo jeśli tworzy się ona kosztem tlenu, który dopiero z złożonéj cząstki materyi organicznéj wyzwolić potrzeba, to przecież siły potrzeba pierwéj na samo wyzwolenie tego tlenu, na rozłożenie cząstki. Innemi słowy, jeśli przy oddychaniu kosztem wolnego tlenu, siła znajduje się w samych oto cząsteczkach tego gazu, w jego chemicznéj dzielności, w powinowactwie chemicznem, czy też — jeszcze prościéj się wyrażając—w zdolności spalania jaką pierwiastek ten posiada, gdy wchodzi w bliskie zetknięcie z materyją organiczną, to przy związanym tlenie, tego właśnie wolnego powinowactwa, téj energii swobodnego tlenu, któraby na pracę życiową zużytą być mogła, niema oczywiście wcale. Jeśli mamy obok siebie tlen wolny i ciało organiczne żyjące—potrzebna dla tego ostatniego dzielność znajduje się we własnościach tlenu. Gdy jednak żyjące ciało staje wobec materyi organicznéj, bez tlenu, —gdzież leży źródło siły, która doprowadza materyją do rozkładu, uwalnia z niéj tlen związany i tym sposobem stanowi potrzebny zapas dzielności, którego wydatkowanie mogłoby pokryć konieczny rozchód na objawy życiowe organizmów? Siły téj szukać należy w zapasie dzielności chemicznéj, nagromadzonéj w złożonych związkach organicznych, których kosztem saprofity żyją Związki te, na których wytworzenie zużytemi poprzednio być musiały siły przyswajania odpowiednich roślin czy zwierząt,—a ostatecznie pewien zapas dzielności przesłanéj ziemi przez słońce,—zawierają w sobie,—lub lepiéj może przechowują, — całą ilość wypotrzebowanéj na ich wytworzenie dzielności, a to pod formą napiętego niejako powinowactwa chemicznego. Wychodząc z zasady, że wszelka dzielność może przechodzić z jednéj swéj formy w inną, — np. ruch, w dźwięk lub ciepło,—łatwo sobie możemy wyobrazić, że otrzymanie z pierwiastków składowych związków organicznych, tak wysoko złożonych, jak te które ulegają psuciu się i t. p. wymaga zużycia na ten cel znacznych ilości ciepła, lub innéj —mechanicznéj np. — siły, że także i naodwrót, przy rozkładzie tych związków złożonych na pierwiastki, wytworzy się i na pozór powstanie pewna ilość ciepła, pewien zasób ruchu (siły mechanicznéj), lub inna jaka energija, ściśle odpo-

wiadająca i równa téj ilości, jaką poprzednio na wytworzenie cząsteczki zużyć wypadło. W złożonéj więc cząsteczce znajduje się w takim razie ukryty niejako ten zasób zużytéj na jéj wytworzenie dzielności i możliwem jest, że w pewnych warunkach nastąpi rozkład pracowicie złożonego związku i wyzwolą się utajone siły, dawniéj na wykonanie téj pracy chemicznéj zatracone. Warunkiem takim jest właśnie wtargnięcie do danego ośrodka a następnie wykiełkowanie zarodu saprofitycznéj istotki, o którym na początku niniejszego ustępu była mowa. Przeniesienie się zarodu wystarcza do rozpoczęcia dzieła rozkładu, rozkład ten daje pewien zasób dzielności; ta znów stanowi zasadę i punkt wyjścia do rozwoju życia i t. d. Zaród więc jest pierwszą przyczyną w zjawiskach, o którychtu mowa; daléj już życie i rozkład w nierozerwanym ze sobą postępują związku i we wzajemnéj od siebie znajdując się zależności, stanowią nierozerwany szereg przyczyn i skutków, który—teoretycznie, rozumie się—skończyćby się musiał wyczerpaniem, pożarciem niejako całéj ilości materyi i wszelkiéj zawartéj w niéj dzielności.

41. *Bliższe określenie natury rozkładu.* Jeśli powyżéj, przy rozpatrywaniu źródła dzielności, wytwarzającéj się przez rozpad cząstki chemicznéj wogóle, mówiliśmy o tworzeniu się związków organicznych z odnośnych pierwiastków i o rozkładzie ich na pierwiastki, uczyniliśmy to tylko w celu prostego przedstawienia i niezagmatwania pojęcia o źródle owéj siły. W saméj jednak rzeczy związki złożone roślinne i zwierzęce nie powstają wśród przyrody z pierwiastków; lecz przeważnie z mniéj złożonych związków jak dwutlenek węgla, woda i t. p. [1]), a w każdym razie rozkład ich nie dochodzi nigdy do zupełnego rozszczepienia związku na pierwiastki, lecz zatrzymuje się na różnych stopniach rozpadu złożonéj cząstki na mniéj złożone, ostatecznie zaś na najprostsze cząstki złożone,

---

[1]) Czy przy wytwarzaniu się związków roślinnych wśród żyjącego ustroju odbywa się rozszczepienie na pierwiastki jest rzeczą niewyjaśnioną, ale chociażby zjawisko przechodziło przez taką fazę, może mieć ona znaczenie przejściowe tylko i stanu rzeczy zupełnie to niezmienia.

(*Przyp. Autora*).

na te same mianowicie, z których powstają roślinne związki. Wyjątkowo wydzielają się w niektórych wypadkach drobne ilości pierwiastków jak wodór, azot lub tlen. Że rozkład materyi niedosięga ostatecznych szczebli możliwego rozszczepienia się na pierwiastki, okoliczność ta nie zmienia w niczem ogólnego położenia, jakie zarysowaliśmy pod względem czerpania siły przez istoty żyjące na potrzeby życia; jakość źródła siły pozostaje tą samą; zmienia się przez to tylko ilość siły, jaką rozkładająca się cząsteczka dostarczyć przy rozkładzie swym jest w stanie. Ilość dzielności przy niezupełnym rozkładzie oczywiście jest mniejszą, niżby była w razie zupełnego rozpadu cząsteczki na pierwiastki składowe. Stąd oczywiście wynika, że jeśli rozkład bardziéj złożonéj cząstki związku chemicznego na cząstki bardziéj proste, może być i jest w rzeczy saméj źródłem siły dla życia saprofitów, to dzielność chemiczna — czy odpowiednia jéj, inaczéj wyrażona dzielność— nowych cząsteczek, otrzymanych w skutek rozkładu, musi być mniejszą od dzielności, jaka ukrytą jest w cząsteczce pierwiastkowéj, rozkładającéj się materyi. Część dzielności spotrzebowaną być musi na potrzeby życiowe niszczyciela. Otóż, w rzeczy saméj, przy wszystkich zjawiskach rozkładu materyi organicznéj, które nas tu zajmują, ogólnym jest faktem, że dzielność zawarta w produktach rozkładu mniejszą jest od dzielności téj materyi, z któréj produkty te powstały. Na mierzenie téj dzielności, jaką przedstawia pewne ugrupowanie atomów w chemicznéj cząsteczce, a która przy rozpadnięciu się cząsteczki częściowo tylko zostaje uwolnioną—gdyż część dzielności pozostaje jako nasycone powinowactwo chemiczne w nowo utworzonych, przy rozkładzie powstałych cząsteczkach, — istnieje w nauce wysoce ścisły i prosty teoretycznie sposób: dzielność każdego związku chemicznego mierzy się ilością ciepła, jaka powstaje przy spalaniu danéj (cząsteczkowéj) wagi tego związku. Wówczas dzielność, aż dotąd ukryta jako siła chemiczna związku, przechodzi w inną formę dzielności, w ciepło mianowicie, a wydzielone przy spalaniu ciepło możemy mierzyć naukowemi środka-

mi (kalorymetryja [1]). Powyższe więc nasze twierdzenie, określające stosunek dzielności w materyi organicznéj, która się rozkłada pod wpływem życiowéj działalności saprofitów, przed jéj rozkładem i po nim, — możemy wyrazić inaczéj jeszcze, w zmienionéj nieco formie: ciepło spalenia produktów rozkładu zawsze jest mniejszem od ciepła jakie daje spalenie rozkładającego się związku. W téj to ostatniéj właśnie formie prawda, określająca stosunek dzielności, najczęściéj bywa w nauce wypowiadaną [2]). Obojętnem jest zresztą, w jaki sposób wyrażoną zostanie ta prawda, chodzi nam tylko o sam fakt zatracenia, zużycia niejako, przy rozpatrywanych zjawiskach pewnéj ilości sił, pewnego zasobu dzielności, jaki w organicznéj materyi złożony został pod wpływem życia tego lub owego organizmu. Fakt ten jest ogólnem zjawiskiem i zjawiskiem nieodzownem, gdyż rozwój żyjątek w danym ośrodku spotrzebowywać musi pewien zasób dzielności, a niema najczęściéj w przebiegu dokonywającego się zjawiska innego źródła siły nad siłę chemicznego powinowactwa atomów, składających złożoną cząsteczkę ciała organicznego.

42. *Objawy cieplne.* Przy wielu bardzo zjawiskach rozkładu materyi, połączonych z rozwojem życia saprofitycznego, występuje często bardzo inny jeszcze, namacalny, zasługujący na uwagę objaw; jest nim mianowicie zagrzewanie się rozkładającéj się—czyli fermentującéj, jak wtedy mówić zwykliśmy—masy, zagrzewanie tem łatwiejsze do uchwycenia, im masa owa bardziéj jest gęstą lub skupioną, w rzadkich zaś roztworach nieuchwytne; — zjawisko to wydzielania się ciepła

---

[1]) Niechcąc odstępować od przedmiotu, musimy tu się ograniczyć na niezrozumiałéj może dla większości czytelników krótkiéj zaledwie wzmiance, w przedmiocie zmian w formie dzielności. Chcących bliżéj wniknąć w zajmującą dziedzinę zamiany jednéj energii na inną jéj formę, odsyłamy do podręczników fizyki i dziełek popularnych w tym przedmiocie.

(*Przyp. Autora.*)

[2]) Tożsamość obu form wyrażania jednéj i téj saméj prawdy, odnośnie do zjawisk rozkładu, okazaną jest na cyfrach w wypadku fermentacyi alkoholowéj, w odsyłaczu następnego §, str. 76--77. (*Przyp. Autora*).

w podobnych warunkach znanem było niewątpliwie od czasów najdawniejszych: z jednéj strony bowiem łacińska nazwa „fermentatio“ (od fervere = wrzeć, gotować się, kipieć) dowodzi dawności spostrzeżeń we względzie związku rozkładu z wydzielaniem ciepła, z drugiéj zaś strony ludowe pochodzenie wyrazów i pojęć odnoszących się do procesu pędzenia wódki ze zbóż i ziemiopłodów w naszéj mowie i w innych (jak np. gorzelnia, gorzałka [1]), gorzelnictwo, gorzelany i t. p., niemieckie Brandwein, Spiritusbrennen, Brennerei i t. d.) wyraźnie dowodzi, jak powszechnie pojęcie zmiany w materyi (w zacierze) jednoczy się w umysłach obserwatorów, z pojęciem wytwarzania się ciepła.

Bliższe poznanie zjawiska ze strony naukowéj uczy nas, że źródłem ciepła w tych wypadkach jest to samo wyzwolenie się i przeobrażenie dzielności, ukrytéj w chemicznych własnościach związku rozkładowi podlegającego, które daje organizmom siłę potrzebną do życia, że—innemi słowy—dzielność, uwalniająca się przy rozkładzie materyi, o ile nie zostaje obróconą na potrzeby życiowe istoty saprofitycznéj, o tyle w całości lub w części wydzielać się może jako ciepło. Powinowactwo chemiczne, będące pewną formą, pewnym objawem dzielności w ogólnem jéj rozumieniu, zamieniając się tedy na inną formę dzielności, może się zamieniać tak dobrze na życie istotek drobniutkich, jak i na ciepło, które wyraźnie zapomocą zmysłów odczuć możemy. O ile wydzielanie się ciepła przy różnych przebiegach rozkładu rozmaitych związków i ciał w naturze jest zjawiskiem stałem, o ile zachodzi ono przy pewnych tylko przemianach bardziéj energicznych,—dotychczas jest rzeczą niezbadaną. Prawdopodobnem się jednak wydaje, że przy wszelkich warunkach rozkładu złożonéj cząsteczki organicznéj, spowodowanego przez istoty żyjące, część dzielności tylko idzie na potrzeby życiowe, na życie

[1]) Gorzeć = palić się; pochodne od tego samego pierwiastku wyrazy: gorąco, grzać, zagorzały, pogorzel i t. d., więcéj niż prawdopodobnem nam się wydaje, że fermentacyja u ludu dawniéj nosiła nazwę „gorzenia“ i że wyraz ten dopiero przez nazwę łacińską został z użycia wyrugowany.
(*Przyp. Autora*).

owych istot, a mniéj lub więcéj znacząca cząstka wyzwala się jako ciepło. Im różnica dzielności między chemiczną siłą powinowactwa materyi nierozłożonéj a powinowactwem w produktach rozkładu jest większą, czyli—innemi słowy—im większą jest różnica w cieple powstającem ze spalenia pierwszéj a ostatnich, lub jeszcze krócéj się wyrażając—im więcéj przy rozkładzie skonsumowanem zostało dzielności,—tem więcéj oczywiście jest materyjału, aby obok życia mogło kosztem téj dzielności rozwinąć się jeszcze i ciepło. Takie, wielką ilością zużytéj dzielności odznaczające się rozkłady odbywają się szybko zazwyczaj i energicznie (por. § 45). Do najbardziéj energicznych, stąd więc najdawniéj znanych, a z tego po części powodu i najlepiéj naukowo zgłębionych procesów rozkładowych należy energiczna przemiana materyj cukrowych (naukowo wodanów węgla) na spirytus czyli alkohol, zachodząca pod wpływem drożdży. Wedle obliczeń termochemii, dziesiąta część, mniéj więcéj, z całkowitéj dzielności, jaką przedstawia cząsteczka cukru (glukozy), zatraca się przy fermentacyi, t. j. rozpadzie jéj na spirytus (alkohol) i kwas węglany (dwutlenek węgla); pozostaje około $^{9}/_{10}$ tylko pierwotnéj dzielności [1]). Przy tak znacznym ubytku, przy tak energicznym rozkładzie, obok wzrastania i rozradzania się drożdży samych, wyraźne zachodzi wydzielanie się ciepła, wyraźne zatem i sprawiedliwie nazwane gorzenie. Podobnych zjawisk rozkładu, którym towarzyszą objawy cieplne zaznaczyćby można dość wiele. Dobrze znanem, między innemi, jest znaczne podwyższenie się temperatury w kupkach gnijących traw, nawozu bydlęcego (obornika),

---

[1]) Podług obliczeń Berthelota,—por. Essai de mécanique chimique, t. II, p. 55—58.—dzielność cząsteczki glukozy wyrażona w jednostkach cieplnych (ciepłostkach) jako ciepło spalenia wagi cząsteczkowéj (180 gr.) wynosi 713 ciepłostek; dzielność alkoholu, powstającego z téj ilości glukozy obok dwutlenku węgla, którego ciepło spalania równa się zeru, gdyż jest on związkiem nasyconym, produktem spalenia,— wyraża się cyfrą 642 ciepłostek, a więc o 71 ciepłostek mniéj. (Rachunek ten pomija uboczne produkty rozkładu (por. § 48.), ale nie zmienia to jego zasady i wprowadzenie do obliczeń nieznacznych procentów gliceryny i kwasu bursztynowego nie zmieniłoby zupełnie wyniku ostatecznego w teoretycznym rachunku, ograniczającym się na grubych, przybliżonych cyfrach kalorymetrycznych). Dla wtajemniczonych w zasady termochemii podajemy tutaj oparty na cyfrach

lub śmieci, zwłaszcza jeśli te są wilgotne i na wpływ powietrza wystawione, temperatura dochodzić może do tego, że do wnętrza podobnych gnojowisk czy śmietników trudno włożyć rękę, bez narażenia jéj na dotkliwe czasem oparzenie. Proces rozkładu wilgotnéj trawy lub siana i t p. odbywa się wtedy nader szybko i energicznie, a produktem rozkładu są prawie wyłącznie gazy, dwutlenek węgla, amonijak i para wodna, daléj woda w stanie ciekłym i wreszcie... popiół, t. j. części mineralne. Takie szybkie i zupełne zgnicie materyj organicznych zowie się paleniem ~~gnilnem~~ (éremacausie, — Verwesung); — pod działaniem jakich mianowicie organizmów odbywa się takie energiczne utlenianie materyi, nie jest dobrze wiadomem, wszelkiego rodzaju żyjątka, nawet istoty wyższe, t. j. ustroje zwierzęce (gąsienice owadów, robaki), łączą się wtedy zazwyczaj w wspólnem niejako dziele szybkiego zniszczenia; — tuż obok nich działają jednak grzybki, aż do najdrobniejszych w szeregu znanych istot najniklejszych.

43. *Ścisłe określenie przedmiotu.* W § 37 zatrzymaliśmy się pokrótce nad stosunkiem materyi w zjawiskach, o których mowa, w poprzedzających kilku ustępach (§§ 40—42)

---

dowód, że wszystko jedno jest: brać za podstawę do wyrażenia dzielności połączeń chemicznych przed i po fermentacyjnym rozkładzie ciepło spalenia tych i owych związków, czy też ciepło wytworzenia ich z pierwiastków (§ 41), przedstawiające zużywanie dzielności atomów (pod postacią wydzielanego ciepła) przy utworzeniu połączenia. Oczywiście tylko, że gdy energija wyrażona jako ciepło spalenia przedstawiać będzie przewyżkę na korzyść cukru (znak +), to przy zestawieniu dzielności, wyrażających odnośne ciepło tworzenia się połączeń, cyfryczna przewyżka będzie na korzyść dwutlenku węgla i alkoholu, t. j. cyfra w równaniu wypadnie z odmiennym znakiem (znak —). Dla ciepła spalenia równanie termiczne będzie, jak wyżéj: 713 — (2 × 321) = + 71; biorąc zaś cyfry, stanowiące ciepło wytworzenia się, podane w przytoczonem dziele Berthelota, a mianowicie: dla 180 gr. cukru 265, dla 46 gr. alkoholu 74, dla 44 gr. CO_2 = 94 cal., otrzymujemy w tym samym kierunku zestawione równanie: 265 — [(2 × 74) + (2 × 94)] = 265 (148 + 188) = — 71; gdy weźmiemy cyfry termiczne z innych źródeł, a mianowicie ciepło tworzenia się cukru 269 (Naumann), alkoholu 70,5 (Berthelot, C-tes R-us 1880, 91 p. 738), dwutlenku węgla (Favre i Silbermann) 97 cal., wówczas otrzymujemy 269 — (141 + 194) = — 66, a więc cyfrę jeszcze bardzo bliską do wynalezionéj poprzednio. (*Przyp. Autora*).

wyjaśniliśmy stosunek kinetyczny, t. j. stosunek dzielności, siły, przy dokonywającéj się przemianie. Obecnie, reasumując wszystko to, co dotąd powiedzianem było, w jednę całość, możemy scharakteryzować w mowie będące zjawiska, jako takie, przy których z żywego zarodu żywa powstaje materyja kosztem innéj, w innym organizmie poprzednio wytworzonéj materyi organicznéj, a właściwa téj ostatniéj materyi dzielność, ukryta pod postacią chemicznego nasycenia jéj cząstek (molekuł), zostaje w części wydatkowaną t. j. zamienioną jużto na życie istot, już też na ciepło. Takiem jest najogólniejsze określenie zjawisk, o których tu mowa; wszystkie więc zjawiska téj kategoryi i tylko téj kategoryi zjawiska zajmować nas tu będą, a raczéj zajmować nas powinny.

Co się zaś tyczy zamiany części dzielności chemicznéj substancyi pierwotnéj na życie grzybków rozkładu, to na tem miejscu koniecznie zaznaczyć i podkreślić musimy, że jeśli w § 40 w celu stopniowego wyrozumowania wraz z czytelnikiem, jakie może być źródło siły w życiu naszych mikroskopowych działaczy, wzięliśmy za przykład te wypadki, gdy tlen z powietrza nie może mikroskopijnego życia zasilać,—uczyniliśmy to jedynie w celu łatwiejszéj argumentacyi. Nie znaczy to bynajmniéj, że tylko żyjątka bezpowietrzne korzystają z dokonywającego się rozkładu materyi, aby konieczną dzielność dla życia swego w nim znaleść. Bynajmniéj! Rojące się w gnijących na powietrzu cieczach lub rozpleniające się na powierzchni wilgotnych przedmiotów gnijących, drobne żyjątka, również ściśle w swym bycie związanemi są z dokonywającym się rozkładem materyi, wśród któréj i kosztem któréj żyć mogą. Że nie zachodzi żadna wybitna pomiędzy organizmami, tak a inaczéj oddychającemi różnica, przekonamy się najlepiéj w dalszym ciągu, gdy ujrzymy żyjątka, które z mniejszą lub większą łatwością ten i tamten tryb życia przyswajać sobie mogą, które zawsze jednak potrzebują téj dla życia dzielności, jaka przez rozkład materyi się oswobadza, którą w części zużytkowują a w części na wydzielenie pod postacią ciepła pozostawiają. W obszernem, w najobszerniejszem rzec więc można znaczeniu, że jeśli wynikiem teoryi witalistycznéj jest twierdzenie: niema rozkładu materyi bez życia, to i odwrotnie powiedzieć należy, że i życia niema bez rozkładu. Jeśli w § 38 pozna-

liśmy wzajemną zależność istoty rozkładającéj od materyi, w któréj żyje i działa, to zależność tę należy rozumieć nietylko jako zależność we względzie materyi, mogącéj być odpowiednim pokarmem, lecz i we względzie dzielności cząstek chemicznych, ową materyją składających, mogącéj utworzyć odpowiednie źródło siły. Zależność życia i rozkładu nawzajem od siebie jest nadto nietylko okolicznościowa, ale i przyczynowa; jedno potrzebuje drugiego, aby daléj trwać mogło, a wzajemna ta przyczynowość pobudza nas do tem pilniejszego badania zjawisk z obu stron, a mianowicie z bijologicznéj i chemicznéj strony, naraz i w najściślejszéj łączności jednéj strony z drugą.

44. *Spalanie materyi i rozkład.* Natura zjawisk, które nas tu zajmują, powoli zarysowała się przed nami w dość wyraźnych, ogólnych konturach. Przyswoiliśmy sobie zasadnicze pojęcia, odnoszące się do bytu żyjątek, rozkładających ciała żywéj—żyjącéj tak dobrze jak nieżyjącéj — przyrody. Nie potrzebujemy chyba specyjalnie się rozwodzić nad tem, że i pasorzyty na żywem podłożu byt swój na tych samych opierają zasadach. Aby jednak dostatecznie jasno w przedmiocie tym się oryjentować, musimy teraz porównać ogólnie działalność żyjątek rozkładu, do nierozkładających na pozór materyi, lecz spożywających ją tylko saprofitów (§ 34).

Bierzmy naprzykład działalność pleśni. Z niteczek delikatnych składająca się tkanka grzybków pleśniowych zagłębia się, tworząc bujne sploty, w ośrodek, z którego czerpie pożywienie. Komórki tkanki téj (grzybni), jak wogóle komórki istot żywych, wsysają pokarm, przechodzący (przesiąkający, osmozujący) przez błonę komórek i tu już odbywa się przyswojenie, chemiczna zmiana przyjętego pokarmu. Produktami dokonanego zniszczenia materyi pożywnéj, prócz utworzonéj tkanki grzybka, głównie są: dwutlenek węgla i woda a obok tego małe ilości pobocznych niekiedy produktów, które albo, w gazowym będąc stanie, mogą się ulatniać (amonijak), albo też wydzielane zostają napowrót do płynnego czy półpłynnego środka. Gorzkawy smak, pozostający po życiu wielu pleśni, spowodowany jest takiem właśnie wydzielaniem. Ilość tych wszakże, wyprodukowanych przy przemianie pokarmu, substancyj jest nieznaczna i ogólnie scharakteryzować można tego rodzaju zjawisko życia saprofitów, jako takie, przy którem ma-

teryi w ośrodku widocznie ubywa; a grzybek, raczéj ją zjada, powiedzielibyśmy, niż chemicznie zmienia. Że zaś kosztem ubywającéj materyi powstają głównie woda i dwutlenek węgla, będące jak wiadomo produktami spalenia, przeto fizyjologiczną czynność takich grzybków możemy oznaczyć jako spalanie materyi organicznéj. Spalanie to z rozmaitą może odbywać się szybkością,—zawsze jednak ilość spożytéj, spalonéj materyi, w prostym znajduje się stosunku do wzrostu i pomyślnego stanu pleśniowego grzybka. Organizmy takie, w przeciwieństwie do znanych nam już cokolwiek istot, rozkładających materyją, możemy nazwać żyjątkami spalenia.

Nie tak prostem jest życie istotek rozkładu. Istoty te, jak późniéj zobaczymy, mogą czerpać nietylko pokarmy gotowe, mające zdolność przechodzenia, przesiąkania przez błony zwierzęce lub roślinne (osmotyczne), lecz mogą sobie tą, lub inną drogą pokarm taki z nieosmotycznéj przygotowywać substancyi. Rozkład materyi koniecznym jest w wielu razach, ze względu na możliwość karmienia się istoty rozkładu. Przemiana zaś téj materyi w utleniającym kierunku czyli częściowe jéj spalenie, bynajmniéj nie jest konieczną; obok tego rodzaju przemian nierzadkiem jest zjawisko wprost przeciwne, zjawisko odtleniania,—przyczem tlen idzie na potrzeby asymilacyi pokarmów wewnątrz istotek, a wydzielają się produkty takie jak azot, wodór, siarkowodór, fosforowodór, gaz błotny i t. p. W ogólnym wprawdzie porządku przyrody połączona działalność istot rozkładu doprowadza nakoniec do utlenienia wszystkiéj materyi, do zupełnego spalenia, lecz dzieje się to całym szeregiem przemian a nie pojedyńczą przemianą; przetworzenie takie osiąga się działalnością wielu różnych, zazwyczaj kolejno pracujących, form rozkładających i spalających, a nie dokonywa się pod działaniem jednego jestestwa, jak to widzieliśmy przy wykwicie pleśni.

Najpospolitszym w przyrodzie objawem i najpowszechniejszemi pomiędzy różnemi objawy rozkładu są zjawiska niezupełnego, połowicznego niejako, a stopniowo coraz daléj zachodzącego utleniania, powolnego spalenia materyi. Objaw ten nazywamy gniciem, a stosunkowo od dawna już uznana w nauce prawda, że gnicie jest powolnem spaleniem, w tem

mianowicie znaczeniu pojmowaną być winna. Mówimy tu o gniciu na powietrzu. Gnicie zaś czyli psucie się substancyi bez dostępu powietrza (jako przykład służyć może psucie się jaj) odwrotnie, polega na rozkładzie, dającym rozliczne produkty odtleniania (redukcyi): cała niemal ilość znajdowanego w materyi (w jajach) tlenu, dostaje się na pastwę, na potrzeby chemicznego przyswojenia pokarmu, niszczącym organizmom.

45. *Zjawiska gnilne i fermentacyjne.* Ważną bardzo okolicznością, któréj niewolno nie mieć na uwadze, jeśli się chce uniknąć fałszywych zapatrywań i wniosków, jest to, że nietylko przy utleniających działaniach lecz i przy objawach odtleniającego rozkładu materyi wydzielać się mogą i muszą produkty spalenia, dwutlenek węgla i woda, w różnéj coprawda w rozmaitych wypadkach ilości. Pamiętać bowiem o tem należy, że warunkiem życia, ze względu na dostarczanie dzielności, jest rozkład materyi (§ 40), że rozkład ten musi dawać związki z mniejszą dzielnością, o mniejszem cieple spalenia (§ 41) i że związkiem przedstawiającym najmniejszą, bo w tym wypadku równą zeru, energiją spalenia, jest produkt spalenia, dwutlenek węgla. Im więcéj tego produktu (a również i wody, o któréj tu wszakże mówić nie będziemy, gdyż wystarcza zupełnie zwrócić uwagę na produkt spalenia węgla, którego stan gazowy łatwo pozwala ocenić przebieg zjawiska w życiu powszedniem, bez stosowania środków naukowych) w danym wypadku rozkładu tworzy się, tem więcéj wyzwala się energii, tem obfitszem jest jéj źródło dla życia, tem wyższem wydzielające się ciepło. Ilość wyprodukowanego gazu, będącego dwutlenkiem węgla, daje niejako normę intensywności, stopnia natężenia rozkładu pod względem dynamicznym czy kinetycznym, t. j. pod względem dokonywającéj się zamiany form energii.

Niezależnie od tego, chemiczno-molekularnego źródła, które dostarcza produktów spalenia, innem źródłem, a tutaj współcześnie występującem, jest życie organizmów rozkładu. Jakkolwiek praca przyswajania w wypadkach życia bez udziału powietrza nieporównanie mniejszą być może niż przy napowietrznem życiu istot rozkładu, to jednak i przy tych warunkach zmiana jakiéj pokarm przyswajany ulega, warunkuje się niejako wydzieleniem pewnéj, małéj choćby ilości dwutlenku węgla (i wody).

Wydzielania więc tego produktu bynajmniéj poczytywać nie należy za oznakę zjawiska utleniania; przeciwne pojmowanie prowadzi do rażących i niedających się usunąć sprzeczności w rozbiorze zjawisk, o których tu mowa.

Zjawiska, bardzo energicznie się dokonywające, t. j. posiadające wielką intensywność kinetyczną, o któréj wyżéj dopieroco wspomnieliśmy, — inaczej: zjawiska, przy których powstaje znaczna ilość gazowego dwutlenku węgla, a jednocześnie przez to samo (§ 42) i wielka ilość ciepła,—odróżniane bywały dawniéj i dotychczas jeszcze częstokroć są oddzielane, jako zjawiska fermentacyi [1]), gdy inne zjawiska rozkładu pospolicie określano ogólnie jako zjawiska gnicia, lub psucia się. Wprawdzie, jak wspominaliśmy, od czasu rozwoju witalistycznéj teoryi obejmują uczeni ogół zjawisk we wspólną grupę: les fermentations, — Gährungserscheinungen, gdzie gnicie jako putréfaction, Fäulnissgährung szeregowe tylko zajmuje miejsce, ale dotąd jeszcze tak w specyjalnych jak i niespecyjalnych dziełach, przeciwstawiają często objawy fermentacyjne, gnilnym procesom rozkładu [2]).—Z naukowego tymczasem punktu zapatrywania, fermentacyje mają tę samą zupełnie podstawę i zasadę bytu (jeśli tak wyrazić się można), co i zjawiska gnicia lub innego rozkładu, gdyż wszystkie one podchodzą pod ogólne określenie, powyżéj (§ 43) dla zjawisk naszych ustanowione. Pasteur zupełnie w innem znaczeniu pojmował i odróżniał „właściwe fermentacyje“ od innych rozkładów i fermentacyjom tym, dokonywającym się bez powietrza przeciwstawiał rozkład, polegający na utlenianiu. Teoryją jego aerobijozy i anaerobijozy zajmiemy się późniéj, gdy z samemi organizmami i z fizyjologicznemi zasadami ich działalności będziemy choć trochę obeznani. Tu chodziło nam tylko o ogólne zarysowanie wa-

---

[1]) Por. § 42, porównanie fermentacyi z wrzeniem, kipieniem czy burzeniem się, przebijające się w nazwie zjawiska, polegało nietylko na poczuciu ciepła, lecz i na wydobywaniu się pęcherzyków gazu, jak podczas wrzenia. Bezwątpienia i spalenie gnilne np. otrzymałoby nazwę fermentacyi, gdyby objaw rozkładu nie zachodził w powietrzem otoczonéj masie, a nie w płynie. *Przyp. Autora.*

[2]) Por. np. Zopf, Spaltpilze.— Wrocław, 1883, p. 31.

runków i okoliczności, towarzyszących zjawiskom witalistycznego rozkładu, jakąkolwiekby być mogła jego natura.

46. *Metoda w traktowaniu przedmiotu.* Z dotychczasowego przeglądu a zwłaszcza z tego, co w §§ 34 i 44 było powiedzianem, zdawaćby się mogło, że pomiędzy organizmami spalającemi materyją, których typem niejako uczyniliśmy grzybki pleśniowe, a organizmami rozkładającemi ją (stopniowo), jak drożdże lub bakteryje, istnieje wyraźnie zarysowany przedział fizyjologiczny. Tak jednak bynajmniéj nie jest. Jak wszędzie w przyrodzie, tak i tu, są liczne przejścia i stopniowania bardzo subtelne. Z jednéj strony, pomiędzy pleśniami np. istnieją formy, zdolne do charakterystycznego rozkładania materyi, zachowujące się w tym względzie jaknajzupełniéj podobnie do typowych rozkładaczy jakiemi np. są drożdże; z drugiéj strony między grzybkami rozszczepkowemi istnieją liczne bardzo, — między pączkującemi dotąd nic stanowczego w tym względzie nie wykryto—formy, których życie na wzór tego, jak u pleśni, raczéj spalenie materyi niźli jéj rozkład sprowadza. Takiemi są różne t. z. pigmentowe czyli wytwarzające barwnik, paciorkowate (Micrococcus) i pałeczkowate (Bacterium) formy, których hodowlę dość łatwo na kartoflu lub marchwi otrzymać, a wtedy obserwować można powolne niszczenie materyi, takie jak pod wykwitem pleśni. Co więcéj, rozkładacze obu działów botanicznych, t. j. formy drożdżowe i bakteryjalne, mogą w pewnych warunkach tracić zdolność do wywoływania rozkładu materyi, a także mogą w odpowiednio do tego celu dobranéj substancyi, —która, będąc dla nich pożywną, nie przedstawia jednak materyjału do takiego rozkładu, jaki w innym związku chemicznym życiu ich towarzyszy,—zamiast substancyją tę rozkładać, powoli ją spalać, mogą żyć w niéj i rozwijać się pomyślnie, niesprowadzając widocznéj, głębszéj zmiany, mogą żyć i rozmnażać się zupełnie jak pleśni i inne spokojne saprofity. Ta ostatnia możliwość dowiedzioną jest od czasu, jak Pasteur zdołał prowadzić hodowlę zwyczajnych piwnych drożdży, dając im w roztworze cukier mleczny, zamiast cukrów trzcinowego lub owocowego; w tych ostatnich następuje koniecznie fermentacyja alkoholowa, gdy w cukrze mlecznym zachodzi wyczerpywanie

materyjału, spalenie, obok powolnego rozwoju typowéj formy drożdżowéj.

Wobec tak przez przyrodę niejasno ustanowionych granic, wobec ciemności chemicznéj strony zjawisk a niezupełności poczynających się dopiero bijologicznych dociekań nad przedmiotem (§ 38), zachodzi poważna rzeczywiście trudność bliższego przypatrzenia się rzeczywistemu przebiegowi zjawisk, w szczegółowych rozmaitych formach i wypadkach rozkładu, gdy się chce takiemu bliższemu poglądowi nadać pewien systemat, ująć go w pewne naukowe ramy. Gdyby bijologija o tyle była posuniętą, iżby nam mogła przedstawić mniéj lub więcéj pełny, ale jako-tako dobrze opracowany szereg form, różnym towarzyszących przemianom i gdyby przy kolejnym opisie form tych można było zarazem podać fizyjologiczne ich własności, byłby to najwłaściwszy wykład przedmiotu, który nas tu zajmuje. Tak jednak nie jest i nietylko zastęp licznych działaczy najdrobniejszych gdzieniegdzie dopiero i urywkowo tylko może być bijologicznie odsłoniętym, lecz nadto urywkowe te nasze wiadomości bijologiczne niezawsze odpowiadają fizyjologicznym danym; szczerby w poznaniu fizyjologii wypadają często tam, gdzie bijologija czegoś się dowiedziała i odwrotnie, chemiczne i fizyjologiczne dane znajdujemy tam, gdzie ciemno zupełnie jest ze znajomością strony bijologicznéj. O systemacie zjawisk czysto chemicznym, mowy dziś w nauce być nie może.

Przy naszem rozpatrzeniu przedmiotu trzymać się więc musimy tymczasowego, eklektycznego systematu. Zbadamy najpierw bijologiją ogólną, aby następnie zrozumieć stronę fizyjologiczną samego rozkładu; przejdziemy ogólne własności fizyjologiczne opisanych i poznanych poprzednio istot, o ile własności te wpływają na rozkład materyi, aż nakoniec zatrzymamy się nad różnemi, chemicznie i bijologicznie odrębnemi zjawiskami rozkładu, jak je w przyrodzie napotykamy; o tych, spomiędzy ogromnego ich szeregu, które cokolwiek zostały rozpoznane, powiemy to, co w grubych rysach, bez wchodzenia w szczegóły da się powiedzieć.

Przedtem jednak musimy wyjaśnić niektóre punkty, które mogłyby nasuwać wątpliwości i w tym celu uczynić dwa konieczne zastrzeżenia.

47. *Zastrzeżenie co do kierunku badania bijologicznego.* Naukowe badanie i ugrupowanie danych, odnoszących się do grzybków najdrobniejszych, ze względu na ich własności jako istot żyjących, odbywa się dotąd w bijologii na tych samych ogólnych zasadach, jakiemi posługuje się ta opisowa nauka przyrodnicza, gdy chodzi o poznanie pewnego szeregu istot zbliżonych, mających niezaprzeczone cechy wspólne, a przedstawiających przytem pewne zewnętrzne różnice. Czy jednak i o ile takie traktowanie działu grzybków najdrobniejszych i stosowanie do nich pojęć, urobionych przy badaniu daleko wyżéj stojących ustrojów, właściwem jest i zasadnem,—jestto rzeczą jeszcze wysoce wątpliwą.

Tak samo jak w całéj dziedzinie zoologii oraz botaniki, chcemy podporządkować rozmaite napotykane formy drożdży lub grzybków rozszczepkowych w pewne gatunki i rodzaje, które daléj łączyćby można w rodziny, pokrewieństwa, rzędy i t. d. Podstawowe jednak pojęcie gatunku w bijologii, uprawnione zupełnie, gdy chodzi o rozpatrywanie stosunku przyrodzonego rozmnażających się i podobne potomstwo wydających istot wyższych, jakkolwiek koniecznem jest dla celów poznania przyrody i dającem się stosować do całego niemal świata żyjącego, jest bądź co bądź pojęciem sztucznem. Na najwyższych bowiem już szczeblach wśród zwierząt i roślin, zachodzą komplikacyje krzyżowania się odmian, zacierających się jako odmiany, a występujących jako gatunki, lub odwrotnie; wynikają kwestyje metysów i hibrydów i t. p., które urągają najbardziéj skrupulatnemu oznaczeniu granic, gdzie kończy się rasowa czy indywidualna (osobnikowa) nawet odmiana, a gdzie gatunkowa zaczyna się odrębność. Zmiany warunków zewnętrznych i tu już poniekąd wywołują odmianę formy gatunkowéj. Dla istot, rozradzających się drogą bezpłciową, nie mamy dotychczas żadnego wprost naukowego sposobu, żadnéj zgoła definicyi, na ustanowienie gatunku, który u tych tedy istot staje się pojęciem jeszcze bardziéj sztucznem niżli u wyższych, płciowych organizmów. A cóż dopiero mówić o tych drobinkach, ledwie dostrzegalnych, gdzie rozmnażanie odbywa się wprost drogą rostową (wegietatywną, plenną), gdzie powstają istotki niesłychanie drobne, trudne do zbadania co do szczegółów formy i organizacyi, istotki, najprawdopodobniéj

zmieniające cechy swe z łatwością, przy odmianie zewnętrznych warunków. Ścisłe przeprowadzenie tu pojęć gatunku, odmiany, dokładne określenie choćby tylko różnicy w formie, — zwłaszcza jeśli żyjątka obdarzone są ruchem, jest czasem wprost niepodobieństwem. Pierwszorzędna trudność ustalenia jakichkolwiek zasad, polega jeszcze na tem, że z powodu drobnych wymiarów istotek i niemożności śledzenia rozwoju jednostek przez czas dostatecznie długi, który odpowiada zmianie chemicznych lub fizycznych warunków ośrodka, nie jesteśmy w stanie odpowiedzieć stanowczo na nasuwające się nieraz pytanie, czy dana, późniéj wśród rozkładającéj się materyi występująca forma jest pochodną formy wcześniejszéj, czy zupełnie niezależną formą i odwrotnie. Przy takich trudnościach pożądane i konieczne może ustanowienie gatunków (w tem znaczeniu, w jakiem termin ten naukowy pojmujemy w systematyce zoologicznéj lub botanicznéj), dla grzybków najdrobniejszych, dla drożdży i dla bakteryj, jest obecnie w nauce, rzeczą wątpliwéj bardzo i czasowéj tylko [1]) wartości. O ile się nie przekonamy o łączności pomiędzy dwiema zewnętrznie odrębnemi formami, uważamy—rozumie się tymczasowo tylko, każdą formę, mniéj lub bardziéj różną od innych form, choć podobnych, za oddzielny gatunek, a łącząc ją z bardziéj podobnemi formami, utworzymy również dowolny i sztuczny rodzaj i t. d., niemogąc mieć bynajmniéj przekonania, iż formy te są rzeczywiście odrębnemi zupełnie istotami, iż więc niektóre z nich nie przedstawiają wcześniejszéj, późniejszéj lub specyjalnie do warunków ośrodka zastosowanéj fazy czy formy rozwoju w życiu innéj zupełnie istoty [2]). Odwrotnie także, nie

---

[1]) Nie chcemy bynajmniéj zwalczać tu lub krytykować usiłowań, mających na celu systematyzowanie najniższych grzybków. Przeciwnie, uznajemy, że dla nauki z systematyzowania wypływa zawsze korzyść, że np. co do poznania Rozszczepkowych, pierwszorzędnie zasłużonym w nauce jest prof. Cohn, który od początku do obecnéj jeszcze chwili dąży do podporządkowania tych istotek w odpowiedni systemat. Niezależnie od tego, musimy na tem miejscu wyjaśnić prawdziwe znaczenie dzisiejszéj naszéj systematyki w tych niepoznanych jeszcze krainach przyrody. (*Przyp. Autora*).

[2]) Że zależnie od warunków zewnętrznych zmienia się forma i wygląd najdrobniejszych grzybków, jestto fakt niepodlegający dziś już żadnéj wątpliwości, jak to się z dalszego ciągu pracy okaże. (*Przyp. Autora*).

wiemy, czy takie istoty, które poczytujemy za jeden zupełnie gatunek, nie przedstawiają wybitnych względnie do ich organizacyi, lecz dla nas mniéj lub więcéj ukrytych różnic, więc nie są zupełnie różnemi, dalekiemi nawet od siebie, formami? Takie wątpliwości powstają mianowicie co do drobniutkich istotek, mających zupełnie tę samą zewnętrzną budowę, a żyjących w różnych warunkach fizyjologicznych. Ciałka kulkowe np. (mikrokokki) w gnijących znajdowane cieczach, nie wykazują widocznych różnic z takiemiż kulistemi ciałkami (mikrokokkami), występującemi w chorobliwie zmienionéj tkance zwierzęcéj. Również ciałka grzybkowe, w danéj np. cieczy powstające, zupełnie podobnemi się okażą do ciałek znajdowanych przy innym chemicznym rozkładzie, a żyjątka w ranach nietoperza np. najzupełniéj mogą być podobne i niedoodróżnienia od tych, jakie w podobnych zapaleniach spotykamy u myszy lub królika — a jednak jedne z tych organizmów, przeniesione w warunki drugiego, nie zawsze się rozwiną i przyjmą w nowym ośrodku; a wtedy przecie nie mamy żadnéj ścisłéj podstawy do twierdzenia, że to są istoty te same, choć trudno je doprawdy uznać za istoty różne.

Bądźcobądź, w dotychczasowéj systematyce (?) najdrobniejszych istotek, o których tu mowa, nietylko zewnętrzne, morfologiczne cechy żyjątka, jak się nam ono w mikroskopowem badaniu przedstawia, służą obecnie i tymczasowo służyć powinny za podstawę i miarę, lecz w znacznéj części systematyka nasza opiera się dotąd na fizyjologicznéj ich stronie, t j. na warunkach bytu tych istot w przyrodzie — i przy wielu bardzo wątpliwościach, jakie w umyśle rodzić się przy badaniu muszą, bodaj czy nie słuszniejszemi i poważniejszemi są pobudki do systematyzowania wedle cech fizyjologicznych [1]) od utartych w bijologii, lecz trudnych do zastosowania tutaj cech czysto morfologicznych. Właściwie zaś systematyka — pseudo-systematyka raczej — obecna opiera się na zasadach mięszanych. Dopóki stan taki

[1]) Pasteur, opierający się prawie wyłącznie na fizyjologicznéj stronie życia fermentów i pasorzytów, przedstawia kierunek skrajny, który niewątpliwie za wadliwy uznanym być musi. (*Przyp. Autora*).

pod względem zbadania bijologicznego trwać będzie, nietylko chemikowi, lecz bijologowi nawet przystoi raczéj opisywać formy saprofityczne czy parazytyczne przy opisie kolejnym samych zjawisk (rozkładów, chorób), niż, trzymając się wątpliwego przeglądu kolejnego form bijologicznych, wyjaśniać fizyjologiczną ich w różnych wypadkach działalność,—niewiedząc dobrze, czy i o ile działalność ta do tych właśnie form stanowczo odniesioną być może [1]).

48. *Zastrzeżenie co do sposobu pojmowania zjawisk chemicznych.* Wypowiedziane dopieroco zastrzeżenie, co do sposobu zapatrywania się na stronę bijologiczną w zajmującéj nas sprawie życia mikroskopijnego, zniewala nas do uczynienia zaraz za tem, na jednem miejscu jeszcze jednego zastrzeżenia, choć nie tu może, lecz daléj dopiero jest właściwe jego miejsce. Zastrzeżenie to dotyczy sposobu pojmowania p r a c y życiowéj grzybków najniższych, a więc zapatrywania się na chemiczne zmiany w materyi, będące owocem fizyjologicznéj działalności tłumnie nagromadzonych istotek. Wypowiadając jeszcze przed bijologicznem zapoznaniem się z grzybkami uwagę niniejszą co do fizyjologicznéj ich działalności, pragniemy położyć nacisk pewien na kwestyją, bardzo często i wśród poważnych prac fałszywie nieraz pojmowaną.

Chodzi nam mianowicie o zaznaczenie i wdrożenie w umysł czytelnika pojęcia, iż przemiana w materyi, jaka pod wpływem ustrojów grzybkowych zachodzi, nie jest bynajmniéj zwykłą, typową reakcyją chemiczną, przy któréj działanie dwu lub więcéj związków na siebie daje stale oznaczone, takie a nie inne, produkty oddziaływania, gdzie powstaje taka ściśle a nie inna ilość osadu lub ulatnia się zawsze oznaczona

---

[1]) Uwaga ta niechaj posłuży zarazem za usprawiedliwienie autora co do sposobu rozłożenia obszernego pola działalności grzybków najniższych na oddzielne artykuły, w których sprawy przyrody czysto rozkładowe saprofityczne, oddzielone są zupełnie od spraw z charakterem patologicznym, jakkolwiek organizmy działające tu i tam są jaknajbardziéj zbliżone, jeśli nie wprost identyczne niekiedy. Porządek taki odpowiadał zresztą najbardziéj wymaganiom popularno-naukowego wykładu, jaki w pracy niniejszéj miał być przeprowadzony. Ostatni artykuł, traktujący wyłącznie stronę fizyjologiczną opisywanych grzybków, łączy obie części, obie dziedziny, z oddzielnych stanowisk traktowane. (*Przyp. Autora*).

i unormowana arytmetycznie ilość gazu. Bynajmniéj. Na zachodzące tu, często jasne i wyraźne pod względem chemicznym przemiany, patrzeć należy jako na produkty działalności fizyjologicznéj, działalności, niedającéj się tak ściśle i dokładnie wziąć pod kredkę i wymierzyć, jak to jest możliwem dla sił chemiczno-dynamicznych, powodujących każdą, czysto chemiczną reakcyją. Jeśli dla tych ostatnich zjawisk chemik może posługiwać się ścisłem, matematycznem równaniem, wyrażającem ilościowy stosunek ciał pierwotnych i takiż stosunek produktów reakcyi,—przyrodnik, chcący ściśle rozważać i dokładnie pojąć zjawiska rozkładu fizyjologicznego, nie może i nie powinien kusić się o naginanie tych zjawisk pod formułę chemii teoretycznéj. Za przykład weźmiemy i tutaj fermentacyją alkoholową, zjawisko najlepiéj dotąd poznane z całego szeregu przemian witalistycznych. Dokładne, subtelne i klasyczne badania Pasteura i jego następców, dowiodły, że choć produktami głównemi rozkładu cukru owocowego (glukozy) jest alkohol i dwutlenek węgla, choć zwykle na sto części rozłożonego cukru 94—95 części rozpada się na te dwa produkty wyłącznie i w teoretycznym, obliczonym, stosunku, to jednak obu tym związkom przy rozkładzie towarzyszą jeszcze stale i nieodzownie inne dwa produkty, a mianowicie: gliceryna i kwas bursztynowy, nadto zaś część materyi pierwotnéj (cukru) zużytą zostaje na pożywienie mnożących się, a zwiększających przeto swą wagę drożdży fermentacyjnych. Dawniejszą więc prostą formułę chemiczną fermentacyi (Gay-Lussaca):

$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_6O + 2\,CO_2$, (czyli na wagę: 180 cz. glukozy daje 92 cz. alkoholu, oraz 88 cz. dwutlenku węgla);

ograniczył w doniosłości Pasteur, stawiając obok niéj skomplikowaną formułę:

$49\,C_6H_{12}O_6 + 30\,H_2O = 12\,C_4H_6O_4 + 72\,C_3H_8O_3 + 30\,CO_2$, co znaczy, że: 8820 cz. glukozy, oraz 540 cz. wody, daje 1416 cz. kwasu bursztynowego + 6624 cz. gliceryny + 1320 cz. dwutlenku węgla,

która to formuła ma wyjaśniać powstawanie pobocznych produktów, wyżéj wspomnianych.

Bardziéj prostą formułę w tym samym celu stawia Monoyer:

$4\ C_6H_{12}O_6 + 3\ H_2O = C_4H_6O_4 + 6\ C_3H\ O +$
$+ 2\ CO_2 + O$; — 720 cz. glukozy + 54 cz. wody—daje 118 cz. kw. bursztynowego + 552 cz. gliceryny + 88 cz. dwutlenku węgla + 16 cz. tlenu.

Każda z tych ostatnich formuł chemicznych — obie wyrażają zupełnie ten sam stosunek gliceryny do kwasu bursztynowego—może być przyjętą, ale żadna nie odpowiada rzeczywistości, gdyż najgłówniejszym rezultatem prac Pasteura jak i Monoyera, o których tu mowa, jest to właśnie, że ilość produktów pobocznych jest zmienną i waha się w pewnych granicach: gliceryny otrzymuje się 2,5—3,6%, a kwasu bursztynowego 0,4 do 0,7% względnie do wagi cukru sfermentowanego. Niepodobna więc oznaczyć, jaka część materyi fermentuje podług wzoru Gay-Lussaca, a jaka podług nowych wzorów, objaśniających powstawanie produktów pobocznych; niepodobna—innemi słowy — przedstawić całości procesu ogólnym wzorem, łączącym reakcyją główną i podrzędną. Ogólny taki wzór byłby usprawiedliwiony w takim tylko razie, gdyby ilości wszelkich produktów były stałe, co w rzeczywistości nie ma miejsca i gdyby obejmował tę jeszcze ilość materyi, która idzie na przyrost drożdży [1]), również ulegającą pewnym wahaniom, zależnie od pomyślniejszéj lub mniéj pomyślnéj fermentacyi. Przykład ten, zdaje się, wystarcza, aby nabrać właściwego wyobrażenia i poddać krytycznemu sądowi tworzenie formuł chemicznych, mających przedstawiać zmiany, wywołane przez żywy i działający organizm.

Lepszym wszelako jeszcze przykładem jest spotykana dotąd jeszcze w poważnych podręcznikach formuła chemiczna, mająca wyrażać mleczną fermentacyją glukozy, podług wzoru: $C_6H_{12}O_6 = 2\ C_3H_6O_3$ (cała jakoby glukoza przechodzi w kwas mleczny!), gdy tymczasem przy fermentacyi téj wydzielają się kosztem cukru owocowego znaczne bardzo ilości dwutlenku węgla, produktu, nieodzownego zgoła — jak się przekonaliśmy

---

[1]) Podług Monoyera ilość tę wyrażać ma atom tlenu; lecz i to nie odpowiada rzeczywistości: ilość bowiem materyi przyswojonéj przez organizmy przewyższa wagowo w dwójnasób (około 1% względnie do cukru), ilość kw. bursztynowego, a podług wzoru wynosi ósmą zaledwie część w stosunku do tego produktu. (*Przyp. Autora*).

(§§ 41—45)—przy każdéj energicznéj fermentacyi (fermentacyi w znaczeniu ściślejszem). Zbyt mało zbadaną jest chemiczna strona fermentacyi mlecznéj, aby można było twierdzić, że i tu niezbyt stałą będzie ilość względna pojedyńczych produktów rozkładu, lecz zarówno analogija z fermentacyją alkoholową jak i ogólne pojmowanie rozkładu jako wyniku działalności fizyjologicznéj, nakazuje nam i tutaj nie uznawać właściwości chemicznego wzoru, któryby w matematyczne karby miał ująć i dokładnie wyrazić chemiczną stronę tak skomplikowanego objawu, jakim jest... życie!

Pojęcia z bijologii.

a) Grzybki pączkujące czyli Drożdże.

49. *Historyczna dawność przedmiotu.* Przyznając w przeglądzie naszym drożdżom pierwsze miejsce wśród grzybków rozkładających, mamy do tego wiele bardzo powodów arcysłusznych. Nietylko bowiem fizyjologiczny ich charakter stawia je na pierwszem, wybitnem miejscu wśród rozkładaczy materyi, nietylko życie drożdży łączy się ze zjawiskami najbardziéj energicznych, najbardziéj typowych fermentacyj w ściślejszem tego słowa znaczeniu, ale drożdże te, jako ciastowaty osad, tworzący się w cieczach, które ze słodkich stają się mocnemi (spirytualnemi), jako dodatek do mąki (przed jéj pieczeniem), czyniący ją strawną, znane były niewątpliwie w czasach jaknajdawniejszych, bo jeszcze przedhistorycznych. Wreszcie zapomnieć nie można, że rozwój witalistycznéj teoryi, będącéj przedmiotem naszego zajęcia, od poznania drożdży właśnie się rozpoczyna, (o czem jeszcze wspomnimy, mówiąc o alkoholowéj fermentacyi).

Religijne i tradycyjne podania starożytnych zawierają wyraźne ślady, jakie w cywilizacyi tych ludów pozostawiło obeznanie się z fermentacyją winną. Noe, który traci zmysły przy nadużyciu szlachetnego nektaru, z winnéj łozy otrzymanego; Ozyrys, którego z czcią wspominali egipcyjanie jako wynalascę przygotowywania wina; mitologiczny Bachus wreszcie, któremu w praktyce życia i w obyczajach greków i rzymian większy kult przypadł w udziale, niżby to z jego roli w mitologii wypadało,—oto dowód, jak odległych czasów sięga pozna-

nie fermentacyjnych własności winogronowego soku. Ponieważ jednak fermentacyja soku winnego następuje sama przez się, bez wprowadzania do niéj drożdży, ze znajomości zjawiska nie wynika jeszcze bynajmniéj znajomość przyczyny. I gnicie przecież znanem jest od najpierwotniejszych czasów ludzkości, a żyjątka gnilne dopiero od lat kilkudziesięciu. Lecz od Noego w Starym testamencie nie wielce odległym jest Abraham, przyjmujący aniołów i częstujący ich nieprzaśnym (kiszonym, drożdżowym) chlebem, chlebem jakiego z drożdżami rozczynić i wypiec nie zdążyli hebrajczycy, uciekając pod wodzą Mojżesza i w braku którego zadowolnić się musieli lichem pieczywem, dotąd jeszcze corocznie przez żydów w święta Paschy na pamiątkę wyzwolenia wypiekanem. W jakiéjkolwiek więc znane były postaci drożdże, sprowadzające gorzenie soku winnego i czyniące strawną mąkę zbóż uprawianych, sięgają w starożytności swego zastosowania pierwszych czasów rolnictwa i uprawy ziemi przez człowieka. Wiadomo także, że dawni bardzo egipcyjanie, bodaj czy nie od legiendowego poczynając Ozyrysa, zajmowali się przygotowaniem piwa z różnych zbóż swoich. Do wywołania zaś właściwéj fermentacyi w piwie koniecznem jest — jak wiadomo — wnieść do zacieru pewną ilość drożdży, w poprzedniéj fermentacyi otrzymanych, któremi piwo—niechaj nam wolno będzie wyrazić się nieściśle, musi być... zarażonem.

Sama, wspomnijmy jeszcze, nazwa drożdży, o ile jéj pochodzenie w niektórych językach skontrolować umiemy, wydaje się urobioną w czasach ogromnie odległych, gdyż pochodzi od zjawiska, jakie wywołują drożdże, skoro do mąki zostaną dodane, przy wypieku chleba mianowicie. I tak: niemieckie Hefe pochodzi od heben, a francuskie levûre od lever, oba te słowa znaczą: wznosić (się), wyrastać (por. ciasto rośnie), wywyższać się.

50. *Drożdże soku winnego.* W niewielu słowach powyższego historycznego sprawozdania przebija już, choć nawiasowo zaledwie wspomniana, ta różnica, jaka zachodzi pomiędzy drożdżami, działającemi przy winnéj i przy piwnéj fabrykacyi; wino fermentuje samo przez się — w piwie drożdże zostają zasiane, a raczéj wniesione, w celu otrzymania odpowie-

dniéj fermentacyi zacieru, przy któréj grzybek ilościowo się rozmnaża.

Pomińmy nateraz milczeniem organizm, jaki piwowar wnosi do swego zacieru, a poświęćmy trochę uwagi zbadaniu, jaka to przyczyna wywołuje fermentacyją winogron. Dojrzałe jagody winnéj łozy, jeśli przechowane będą na powietrzu w całości w formie grona, nieuszkodzone, ulegną psuciu się; psują się one wtedy przez pleśnienie, biały wykwit pleśni zjawia się na mięknącej błonce czy powłoczce zewnętrznéj i wkrótce jagoda staje się pastwą pasorzyta. Inaczéj rzecz się ma, jeśli jagodę rozgnieciemy. W wyciśniętym jéj soku również jak w rozdartem wnętrzu zachodzi szybka przemiana cukru (owocowego) na aromatyczny charakterystyczny spirytus, sok winogrona zamienia się na... wino [1]). Według witalistycznéj teoryi, skoro w materyi dokonał się rozkład, niewątpliwie musi tu działać organizm, istota żyjąca. I w saméj rzeczy rozbiór fermentującego wina niechybnie wykaże nam zawieszone w niem męty i męty te w mikroskopie przedstawią się jako wydłużonéj, jajowatéj nieco formy kuleczki jasnéj zarodzi (protoplazmy), żyjącéj, rozwijającéj się, częstokroć pod mikroskopem nawet jeszcze pączkującej (por. tabl. lit. na str. 102, fig. 2). Zawartość protoplazmatyczna pojedyńczych kulek czy bryłek, ciało grzybka stanowiących, błonką komórkową z zewnątrz pokrytych, tu i owdzie wśród żyjącéj zarodzi wykazuje wodniczki, t. j. przestrzeń wypełnioną mniéj gęstym, bardziéj wódnistym jakoby płynem (por. na tejże tablicy fig. 3 i 4 przy znaczniejszem powiększeniu). Pojedyńcza komórka ma własność wydawania podobnych sobie drogą pączkowania; wypączkowane, młode, mniejsze od macierzystéj bryłeczki, oddzielają się zazwyczaj, rosną oddzielnie, a następnie z kolei same pączkują i t. d. Tak się przedstawia pod mikroskopem organizm, działający przy fermentacyi soku z winogron. Lecz skąd się grzybek ten bierze wśród soku, skoro go nie zasiewaliśmy sztucznie? dlaczego jagoda nieuszko-

---

[1]) Wyrób tego szlachetnego napoju polega, jak wiadomo, na poddaniu soku téj przemianie, a następnie na powstrzymaniu rozpoczętéj fermentacyi przez dodanie cukru krystalicznego lub alkoholu.

(*Przyp. Autora*).

dzona nie fermentuje? czy zarody drożdży w soku samym, wewnątrz jagód się znajdują i jakimby dziać się to mogło sposobem,—czy też dostają się one z zewnątrz, z powietrza, czy inną jaką drogą?—oto szereg pytań, jakie niezależnie od wyznawanéj już przez nas teraz witalistycznéj teoryi, wobec zjawiska pozornego samorodztwa, tutaj nasuwać się muszą.

Jak wiadomo (§ 26, odsyłacz), Gay Lussac twierdził,—a twierdził na zasadzie doświadczeń,—że sok jagody winnéj potrzebuje powietrza do poczęcia fermentacyi; rzeczywiście bez rozgniecenia jagód zjawisko nie zachodzi. Objaśnienie zjawiska chemicznym wpływem powietrza (tlenu) nie mogło zadowolnić Pasteura, który też począł, około r. 1872, badania nad możliwem źródłem dostawania się grzybka do wyciśniętego soku z winogron.—Należy tu bowiem jeszcze dodać, że szybkie poczęcie się fermentacyi soku, w najróżnorodniejszych wyciskanego okolicznościach, czyni nieprawdopodobnem przenikanie zarodu z otaczającego powietrza, z kurzu atmosfery jednem słowem. Zanim w rostworze cukru, umyślnie na przyjęcie drożdży przygotowanym, na kurz w mieszkaniu lub na dworze wystawionym, zacznie się przemiana i zjawi się pierwszy ślad życia drożdży, a jednocześnie pierwsze dadzą się odkryć ślady utworzenia alkoholu, zawsze upływa dni kilka co najmniéj, czasem kilkanaście. Tymczasem sok winogronowy fermentuje zaraz, niezależnie od przykrycia lub odosobnienia, a po trzech dobach często, niekiedy zaś po dwu już dobach, zamiana na wino jest dokonaną.

Nie możemy w szczupłych ramach niniejszego artykułu przejść z czytelnikiem ciekawéj kolei dowcipnych, metodycznie rzecz zgłębiających doświadczeń Pasteura. Ze względu wszelako na ważność przedmiotu dla saméj naszéj teoryi, dla powzięcia poglądu na rozpowszechnienie pyłków w przyrodzie i dla pochwycenia pewnych szczególnych zachodzących przytem rysów, ze względu wreszcie na to, że warunki rozpowszechnienia i znajdowania się w przyrodzie pyłków fermentacyi winnéj przedstawiają typowy niejako przykład zawiłych a subtelnych spraw przyrody, pragniemy zatrzymać się cokolwiek obszerniéj nad tym pierwszym na naszéj drodze przykładem bijologicznéj zagadki, zagadki co do początku bytu danego grzybka.

51. *Zarodniki tych drożdży.* Przy badaniu źródła, skądby zaród drożdżowy do soku jagód mógł się przedostać, uwagę zwrócić należy w pierwszéj niejako linii na zewnętrzną powierzchnię jagód, azaliż z zewnątrz nie czycha na błonce chciwy pasorzyt, czy może „coś takiego“ co późniéj, w danych warunkach, wobec soku, może stać się jego pasorzytem, a właściwie saprofitem już tylko? [1]). Pasteur obmywał w celu odpowiedzenia na to pytanie świeże winne grona w czystéj, wyjałowionéj poprzednio wodzie. Krynicznéj czystości woda staje się mętną — mikroskop wykazuje liczne bardzo pyły, mniéj lub więcéj różniące się od normalnych, zwykłych pyłów powietrza danéj winnicy. Po tem przedwstępnem zbadaniu, metoda Pasteura prostą już była i jasno wytkniętą. W przegotowanym ponad punkt wrzenia i starannie od zewnątrz izolowanym, a więc wyjałowionym soku winogronowym próbował porównawczo: 1) nic nie zasiewać, 2) zasiewać jagody nieobmyte. 3) obmyte jagody, 4) nieobmyte, drzewiaste szkielety grona, złożone z osi i z szypułek owocowych, z których jagody zerwano, 5) takież ogołocone z jagód grona, obmyte, 6) wodę mętną, z opłókania winnego grona otrzymaną, 7) tęż wodę, przegotowaną. W wypadkach 1, 3, 5 i 7 płyn nie fermentował, (obmycie w doświadczeniach 3 i 5 musi być starannem), w wypadkach 2, 4 i 6 zaraz w soku wszczynała się fermentacyja, zupełnie taka, jaka w rozgniecionych odbywa się jagodach Daléj, zapomocą dowcipnego zastosowania wyciągniętych śpiczasto w płomieniu i zalutowanych rurek szklanych, Pasteur zdołał wprost z wnętrza jagód nabierać do doświadczeń wystarczających ilości soku, a przeto usuwając go prawie zupełnie od zetknięcia z błoną jagodową, wprowadzać do zbiornika z wyjałowionym jak wyżéj sokiem winnym. Ile razy doświadczenie wykonanem było dobrze, tyle razy wprowadzenie świeżego soku z wnętrza jagód do zbiornika nie wywoływało żadnéj w nim zmiany, żadnéj fermentacyi. Niema zatem

---

[1]) Pytanie to tem jest naturalniejszem, iż, w przygotowaniu niektórych gatunków (czerwonych) win, błony jagód rozgniecionych i nawet całe drzewko grona wrzucanem bywa do soku celem wywołania energicznéj fermentacyi. (*Przyp. Autora*).

wątpliwości: zarody drożdży siedzą na wierzchu jagód, na błonce zewnętrznéj owocu, a także na „drzewku gronowem“ (bois de grappe), t. j. na osiowym trzonku grona i na odgałęziających się od niego szypułkach pojedyńczych jagód.

A jednak—i tu dopiero właściwie początek bijologicznéj zagadki—drożdżowych kuleczek, jakie widzimy w winie, niema bynajmniéj na wierzchu jagód, a przynajmniéj znaleść ich tu nie można. Natomiast udało się Pasteurowi wykryć w wodzie z obmywania gron winnych, pomiędzy mnóstwem różnych pyłów, szczególne, ciemno-brunatnéj lub wiśniowéj barwy kulki (fig. 1 a na str. 102), o grubym, podwójnym obrysie (konturze); udało mu się stwierdzić, iż przy przystępie powietrza, ziarna te mogą w wodzie lub w soku w szczególny sposób kiełkować i wydawać potomstwo, zupełnie do drożdżowych podobne kuleczek (fig. 1 a—c). Jesteśmy już o krok daléj. Ale teraz, co znaczą, skąd się biorą i w jakim do winnych drożdży stosunku pozostają owe ciemne, grube kuleczki, mające wszelkie zewnętrzne pozory t. z. zarodników trwałych? Na to odpowiedzi Pasteur doświadczalnie nie znalazł. Zadowolnijmy się tymczasem tem, że kuliste, ciemne zarodniki wydają potomstwo, mające wszelkie cechy drożdży i—o ile doświadczenie wnosić pozwala — wytwarzające normalną fermentacyją, że nadto warunki kiełkowania owych zarodników tłumaczą nam doświadczenie Gay-Lussaca, ustanawiające zależność między przystępem powietrza a początkiem fermentacyi winnego soku.

52. *Peryjodyczność zjawiania się zarodników.* Przypuściwszy, iż jakąś niewytłumaczoną drogą, drożdże wina mogą wprost, jako swe potomstwo, wydawać owe zarodniki z powierzchni winnego grona, zarodniki dające znów początek życiu drożdży,—musimy mimowoli jednak zawahać się w tem przypuszczeniu, wobec trudności wyjaśnienia sobie, skąd się biorą w winnicach w każdym roku przed winobraniem tak liczne, niezliczone zastępy zarodników. Miałyżby one zimować? kiedyż w następnym roku znów na gronie się zjawiają?

Niezachwiana w swéj dokładności metoda Pasteura łatwo na to ostatnie odpowiedzieć nam może pytanie. Nietylko mikroskopowe badanie, dokonywane w ciągu Lipca jeszcze lub w początku Sierpnia, nie wykazuje obecności zarodników brunatnych, o które nam chodzi, ale zasiew niedojrzałych jagód

w tym czasie, lub wody z opłókania ich otrzymanéj, nie daje żadnych śladów życia w zdolnym do fermentacyi, lecz wyjałowionym soku. Zmianę tę t. j. skuteczną fermentacyją w tym ośrodku wzbudzają dopiero i to nieliczne jeszcze jagody, spomiędzy zrywanych w końcu (20—25-go) Sierpnia. W końcu Września i w początku Października w przeważnéj liczbie naczyń, w których złożono czy to dojrzałą jagodę, czy ogołocone z jagód drzewko gronowe, otrzymywano fermentacyją wyjałowionego płynu, odwrotnie zaś wszystkie te naczynia, w których umieszczono jagodę uprzednio rozgniecioną lub rozciętą, również naczynia, do których wkładano liście oraz gałązki łozy winnéj, téj saméj łozy, któréj grona brano do doświadczeń, — wszystkie one pozostawały niezarażonemi, — fermentacyi w nich nie było. Do ujemnych wypadków z liśćmi i gałązkami jeszcze powrócimy. Idźmy teraz za porządkiem doświadczeń Pasteura, które nie urywają się na epoce dojrzenia jagód i winobrania (Październik) lecz idą daléj jeszcze, przez ciąg zimy aż do Maja następnego roku. W miesięcznych mniéj więcéj odstępach czasu brano do doświadczeń po dwanaście naczyń próbnych z wyjałowionym sokiem i umieszczano w nich przechowywane w spokoju i starannie od kurzu zabezpieczone drzewka gronowe, celem skontrolowania o ile zdolność fermentacyjna zarodników drożdżowych przez zimowanie ucierpieć może. Dnia 2 Października z 12 naczyń fermentacyją soku znaleziono w 7-miu, d. 21 Grudnia w 4-ch, w Styczniu do Marca w 2-u tylko, a w Kwietniu i w Maju żadne z 12-tu naczyń nie podległo fermentacyi; — zdolność zarodników do rozwoju widocznie przez ten czas słabła, słabła, nakoniec zginęła. W owocarniach paryskich na wiosnę kupowane winogrona, równie niezdolnemi były, jak się w przeważnéj ilości wypadków okazało, do fermentacyi. W połowie Kwietnia wreszcie udało się Pasteurowi kupić, jako nowaliją, piękne grono dopiero co w cieplarni wyhodowane, — najwcześniejszy okaz winogron, w danym roku wyprodukowany. Rostarte to grono dało dużo świeżego soku, który zupełnie nie sfermentował.

Tak stanowcze rezultaty, obalające wszelkie przypuszczenia możliwości zimowania zarodników drożdżowych z roku na rok z zachowaniem zdolności do życia, — same zaś drożdże jak to daléj zobaczymy (§ 58), krótką mają zdolność zachowania

życiowości,—poprowadziły Pasteura na pole dalszych prób i doświadczeń, któreby stanowczo wykazały, iż źródło peryjodycznego, co lato, zaopatrywania winnego grona w charakterystyczne zarodniki leży zewnątrz i nie wiąże się z życiem poprzedniego pokolenia drożdży. W lecie 1878 roku, a mianowicie w początku Sierpnia, zdołał niezmordowany ten uczony wybudować w pewnéj winnicy niewielką szklarnię polową; pod szybami tego naprędce wzniesionego, lecz o ile możności szczelnego budynku, dojrzewać miała pewna ilość krzewów, których niedojrzałe wtedy grona poddane były dla pewności ścisłemu badaniu, przy czem okazało się, iż nie noszą jeszcze zarodników. Część gron, pod zaimprowizowaną szklarnią rosnących, dojrzewała daléj jakby na wolnem powietrzu, część zaś owiniętą została dla tem większéj rękojmi skutecznéj z zewnątrz zasłony, wysuszoną w gorącu (130°) bawełną. Tak te jak i tamte winne grona, skoro w szklarni swéj pod jesień dojrzały, niezdolne były do fermentacyi same przez się i nie dawały fermentacyi w soku wyjałowionym, dopóki wśród pola winnicy na wpływ otwartego powietrza wystawionemi przez czas pewien nie zostały. W dalszym ciągu doświadczeń, Pasteur znalazł w ziemi z winnicy, branéj w głębokości do 10-ciu i do 15-tu nawet centymetrów (5 do 6 cali), też same co i na winnych gronach zarodniki, rozumie się, także w czasie jesieni. Ich znajdowanie się tłumaczyć sobie wprost można spłókującem działaniem deszczów. Zaledwie dodawać potrzeba, że ziemia brana z pod szklarni, zarodników tych nie zawierała.

Na tem polegają w swéj głównéj treści dotychczasowe nad tym przedmiotem doświadczenia Pasteura, które całą zagadkową stronę powstawania winnych drożdży w epoce winobrania pozostawiają jeszcze otwartą i rozpalającą ciekawość każdego prawdziwego przyrodnika. Zanim w kwestyi możliwego wyjaśnienia zjawiska, jakie nam się zarysowało w swéj niezwykłéj tajemniczości, uwag kilka i szczegółów nieco dorzucić będziemy mogli, skierujemy uwagę czytelnika na różne odmiany i na niektóre własności drożdży. Wyrazowi „odmiany“ nadajemy tu potoczne, a nie naukowe znaczenie.

53. *Odmiany pomiędzy drożdżami.* Już zaraz na początku naszego przeglądu grzybków drożdżowych, mówiliśmy o różnicy pomiędzy drożdżami piwa a drożdżami wina. I rzeczywi-

ście nie są to wcale też same, identyczne istoty. Ani ich forma, ani własności nie pozwalają utożsamiać obu tych gatunków, wywołujących toż samo w zasadzie zjawisko chemiczne, w rozmaitych wszelako ośrodkach.

Naukowo grzybki drożdżowe starał się zbadać pierwszy Rees, który (1870 r.) ustanowić usiłował gatunkowe różnice wśród szeregu bardzo zbliżonych do siebie w ogólności drożdży. Utworzył on z całego szeregu podobnych zewnętrznie grzybków drożdżowych jeden głównie rodzaj, pod nazwą Saccharomyces Rees, a tę, wyżéj przez nas poznaną formę, która winną sprowadza fermentacyją, nazwał Saccharomyces ellipsoideus, — uwydatniając w gatunkowéj nazwie jajowatą formę drożdżowych kuleczek. Dodajmy tu dla pełności i dla należytego pojęcia stopnia odrębności, że S. ellipsoideus może rozwijać się i w piwie, nie zmienia on jednak formy i wymiarów ciała, odróżniających go od blisko spokrewnionego z nim grzybka piwnego, a nadto według zapewnień Pasteura, nadaje piwu, w którem go hodować wypadło, specyjalny smak winny, nielicujący z naturą jęczmiennego produktu.

Grzybek piwny, S. cerevisiae Rees, właściwie przedstawia nam dwie, odrębne zupełnie odmiany, występujące oddzielnie w różnych warunkach prowadzenia fabrykacyi piwa i zasługujące o tyle na wyróżnianie naukowe, o ile w rzeczy saméj jedna z tych form, jak to wielokrotnie stwierdzono nigdy nie przeradza się w drugą. Są to mianowicie drożdże (piwne) fermentacyi wierzchniéj (górnéj) (wierzchowe) (Oberhefe, levure haute) i drożdże fermentacyi spodniéj (dolnéj) (osadowe) (Unterhefe, levure basse). Drożdże te są najpospolitszemi przedstawicielami całego działu drożdży i wszystkie niemal fizyjologiczne doświadczenia z niemi właśnie, z odmianami S. cerevisiae, czynione w nauce były. Drożdże osadowe są dziś częstszym produktem i czynnikiem w browarach, w których metoda fabrykacyi, zwana fermentacyją dolną czyli osadową (Untergährung, fermentation basse) ruguje stopniowo coraz bardziéj fermentacyją górną lub wierzchową (Obergährung, fermentation haute). Natomiast ta ostatnia fermentacyja dostarcza wyłącznie niemal w handlu europejskim rozpowszechnionych drożdży piekarskich, prasowanych, których produ-

kowanie jako drożdży wierzchowych jest korzystniejszem materyjalnie (szybszem i obfitszem), niż odmiany osadowéj; ta ostatnia się zresztą zupełnie tak samo do tego nadaje użytku.

Drożdże piwne wierzchowe (fig 3 *a* i *b*, str. 101) opisane mogą być ogólnie w ten sam sposób, co do joty niemal jak poprzednio (§ 50) opisywane drożdże wnne i jak następne odmiany jeszcze opisanemiby być mogły, a mianowicie jako kulki lub pęcherzyki zarodzi z wodniczkami, pączkujące i z pokolenia w pokolenie w ten sposób się rozmnażające. Różnice od innych gatunków czy odmian zaledwie w kształcie obwodowéj linii pojedyńczego pęcherzyka, w ogólnym widoku pod szkłami mikroskopu i w wymiarach, wreszcie w grupowaniu się lub oddzielaniu pęcherzyków od siebie uchwycić się dają. Głównie zaś odróżniają je różnice fizyjologiczne. Nie będziemy tu więc opisywać ani tych drożdży ani też drożdży osadowych z piwa (fig. 4*a*, *b*, str. 101) o różnicach w ich zachowaniu się przy fabrykacyi na innem mówić będziemy miejscu. Wyliczymy tu wreszcie znane, jeszcze przez Reesa ustanowione formy, jako to:

S. pastorianus (fig. 5 A, B str. 101) znajdowane w niektórych winach, nie jako główny lecz jako poboczny działacz, obok S. ellipsoideus, a również na powierzchni wielu, niedojrzałych zazwyczaj owoców, także przy fermentacyi wisień;

S. conglomeratus — w piwie, w winie i w gnijących jagodach winnych;

S. exiguus — w piwie jako działacz nieustający (?) i w owocach różnych;

S. apiculatus grzybek bardzo rozpowszechniony, charakterystyczny (fig. 6, str. 101) z powodu znajdowania się zazwyczaj po obu stronach większéj, rodzicielskiéj komórki, dwu małych, nadających czasem skupieniu całemu kształt cytryny lub zbożowego ziarna. Formę tę, znajdowaną na wielu owocach i jagodach, a także w niektórych piwach, odróżnia Engel jako Carpozyma apiculatum, mając zasadę, jak daléj (§ 59) napomkniemy, do wyłączenia jej w oddzielny rodzaj. Tenże autor francuski dołączył natomiast do wyżéj przytoczonych gatunków z rodzaju Saccharomyces, drobną bardzo, z zakwasu otrzymaną formę:

w Lit. W. Głowczewskiego w Warszawie.

S. minor Engel, zbliżoną do drożdży piwnych, powolniéj wszakże działającą;

S. Reesii Blankenhorn — inna forma drożdży, także znaleziona w winie. W piwie natomiast zdołał ujawnić jeszcze Pasteur odrębne od obu podgatunków S. cerevisiae, dwie nowe jeszcze postaci drożdży, które opisał jako:

„Nouvelle levure haute"; i

„Levure caséeuse". Pomijamy wątpliwe odmiany: S. sphaericus, S. guttulatus, S. inaequalis, S. nebulosus i wspomnimy tylko o:

Saccharomyces olei Van Tieghem, jestto grzybek drożdżowy, rozwijający się przy zetknięciu się tłuszczów, olejków lub oliwy z wodą. Aby wyczerpać szereg najbardziéj do siebie podobnych form drożdżowych, które podprowadzić można pod ogólny typ Saccharomyces, należy chyba wspomnieć jeszcze tylko dla ścisłości, iż niektóre formy, obserwowane przez Boutrouxa i grzybek, opisany przez Rouxa, nie podchodzą pod żaden z powyższych gatunków i że przy coraz to dalszych poszukiwaniach i badaniach przyrody coraz to nowsze postaci przed oczy przyrodnika występują.

Obok tych wszystkich form, które w przyrodzie na jagodach, owocach oraz w fermentacyjnym ich soku są znajdowane, a które wszystkie alkoholową wywołują fermentacyją, zasługuje na wyróżnienie postacią swych bryłek czy komórek do zwykłych drożdży zupełnie podobny, lecz w odmiennych żyjący warunkach, kożuszek wina (Mycoderma vini v. Saccharomyces mycoderma). Grzybek (fig. 7 A, str. 101) rozwija się nie w płynie, lecz na powierzchni win, zawierających dość dużo spirytusu i—o ile się zdaje—dokonywa wprost spalenia alkoholu, tworząc zeń wodę i dwutlenek węgla. Nie należałby on zatem wcale do naszego tu przeglądu saprofitów-rozkładaczy, gdyby nie to, że przy sztucznem pogrążeniu kożuszka, przy wepchnięciu go do płynu, komórki pojedyńcze rozdzielają się, kożuszek się rozpada, a grzybek żyć musząc w niepomyślnych warunkach, wytwarza słabą fermentacyją cukru z produkcyją alkoholu, różniąc się wówczas formą (7 B) i zachowaniem od

znanego Sacch. ellipsoideus oraz od innych, wyżéj przedstawionych drożdży [1]).

Powstawanie tych wszystkich drożdży w ośrodkach, w których bywają znajdowane, nie jest znanem, z wyjątkiem jedynego S. ellipsoideus, o ile ciemne zarodniki na winnych gronach uważać stanowczo można za ich rodzicielski ustrój. Drożdże piwne wnosi piwowar umyślnie do każdéj kadzi z zacierem; w kadziach podczas fermentacyi drożdże te się mnożą, a więc na ilość, objętość i wagę wykazują zawsze przybyty.

54. *Niestałość cech zewnętrznych.* W powyższym przeglądzie różnych form drożdżowych bardzo lekceważąco, w kilku niemal słowach, załatwiliśmy się z kwestyją zewnętrznych różnic pomiędzy odmianami czy gatunkami rodzaju Saccharomyces. Uczyniliśmy to nietylko dlatego, że trudno jest słowami określić subtelne nieraz różnice formy i ogólnego wyglądu, lecz z tego przeważnie powodu iż różnice, zachodzące pomiędzy formą i wyglądem jednéj i téj saméj drożdżowéj odmiany, zależnie od zewnętrznych okoliczności, przeważnie od stanu oddychania i jakości pokarmu, większemi są najczęściéj, niż różnice pomiędzy odmianami, w zbliżonych żyjącemi warunkach. Popierwsze zauważyć tu trzeba, iż przy starzeniu się grzybka, który wyczerpał najlepsze z ośrodka pożywienie lub dla którego ośrodek z upływem czasu wskutek zmiany chemicznéj stał się mało pożywnym, komórki, przedstawiające pojedyńcze żyjątka zmieniają zupełnie swój wygląd, a w części wymiary nawet i formę. Jasna za młodu, przezroczysta, połysk pewien mająca, a — jak przywykły do mikroskopu bijolog wyraziłby się mógł słusznie—śliczna protoplazma komórki staje się ziarnistą, nieprzejrzystą, trochę mętną niekiedy; wodniczki zmieniają swe obrysy (kontury), a całe ciało komórki również otrzymuje kontur grubszy, nietylko pojedyńczy lecz często nawet podwójny. Na rysunku naszym (fig. 3 i 4, str. 101) oznaczyliśmy jedna-

---

[1]) Forma opisana przez Duclauxa jako Mycolevure bardzo podobną jest jeśli nie tożsamą z S. mycoderma; formy zaś jak S. glutinis i S. albicans (pasorzyt) na innem miejscu znajdą uwzględnienie.

(Przyp. Autora).

kowo dla wszystkich gatunków czy odmian, literą *a* stan młodociany komórek, literą *b* stan fizyjologicznego osłabienia czy wyczerpania i rzut oka poprostu wystarcza, aby się przekonać, że różne drożdże pod temi samemi literami bardziéj się do siebie zbliżają niż formy *a* i *b* każdéj odmiany poszczególe [1]).

Lecz wszystkie te różnice są drobne w porównaniu z temi, jakie w specyjalnych zachodzić mogą wypadkach, gdy drożdże umieścimy w zmienionych warunkach, np. w innym, odmiennie na ich życie oddziaływającym ośrodku. Najznakomitszy wpływ wywiera tu większa lub mniejsza obfitość swobodnego tlenu, jaki drożdżom na życiowe dostaje się potrzeby; z przystępem tlenu powietrza wiąże się kwestyja karmienia się ich i pączkowania, które na powietrzu często ustaje, a natomiast komórki grzybkowe rosną i wydłużają się. Najbardziéj charakterystyczną jest forma powietrzna S. pastorianus (fig. 5 B), która w przyrodzie znajdowaną bywa nietylko na niedojrzałych owocach w czasie lata, lecz i w winach różnych, które fermentują, gdy tymczasem w soku owoców, podczas fermentacyi, przechodzi widocznie w odmienną postać, o komórkach niezłączonych w rodzaj gałązki, lecz odosobnionych, jakby rozsypanych — (fig. 5 A).

Gdy dodamy, że rysunki jednéj i téj saméj jakoby formy drożdżowéj u różnych autorów (Rees, Pasteur) są różne i do siebie niepodobne, że u jednego nawet autora czasem w różnych figurach, jednę jakoby przedstawiających formę, zupełnie téj saméj postaci dopatrzyć niepodobna, gdy zauważymy, iż komórki jednéj częstokroć formy, z jednego odwzorowane preparatu, większe przedstawiają różnice (por. np. fig. 5 A) niż komórki różnych odmian oddzielnych,—wtedy dopiero nabierzemy pojęcia, jak słabo morfologiczny (postaciowy) charakter drożdży jest opracowanym, jak trudno jest rozróżniać gatunki między sobą i jak wiele w nauce pod tym względem pozostaje do zrobienia. Zmienność łatwa zewnętrznéj formy i całego wyglądu, jakiéj przykład dają nam drożdże zaraz na wstępie naszego zaznajomienia się z formami, nakazuje nam wielką

[1]) Litery A i B przy fig. 5-éj i 7-éj mają zupełnie inne znaczenie, por. niżéj.

zachowywać ostrożność,gdy chodzi o oznaczenie, czy dwie jakiekolwiek dane formy są bijologicznie formami rzeczywiście różnemi. Aby módz sądzić o tem, należy przedewszystkiem życie każdéj formy, o jakąby chodzić mogło w danym wypadku, poddawać badaniu w różnych zewnętrznych warunkach życia. — A nawet, przy takiem poznaniu form pojedyńczych, bijologiczna ich wzajemna łączność lub zależność wtedy tylko jasno rozumianą będzie, gdy nauka zedrze tajemniczą zasłonę co do pochodzenia drożdży,—zasłonę, do uchylenia któréj dotychczas jeszcze podobno dość daleko.

55. *Oddychanie drożdży. Wycieńczenie.* — Czytelnikowi jakotako obeznanemu z naukami bijologicznemi wiadomo, że zarówno zwierzęta jak i rośliny oddychają, że w każdéj żyjącéj istocie tlen odgrywa rolę regulatora niejako chemicznego składu jéj ciała; u zwierząt i saprofitów z przyjmowanego pokarmu powstaje w ten sposób tkanka ciała danéj istoty, od pokarmu chemicznie odmienna. Z góry przeto wiedzieć już można, że i drożdże muszą oddychać i tlen pochłaniać. Doświadczenia jednak okazują nadto, że drożdże są chciwym i energicznym bardzo konsumentem tlenu, że mają niepospolitą zdolność do odtleniania. Woda świeża, zawierająca w sobie dość dużo powietrza rozpuszczonego, przez rozbełtanie i pozostawienie ze świeżemi drożdżami zupełnie tak samo traci cały zasób tlenu, jak przez przegotowanie lub pod działaniem opiłek cynkowych. Paryski prof. Schützenberger w pięknem doświadczeniu [1]) zdołał pod działaniem oddychania drożdży krew tętniczą zamienić na żylną. Liczne doświadczenia wykazały wielkie znaczenie tlenu przy rozwoju drożdży podczas fermentacyi; według obliczeń, komórka drożdżowa szybciéj i potężniéj oddycha niźli ciałka krwi ludzkiéj w naszym organizmie. Pasteur, a po nim (1880) jeszcze dokładniéj Cochin dowiedli, że w pozbawionych zupełnie tlenu roztworach, skądinąd najlepiéj odpowiadających potrzebom drożdży, rozwój tych ostatnich zostaje wstrzymanym o tyle, o ile same przez się nie wniosły one pe-

---

[1]) Por. Wszechświat, t. II, str. 119; oryginalne doświadczenie dokonane było nie z pergaminem zresztą lecz z listkami malarskiego złota. (*Przyp. Autora*).

wnego zapasu tlenu. Póki drożdże są młodociane (§ 54), życie ich w takich nawet roztworach, pozbawionych tlenu, idzie dobrze,—gdy się zestarzeją cokolwiek, a tlenu z zewnątrz nie otrzymują, wówczas życie słabnie, drożdże wycieńczają się i niejako obumierają. Nie jestto jednak śmierć zupełna: drożdże takie, zawieszają jakoby swą działalność na czas dość długi (Pasteur przechowywał je po kilka miesięcy, bez zatraty zdolności do odżywania następnie), dopóki warunki się nie zmienią; skorotylko przeniesiemy je do warunków odpowiednich, ożywają napowrót, odmładniają się znowu, poczyna się ich pączkowanie i t. d. — Wskrzeszenie jednak życia w obumarłym grzybku następuje niezaraz, lecz po tem dłuższym przeciągu czasu, im dłużéj pozostawał w warunkach wycieńczenia. Kilka lub kilkanaście dni czasu potrzeba drożdżom na odzyskanie zdolności życiowéj. Według Pasteura wszakże z drugiéj strony wystarcza, aby wpuścić do kolbki, w któréj z powodu wyczerpania tlenu od miesięcy już rozwój drożdży zupełnie ustał,—a w któréj wtedy i fermentacyja ustać musi,—maleńki pęcherzyk powietrza, a po godzinie już widzimy w kolbce poczynającą się nanowo, dość żywą, choć krótkotrwałą może fermentacyją: drożdże natychmiastowo prawie ożyły.

Już w powyższym ustępie wspominaliśmy, że przy wyczerpaniu pokarmów z ośrodka, lub przy mało odpowiednim ich składzie, drożdże się starzeją. Starzenie to jest tylko stopniem przechodnim niejako do obumierania czyli wycieńczenia, z jakiem się tutaj zapoznajemy. Jeżeli bowiem niekorzystne warunki karmienia trwają dłużéj, to brak pożywienia (brak jednego choćby pierwiastku koniecznego: czy to węgla, czy azotu lub części mineralnych) sprowadza ten sam stan wycieńczenia, jaki następuje przy absolutnym braku tlenu. Obumierają więc drożdże, zalane czystym roztworem cukru; obumierają także, gdy im dać roztwór, gdzie żadnego wodanu węgla t. j. cukru pod żadną nie znajdą formą. Wreszcie obumierają, gdy bez pokarmu znajdują się pod wpływem powietrza, a wywietrzanie takie (por. zresztą § 59, warunki owocowania drożdży) najbardziéj może dla nich jest szkodliwem.

Na uwagę przytem zasługuje ta, naukowo niedość dokładnie jeszcze zbadana okoliczność, że gdy w ten lub ów sposób wycieńczone, obumarłe drożdże, przy warunkach zmienio-

nych odzyskują znów życie i zdolność do życia, rozpoczyna się pączkowanie wracających do życia komórek, lecz forma grzybka przez takie pączkowanie wytworzonego, mniéj lub więcéj różni się od formy normalnéj, zmienia się ogólny wygląd, zatracają się czasowo w nowéj téj postaci grzybka cechy, jakie go normalnie charakteryzują i otrzymują się niekiedy formy pojedyńczych komórek dziwaczne, przypominające nieraz postać zarodników trwałych i t. p.

56. *Życie normalne drożdży. Fermentacyja.* Normalne warunki w jakich żyją drożdże, dadzą się tedy określić i ustanowić jak następuje: roztwór powinien zawierać pewną ilość, a mianowicie od kilku do 35% rozpuszczonych w wodzie materyj organicznych i mineralnych, w których wszystkie znajdować się winny pierwiastki, jakie w skład ciała drożdży wchodzą i do jego budowy są potrzebne, powinien oddziaływanie wykazywać obojętne lub słabo kwaśne, a nigdy zasadowe i powinien zawierać w roztworze pewną zawsze ilość rozpuszczonego tlenu z powietrza. Spomiędzy związków węgla, jedynym właściwym pokarmem są pewne wodany węgla, a przeważnie glukoza czyli cukier owocowy [1]). Cukier trzcinowy (krystaliczny, zwyczajny, w gospodarstwie używany) przed fermentacyją, a właściwie przed rozpadem, jakiemu ostatecznie ulega, najpierw zamienionym zostaje na glukozę, o czem niżéj. Przyprowadzone do stanu glukozy, cukry bardziéj złożone, ulegają dopiero fermentacyi. I jedno i drugie dzieje się pod wpływem działalności drożdży. Życia drożdży jednak bynajmniéj nie można utożsamiać z fermentacyją. Jak wyżéj już, przy ogólnéj charakterystyce istot, któremi tu się zajmujemy, mieliśmy sposobność zaznaczyć, rozkład nie jest ich nieodzowną potrzebą, koniecznym warunkiem do ich istnienia. Sztucznie można hodować drożdże w płynach niezawierających cukrów zupełnie (?) lub też wobec cukrów, które pod ich działaniem fermentacyi nie ulegają (cukier mleczny np.=galaktoza), a wtedy drożdże żyją jako spalacze a nie jako rozkładacze owéj substancyi, w któréj żywot im pędzić wypadnie.

---

[1]) Dekstroza tak dobrze jak lewuloza, a więc wogóle mówimy glukoza; por. daléj w § 90. (*Przyp. Autora*).

Rozkładowe działanie drożdży w obecności cukru owocowego i innych, zależnem jest w pierwszéj linii od małego, ograniczonego przystępu powietrza. Drożdże w tym samym roztworze, na szerokich a płytkich talerzach wywołują słabą tylko fermentacyją, gdy w wąskiem naczyniu, zalane i pozostawione, wytworzą z cukru znaczny procent alkoholu (także, rozumie się, dwutlenku węgla). Nie znaczy to, że drożdżom lepiéj żyć w tym ostatnim wypadku niż w pierwszym, przyrost materyi żywéj, jedynie służyć mogący za wskazówkę, o ile rozwój grzybka w pomyślnych bijologicznie znajduje się warunkach, przyrost ten, może być w pierwszym wypadku większym niż tam, gdzie żywiéj i lepiéj postępuje fermentacyja alkoholowa cukru. Wielu bardzo badaczy, utrzymujących na zasadzie doświadczeń, że obecność tlenu czyli przewietrzanie roztworu dla drożdży jest szkodliwe, miało na myśli ujemny wpływ znaczniejszego zasilania tlenem na przebieg fermentacyi, na zjawisko w bijologicznym kierunku drugorzędne, choć z praktycznych względów, o ile fermentacyja służy jako źródło otrzymywania cennego alkoholu, w pierwszéj stawiane linii. Rzeczywiście, wbrew dawniejszym (1861) rezultatom Pasteura, — Hoppe-Seyler (1875) i tenże sam Cochin (1883), który stwierdził poprzednio konieczność tlenu dla życia drożdży, przekonali się, że przewietrzanie płynu [1]) lub pozostawianie go w cienko rozpostartéj warstwie działa ujemnie na postępy fermentacyi cukru; alkoholu otrzymuje się bardzo mało lub tylko ślady. Ani jeden ani drugi jednak nie oznaczali porównawczo, czy i o ile następował przyrost saprofitycznéj istoty, o ile normalnem było jéj pączkowanie.

Chcąc módz jasno rozbierać i oceniać zjawiska rozkładu w różnych warunkach, należy dokładnie zdać sobie sprawę z odrębności bijologicznéj strony od strony chemicznéj. — W bijologicznem znaczeniu pojęcie najlepszości (optimum) warunków polega na pomyślności rozwoju, którego miarą jest przyrost ilościowy saprofitycznego grzybka, w chemicznem znaczeniu miarą pomyślności będzie ilość produktów rozkładu,

---

[1]) Hoppe-Seyler przepuszczał czysty tlen a nie powietrze, co ważną bardzo różnicę stanowi; por. następny §. (*Przyp. Autora*).

o które chodzi, jaka w danym przeciągu czasu się tworzy. Brać jedno za drugie—znaczy plątać kwestyją zamiast ją rozplątywać.

Charakterystyką przebiegu fermentacyi, techniką niejako tego rozkładowego zjawiska, zajmiemy się daléj, gdy kolejno zjawiska te jako takie rozpatrywać będziemy. Tu obchodzi nas ona jako jedna z szczególniejszych funkcyj drożdży i zaznaczyć możemy to tylko, iż zjawisko to bijologicznie jest dość skomplikowanem i że, o ile wnosić pozwalają dokładne prace (1876) Pasteura, oraz późniejsze (1880) i dokładniejsze jeszcze badania duńczyków Hansena i Pedersena, w pojedyńczym procesie fermentacyi rozróżniać wypada różne momenty czy epoki. Z początku fermentacyja jest powolną; większy zapas tlenu sprzyja rozwojowi grzybka, szybkiemu i obfitemu pączkowaniu; cukier wtedy wprost spalanym zostaje. Przy mniejszym, bardziéj skąpym zasobie tlenu swobodnego następuje dopiero rozkład cukru na produkty fermentacyi, a obok tego na potrzebę organizmu; w tym drugim okresie pączkowanie już jest słabsze. Trzecim okresem wreszcie jest starzenie się komórek drożdżowych, przyczem słabnie i ustaje nietylko wzrost i pączkowanie, ale zarazem i fermentacyja—jedno i drugie poczynają zgodnie chylić się ku upadkowi;—trzeci ten okres następuje wszakże dopiero po dłuższem trwaniu fermentacyi w jednostajnych warunkach.

57. *Teoryja aerobijozy i anaerobijozy.* Ze wszystkich doświadczeń nad fermentacyją przebija nietylko ten fakt ogólny, że sam przebieg fermentacyjnego zjawiska zastępuje poniekąd drożdżom oddychanie, lecz, co więcéj, że jedno jeśli nie wyłącza zupełnie drugiego, to przynajmniéj znajduje się w stosunku wprost odwrotnym. Dlaczego jednak tlen wydobyty z cukru, którego nieznaczna zaledwie ilość, drobna bardzo cząstka, obróconą bywa na potrzeby organizmu drożdży, niezawsze zastępować może tlen swobodny z roztworu, dlaczego bez dostępu dla tego ostatniego, t. j. dla swobodnego tlenu przez czas dłuższy, fermentacyja z konieczności ustaje (§ 55),—tego nauka dotychczas nie wyjaśnia. Rozmaici uczeni, popierający fizyjologiczną teoryją fermentacyi, z Pasteurem na czele, uważali i uważają ją za „życie bez wolnego tlenu“ (Pasteur) lub za „utrudnione oddychanie“ (Nencki); w wypadku fermentacyi alkoholowéj

zapatrywanie to odpowiada może rzeczywistości. Pasteur jednak niewątpliwie poszedł w tym kierunku zadaleko, gdy wszystkie zjawiska rozkładu podporządkować chciał w dwie wybitnie różne grupy, gdy rozróżniał nietylko zjawiska rozkładu dokonywające się przy udziale tlenu powietrza i bez jego udziału, lecz nadto żyjątka rozkładu, saprofity wszystkie dzielił na „powietrzne“ (aërobie) i „bezpowietrzne“ (anaërobie). To ostatnie zapatrywanie słynnego uczonego dziś już nie wytrzymuje krytyki i okazuje się coraz widoczniéj, iż niektóre formy najdrobniejszych saprofitów w ogólności, mianowicie zaś tych, którym właściwą jest działalność rozkładająca, zdolne są do życia na powietrzu, przy obecności swobodnego tlenu i do życia bez przystępu tego gazu. Takich form saprofitycznych, dla którychby dostęp swobodnego tlenu powietrza wprost był szkodliwym, nauka wyliczyć dziś może zaledwie kilka, a z niemi w dalszym ciągu się zapoznamy. I tu jednak istnieją różne stopnie wrażliwości na tlen: gdy bowiem czysty gaz tlenu nietylko dla niektórych grzybków rozkładających, ale dla istot najwyżéj uorganizowanych jest szkodliwy, powietrze zwyczajne już dostępnem jest dla wielu bardzo form, a powietrze zmięszane z azotem lub dwutlenkiem węgla nie przynosi szkody tym nawet, które według Pasteura noszą wybitny charakter bezpowietrznych żyjątek, a dla których powietrze atmosferyczne jest rzeczywiście mniej lub więcéj szkodliwem. Pytanie zaś, o ile najdrobniejsza domięszka tlenu w gazie, stanowiącym atmosferę bezpowietrznego życia takich istot, jest dla nich zabójczą, pozostaje jeszcze otwartem dla spodziewanych dopiero badań naukowych.

W każdym razie ilość stosunkowa zjawisk, zachodzących zupełnie bez powietrza, jest niewielką, a ilość żyjątek, dla których powietrze szkodliwem jest lub zabójczem, jeszcze bardziéj jest ograniczoną. Wielu uczonych powątpiewa dziś nawet zupełnie o tem, czy życie takie ściśle bez tlenu jest możliwem. Nencki, nasz głośny rodak, dowiódł w starannych doświadczeniach, że bakteryje z trzustki wołowéj i drożdże piwne mogą żyć i — jak się zdaje—rozwijać się absolutnie bez tlenu, w ustalonéj bowiem atmosferze wydzielającego się wodoru. Że życie w tych warunkach jest możliwem, uważać należy za fakt dowiedziony i bynajmniéj nie dziwny. Znów jednak na-

leży rozróżniać możliwość takiego życia od jego powszedniości i od pomyślności tych sztucznych warunków, zwłaszcza gdyby chodziło o czas dłuższy. Co do drożdży naprzykład, Nencki dowiódł tylko, że drożdże pod atmosferą wodoru przez dni kilka żyć mogą, gdyż w warunkach doświadczenia, widoczna zachodzi fermentacyja; czy jednak drożdże w tych warunkach się rozwijały, czy otrzymany był przyrost komórek drożdżowych, w jakim stanie wydobyto je, gdy ukończonem było wydzielanie się pęcherzyków znamionujących fermentacyją, tego doświadczenia Nenckiego nie dowodzą [1]), a z doświadczeń Cochina i innych (§ 55) zdaje się wypływać rezultat taki, że bez swobodnego tlenu drożdże mogą żyć przez czas dłuższy, ale że wtedy rozwój ich słabnie, pączkowanie powoli ustaje zupełnie, żyjące osobniki się starzeją (§ 54) i powoli następuje obumieranie istotek, czerpiących tlen z rozkładu materyi; wskrzeszenie życia następuje dopiero w tlenie.

Jakkolwiekbądź, — drożdże nie mogą być uznane ani za powietrzne (aërobie) ani za bezpowietrzne żyjątka; prawdą jest to tylko, że mają wielką zdolność stosowania się do różnych, najróżnorodniejszych warunków życia. Dalszy wniosek, że życie bez swobodnego tlenu jest dla nich ciężkiem i że gaz ten swobodny potrzebny jest im do odmładzania się, do niestarzenia się, nie jest wprawdzie dowiedzionym jeszcze, ale bardzo prawdopodobnym. — Taką mniéj więcéj zdolność przystosowywania się do warunków życia napotkamy w dalszym ciągu u wielu jeszcze saprofitów.

58. *Samogorzenie. Długość życia drożdży wysuszonych.* Przy rozpatrywaniu warunków życia, do jakich przystosowywać się mogą drożdże, wypada nam wspomnieć o jednym

---

[1]) Nencki podaje, iż zbierał około pół grama drożdży z zasiewu 5 kropel mętów drożdżowych; szkoda, że waga takich 5 kropel z tego samego źródła wysączonych, nie została oznaczoną. Drożdże te, zauważyć należy, wniosły ze sobą pewien zapas tlenu, który Pasteur nazywa „oxygène emmagasiné" fermentacyja w tych warunkach trwała około 5 dni, następnie ustała; por. co do okresów fermentacyi § 56. (*Przyp. Autora*).

jeszcze bardzo charakterystycznym objawie przystosowania, a mianowicie o życiu drożdży na własny rachunek, gdy w roztworze wszystek cukier został już wyczerpanym, lub gdy świeże drożdże umieścimy w płynie bez cukru, w wodzie czystéj. W różnych tych wypadkach, gdy drożdżom brak pokarmu, dostarczającego im węgiel, gdy nie mają wodanu węgla do rozłożenia, lub choćby do spalenia, poczynają zjadać same siebie, przyswajać i utleniać części własnego swego ciała; o ile się zdaje spożywają one błonnik (celulozę) [1]), wchodzący w skład ich błony komórkowéj; produktami tego ciekawego fizyjologicznego objawu, dającego się przyrównać do spożywania tłuszczu, następnie mięśni i t. d. własnych przez zwierzę, trzymane o głodzie, są produkty fermentacyi alkoholowéj: alkohol etylowy, dwutlenek węgla i zapewne woda. Jak w cukrowym roztworze, tak i bez cukru (jeśli drożdże świeże; w obecności tlenu), wydzielają się pęcherzyki dwutlenku węgla i płyn napozór fermentuje. Zjawisko długo, rozumie się, trwać nie może, drożdże wyczerpują się prędko, lecz w ten sposób chemicznie wyczerpane a nawet rozłożone nie wracają już do życia. Pasteur otrzymywał objawy takiego zjadania się drożdży samych przez się (autophagie), czyli—jakby wyrazić się można — samogorzenia (Selbstvergährung), przez użycie do fermentacyi drożdży w nadmiarze (wyżéj 40% względnie do cukru); Béchamp i Schützenberger przez zalewanie ciepłą wodą, która z nich przytem wyczerpuje różne materyje rozpuszczalne (przez wysiąkanie, czyli egzosmozę); Nägeli dowiódł, że część przynajmniéj z tego ostatniego szeregu doświadczeń polega na psuciu się, na rozkładzie drożdży pod działaniem rozkładających je w tych warunkach grzybków rozszczepkowych (jakkolwiek Béchamp dla zapobieżenia rozkładowi dodawał słabe ilości kreozotu), że natomiast w czystych roztworach bardzo

---

[1]) Liebig wprawdzie dowodził, że ilość otrzymywanych produktów rozkładu (CO_2 i C_2H_6O) przewyższa o wiele wagę samego błonnika, że zatem i protoplazmatyczna materyja komórki rozszczepia się na też same produkty, czego przypuszczać jednak nie mamy prawa. Prawdopodobnem jest, że następował tu rozkład, połączony z życiem istotek najdrobniejszych (por. niżéj). (*Przyp. Autora*).

małe ślady alkoholu tylko się tworzą. Rozstrzygnięcie sprawy, przeniesionéj na subtelne pole współczesnego znajdowania się i działania najdrobniejszych bakteryj w obecności drożdży, jest wielce trudnem. Zarzuty Nägeliego bardziéj jednak stosują się do metody wyczerpywania wodą (ekstrakcyi) niż do samogorzenia, jak je otrzymywali Pasteur i Dumas w doświadczeniach, w których nie używali zbyt wielkiego nadmiaru drożdży, a w których jednak ilość produktów przewyższała teoretycznie możliwe ilości, jakie powstaćby mogły na rachunek cukru [1]).

Nie braliśmy pod uwagę, mówiąc o warunkach życia, wpływu temperatury na rozwój drożdży, gdyż tenże zamyka się, jeśli ogólnie drożdżową grupę rozpatrywać chcemy, w ogólnych granicach życia komórek (§ 39); drożdże giną od gorąca przy temperaturze ponad 60° wynoszącéj, nietyle może jednak wskutek zachodzących przytem zmian białka (protoplazmy), ile wskutek utraty wody, niezbędnéj w żywem ich ciele. Z tego samego np. powodu giną drożdże w płynie, w którym stężenie przenosi 35% części stałych (cukru); wówczas gęsty roztwór przez osmotyczną błonę komórek drożdżowych ssie i odbiera im wodę. Co innego zupełnie się okazuje, jeśli drożdże powolnemu, ostrożnemu poddawać wysuszeniu: znoszą one wtedy temperaturę 100 i 110°, a może nawet i wyższą (do 130° podług panny Manassein) i dopiero gorąco 140° zabija je odrazu. Wysuszone, t. j. pozbawione wilgoci w normalnéj temperaturze, z należytą ostrożnością, mogą z łatwością w płynie znów odżywać. Pasteur, w celu zbadania, przez jak długi przeciąg czasu drożdże w stanie wysuszenia mogą tę zdolność do odżywania zachowywać, rozkruszał je i mięszał, a następnie tłukł w moździerzu z wyżarzonym gipsem. Proszek z moździerza, odpowiednio przechowany i zasiewany następnie w jałowych cieczach, mogących fermentować, zachowywał się jak następuje:

zasiany po 3 dniach—fermentacyja stawała się widoczną na 3-ci dzień;

---

[1]) Autofagiją substancyj chemicznych w dojrzałych ustrojach napotkamy daléj jeszcze, przy rozpatrywaniu fermentacyi alkoholowéj, § 91. (*Przyp. Autora*).

zasiany po 3 miesiącach—fermentacyja stawała się widoczną na 4-ty dzień;

zasiany po $7^1/_2$ miesiącach — fermentacyja stawała się widoczną po 8-miu dniach;

zasiany po $10^1/_2$ miesiącach—nie dawał zgoła fermentacyi; drożdże widocznie zamarły.

Z tych doświadczeń zdawałoby się, że drożdże, gdyby w stanie suchym przechowywać się miały w naturze, nie mogłyby po roku lub nawet niespełna roku, rozwijać się kosztem następnego zbioru jagód. Doświadczenia te jednak nie były dostatecznie skontrolowane, aby na nich było można oprzeć stanowcze wnioski. W przyrodzie wszakże drożdże zupełnie wysuszone nigdy być nie mogą, a przez ciąg roku wielokrotnie wystawione być muszą na mniejszą lub większą wilgoć; doświadczenie Pasteura nie odpowiada przeto naturalnym warunkom. Nie ulega zaś najmniejszéj wątpliwości, że wilgoć, niedostateczna do zapewnienia życia drożdżom, a jednak stawiająca je w odmiennych warunkach wobec wpływów zewnętrznych, nie przyczyniłaby się zgoła do większéj ich wytrzymałości. Trudno więc w saméj rzeczy przypuszczać, aby w przyrodzie drożdże przez rozpylenie z wysuszonych przefermentowanych płynów mogły być roznoszone.

59. *Owocowanie.* Skończyliśmy z krótkim, pobieżnym nawet, przeglądem warunków życia i rozwoju drożdży jako istoty rosnącéj i rostowo (wegietatywnie) się rozpleniającéj. Z kolei wypada nam zatrzymać się nad ważnym i charakterystycznym, choć rzadko w warunkach przyrodzonych występującym objawem owocowania. Wszelkie wydawanie młodszego pokolenia,— u wyższych zwierząt i roślin cechujące okres dojrzałości mniéjlub więcéj późny, — powiązanem jest w przyrodzie z osobnikową zagładą ustroju, poprzedza ono niejako śmierć istot niższych. U tych zaś charakterystycznych, mikroskopijnych żyjątek, które przedmiot naszego zajęcia stanowią, a które normalnie drogą plenienia się (drogą rostową, według terminologii prof. Rostafińskiego) zwykły się rozradzać, owocowanie, niby deska ratunkowa, dla niezagłady gatunku, dla przechowania gatunkowego przynajmniéj bytu, występuje przy okolicznościach złego, skąpego żywienia się, wyraźnie jakby w przeddzień śmierci. Takiem jest ono u drożdży, takiem poznamy je

daléj u grzybków rozszczepkowych, a najcharakterystyczniéj może związek ten pomiędzy niepomyślnemi warunkami bytu a owocowaniem uwidoczni nam się u form pasorzytnych.

Owocowanie jednak, zgóry zawarować należy, następuje wogóle tylko przy obfitości swobodnego tlenu; u drożdży zawsze na powietrzu. Odkrytem też zostało najpierw u Sacch. mycoderma (M. vini) przez francuskiego botanika de Seynes w r. 1868. U drożdży żyjących w roztworach, bez zetknięcia z powietrzem, zbadał i pierwszy opisał owocowanie Rees w 1869—70 r.; badania jego dotyczą wielu bardzo odmian (gatunków). W komórkach drożdżowych kożuszka winnego zarodniki tworzą się przy naturalnych, u innych drożdży przy sztucznych raczéj warunkach. Rees pozostawiał drożdże, namoczone w dystylowanéj wodzie, na sicie, a nadmierną wodę starannie zbierał (inaczéj następuje gnicie); w późniejszych doświadczeniach umieszczał drożdże w cienkiéj bardzo warstwie na kartoflu lub na marchwi (świeżo rozkrajanych), przyczem wilgoć nadmierna łatwo sama wsiąka; Engel wreszcie rozpościerał drożdże na warstwie porowatego gipsu, przy temperaturze pokojowéj. Komórki drożdżowe zmieniają swój wygląd, stają się ziarnistemi, ziarna skupiają się w kilku miejscach, jakgdyby w ogniskach, a po dwutygodniowym przeciągu czasu mniéj więcéj, ogniska te stają się oddzielnemi bryłkami ziarnistéj masy, okolonemi wyraźnym, podwójnym obrysem. Komórkowa otoczka macierzystéj komórki tworzy teraz już tylko woreczek, zupełnie zamknięty, śród którego znajdują się cztery zazwyczaj spory czyli zarodniki drożdżowe, ściśle do siebie przylegające, a które do dalszego rozwoju przy pomyślnych warunkach są niewątpliwie przeznaczone. I rzeczywiście, w odpowiednim ośrodku, w płynie ocukrzonym, woreczek pęka, a każdy z zarodników natychmiast poczyna pączkować, wytwarzając tą drogą normalną zupełnie do macierzystego grzybka podobną, koloniją drożdży. U Sacch. mycoderma owocowanie następuje zawsze, gdy zlejemy płyn z pod kożuszka lub gdy rozcieńczymy zawierającą spirytus ciecz pożywną grzybka. Saccharomyces apiculatus, czyli poprawniéj Carpozyma apiculatum Engel, owocuje odmiennie niż pozostałe gatunki drożdży, o ile je pod tym względem zbadano; zarodniki w woreczku są liczne, drobne, tworzą się bardzo leniwo.

Ostatnio doszedł Cochin do otrzymania zarodników drożdżowych na odmiennéj zupełnie drodze. Zamiast złych warunków wyżywienia, używa on działania temperatury, sięgającéj blisko do najwyższych granic, poza któremi drożdże zamierają (około 60°). I tu tworzenie się zarodników następuje widocznie pod groźbą śmierci, a objaw takiego owocowania w temperaturze krańcowo wysokiéj, również w dalszym ciągu naszych rozpatrywań będziemy mieli sposobność napotkać.

Owocowanie drożdży nieco schematycznie przedstawionem jest na fig. 8, str. 102.

60. *Bijologiczne stanowisko drożdży.* Popróbujmy zestawić to, co dotąd o sposobie powstawania życia drożdży na różnych powiedzieliśmy miejscach. Widzimy wśród przyrody drożdże w normalnéj postaci drożdży (§ 53) lub jako odmienne formą zewnętrzną zarodniki, niczem drożdży nieprzypominające (§ 51). Wreszcie, poznaliśmy powstawanie zarodników u drożdży, niby potomstwa, przez podział (§ 59), a te nowo poznane zarodniki w niczem tamtych nie przypominają. Tak więc drożdże, o ile nie powstają z podobnych sobie rodziców, drogą odmładzania się przez pączkowanie, o tyle mogą powstawać albo z najdrobniejszych kuleczek dziecięcych, które komórka drożdżowa przed śmiercią swą wytwarza, albo też z niewiadomych co do pochodzenia swego zarodników, które wedle doświadczeń Pasteura dają początek drożdżom Sacch. ellipsoideus, rozkładającym sok winnego grona. Czy między jedną formą zarodników a drugą istnieje jaki związek; co się dzieje w przyrodzie z zarodnikami w woreczkach (§ 59) wytworzonemi; jaka forma wytwarza zarodniki takie, jakie w czasie lata, a właściwie pod jesień, niby za sprawą różczki czarodziejskiéj, osiadają na każdem gronie, na każdem miejscu niezliczonego mnóstwa gron, dojrzewających na obszernych przestrzeniach winnic? I nie wśród samych tylko winnic, jak się zdaje, spotkaćby można takie zarodniki, dające początek drożdżom, choć formą od nich odmienne [1]). Zarodniki te nie

[1]) Autor niniejszego, widział i mógł badać fermentacyją jagód leśnych, rosnących w błotnistych lasach Wołogodzkiéj gubernii, a zwanych „morożką", dojrzewających w początkach Sierpnia (n. s.). Drożdże w soku

są więc rzadkim wytworem i prawie na pewno twierdzić można, że nie tworzą się na ograniczonych przestrzeniach winnic, lecz że powstają często i gęsto wśród żywéj przyrody stref umiarkowanych.

Młody uczony francuski Boutroux, słusznie zwrócił uwagę na tę rolę owadów, jaka narzuca się niejako rozmyślaniom przyrodnika w kwestyi znajdowania zarodów drożdży, czy też samych drożdży na owocach i jagodach. Jak bowiem inaczéj objaśnić peryjodyczne rok rocznie zjawianie się drożdży w czasie dojrzewania danych jagód np. jagód winnych i to zjawianie się ich na samem tylko gronie. Liście i gałązki krzewów winnych nie noszą na sobie, jak widzieliśmy (§. 52) zarodników, z którychby się drożdże rozwinąć mogły; siedliskiem ich są tylko jagody i drzewiasta część grona samego, a poza tem ziemia winnicy, która z deszczem razem przyjmuje część wszelkich pyłów przyrody. Przypuszczenie to objaśnia nam też najzupełniéj rezultat hodowli winogron pod szkłem. Przypisywanie zaś roli téj wiatrom lub jakiejkolwiek bardziéj ogólnie działającéj sile przyrody, nietylko nie objaśniałoby braku pyłów na liściach i gałęziach, lecz również braku tych pyłów pod niedość szczelną bezwątpienia, wobec maleńkości pyłków, szklarnią polową Pasteura. Przypuszczać należy, że tak, jak przy zapładnianiu kwiatów, owady są pierwszorzędnym działaczem, niekiedy w prost niezbędnym do zapłodnienia, — co jak wiadomo, dowiedzionem zostało stanowczo przez nieśmiertelnego Darwina,—tak też i przy życiu drożdży, gdy chodzi o zapewnienie sokowi jagód fermentacyi, sprzyjającéj mniéj lub więcéj wydobyciu się ziarnka z lepkiego nieraz owocowego soku,—owady mają własność przenoszenia zarodników. Przenoszenie w niektórych wypadkach odbywaćby się musiało, gdy owoc lub jagoda kwaśnemi, niedojrzałemi są jeszcze, innym

---

morożki niczem się nie różnią od Sacch. ellipsoideus i nie mają charakterystycznych pączków, znamionujących Carpozyma apiculatum. Wobec oddalenia miejscowości od stref, gdzie winna łoza wyrasta, znajdowanie się tego grzybka specyficznie niby winom właściwego, bardzo jest ciekawem. Również fakt ten zasługuje na uwagę ze względu na porę znajdowania się zarodów na jagodach. (*Przyp. Autora*).

gdy dojrzewają lub może nawet gdy dojrzały. Rzecz a tylko, że uprawiacze winnic nie mogą wskazać żadnéj owadu, któraby specyjalnie w porze dojrzewania wina na ch siadała. Nie możemy wszakże przemilczeć, że oux znalazł zarodniki Pasteurowskie dojrzałego wina na rych kwiatach miodnikonośnych, a mianowicie na kwia- ozchodnika (Sedum rubens) i sumaka garbarskiego (Rhus ia).

Wszystkie te dociekania nad sposobem wędrowania za- ców nie wyjaśniają jeszcze ważnego pytania, skąd się te niki biorą, gdzie się wytwarzają? Pytać się będziemy, ię w danym razie biorą na kwiatach,—tak samo, jak py- my się: skąd na owocach się biorą?

De Bary znalazł i opisał bardzo częstą w przyrodzie formę grzybni, nieowocującéj nigdy, którą nazwał Dematium pullulans. Grzybnia ta, znajdowana na rozkładającem się drzewie, może żyć także na roztworach zawierających cukier (jako istota spalająca), przy czem zdarza się widzieć osobliwe pączkowanie grzybni. De Bary przypuszcza, że Pasteurowskie zarodniki trwałe pochodzą od grzybni Dematium, która w takim stosunku byłaby do drożdży, jak grzybek berberysu (Aecidium berberidis) do śnieci pszenicznéj (Puccinia graminis). Brefeld natomiast uważa drożdże za rozrodki (conidia) rozmaitych grzybków wyższych. Obie te hipotezy wszakże nie mają dostatecznych podstaw faktycznych; nie wiążą form odnośnych z grzybkami pod względem stosunku ich w naturze, ostatecznie zatem nie mają dla nas dotychczas znaczenia. Pochodzenie zaś drożdży, a raczéj uzupełniająca je w przyrodzie forma żyjąca, od któréj one początek biorą, a w którą z kolei przeobrażać się mogą, — pozostaje nateraz otwartą, a wielce dla przyrodnika ciekawą zagadką, zagadką codziennego niejako, ze względu na pospolitość drożdży w żywéj przyrodzie, bytu natury.

Charakterystycznem jest, że przy badaniu pyłów powietrza, ani drożdży w ich normalnéj postaci, ani zarodników woreczkowych lub z woreczka już oswobodzonych, wykryć nie zdołano. O zarodnikach trwałych, których mnóstwo ma postać podobną, mowy nawet być nie może. Podług mikrografii powietrznéj zatem, drożdże są żyjątkami rzadkiemi, słabo

w pyłach powietrza reprezentowanemi, a jednak cukrzona woda w pokoju po kilku dniach fermentuje, drożdże się w niéj zjawiają. Okazuje to tylko, jak niedoskonałą jest jeszcze metoda badania pyłów powietrza.

b) Grzybki rozszczepkowe czyli Bakteryje

61. *Stanowisko w bijologii.* Zarysowawszy bijologiczną charakterystykę drożdży, przejść mamy obecnie do rozpatrzenia się w nowéj grupie grzybków, w grupie bakteryjalnéj, obejmującéj niesłychane mnóstwo rozmaitych daleko drobniejszych od drożdży żyjątek rozkładu i spalenia, istotek gnilnych i fermentacyjnych, właściwych saprofitów i pasorzytów ciał zwierzęcych. Wszystkie te żyjątka z powodu jaknajdrobniejszych swych wymiarów zaledwie najsilniejszym i najdokładniejszym dostępne mikroskopom, trudne są do badania same przez się, a trudność ta potęguje się przez występowanie zawsze obok siebie, w rozkładającéj się materyi organicznéj, pewnéj liczby rozmaitych form grzybkowych, bynajmniéj zaś nie jednéj jakiéjkolwiek formy (por. § 38). Bakteryje znane są od niedawna: pierwsze o nich dane naukowe starali się podać Ehrenberg i Dujardin (§ 15), usiłując wprowadzić je do nowo wówczas utworzonéj grupy wymoczków; w oddzielną grupę ujął i jako bakteryje wyosobnił je Cohn (1853) i od tego czasu dopiero baczniejszą na siebie zwracają uwagę; właściwe zaś pojęcia służące dziś za podstawę w poglądach naukowych na tę grupę, a mianowicie wykazanie łączności wśród rozwoju różnorodnych, przedtem za oddzielne gatunki uważanych postaci pewne dane z fizyjologii i wreszcie należyte nagromadzenie aktów, dowodzących ogromnego rozpowszechnienia grzybków rozszczepkowych w naturze — wszystko to jest zdobyczą ostatniego lat dziesiątka. I dziś jeszcze niewszyscy uczeni godzą się na granicę téj grupy grzybkowéj, któréj charakterystyka ogólna nadzwyczaj jest trudną. Jak dawniéj z powodu r u c h u rozmaitych żyjątek gnilnych opisywanych pod nazwą wibryjonów, bakteryj i t. d. uważano je za wymoczki (por. § 25), jak następnie kolonijalnie żyjącym i rozwijającym się na powierzchni płynów kożuszkom, chciano przypisywać charakter pleśni, tak i obecnie wielu formom wyższym wyznaczanem

bywa miejsce w szeregu wodorostów, a niektóre najbardziéj zagadkowe co do swego miejsca w systemacie przyrodniczym formy (Monas i inne) dotąd stoją na granicy naszéj grzybkowéj grupy i do zwierzęcego królestwa należącéj gromady wymoczków, tak, że dalsze dopiero chyba badania wykażą, gdzie większe zasiadać mają prawo.

Pomimo niezwykłéj obszerności téj grupy grzybkowéj w porównaniu do małéj i w ciasnych zwartéj ramach grupy drożdżowéj, pomimo trudności badania i zupełnéj nowości ściślejszych nad rozszczepkowcami spostrzeżeń, pomimo wątpliwości, jakie mieć można co do zaliczenia lub wyłączenia z téj grupy pewnych, spornych niejako, organizmów, — grzybki rozszczepkowe, badane ze stanowiska bijologicznego, przedstawiają daleko bardziéj określoną i charakter odrębnéj całości przedstawiającą grupę przyrodniczą niż grzybki pączkujące a to w tym mianowicie względzie, iż znajdowanie się pierwszych w przyrodzie znacznie łatwiéj objaśnić się daje niż pochodzenie drożdży, gdzie—jak widzieliśmy — zagadka: skąd się te grzybki biorą? dotychczas pozostaje nierozwiązaną i prowadzi jedynie do hipotez (§ 60). Sprzecznie z tym wątpliwym charakterem bijologicznym drożdży, grupa grzybków rozszczepkowych nosi na sobie piętno samoistnéj zupełnie rodziny w państwie przyrody, a co do powstawania bakteryj w odpowiednich, mogących zapewnić życie danéj formie ośrodkach, niema żadnéj potrzeby uciekania się do domysłów i wiązania życia grzybków rozszczepkowych z życiem innych, poza tą grupą stojących organizmów. Bakteryje mogą się rozmnażać przez szybkie rozplenianie się przeniesionéj z zewnątrz do danego ośrodka żywéj, lub też wyschniętéj i w ośrodku tym dopiero odżywającéj na nowo istotki drobniutkiéj, a również przez kiełkowanie drobniejszych jeszcze zarodników; te ostatnie wytwarzają się bardzo często w ciele osobników, przy schyłku długiéj zazwyczaj kolei pleniących się jedno za drugiem pokoleń (por. § 67, owocowanie).

62. *Rozpowszechnienie i znaczenie w przyrodzie.* Już z ogólnych wyrażeń poprzedniego ustępu wnosić wypada, że mamy tu z daleko bardziéj obszerną grupą istot żywych do czynienia niż poprzednio i że zachodzi pewna nieproporcyjonalność między obiema temi grzybkowemi grupami. Tak też

jest w istocie i nietylko co do różnorodności samych form i warunków, przy jakich żyć i rozwijać się mogą różne grzybki rozszczepkowe, ale głównie co do rozpowszechnienia i doniosłéj roli w ekonomii przyrody, najmniejszego porównania czynić nie można pomiędzy drożdżami a drobniutkiemi grzybkami grupy bakteryjalnéj. Drożdże, jak to nam wiadomo i jak to późniéj przy rozpatrywaniu zjawisk rozkładu lepiéj jeszcze zobaczymy, grają rolę zaledwie w kilku specyjalnych wypadkach, wśród ogromnego, nieskończonego szeregu zjawisk rozkładowych w przyrodzie; głównie występują zaś tylko jako czynniki przeobrażenia różnych cukrów (wodanów węgla) w spirytus (alkohol). Grzybki rozszczepkowe w ogromnéj swéj mnogości form i w niezrównanéj zdolności zastosowywania się do różnych fizycznych, chemicznych i fizyjologicznych wpływów, obejmują wszystkie dziedziny, wszystkie wypadki procesów rozkładowych; niema wprost bez nich żadnego naturalnego rozkładu, niema też materyi pozostawionéj w spokoju, w któréjby bakteryjalne niezagnieździło się życie. Toteż tam nawet, gdzie drożdże działają, rozkładając swem życiem materyją roślinnego pochodzenia, obok nich, obok ich bladych kuleczek pączkujących, mikroskop odkryje jeszcze daleko drobniejsze i niklejsze, poruszające się pałeczki, niteczki lub inne jeszcze postaci, i tylko sztucznie, nie bez wielkiego zachodu, możemy otrzymać kulturę czystych drożdży, w płynie nieskalanym obecnością form rozszczepkowych. Stosunek pomiędzy obiema grupami, które nas tu zajmują, jest tego rodzaju, że jeśli sobie wyobrazimy na chwilę, iż nauka zna rozszczepkowe tylko organizmy, a obcą zaś dla niéj zupełnie jest rodzina (?) drożdży, będziemy musieli przyznać, że w tym hipotetycznym wypadku pogląd nasz na naturę i przyczyny zjawisk rozkładu, mało bardzoby tylko ucierpiał. Odwrotnie, gdy w nauce znane były li tylko drożdże, a znajomość bakteryj ograniczała się do kilku lub niewielu form i zjawisk w przyrodzie, teoryja rozkładu (por. teoryja Liebiga, § 16) błąkała się po manowcach, a dokładne zbadanie zjawisk fermentacyi drożdżowéj poprowadziło wprawdzie do właściwego poglądu na owe, wybitne co prawda, zjawiska, ale dopiero poznanie roli i znaczenia bakteryj stworzyło witalistyczną teoryją w najszerszem jéj dla przyrody znaczeniu.

Uwydatnić i podkreślić mocno ten stosunek na tem miejscu, dlatego za konieczny uważaliśmy obowiązek, iż ze względów, które późniéj się dopiero zarysują, daliśmy w przeglądzie naszym nie rozszczepkom pierwsze miejsce lecz drożdżom.

Trudno nam jest już tutaj należyte w czytelniku wyrobić pojęcie o ogromnem rozpowszechnieniu bakteryj lub ich zarodników. Późniejszy dopiero przegląd pobieżny zjawisk rozkładu (§§ 78—100) da może bardziéj właściwe o tem pojęcie; do ostatecznego zaś zrozumienia przyczyni się dopiero dość daleko jeszcze przed nami otwarta kwestyja obecności zarodów w organizmach, która przyjdzie na stół dopiero przy traktowaniu pasorzytniczego życia bakteryj. Tutaj zaznaczmy tylko, że ogromna różnorodność istotek samych z grupy rozszczepków, zdolność ich do życia w najrozmaitszych warunkach, do żywienia się kosztem najbardziéj różnych pokarmów, ogromne ich uzdolnienie do szybkiego, przechodzącego granicę naszéj wyobraźni plenienia się, ich skłonność do tworzenia zarodników w warunkach naturalnych (por. § 59), ilekroć żywienie i plenienie się napotykać zaczyna na trudności, niepospolita ich wreszcie oporność i wytrzymałość w różnych formach (plennego i zarodnikowego) istnienia,— wszystko to czyni grzybki rozszczepkowe potężnemi i typowemi w każdym razie niszczycielami organicznéj, żyjącéj jeszcze lub z żyjącego organizmu powstałéj materyi. Życie tych niszczycieli z wielką łatwością z ośrodka do ośrodka się przenosi, sprzyja temu najlżejszy podmuch wiatru, najbardziéj przelotne zawilgocenie lub zmoczenie wszelkiego organicznego materyjału; łatwo w tych okolicznościach poczęte życie ich czynne, równie łatwo na jakiś czas się zawiesza, staje się utajonem, a znów w pomyślnych warunkach czynnem i t. d. Drobniutkie ciałka bakteryj, zarówno jak najdrobniejsze, mikroskopowym nawet powiększeniom często niedostępne zarodniki, — w różnych gatunkach, wszelkiego rodzaju, jeśli tak wyrazić się wolno,—unoszą się niewątpliwie w powietrzu, dostają się do wód i do lodów, zanieczyszczają wszelkie gazy i płyny wszelkie [1]), osiadają na

---

[1]) Niezbyt częstemi doprawdy są wody, pozbawione zupełnie bakteryj, a mające wtedy — o ile wolne są jednocześnie i od mineralnych mętów — świetny blask wody krynicznéj, ze źródła w piasku, lub z górskiego zaczerpniętéj

powierzchniach ciał stałych, zagłębiają się w pory ciał tych oraz w szparki lub szczeliny; ze wszystkich miejsc tych łatwo bardzo do innych znów wędrują, wnosząc ze sobą wszędzie groźny pierwiastek zepsucia, zniszczenia, rozkładu...

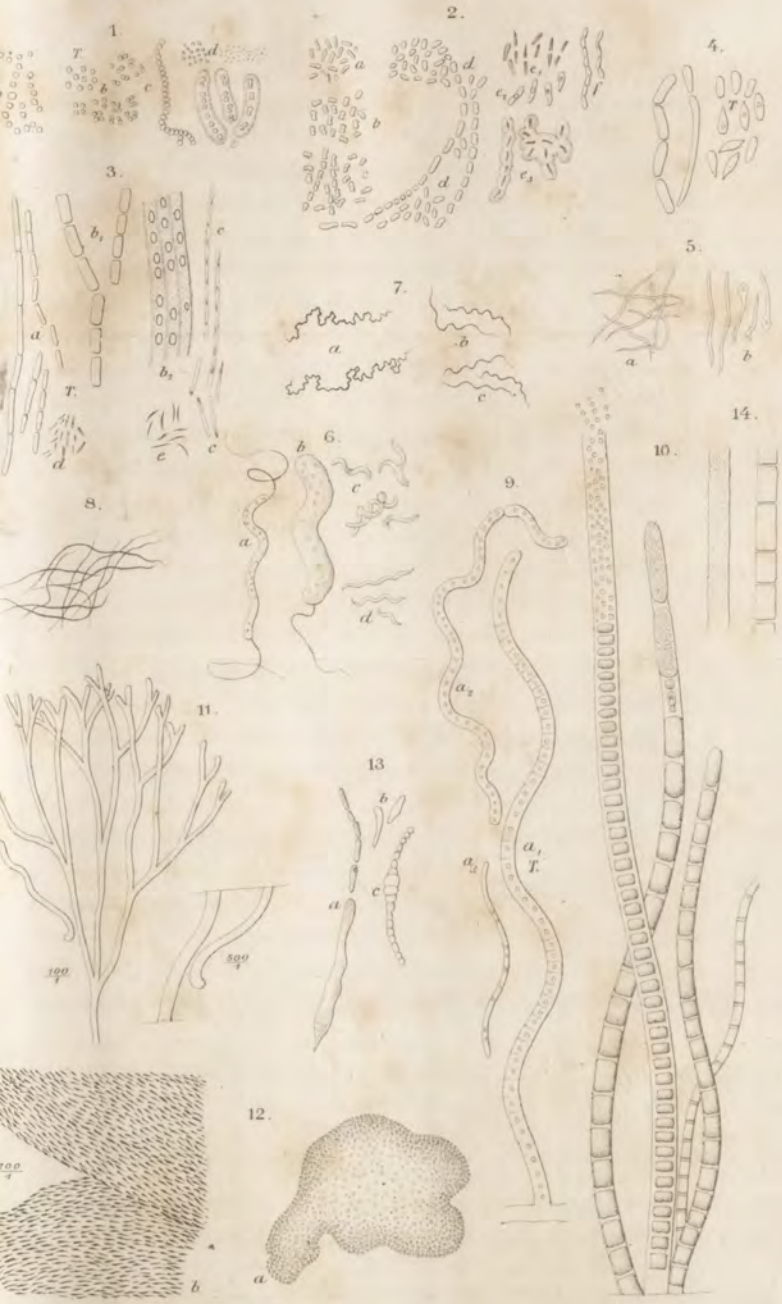
63. *Forma zewnętrzna, ruch.* Spomiędzy różnic w organizacyi, napotkaliśmy już i bliżéj tu podnieść musimy dwie zaraz kardynalne w przeciwstawieniu do drożdży różnice. Popierwsze, niektóre formy wśród bakteryjalnéj naszéj grupy obdarzone są ruchem, — powtóre, istnieje widocznie wielka rozmaitość form ciała, z którą zapoznać nam się wypadnie.

Znaczenie samodzielnego ruchu i związek pomiędzy tą, bądźcobądź pierwszorzędnego znaczenia, właściwością niektórych form czy niektórych okresów rozwoju,—nie zostały dotąd należycie zbadanemi i wyjaśnionemi, tak, że żałować wypada, jak dalece w dokładnych skądinąd badaniach i opisach naukowych, w monografijach nawet, przedmiot ten z lekceważeniem jest pomijany i jak nie można czasem z długiego choćby opisu powziąć dokładnego wyobrażenia, czy opisywany grzybek rozszczepkowy obdarzony jest ruchem czy nieruchomy. Ruch tymczasem, odznaczający pewne formy przy danych warunkach istnienia, jest niewątpliwie jedną z najwybitniejszych cech pewnego fizyjologicznego charakteru, który znamionować może czyto oddzielne formy grzybkowe, czy też co najmniéj, oddzielne okresy życia określonéj formy. Często znajdujemy u obdarzonych ruchem grzybków odpowiednie narzędzie ruchu pod podstacią jednéj lub czasami dwu przeciwległych sobie rzęs, któremi grzybek niby biczykiem migocze (por. tabl. na str. 126 fig. 6). Spomiędzy niższych form grupy rozszczepkowéj większość obdarzona jest ruchem; niektóre wyższe formy przytwierdzają

---

potoku. Nieobecność bakteryj w wodach górskich objaśnić można szybkim ruchem strumieni na spadzistościach, gdy saprofity wszelkie lęgną się tylko w spokojnych, nieruchomo pozostających ośrodkach, — poczęści zaś może to być w łączności z czystością górskiego powietrza. Świetny, opisać się nie dający blask czyli „ogień" wody źródlanéj, mają tylko świeżo przegotowane i filtrowane roztwory; wody zwyczajne z rzek i inne z płaszczyzn, są mniéj lub więcéj mętne, a raczéj niebłyszczące.

(*Przyp. Autora*).



Grzybki rozszczepkowe, powiększenie około 600 razy.

w Lit. W. Gliwczewskiego w Warszawie

1. a
b
c
d
e Leuconostoc mesenterioides
2 a
b
c
d
e_1
e_2
e_3
f
3. a Bacillus subtilis
b_1 Bacillus ulna
b_2
c
d
4 Bacillus amylobacter
5 a Vibrio cyprinus
b
6 a
b
c Spirillum undula
d
7 a Spirochaete plicatilis
b
c
8
9 a_1
a_2
a_3
10
11
12 a
b Bacillus subtilis (Koziurek)
13 a Mycoderma aceti (inwolucja)
b
c
14

się do przedmiotów w płynie (wodzie), nakształt wodorostów; rozmaite formy tworzą nieruchome, szybko rosnące kożuchy lub narośle na płynach i przedmiotach stałych; mała ilość stosunkowo przedstawia się w formie nieruchomych kuleczek lub pałeczek, wreszcie znaczny bardzo zastęp wszystkich tych grzybków może tworzyć śluzowate skupienia (zoogloea) lub potworne, wyraźnie kształtem swym od normalnych odbijające formy, mające—jak się zdaje—zupełnie odrębne bijologiczne znaczenie. Od prostego ziarnka, od najdrobniejszéj jaką sobie wystawić można kuleczki, aż do gołem okiem dostrzegalnego krzaczka wodorostowéj postaci, grzybki rozszczepkowe całą rozmaitość form roztaczają przed okiem badacza. Różnym tym formom zwykliśmy nadawać nazwę według zewnętrznego kształtu, jaki przy badaniu w danym znajdujemy wypadku.

I tak, okrągłe kuleczki lub ziarnka, rozmnażające się w materyi, ulegającéj wówczas rozkładowi, żyjące w płynach i na wilgotnych miękich podłożach stałych (skrawki jarzyn, tkanka ciała żywego) noszą nazwę Micrococcus (fig. 1 *a—e*); gdy jeden wymiar bardziéj wydatnym się staje i grzybek ma formę pałeczki zowie się Bacterium (fig. 2); przy jeszcze bardziéj wydłużonéj postaci ciała, gdy forma przypomina pręcik lub laseczkę, zowie się Bacillus (fig. 3); nieprosta lecz śrubowato zgięta, grajcarkowaty wygląd mająca istotka otrzymuje nazwę Spirillum (fig. 6) lub Vibrio (fig. 5 [1]); wodorostowate wreszcie kolonije, z prostych lub mniéj albo bardziéj zwiniętych i krętych nitkowatych gałązeczek złożone, opisywane są jako Cladothrix (fig. 11), Crenothrix (fig. 10), Leptothrix (fig. 8), Boggiatoa (fig. 9) i t. p. Prócz tego istnieją pojęcia form odrębnych, jak Macrococcus kuleczka większych niż Micrococcus wymiarów; Monas, takaż bryłka niezupełnie regularnie kulista; Clostridium (fig. 4), niby bacillus

---

[1]) Obecnie nadawaną nazwę „Vibrio", pod którą dziś rozumieją formy bardzo wydłużone, mało wygięte i zwolna, jakby flegmatyczne tylko wykonywające ruchy, nie należy brać za jedno z tem co Ehrenberg a potem jeszcze i Pasteur nazywali vibriones (vibrions); ich wibryjony według dzisiejszéj terminologii, zupełnie obojętnéj na cechę ruchu, zaliczają się przeważnie do szeregu bacterium i bacillus. (*Przyp. Autora*).

ale o formie nieco soczewkowatéj, daléj Spirochaete (fig. 7), bardzo długie a cienkie śrubkowate niteczki, a nadto mnóstwo ogromne nazw rodzajowych, odpowiadających pewnemu zewnętrznemu kształtowi ciała, bardziéj niż pewnym fizyjologicznym właściwościom [1]). Niedość na tem, literatura naukowa posiada mnóstwo synonimów dla wielu z powyższych form, i tak Micrococcus nazywa się jeszcze inaczéj Microzyma (Béchamp), Microsporon (Klebs), Monococcos (Billroth), a gdy kuleczki ułożone są paciorkowato (por. fig. 1 *e*, fig. 2 *f*), nadają mu ogólnie w tych razach stosowaną nazwę Torula (Pasteur). — Ogromna różnorodność form i brak naukowych podstaw dla systematyki, wprowadziły do téj najtrudniejszéj, bo najdrobniejszéj grupy istotek istny chaos, z którego wybrnąć jest tem trudniéj, o ile rozwój przeważnéj ilości form nie jest zbadany i nie wiemy czy i w jakim wówczas porządku różne postaci i kształty w życiu pewnego organizmu po sobie następują. Dość zresztą rzucić okiem na tablicę, gdzie w oddzielnych figurach przedstawione są formy, wspólną noszące nazwę, aby się przekonać, iż podobieństwo zewnętrzne wcale nie ogranicza się do figur pojedyńczych, lecz daje się odnaleść nawet pomiędzy grzybkami z różnych figur, jeśli np. fig. 3 przedstawia nam typowe bacillusy, to jednak na fig. 2-éj znajdujemy je (fig. 2 *d e f*) pomiędzy bakteryjami, a fig. 4 nie wiele różni się od 3-éj (*a* i *b*); do takiegoż bacillusa zbliża się fig. 5, a zupełnie do siebie podobnemi są żyjątka z fig. 5, 6 i 7 a nawet jeszcze 8-éj.

64. *Wielopostaciowość grzybków.* Gdy z jednéj strony, jak widzimy, systematyka jest utrudnioną przez liczne przejścia pomiędzy formami, napozór tylko zupełnie odrębnemi, to

---

[1]) Na rysunku naszym podane są rozmaite formy w różnych epokach rozwoju, obok typowéj więc dla pewnéj nazwy postaci są i mniéj typowe, stanowiące przejście do innéj nazwy. Najbardziéj typowe postaci, określone daną nazwą, oznaczyliśmy przeto literą T. Przy porównaniu ogólnem tego rysunku z tablicą, na któréj odwzorowane są (str. 102) drożdże, należy mieć na uwadze, że powiększenie linijne w niniejszym rysunkujest więcéj niż dwakroć większem względnie do rysunku, przedstawiającego drożdże (oprócz oddzielnych, tu i tam specyjalnie wyrażonych, stosunków powiększenia).

(Przyp. Autora).

z drugiéj strony z uważnego przypatrzenia się tablicy na str. 126, widzimy inne jeszcze, większe dla systematyki niebezpieczeństwo. Pod jedną i tą samą figurą znajdujemy dość różne postaci, a nietylko odnosi się to do różnych liter z jednéj figury, oznaczających oddzielne grzybki, lecz i do jednéj litery, w kilku odmianach przedstawionéj (np. fig. 2 lit e_1, e_2 i e_3, podług Neelsena, bakteryja z mleka), pod jedną zaś literą odwzorowane postaci oznaczają nie rozmaite grzybki, lecz różne epoki w życiu jednego grzybka. Tu dopiero poczynają się prawdziwe trudności dla systematyki, trudności, których bezwarunkowe rozwiązanie dla nauki wymagałoby poznania zupełnego rozwoju i wszelkich zewnętrznych modyfikacyj, jakie dany grzybek w rozmaitych warunkach przybierać może. Nietylko bowiem ruchome w jednym okresie życia formy, mogą stać się w swem dalszem życiu nieruchomym, pleśniową np. powłokę przypominającym kożuszkiem, nietylko podczas rozwoju początkowa forma kulista (a więc mikrokokus?), przechodzi w wydłużoną, najpierw pałeczkowatą (bakteryjum?), następnie pręcikowatą (bacyllus?), niekiedy obustronnie wypukłą (klostrydyjum ?) formę i t. d. i t. d.; nietylko grzybek danéj postaci, charakteryzujący się jaskrawym barwnikiem, który w danym ośrodku (w płynie lub na podłożu) wydziela, skoro do innego przeniesiony zostanie ośrodka, nie zmienia często formy lecz traci własność tworzenia barwnika, przez co go poznać zupełnie niepodobna; nie w tem leżą największe trudności. Prócz tych wielorakich zmian formy ciała i cech zewnętrznych, grzybki te zdolne są zupełnie inne jeszcze przechodzić przeobrażenia: w pewnych, w niedość dobrze zbadanych jeszcze warunkach, mogą one tworzyć szczególne śluzowe czy galaretowate skupienia, czyli kolonije i wewnątrz śluzu tego plenią się, żywią a nawet tworzyć mogą zarodniki (? Leuconostoc mesenterioides), nowe jakgdyby rozpoczynając życie. Grzybki te wytwarzają śluz, w którym żyją, albo przez szczególne napęcznienie i zgalaretnienie niejako błony ciała, albo też—jak w niektórych przynajmniéj być musi wypadkach—produkują znaczne ilości galaretowatéj substancyi, z materyi, kosztem któréj się żywią (np. kosztem cukru u grzybka Leuconostoc, fig. 1 f). Śluzowe kolonije oznaczane są — a nazwa ta pochodzi z czasu, gdy nie wiedziano o ich wspólności z bakteryjami — mianem łacińskiem: zoogloea,

a takie skupienia żyć mogą na powierzchni płynów, na miękkich i wilgotnych podłożach i t. p. (fig. 12 a także fig. 2 e_3). Niektóre znów grzybki,—a zastęp ich przy badaniach nowszych, coraz bardziéj się zwiększa,—mają zdolność wielce charakterystyczną do tworzenia w ciągu rozwoju, przy plenieniu się, a może przy utrudnionem plenieniu, pewnéj ilości form niezwykłych, nienormalnych, a lepiéj się jeszcze wyrażając, f o r m p o t w o r n y c h (Involutions-formen, Nägeli), których znaczenie bijologiczne nie jest jeszcze określonem, ale które pozostają w pewnym stosunku i do form śluzowo-galaretowatych (Cieńkowski) i do zjawiska owocowania (Prażmowski. Clostridium polymyxa). Niepodobna przytem nie zwrócić uwagi na wielkie fizyjologiczne podobieństwo tworzenia się tych form potwornych z temi warunkami, przy jakich otrzymujemy w y c i e ń c z o n ą modyfikacyją drożdży (por. § 55). Fig. 13 *a* przedstawia inwolucyją bakteryi octowéj (por. fig. 2 *d*).

Idźmy daléj po drodze morfologicznych trudności w systematyzowaniu grzybków rozszczepkowych. Jeśli pomiędzy wielce rzeczywiście zbliżonemi formami, odwzorowanemi na fig. 1—8 naszéj tablicy, ustanowienie przejść wyraźnych i granic określonych jest trudnem, to — zdawałoby się—podobne do wodorostów formy, jak na fig. 9, 10, 11 są przedstawione, powinnyby wybitniéj różnić się od tamtych, niższych widocznie grzybków. Tak jednak nie jest. Leptothrix (fig. 8), który zbliża się z jednéj strony do spiryllów lub wibryjonów, z drugiéj strony jest nitką, niczem w zasadzie nie ustępującą nitce Beggiatoa (fig. 9). Nitki u téj czy u owéj formy, również jak i u Crenothrix lub Cladothrix, a tak samo zupełnie niteczki śrubowatego Spirochaete (S. plicatilis), okazują rzadko wprawdzie w naturalnym stanie, lecz zawsze przy użyciu takich odczynników jak słabe kwasy, jodyna, nawet czysta woda przy dłuższem działaniu, roztwory alkoholowe, anilinowe barwniki i t. p., widoczne złożenie z szeregu krótkich odłamków, na które nitka ostatecznie na całéj swéj długości się rozpada. Wtedy zamiast charakterystycznéj formy długiego włókna mamy sznureczek czy paciorki mniéj lub więcéj jednakowych, krótkich członeczków (fig. 14, schematyczna); niedawna na pozór niteczka przeszła tedy w stan, najbardziéj zbliżony do pałeczkowatych

nitek bacyllów lub klostrydyjów (fig. 3 *a*, *b*, *c*, fig. 4) a nawet bakteryj (fig. 2 *d* i *f*). Odczynniki, jakich użyć wypada w celu wybitnego rozczłonkowania takich nitek grzybkowych, są po większéj części dość gwałtownéj chemicznéj natury. Czy odczynniki te wpływają tylko na uwidocznienie przegródek, istniejących stale i normalnie w żywych istotach, jak to przypuszczają Nägeli i Zopf, czy też działanie to jest sztuczne i następuje dopiero wraz z śmiercią grzybka lub przynajmniéj jako objaw patologiczny (Cohn i inni uczeni), rzeczą to jest nierozstrzygniętą i z trudnością w przyszłości nawet do rozstrzygnięcia możliwą. Fakt sam rozpadania się długiéj nici na krótkie członki, gdyby się ograniczał do powyższych doświadczeń byłby drugorzędnego zaledwie znaczenia. Lecz badania nad rozwojem wielu nitkowatych grzybków rozszczepkowych wykazały, że z końców nitek zawieszonych w płynie odpadają i oddzielają się krótkie odłamki okrągłe lub podłużne, które przez pewien czas mogą żyć jako mikrokoki lub bacylle, a także spirylle (por. fig. 10, fig. 9 *b*, *c*), mogą nawet tworzyć skupienia w tym stanie i t. p. Tak np. Cieńkowski w r. 1876 opisał pierwszy odpadanie od nitek Leptothrixowych odłamków, stających się bakteryjami i mikrokokami; Cohn i Zopf zbadali rozwój Crenothrix Kühniana, grzybka rozmnażającego się zupełnie jak niższe wodorosty, przez odmładzanie zawartości u końców swych nitek; Cieńkowski (1876) pierwotnie zbadał, a po nim Zopf (1881) dowiódł, że drobne odgałęzienia wodorostowatego grzybka Cladothrix dichotoma, odrywając się od macierzystego ustroju, mogą żyć i poruszać się samodzielnie jako spirylle czy spirochety; wreszcie Zopf udowodnił, że tenże wodorostowaty grzybek, Cladothrix dichotoma przechodzi w formę śluzowato-galaretowatą, opisywaną dawniéj jeszcze jako zoogloea ramigera, a więc i co do téj własności niema różnicy żadnéj pomiędzy wyższemi a niższemi grzybkami rozszczepkowemi. Czy mikrokoki, bacylle lub spirylle, wytworzone z nitkowych form wyższych, — przedstawiają czasowe, młodociane okresy życia odmłodzonych form nitkowych, jakby wnosić należało, czy też utworzone w ten sposób grzybki niższe mogą daléj żyć i rozpleniać się przez nieokreśloną liczbę pokoleń w swéj nowéj postaci, niewyrastając w nitki — jak to

utrzymują Zopf, Cieńkowski [1]) i inni zwolennicy téj szkoły transformistycznéj ,— na to znów odpowiedzi stanowczéj dzisiejsza nauka dać nie może i tymczasem pytanie to bez odpowiedzi zostawić nam wypadnie.— W każdym razie na grzybki rozszczepkowe zapatrywać się dziś musimy jako na szereg różnych, zbliżonych do siebie form, które z wielką łatwością zmieniają postać ciała i objawy życiowe, zależnie od zewnętrznych warunków [2]).

65. *Rozmaitość warunków życia.* Nie należy jednak przypuszczać, aby zewnętrzne warunki dla jednéj istoty z szeregu rozszczepkowców mogły się w bardzo szerokich zmieniać kierunkach; pod łatwością zastosowania się organizmów téj grupy do zewnętrznych warunków można i należy rozumieć zaledwie zdolność do życia przy mniejszéj lub większéj wilgoci, przy takiem i innem jeszcze rozcieńczeniu, przy pokarmie czystym lub przez inne, niepożywne substancyje zamaskowanym, przy rozmaitych wreszcie temperaturach i t. p. Wszędzie tam jednak, gdzie zachodzi różnica kategoryczna czy to w składzie chemicznym ośrodka żywiącego, czy w obecności lub nieobecności tlenu, czy w oddziaływaniu chemicznem,—wszędzie znajdujemy oddzielne zupełnie formy grzybkowe, odrębne dla każdego z tych wypadków organizacyje, których mięszać ze sobą niepodobna, gdyż nic nas do takiego połączenia bijologicznego nie upoważnia; przeciwnie, formy, występujące w tych różnych warunkach, odznaczają się dostateczną odrębnością i charakterem bijologicznym dość wybitnie określonym, aby w nich samo-

---

[1]) Prof. Cieńkowski uważa najwyższe grzybki rozszczepkowe z powodu powinowactwa z rozszczepkowemi zielonemi wodorostami za formy wodorostowe i w ten sposób utrzymuje iż „bakteryje pochodzą od wodorostów.“ Zopf, Nägeli i inni zaliczają te wodorosty do téj saméj co i bakteryje grupy grzybków rozszczepkowych; my tutaj ten ostatni pogląd przyjąć uważaliśmy za stosowne. Objaśnienie niniejsze zaś dajemy ze względu na drukowaną w Wszechświecie Nr 36—39 z r. 1884 pracę prof. Cieńkowskiego p. t. „Mikroorganizmy, istoty bakteryjne“, por. zwłaszcza Nr 38.

(*Przyp. Autora*).

[2]) Bliższe zatrzymanie się nad zależnością formy ciała od pokarmu i innych wpływów musimy tymczasowo pozostawić aż do téj części naszéj pracy, w któréj rozpatrywać będziemy sztuczne kultury grzybków.

(*Przyp. Autora*).

dzielne, na wzór wyższych istot żyjących, uznawać żyjątka. Pamiętać tylko należy, że zewnętrzna forma ciała tych samodzielnych istotek ulega daleko większym tutaj niż gdziekolwiek zmianom i nie można klasyfikacyi istot li tylko na morfologicznych oprzeć zasadach (por. § 47). Nie możemy dziś żadną miarą uznawać osobnego rodzaju Micrococcus sp. lub Spirillum albo Vibrio sp., gdyż są to dziś tylko wyrażenia na określenie formy, czasem zaledwie dające conajwyżéj słabe pojęcie o ruchliwości lub nieruchawości żyjątka. Bardziéj odpowiadają rodzajowym typom, nazwy, nadawane formom wodorostowatym, jak Crenothrix lub Cladothrix; kształt i zróżniczkowanie ciała, bardziéj tu już udoskonalone, warunki fizyjologiczne bardziéj ograniczone i ścieśnione, nadają tym organizmom ogólne piętna rodzajowego wyosobnienia. Rozmaite grzybki wodorostowe są pomiędzy sobą w rzeczywistości nietylko co do formy lecz i co do warunków życiowych zbliżone; najmniejszego zaś podobieństwa, prócz zewnętrznych obrysów ciała, dopatrzeć chyba nie można pomiędzy gnilnemi mikrokokami (Monas crepusculum dawniejszych autorów) a mikrokokiem moczowym (M. ureae), lub też pomiędzy gnilnemi bakteryjami (Bacterium termo u różnych autorów) a bakteryjami fermentacyi cukru inwertowanego (Actinobacter) lub mlecznego (Bact. lacticum), bardziéj zaś jeszcze pomiędzy temi bakteryjami a żyjątkami kożuszka octowego (Mycoderma v. Bacterium aceti), również pałeczkowatą posiadającemi formę. Naodwrót, podobieństwo wielkie przedstawia paciorkowato rozpleniający się Micrococcus oblongus, pod którego działaniem glukoza przechodzi w sole kwasu glukonowego, z fermentacyjnemi bakteryjami w rozkładach mleczno-masłowych z jednéj, a z octową mykodermą z drugiéj strony. Cóż znaczy bowiem drobna różnica w formie, przy podobieństwie warunków, w jakich żyjątko istnieć i działać jest zdolnem, przy podobieństwie sposobu karmienia się i skutków, jakie wywiera na chemiczną naturę żywiącego ośrodka? Przyjrzyjmy się oto morfologicznie najściśléj do siebie nawzajem podobnym, różnym gnilnym grzybkom, pręcikowatym a czasem nitkowatym, oznaczonym pod rozmaitemi gatunkowemi nazwami rodzajów Bacillus i Clostridium, jako to: B. amylobacter, C. butyricum, (fig. 4) B. ulna (fig. 3 b_1), B. subtilis (fig. 3 *a*), C. polymyxa. Podobieństwo

zewnętrzne jest czasem tak wielkie, że jednę z tych form często brano za drugą. A jednak, jeśli weźmiemy dwie przytoczone, najbardziéj podobne formy Clostridium: C. polymyxa i C. butyricum, widzimy, że przy całem podobieństwie pręcików i niteczek, jakie składają się ze zrastających się tych pręcików,—C. polymyxa żyje w rozmaitych roztworach, chętniéj zaś jeszcze na miękich podłożach ciał azotowych, zawsze jednak do życia swego potrzebując znacznych ilości tlenu, przez energiczne oddychanie spalając raczéj niż rozkładając materyją pokarmową, istnienie zaś C. butyricum nietylko ograniczonem jest do ośrodków, zawierających sole kwasu mlecznego lub związki, z których kwas mleczny powstać łatwo może, lecz związanem jest koniecznie z absolutnym brakiem tlenu w rozkładanym płynie i przedstawia typ Pasteurowskiéj anaerobijozy (por. § 57); C. polymyxa, jak większość grzybków ma własność i skłonność nawet do tworzenia na miękich podłożach (skrawki jarzyn, skrzepłe roztwory) galaretowatych kolonij zooglealnych, gdy skazany na bezpowietrzne życie grzybek fermentacyi masłowéj do tworzenia odmiany śluzowatéj nie jest zdolny; nie wytwarza on nawet bardziéj wybitnych form potwornych (inwolucyjnych),—jeśli dwustronnie wypukłéj formy (typ. Clostridium, por. § 63) nie zechcemy poczytywać za anormalne odstępstwo od regularnéj pręcikowatéj formy (obie te postaci jednakowo często, o ile się zdaje, właściwemi są C. butyricum), — gdy tymczasem u C. polymyxa występują wśród szeregu pałeczek, zrośniętych w nitkę, wielkie bardzo, baniowato rozszerzone i wydęte pojedyńcze członki, pochodzące z morfologicznéj przemiany (inwolucyi) pręcików. Możemy zatem, ze względu na podobieństwo normalnéj formy obu tych grzybków nazywać jeden C. butyricum a drugi C polymyxa, ale nie powinno nam to przeszkadzać widzieć w pierwszym organizm, bardziéj zbliżony do septycznych grzybków pasorzytnych lub gnilnych (bacylle i wibryjony septycemiczne i septyczne) a w drugim najściślejszego towarzysza wyrastających na powietrzu bacyllów, jak B. ulna, B. subtilis i t. p.

66. *Trudności charakterystyki fizyjologicznéj.* I fizyjologiczny jednak systemat, jaki narzuca nam się przy powyższym przykładzie z grupy bacyllów-klostrydyjów, a mianowicie po-

dział na żyjątka powietrzne i bezpowietrzne, nie wytrzymuje należytéj krytyki, jak to już przy fizyjologii drożdży (§ 57) wykazać się staraliśmy. Nietylko, że ściśle bezpowietrznych grzybków, takich jak właśnie dla kontrastu zacytowany Clostridium butyricum, ilość jest bardzo ograniczona i nie przewyższa, według dotychczasowych naszych wiadomości, liczby kilku zaledwie, ale od form powietrznych do takich krańcowo tlenu unikających grzybków wiele bardzo jest form przejściowych (a może tylko okresów życia przejściowych?). Jak to już z powodu fizyjologii drożdży zaznaczyć nam wypadło, istnieją żyjątka, swobodny tlen w celu chemicznéj zmiany pokarmów przyjmujące; daléj takie, które obok gazowego tlenu (z powietrza i z roztworu) mogą przyjmować na potrzeby życia tlen ze związków, z samych więc pokarmów; nareszcie drobna bardzo tylko ilość może być takich, które niezdolne są do życia w tlenie wolnym, gazowym i którym nietylko tlen czysty ale i powietrze (t. j. domięszka tlenu do innych gazów) szkodzi. A i co do téj fizyjologicznéj różnicy niewiadomo, czy utrzymuje się ona przez całe życie, czy téż rozmaitą być może w różnych jego okresach. Owszem, co do oddychania tlenem z roztworu i z powietrza, wiadomem jest już mniéj lub więcéj dokładnie, iż niektóre formy grzybkowe, żyjące z początku kosztem tlenu w roztworze, wybiegają następnie na powietrze i tam tworzą kożuszki lub zooglee (Bacillus subtilis, por. fig. 3 *a* i 12 *b*). Zresztą, jeśli mówić o fizyjologicznych cechach, to własność czerpania tlenu w ten lub w ów sposób nie jest najcharakterystyczniejszą w ich rzędzie. Niewątpliwie chemiczny skład materyi, stanowiącéj pokarm, wybitniejsze zajmuje miejsce, a i inne jeszcze są cechy i własności chemicznéj strony życia różnych grzybków. Mamy tu na myśli mianowicie reakcyją czyli chemiczne oddziaływanie ośrodka w czasie życia rozmaitych rozszczepków. Przy ogólnéj charakterystyce rozmaitych saprofitów, wspomnieliśmy już (§ 39), że rozszczepkowce żyją w obojętnych a lepiéj jeszcze w alkalicznych roztworach lub podłożach. W saméj rzeczy, większość znaczna grzybków rozszczepkowych, zwłaszcza gnilnych, żyć poczyna w mniéj lub bardziéj zasadowo oddziaływających płynach lub wilgotnych ciałach; życiem swem roz-

szczepki zmieniają jednak chemiczną naturę ośrodka o tyle, że oddziaływanie alkaliczne przechodzi powoli w kwaśne. Gdy płyn bardzo, to jest wyraźnie kwaśnym się staje, rozszczepki giną, a natomiast powstają pleśni; jeżeli zaś ośrodek przedstawia odpowiednią dla życia drożdży chemiczną naturę, to przy słabokwaśnéj reakcyi poczyna się życie i tych pączkujących grzybków. Takie są warunki dla większości, lecz niebrak i tutaj odstępstw i wyjątków. Najpierw, kożuszkowo żyjące wszystkie, a przynajmniéj prawie wszystkie rozszczepkowce, spalające po większéj części materyją pożywną płynu, pod względem fizyjologicznym ogromne do pleśni przedstawiają podobieństwo, sadowią się one i plenią przeważnie na kwaśnych, choć słabo kwaśnych płynach. Co więcéj, istnieją pewne charakterystyczne formy, jak Sarcina ventriculi np., które w mocno nawet kwaśnych żyć mogą ośrodkach. Nareszcie życie dwu dobrze w tym kierunku zbadanych grzybków, a mianowicie: Micrococcus ureae i Ascococcus Billrothii, poczyna się w cieczach o kwaśnem oddziaływaniu, a dopiero na skutek ich życia, pierwotnie kwaśna reakcyja płynu przechodzi w wybitnie zasadową, a więc odwrotnie niż u całego niemal ogółu rozszczepków. Dla wielu bakteryjalnych grzybków, co prawda, wpływ na reakcyją chemiczną ośrodka jest niedostatecznie lub wcale niezbadany.

Zarysowane powyżéj pobieżnie tylko najbardziéj zasadnicze cechy morfologiczne i fizyjologiczne, jakie do grupy rozszczepkowców się stosują, wykazują najdobitniéj, z jaką rozmaitością form i warunków mamy tu do czynienia [1]). Z powodu téj wielkiéj różnorodności i trudnego przeto jakiegokolwiek uogólnienia, wyczerpujące bijologiczne traktowanie przedmiotu mogłoby jedynie być osiągniętem przez

---

[1]) Systemat prawdziwy w dziale grzybków rozszczepkowych, tak jak w każdym innym dziale, musi z czasem powstać na zasadach mięszanych, morfologicznych i fizyjologicznych; dopóki opierać się będzie wyłącznie na jednéj lub drugiéj stronie, które razem dopiero składają życie w całem znaczeniu, dopóty będzie systematem sztucznym, istocie rzeczy nieodpowiadającym.

(*Przyp. A*).

szereg krótkich monografij, przez kolejne opisanie różnych, chociażby typowych tylko, lepiéj znanych form. Do takiego przedstawienia jednak trzebaby nieodzownie pełniejsze i dokładniejsze mieć dane naukowe, tak co do przebiegu rozwoju u różnych grzybków, jak i co do fizyjologicznych i chemicznych warunków ich życia, niż dzisiejsze skąpe i szczerbate wszędzie materyjały, z rozmaitych pochodzące źródeł. Dla tego też nie dotkniemy tu głębiéj ogólnéj charakterystyki rozszczepkowców i pozostawimy bliższe o nich wiadomości do kolejnego rozpatrywania samych zjawisk rozkładu, gdzie przy każdem zjawisku zatrzymamy się pokrótce,—bo na szerszy wykład, ramy niniejszéj pracy nie pozwalają,—na żyjątkach, które rozkład ten sprawiają. Metoda ta, odrębna od téj, jaką obraliśmy sobie przy poznaniu drożdży, zdaje nam się uzasadnioną wskutek gorzéj tutaj niż tam zgromadzonego materyjału faktycznego, wskutek różnorodności organizmów samych a również i skutków, jakie życie ich w przyrodzie sprowadza; te to właśnie względy skłoniły nas, jak już zauważyliśmy wyżéj, do zapoznania czytelnika najpierw z drożdżami a następnie dopiero z grzybkami grupy rozszczepkowéj.

67. *Owocowanie.* Zwrócimy tu jeszcze tylko uwagę na ważne bardzo, na wstępie niniejszego zarysu już podznaczone (§ 35) zjawisko owocowania, jak ono się przedstawia u grzybków rozszczepkowych.

Niejednostajność zawartości ciała wielu bardzo pałeczek, pręcików i niteczek (por. fig. 3*c*, 3b_2, 4 i 5), obserwowanych przy mocniejszych powiększeniach mikroskopu, od dość dawna stosunkowo zwracała uwagę badaczów. Najnowsze jednak dopiero ulepszenia w budowie soczewek mikroskopowych, pozwoliły lepiej zbadać ciemniejsze skupienia i kropki, jakie się w wielu razach tu i owdzie wśród grzybkowego ciała zjawiają. Że zaś kuliste te, o występującym wyraźnie przy użyciu odpowiednich powiększeń kołowym lub elipsoidalnym obwodzie, ziarnka wewnątrz grzybka, są rzeczywiście zarodnikami, ostatecznie przekonał się bardzo niedawno pierwszy Brefeld (1878), następnie zaś Prażmowski (1880 r.). Im dopiero udało się obserwować i zbadać dokładnie cały przebieg kiełkowania wydzielonych na ze-

wnątrz zarodników u Bacillus subtilis, u Clostridium butyricum a również u pasorzytnego Bacillus anthracis (Prażm. 1884).

Bardzo często w miejscu, gdzie się tworzą zarodniki, cieniutkie ciało drobnego bardzo grzybka nabrzmiewa nieco, niby puchnie, a że u paleczkowatych i pręcikowych grzybków, miejscem powstawania ziarnka zarodnikowego jest zazwyczaj koniec ciała, przeto bakteryja przyjmuje wtedy kształt szpilki z główką lub żabiéj czasami kijanki (fig. 5); gdy zarodnik wytwarza się pośrodku pręcika, forma zewnętrzna ciała traci częstokroć typ bacyllowaty a przybiera postać Clostridium; za przykład służyć może przytoczony wyżéj C. butyricum (por. fig. 4). Zarodniki wreszcie tworzyć się mogą w różnych potwornie wykształconych, nienormalnych osobnikach wśród kolonii rozwijającego się grzybka, tak naprzykład powstają one podobno — według Prażmowskiego — w wyżéj wspomnianych baniowatych komórkach zrośniętego w niteczkę Cl. polymyxa, a także — według van Tieghema — w nienormalnie wielkich, do wydętego niby (w szeregu drobnych paciorków) pęcherza podobnych, potwornych osobnikach grzybka śluzowatego, zwanego skrzekiem cukrowniczym (Leuconostoc mesenterioides).

Że zarodniki wszystkich tych maleńkich jestestw są czemś nieskończenie drobnem, o tem już mówić byłoby zbytecznie. Samo się to przez się rozumie. Prawdopodobnie też u wielu grzybków téj grupy, owocowanie tylko z powodu nikłości zarodników, jest dla nas niewidocznem. Białkowa materyja zdolna do rozwoju i do przeobrażenia się wtedy w rodzicielską formę bakteryjalną, okryta jest wyraźną jednowarstwową czy dwuwarstwową może nawet łuską, otoczką, któréj zadaniem jest obrona białka (protoplazmy) wewnętrznego od złych zewnętrznych wpływów. Nietylko że skorupka taka, twardéj jak się zdaje konsystencyi, mało jest przepuszczalną i mało ulegającą wobec gazów i płynów, a mniéj jeszcze zdolną do przewodnictwa ciepła z otaczającego ośrodka do wewnątrz, ale nadto z powodu nikłych swych wymiarów otoczona jest warstewką fizycznie z nią związanego, skupionego niejako i zagęszczonego na powierzchni powietrza, która to warstwa dzielnie i skutecznie bro-

ni ją jeszcze od wszystkich podobnych niebezpieczeństw, jak dotkliwe zimno, gorąco, chemiczne oddziaływanie i t. d. Z tego względu zarodniki, twardszą otoczone skorupką, są nadzwyczaj wytrzymałe, z czem już poprzednio się spotykaliśmy (§§ 19, 28), z czem się i daléj jeszcze spotkamy.

Wytwarzanie zarodników w téj grupie nie jest wynikiem szczególnie sztucznie dobranych warunków, jak to poznaliśmy u grzybków pączkujących, lecz podobnie do tego, jak u Sacharomyces vini, odbywa się ono w przyrodzie. Zazwyczaj poczyna się wtedy, gdy warunki fizyczne (ciepło) lub chemiczne (wilgoć, natura ośrodka), stają się dla dalszego życia danéj formy grzybkowéj niekorzystnemi. Wówczas najobficiéj tworzą się wśród żywych istot zarodniki, istotki same potem giną, a pozostaje ziarnko maleńkie, zadatek przyszłego życia. Ziarna te, zarodniki grzybka, pozostają na miejscu, aby wznowić późniéj przecięte życie saprofitów, lub, uniesione mechaniczną siłą przyrody, idą w świat szeroki, niosąc wraz z sobą zaród rozkładu, zaród, w którym zbudzi się życie, gdy w stosownym znajdzie się wreszcie ośrodku.

c) *Grzybki pleśniowe i wyższe.*

68. *Przystosowanie się pleśni do specyjalnych warunków.* Jeśli z kolei chcemy w rozpatrywaniu naszego przedmiotu, dać miejsce grzybkom pleśniowym, nie znaczy to, abyśmy zamierzali zająć się tu zupełną charakterystyką roślinności pleśniowéj, oddawna badaniom dostępnéj i stosunkowo dobrze poznanéj. Zajęcie się opisaniem pleśni i ich własności wkraczałoby w dziedzinę czystéj już botaniki i tak z tego jak i z ważniejszego jeszcze dla nas względu, a mianowicie, że skutkiem życia pleśniowego zazwyczaj bywa nie rozkład materyi, lecz jéj spalenie na związki najprostsze (por. § 44), nie będziemy się tu zajmowali wskazaniem — bardzo wydatnych zresztą — rysów i cech szczególnych, znamionujących formy pleśniowe. Po odnośne wiadomości odsyłamy ciekawego czytelnika do podręczników botaniki, w których dział niniejszy posiada prawo zupełnego obywatelstwa i na równi z działem grzybów właściwych bywa traktowany. My tutaj

ograniczymy się do krótkiéj charakterystyki niektórych, wyjątkowych właśnie tylko, wypadków z życia pleśniowców, w których grzybki te, porzucając fizyjologiczne właściwości swego szczepu, zapominając niejako o swym rodowym charakterze i przeniewierzając mu się,—coprawda z konieczności, — stają się fizyjologicznie, a nawet i morfologicznie jednocześnie, podobnemi wielce do grzybków pączkujących. Nawet niewtajemniczonym w botanikę czytelnikom wiadomo przecież, że pleśni, pokrywające powierzchnię substancyi, na któréj i kosztem któréj żyją, składają się ze strzępków, sterczących do góry nakształt włosków, a przedłużenia strzępków tych, splecione i skrzyżowane pomiędzy sobą, wchodzą w miękką substancyą podłoża lub nurzają się w płynie, jeśli ośrodek żywiący jest natury ciekłéj. Stykający się z materyją ośrodka splot strzępków, zwany grzybnią, czerpie z niéj potrzebne pożywienie, ssąc je niejako przez błonę zewnętrzną strzępków; sterczące i w powietrzu bujające strzępki pionowe (czasem zaś, gdy te ostatnie nie są rozwinięte, rola ich pada na pływające na powierzchni płynu strzępki poziome) czerpią tlen z powietrza, wdychają go i zaraz zużywają na utlenienie przyjętéj materyi. Jeśli tlenu w powietrzu jest mało lub jeśli w sztucznem doświadczeniu poddamy pleśni atmosferze beztlenowéj, życie ich będzie nędznem lub wprost niemożliwem: bez powietrza pleśni giną, umierają.

Nie zawsze jednak.

Bardzo interesujące spostrzeżenie np. zrobił w roku 1881 Van-Tieghem, który dowiódł, że gdy do jakiegokolwiek nieoczyszczonego oleju lub oliwy (niegotowanych) wprowadzimy przedmiot miękki, napojony wodą, jak bibułę, watę i t. p., to na powierzchni tego przedmiotu żyć poczynają najrozmaitsze pleśniowe i pokrewne im grzybki. Rozwój w oleistéj cieczy idzie zupełnie swobodnie, normalnym trybem, a co najdziwniejsza, zwyczajna pleśń zielonkawa, zwana pędzlakiem (Penicillum glaucum), w tych warunkach skąpego przystępu tlenu (z otaczającego tłuszczu), może normalnie owocować, chociaż owocowanie, jak wiadomo (§ 59), wymaga zawsze obecności tlenu i to w większych ilościach.

Nas tu jednak zajmuje inna, jeszcze ciekawsza zdolność pleśni do przystosowywania się w pewnych odrębnych fizyjologicznych warunkach, a mianowicie zdolność naginania życia swego do warunków rozkładu materyi, do wywoływania fermentacyi wśród płynu. Niektóre, bardziéj jakgdyby wytrzymałe grzybki mogą bowiem, przy zanurzeniu ich w zawierających cukier roztworach, żyć zupełnie na wzór drożdży, wywoływać normalną fermentacyją alkoholową, a obok tego zmieniać swoje zasadnicze życiowe własności, przybierając natomiast stopniowo rozmaite znamiona grzybków pączkujących.

Obok kilku czysto pleśniowych grzybków (Zygomycetes) własność tę posiadają—jak zaraz daléj zobaczymy—niektóre jeszcze inne, do pleśni zbliżone, które jednak według dzisiejszéj systematyki w szeregach wyższych grzybów miejsce zająć winny.

69. *Fizyjologiczne przystosowanie połączone jest z morfologicznem.* Do typowych form pleśniowych należy wyrastający na rozmaitych, dużo azotu zawierających podłożach, grzybek, zwany Mucor, którego bardzo wiele istnieje gatunków. Długie, sterczące strzępki, niby nitki, zakończone są u wierzchu a czasem i na bocznych odgałęzieniach dużemi, krągłemi pęcherzykami, niby główkami na szpilce; stąd nazwa „pleśni głowiastéj." Pleśń tego rodzaju hodować można łatwo i na płynach, zawierających w roztworze cukier. Mucor wyrasta normalnie i w krótkim czasie pokrywa całą powierzchnię płynu. Jeśli zawartość całą szerokiego a płytkiego naczynia, w którem hodowany był M. racemosus, przelejemy do wysokiéj a wąskiéj flaszki, przeważna część utworzonego normalnie ciała pleśniowego będzie z konieczności w płynie zanurzoną. Grzybek nie ginie jednak w tych warunkach, lecz po niedługim czasie w płynie widzieć się daje fermentacyja cukru, jakgdyby drożdże a nie pleśń głowiasta żyły w roztworze. Przebieg fermentacyi i jéj charakter nie różni się od drożdżowéj; pleśń żyje zanurzona, ale wraz z nowem jéj życiem zmienia się jéj budowa: strzępki stają się krótsze a szersze, przybierają kształt jajowatych, oddzielnie uwidocznionych, a razem koloniją tworzących członków, a wkrótce na przeobrażonych w ten sposób częściach grzyb-

ka wyrastać poczynają nowe, kuliste pączki, tak, że ogólny wygląd żyjącego i rozwijającego się wśród płynu Mucora staje się bardzo podobnym do postaci drożdżowéj kolonii [1]). U innych gatunków zdolność przechodzenia w stan pączkujący i wywoływania fermentacyi nie jest dotąd stwierdzoną. Za przeniesieniem formy pączkującéj do odpowiedniego nowego ośrodka żywiącego, nic dalszego rozwoju nie tamuje: w płynie ocukrzonym grzybek daléj pączkuje, niby drożdże, na powietrzu natomiast przekształca się zaraz i rozwija w normalną zupełnie pleśń, powracając do pierwotnego swego typu [2]).

U innych pleśniowych grzybków zjawisko przystosowywania się do warunków życia rozkładowego w tak wybitnéj mierze nie istnieje. Zanurzona w płynie cukrowym pleśń (normalna) Aspergillus glaucus nie ginie wprawdzie, lecz niedługo pozostaje pod powierzchnią: grzybek wydziela zaraz drobne pęcherzyki gazu (dwutlenku węgla) i zapomocą tych pęcherzyków wydostaje się na powierzchnię; przytem tworzy się drobna bardzo ilość alkoholu; fermentacyja jest więc i tutaj możliwą, ale zaledwie jako przelotne tylko zjawisko. Aspergillus glaucus bowiem nie może widocznie nagiąć się i morfologicznie zarazem przeobrazić, jak tego życie pod powierzchnią płynu wymagać się zdaje. Podobnież zachowuje się Penicillum.

Natomiast, wedle badań Duclauxa, pleśniowe żyjątko, rozwijające się na powierzchni niezbieranego mleka lub śmietanki, a będące według wszelkiego prawdopodobieństwa szczególnym, zapomocą rozrodków (conidia) się rozmnażającym grzybkiem, zwanym Oidium lactis (modyfikacyja formy Erysiphe, należącéj do gromady Ascomycetes), gdy zo-

---

[1]) Z powodu znacznego podobieństwa postaci, nadali Niemcy pączkującéj modyfikacyi grzybka Mucor nazwę „Kugelhefe.“

(*Przyp. Autora*).

[2]) Transformacyjna zdolność mukorowych grzybków wywołała po roku 1860 hipotezę, jakoby drożdże w ogólności stanowiły tylko modyfikacyją grzybków pleśniowych. Hipotezy téj bronili kolejno Bail i Berkeley, późniéj Bonorden, wreszcie Hoffmann i Hallier.

(*Przyp. Autora*)

stanie zanurzonem w głąb naczynia, wywołuje w mlecznym tym ośrodku widoczną, typową fermentacyją, a przytem ulega zupełnemu pod względem morfologicznym przeistoczeniu. Drobne, przeobrażone komórki oddzielne zanurzonéj pleśni, znacznie krótsze od normalnych, zupełnie postacią swą przypominają pewne odmiany drożdży i — jak one — przez pączkowanie zapewne się rozmnażają. Fermentacyja ta w mleku niedługo trwała, lecz niewiadomo, czy nie działo się to wskutek niekorzystnych zewnętrznych warunków.

Jeśli dla zupełnego wyjaśnienia stosunku grzybków pleśniowych i wyższych nawet grzybów do grzybków pączkujących i do zjawisk rozkładu, dodamy jeszcze, że na rozmaitych owocach (por. § 60), jakoto: na śliwkach, na porzeczkach i t. d. znajdowano drobne grzybnie wysoko uorganizowanych grzybów, jakiemi są Ascomycetes (rodzaje: Exoascus i Gymnoascus) i Basidiomycetes (rodzaj Exobasidium, z rodziny obłóczniaków, najwyższych grzybów) i że zarodniki tych grzybów w sokach odpowiednich owoców kiełkują a następnie wytwarzają pączkującą, znów do drożdży podobną formę; jeśli przypomnimy, że w podobnych warunkach pączkuje zagadkowa grzybnia Dematium pullulans (§ 60); — to wyniesiemy z krótkiego zestawienia tych ciekawych zjawisk należne zapatrywanie na subtelność przejść pomiędzy różnemi grupami jestestw przyrody i na możliwość najróżniejszych odstępstw, tak morfologicznych jak fizyjologicznych, wśród pozornie tylko odgraniczonych grup przyrodzenia.

Pojęcia z chemii fizyjologicznéj.

70. *Rozpuszczalność i nierozpuszczalność pokarmów.* Z wszystkiego, co dotąd o stosunku żyjątek najdrobniejszych do świata organicznego w ogólności było napomkniętem, niewątpliwie wynika fakt, nad innemi górujący, że mianowicie najrozmaitsze substancyje organiczne, wszelkiéj postaci fizycznéj i wszelkiego składu cząsteczkowego mogą służyć rozwielmożnionym w przyrodzie grzybkom najniższym za pokarm. Jak się w różnych warunkach odbywa karmienie

u tych istotek, jak przyjmują one z zewnątrz pokarm organiczny na budowę ciała i na utrzymanie swego życia, — jest rzeczą napozór prostą i do odpowiedzenia łatwą. Grzybki te, jak zwierzęce i roślinne komórki w ogólności, czerpią pokarm przez otaczające ich drobne ciało delikatną ściankę, mającą zapewne też same własności co błona komórkowa w organizmach wyższych istot, przez którą to więc ściankę czy błonkę, rozpuszczalne, w wodzie roztworzone pokarmy, przesiąkają, a zarazem związki zużyte i niepotrzebne nazewnątrz w odwrotnym wychodzą kierunku. Tak w rzeczy saméj zjawisko karmienia się u grzybków naszych się przedstawia i wiadomości nasze co do karmienia się istotek pyłkowych zakończyłyby się może na tem ogólnikowem pojęciu, gdyby nie zastanawiający fakt, że wszystkożrące żyjątka najniższe zdolne są niszczyć i pożerać nietylko materyją roztworów i nietylko ciała rozpuszczalne, ale nieraz w oczach naszych pochłaniają substancyje takie, które znane nam są z nierozpuszczalności i wielkiéj na różne wpływy oporności. Mówimy tu, coprawda, o wpływach fizycznych i chemicznych martwéj natury, to jest właśnie z wyłączeniem zjawisk życiowych, o których wyjaśnienie nam tu chodzi. Nierozpuszczalne takie np. ciała jak z mleka otrzymany twaróg, jak twarde błony i łuski zwierzęce lub roślinne, łupiny owoców i t. p., jak wreszcie mączka lub krochmal z pszenicy lub z kartofla, nie mogą chyba bez jakiegoś specyjalnego wpływu, któryby je zmodyfikował, stać się pożywnemi dla istotek skazanych wyłącznie na wsysanie i wysysanie pokarmów. Wiemy wprawdzie, że substancyje te, a przynajmniéj twaróg i mączki roślinne są trawione przez różne zwierzęta, przez nas samych; może nawet i tę wiadomość z fizyjologii roślin posiadamy, że mączki nagromadzone w roślinie, jak również wszelkie materyje białkowe ziarn i zapasy wielu bardzo korzeni lub łodyg roślinnych, są przez roślinę samą, gdy jéj kiełkować lub owocować wypada, zużyte; ale w zwierzętach istnieją przecież specyjalne organy trawienia i łatwo nam wyobrazić sobie, że dzieje się wewnątrz organizmów zwierzęcych a nawet roślinnych „coś takiego," co zmienia własności i rdzennie przeistacza chemiczną może nawet naturę pokarmów, nad jakiemi się tu zatrzymaliśmy.

Trawienie zwierząt i wewnętrzne przeobrażenia substancyi w ciele roślin kiełkujących lub owocujących mogą, a nawet muszą tu być pominięte, ale wyjaśnienie sobie zagadki co do karmienia się najdrobniejszych istotek, nieposiadających żadnych organów, zagadki, jaką w przytoczonych już choćby tylko przykładach znajdujemy, uważamy tu za rzecz niezbędną i nad postawionem pytaniem bliżéj się zatrzymamy, jakkolwiek odprowadzi to nas potrochu od głównego przedmiotu.

Z góry tu już zaznaczamy, że interesujące przyczyny, jakie czynią ścięte białko, mączkę roślinną, błonę lub łupinkę owocową, „strawnemi" dla naszych grzybeczków, są temi samemi zupełnie przyczynami, jakie wyższym organizacyjom zwierzęcym pozwalają „strawić" pokarm tego rodzaju, a roślinom „zużyć" go w okresie wysilonego życia fizyjologicznego, to jest w okresie zwiększonych potrzeb życiowych, w których tylko taki, uprzednio nagromadzony zapas pożywienia, może podołać spotęgowanemu rozchodowi na sprawy życiowe rośliny.

71. *Fermenty.* Ponieważ na wstępie zaraz, przy postawieniu kwestyi karmienia się istotek najmniejszych, natknęliśmy na trudność zdania sobie sprawy z przyjmowania pokarmu rzeczywiście czy pozornie nierozpuszczalnego, zapytajmy i poszukajmy w nauce, czy nie został dotąd podpatrzonym w przyrodzie lub sztucznie osiągniętym jakikolwiek sposób przeprowadzenia substancyj, o jakie nam chodzi, w stan rozpuszczalny? Historyja nauki uczy, że w roku 1823 pierwszy Dubrunfaut w doświadczeniu okazał, że napęczniały i kleisty po zaparzeniu wodą krochmal roślinny, poddany działaniu zmielonego i w ciepłéj wodzie rozrobionego słodu jęczmiennego, staje się coraz mniéj kleistym, w końcu zaś zupełnie wodnistym, przezroczystym płynem, w którym ani śladu ziarn krochmalowych czy też mącznych dopatrzeć niepodobna; płyn w ręku chemika stawał się coraz bardziéj słodkawym, a w końcu wyraźnie słodkim i już wtedy narówni z roztworem cukru mógł być poddanym fermentacyi, tworzyć alkohol i inne związki, wynikające ze sfermentowania cukru. Pod działaniem pewnéj rozpuszczalnéj, — jak niezadługo potem (1830 roku) tenże sam badacz

stwierdził,—substancyi zawartéj w słodzie, to jest w zasuszonych w ciągu kiełkowania ziarnkach jęczmiennych, krochmal oczywiście staje się rospuszczalnym, lecz jednocześnie z taką zmianą własności fizycznéj, ulega chemicznéj przemianie, staje się cukrem. Tęż samą substancyją, dokonywającą przemiany ciał mączystych na ciało cukrowe, otrzymali ze słodowego wyciągu a raczéj naparu wkrótce późniéj (1833 r.) Payen i Persoz w ten sposób, że wyciąg ten wodny zlewali alkoholem czyli spirytusem bardzo tęgim; powstawał przytem biały osad, składający się przeważnie ale nie wyłącznie z owéj fizyjologicznie osobliwéj substancyi, która otrzymała w chemii specyjalną nazwę dyjastazy. Po odkryciu i otrzymaniu z roślinnego naparu ciekawego tego organicznego związku, owéj dyjastazy, odnajdowano w dalszym ciągu wśród całego szeregu zwierzęcych i roślinnych ciał żywych, coraz to nowe związki, podobną własnością się odznaczające; substancyje te, z różnych otrzymane źródeł, tak samo zachowują się względem białka, tłuszczów lub cukru krystalicznego, jak dyjastaza względem krochmalu: nierozpuszczalne materyje stają się rozpuszczalnemi, krystaliczny cukier niekrystalicznym, zbity tłuszcz nabiera własności emulsyjnych i t. p.; pod działaniem różnych tych analogicznych z dyjastazą ciał organicznego pochodzenia fizyczne i chemiczne modyfikacyje, zachodzące z ulegającą temu działaniu materyją, rozmaitéj bywają doniosłości, a każda z tych materyj inaczéj pod wpływem szczególnego czynnika się zmienia. Lecz we wszystkich tych wypadkach dopatrzeć można jednego wspólnego kierunku, jednego typu działania chemicznego, któremu tu pokrótce przyjrzeć się musimy.

Wszystkie te analogiczne ze sobą, tak co do fizyjologicznego działania jak i co do pochodzenia i sposobu otrzymania, związki, dające się zgrupować około dyjastazy, mają — jak zobaczymy—wiele własności wspólnych, a wielce charakterystycznych. Związki te w nauce otrzymują miano fermentów, a ponieważ dawniéj, a nawet (we francuskiéj literaturze) i dotychczas, fermentami zwano najdrobniejsze żyjątka rozkładu, przeto, dla odróżnienia, zwykli je fizyjologowie oznaczać jako fermenty rozpuszczalne lub nieorganizowane. Dla nas przymiotniki te są zbyteczne i wprost

fermentami nazywać będziemy dyjastazę i inne podobne do niéj ciała.

Ta jednak wspólność nazwy, to wyrażanie przez przystawiany do niej epitet, drugorzędnéj niejako zaledwie różnicy, pomiędzy organizowanemi (żywemi) i nieorganizowanemi (rozpuszczalnemi) fermentami, zdradza zaraz z początku przed czytelnikiem ogromne podobieństwo w skutkach, to jest w przejawach i przemianach, jakie zachodzą przy obecności żyjątek z jednéj a fermentów z drugiéj strony. Przy zjawisku rozpuszczalności krochmalu w płynie dyjastazowym musieliśmy już także zdradzić się z konieczności z faktem, że dyjastaza zmienia chemicznie mączkę czyli krochmal, przeistaczając to ciało w słodki cukier. Nie możemy dłużéj ukrywać przed czytelnikiem niewypowiedzianéj dotąd nigdzie, a jednak istotnie niezatajonéj prawdy, że nietylko żywe i żyjące grzybki, które poznaliśmy, nietylko żyjątka rozkładu ale i fermenty, te w wodzie rozpuszczalne, a przez eter i alkohol w formie białego osadu strącane, chemiczne związki organiczne, a więc niczem zasadniczo od krochmalu, cukru czy białka nieróżniące się i tak samo z organicznych pierwiastków chemicznych, w organizmie roślinnym czy zwierzęcym zbudowane związki, te martwe, z życia wprawdzie początek biorące, ale nie żyjące przecież połączenia chemiczne, mogą wywoływać rozkład materyi organicznéj, rozkład zupełnie taki, jaki następuje pod działaniem istotek żywych, a o jakim wielokrotnie wyrażaliśmy się, że tylko pod działaniem istot żywych (§ 32) zachodzić może. Zdawałoby się, cała tak mozolnie cegiełkami przez nas budowana teoryja witalistyczna rozkładu, obraca się nagle w perzynę! Zobaczymy o ile to jest prawdą, o ile więc tak wielkie wzruszenie i rozczarowanie do naszéj teoryi w czytelniku byłoby usprawiedliwionem. Uprzednio wypada nam rozszerzyć zakres wiadomości naszych o naturze fermentów i zapoznać się specyjalnie z niektóremi, obchodzącemi nas tutaj połączeniami téj grupy, o których dotychczas nic jeszcze nie wiemy.

72. *Ogólne własności fermentów.* Dokładne poznanie i zbadanie natury fermentów natrafia dotąd w nauce na nieprzezwyciężone przeszkody. Ciała te nie mogą i najprawdo-

podobniéj w możliwéj do objęcia przewidywaniem przyszłości nie będą mogły być otrzymanemi ze znanych, ściśle określonych związków organicznych, drogą chemicznéj syntezy. Jak dyjastaza otrzymywaną bywa ze słodu lub z kiełkujących nasion oleistych (len, konopie, wyka i t. d.), tak też inne fermenty otrzymane jedynie zostały przez wytrawienie w wodzie różnych innych ciał żywych, tylko zatem drogą ekstrakcyi z części organizmów, w których istnieją, lub z soków przez organizmy te wydzielanych. Po dziś dzień nadto żaden ferment, na téj drodze otrzymany, nie mógł być oczyszczonym zupełnie i doprowadzonym jeśli nie do zupełnéj czystości chemicznéj, to przynajmniéj (z wyjątkiem może chyba trypsyny, oczyszczonéj przez Kühnego) do stanu, do czystości takiéj zbliżonego. Jedyna zasadnicza metoda otrzymywania fermentów z naparu lub z soku, będącego mięszaniną różnych ciał organicznych, polega na strącaniu ich alkoholem lub eterem; lecz razem z substancyją stanowiącą ferment, o który chodzi, strącane są różne ciała białkowe i inne, a oddzielenie związków dokładniejsze jest nadzwyczaj utrudnionem. Obok tego, fermenty są związkami nader niestałemi, bardzo łatwo się rozkładającemi; otrzymane w proszku np., jak inwertyna, rozkładają się już przy roztwarzaniu w czystéj wodzie. Chemiczne a nawet fizyczne wpływy z największą łatwością działają rozkładająco na delikatne, jeśli się tak wyrazić można, fermenty; obecność zasad w dostatecznem stężeniu, wystawienie fermentu w roztworze na działanie tlenu powietrza, na światło słoneczne nawet, osłabia zdolność fermentacyjną i jak się zdaje, rozkłada fermenty. Sole metalów wywołują ścinanie się fermentów; powstają charakterystyczne, kłaczkowate osady; fermenty więc w tym względzie zachowują się jak ciała białkowe, do których składem [1]) swoim są zbliżone. Działanie fermentów

---

[1]) Analizy wykazały dla różnych, bardziéj rospowszechnionych fermentów skład procentowy następujący: przedewszystkiem uderza znaczna ilość popiołów (do 22% w inwertynie): z substancyi organicznéj znajduje się: C 43—49%, H 7—8,4%, N 6—14%, S 0,6—1,25%; porówn. § 37. Papaina jeszcze bogatszą być ma podobno w węgiel i azot (52,2 i 16,4%). (*Przyp. Autora*).

ustaje podobno [1]) w obecności boraksu (Dumas), a natomiast całe szeregi trucizn, zabijających żyjątka rozkładu, jak kwas pruski (cyjanowodór), chloroform, eter, alkaloidy i antyseptyczne alkohole i kwasy aromatyczne (fenol, kwas salicylowy), również jak wpływ ścieśnionego tlenu [2]), nie wywierają szkodliwego wpływu, to jest nie powstrzymują działania fermentów. Alkohol i eter strąca wprawdzie fermenty, ale przy większych stężeniach; aż do strącenia i w strąconym, nanowo rozpuszczonym związku, oba te odczynniki nie wywierają wszakże żadnego złego wpływu. Gdy dodamy do tego, że wszystkie fermenty chciwie łączą się z tlenem i że przeto energicznie rozkładają nadtlenek wodoru (wodę utlenioną), będziemy mieli zgruba wyczerpaną ogólną charakterystykę własności fermentów, o ile przy niedostatecznem wyosobnieniu tych ciał o własnościach ściśle może być mowa. Nie możemy tu wchodzić w szczegóły i badać wpływu różnych czynników na bieg działania fermentów, bo i tak niniejszych kilka ustępów wykracza poza ramy naszego właściwego przedmiotu; zatrzymamy się na warunkach temperatury, przy których różne działają fermenty, lecz wpierw poznać musimy najgłówniejsze rodzaje fermentów, lub inaczéj grupy różnych fermentów; te ostatnie bowiem przedstawiają właściwie większe lub mniejsze odstępstwa własności, zależnie od źródła, z jakiego zostaną otrzymane, a mimoto jedynie na zasadzie jednakowego fizyjologicznego działania — pod jedną często, ogólną, obejmowane są nazwą. Ogólnie zauważymy tu tylko, że wszystkie fermenty giną, rozkładają się poniżéj punktu wrzenia wody, w stanie zaś naturalnym istnieją i działają jedynie wobec wody, że więc ogólna granica ich bytu zawartą jest pomiędzy kilku stopniami ciepła a temperaturą + 100° C. Obecność wody do działania fermentów nie mniéj jest konie-

---

[1]) W szczególności na dyjastazę zabójczy wpływ wywierają kwasy winny i cytrynowy, których działanie poza tem jest bardzo słabe. (*Przyp. Autora*).

[2]) P. Bert dowiódł podobno szkodliwości gazu tego przy wielkiem ciśnieniu dla życia najdrobniejszych istot roskładu; nowsze doświadczenia tego jednak nie stwierdzają. (*Przyp. Autora*).

czną jak woda, a przynajmniéj dostateczna wilgoć, do życia i działania żyjątek rozkładu (por. § 39).

73. *Różne fermenty*. Poznaliśmy już ferment roślinnego pochodzenia, zwany dyjastazą. Nasienie jęczmienia, gdy poczyna kiełkować i do zbudowania nowego organizmu zużyć ma nagromadzony w nasieniu zapas mączki, wytwarza dyjastazę, przeznaczoną do przeobrażenia nieprzesiąkającéj, bo nierozpuszczalnéj mączki w stan, w którym organizmowi może być przyswojoną. Dyjastaza działa przy obojętnéj lub słabokwaśnéj reakcyi; przestaje być czynną, skoro reakcyja staje się alkaliczną. Zwierzęcego pochodzenia, podobne co do działania i skutków fermenty, znajdują się w ślinie wyższych zwierząt (ptyalina) i w soku trzustkowym (pankreatycznym); bardziéj oddalony jest ferment, znaleziony w gąsienicy muchy (Musca lucilia) i w wątrobie. Ptyalina i podobny ferment z trzustki otrzymany, zamieniają mączkę na produkty cukrowe tylko przy słaboalkalicznéj reakcyi. Spotkamy się jeszcze daléj z podobnym, to jest do dyjastazowéj grupy należącym fermentem, gdy mówić będziemy o fermentacyi mączki i błonnika.

Chemicznie, z zakresu działania swego (w grupie wodanów węgla), najbliżéj do powyższych fermentów, zbliżają się fermenty, zamieniające cukier zwyczajny, a także cukier mleczny, maltozę i t. p. na najprostsze wodany węgla, na glukozę. Inwertyna czyli ferment przemienionego cukru (ferment inversif Berthelota) odkrytą została przez Doebereinera i Mitscherlicha (około 1843 r.); niezadługo (§ 76) poznamy, w jakim mianowicie roztworze znaleźli wówczas inwertynę pomienieni chemicy: z tegoż źródła i obecnie najczęściéj ją się otrzymuje. Nie ulega wątpliwości, że tenże sam ferment przetwarza cukier krystaliczny buraka przed jego owocowaniem na prostą glukozę, lecz nie udało się dotąd z tego źródła go wydzielić. Natomiast cukrozmienne fermenty otrzymano z soku żołądkowego (Klaudyjusz Bernard i inni), z głowy i z odwłoka pszczół, z wosku surowego i z pyłku roślinnego (drzew iglastych).

Przetwarzanie materyj białkowych i zwierzęcego włóknika (fibryny) w modyfikacyje rozpuszczalne (peptony) jest

dziełem oddzielnéj, najliczniejszéj, jak się zdaje, grupy fermentów peptonizujących. Fermenty te otrzymane być mogą z gruczołków, wyściełających błonę śluzową żołądka lub z trzustki (pancreas) i noszą wtedy nazwę peptazy, cz. pepsyny i trypsyny. Podobne zupełnie fermenty otrzymywało wielu chemików z kiełkujących nasion pastewnych, z soków mięsożernych (według badań Darwina i Hookera) roślin jak Rosiczka (Drosera), Darlingtonia, Aldrovanda, a zwłaszcza Nepenthes, wreszcie z drzewa melonowego (Carica papaya) i figowego (Ficus), oraz z różnych gatunków trzcin (Latex). W roztworze możliwie czystéj pepsyny lub trypsyny włókno mięsne znika, rozpływa się bez śladu. Z téj grupy fermentów tylko trypsyna z trzustki i papaina z drzewa melonowego działają przy alkalicznéj, większość natomiast przy kwaśnéj reakcyi.

Ściśle z peptonizującemi fermentami łączą się fermenty emulsyjne, pod działaniem których tłuszcz zmydla się częściowo (jak przez działanie ługów) i może z cieczami wodnistemi dawać emulsyją, to jest ścisłą mięszaninę, w któréj tłuszcz drobniutkiemi kropelkami zawieszony jest wśród wody. Ferment taki otrzymany był mianowicie przez Klaudyjusza Bernarda także z trzustki.

O ile nieznaną i bliżéj niewyjaśnioną jest treść działania emulsyjnego, o tyle też zagadkową co do swéj osnowy jest specyficzna zdolność ścinania niektórych, białko w sobie zawierających płynów. Wiadomo np., że sok podpuszczki cielęcéj (to jest żołądka ssącego cielęcia) odznacza się zdolnością natychmiastowego ścinania mleka na twaróg (białko) i serwatkę. Ferment ten, odgrywający wielką rolę w gospodarstwie nabiałowem i w fabrykacyi serów, wydzielanym jest przez te same, jak się zdaje, gruczołki podpuszczkowe w żołądku ssącego cielęcia, które późniéj w bardziéj dorosłem zwierzęciu poczynają wydzielać pepsynę. Sok mleczny z Carica papaya, a także sok z Galium verum i z kwiatów karczocha (Cynara scolymus) podobno wywołują toż samo charakterystyczne ścinanie się mleka [1]).

[1]) Według Dorpackiego prof. A. Schmidta, ścinanie (krzepnienie) krwi i inne zjawiska tego rodzaju następują także za wpływem fermentów. (*Przyp. Autora*).

Inne fermenty, pod działaniem których rozkładają się związki, zwane w chemii glukozydami (emulsyna i t. p.), nie mogą nas tu zajmować, jakkolwiek wywołują szereg rozmaitych, lepiéj poznanych reakcyj chemicznych. Również fermenty pektynowe, mało coprawda znane, uważamy tu za stosowne pominąć zupełnie, aby od przedmiotu daléj niż zamierzyliśmy nie odbiegać.

74. *Działanie fermentów.* Zaznajomiwszy się zgruba z rozmaitemi fermentami, możemy zająć się z kolei ciekawemi charakterystycznemi rysami ich sposobu działania. Działanie to kilkakrotnie już nazwaliśmy fizyjologicznem, kiedy martwym związkom właściwiéj — jakby mniemać można — przypisywać działanie chemiczne, a nazwę oddziaływania fizyjologicznego pozostawić wpływom, wywartym przez istoty żywe. A jednak działanie fermentów nie ma cechy chemicznego działania, o tyle, o ile ferment nigdy roli odczynnika chemicznego w reakcyi nie odgrywa i do reakcyi téj jako związek nie wchodzi. W reakcyi chemicznéj bowiem stosunek wchodzących do niéj związków do względnéj ilości produktów jest stały i łatwo może być, mniéj lub więcéj dokładnie określony. Jeżeli naprzykład dwa ciała A i B dają produkt C, to w miarę tego jak znika A lub jak powstaje C, musi znikać i B, a stosunek A i B równie jak B i C i B i C wyrażają się liczbą, którą z doświadczenia łatwo bardzo znaleść, a iloraz ten nie wychodzi nigdy poza cyfrę kilkunastu lub co najwyżéj kilku dziesiątków. Co więcéj, sumy wagowe ciał pierwotnych (A i B) muszą dokładnie równać się sumie produktów reakcyi (C + inne związki, jeśli wynikiem reakcyi nie ten jeden tylko związek). Tutaj bynajmniéj jednak tak nie jest, a produktu przemiany otrzymuje się tyle, ile było ciała poddanego fizyjologicznemu wpływowi fermentu lub więcéj, ale wtedy przybytek wagi odbywa się nie kosztem materyi fermentu lecz kosztem wody. Innemi słowy, pod wpływem fermentów ciała organiczne albo wprost się rozpadają, albo przybierają wodę i rozszczepiają się lub modyfikują. Największa ilość fermentów wywiera to ostatnie działanie, to jest łączy związki chemiczne z wodą, o czem daléj parę słów powiemy. Teraz musimy jeszcze zająć się samym fermentem, wywierającym to szczególne działanie

i podkreślić wyraźnie, że ilość fermentu, który działa, nie ulega żadnéj widocznéj zmianie, a przynajmniéj nie jest w żadnym do określenia możliwym stosunku względnie do ciała, które przeobrażeniu ulega. A jednak działanie fermentu nie jest znów zgoła nieskończonem: istnieje owszem pewien kres działania ilościowego fermentów, którego przekroczyć nie mogą, co naprowadza na domysł, że w minimalnéj, nieskończenie drobnéj ilości, materyja fermentu wyczerpywać się musi. I tak, zaraz po otrzymaniu (nieczystéj bardzo wtedy) dyjastazy przez Payena i Persoza (§ 71), udało się tym badaczom stwierdzić, że ferment ich jest w stanie przeobrazić (uczynić ciekłym i scukrzyć) krochmal w stosunku 1 : 2000; ściślejsze zaraz potem (1836) doświadczenia Dubrunfauta okazały, że (lepiéj już oczyszczona) dyjastaza może od 150 do 200 tysięcy razy większą ilość krochmalu uczynić płynną, lecz na cukier zamienić może tylko 100 razy tyle krochmalu ile jéj użyto [1]). Tego rodzaju stosunki wyrażają także skuteczność działania inwertyny, pepsyny i t. p., a w celach przemysłowych (fabrykacyja sera) preparowana podpuszczka cielęca, daje według metod Soxhleta lub Hansena, ekstrakt fermentu „ścinającego“ (Labferment, présure), rozkładający 10000 a nawet 15 i 18 tysięcy razy większą (od użytéj ilości fermentu) wagę mleka na twaróg i serwatkę. Przy niestałości fermentów, ulegających zmianie co do skuteczności, zwłaszcza pod samym choćby tylko wpływem czasu (skuteczność staje się coraz mniejszą), nadto, przy nieczystości wszystkich preparatów, — trudno jest zupełnie dokładne co do ilościowego stosunku podać cyfry. Powyższe dane mogą tylko służyć za ogólną wskazówkę, w jakich granicach skuteczność fermentów się obraca.

Jeśli działanie fermentów stanowczo nie pozwala na zaliczenie ich pomiędzy szeregi pospolitych odczynników chemicznych, jeśli rozbiór bliższy warunków, w jakich dzia-

---

[1]) Scukrzanie się krochmalu, podług specyjalnych spostrzeżeń, nie posuwa się nigdy poza 51, 51,7% ogólnéj pierwiastkowéj ilości krochmalu (por. Schutzenberger, Gährungserscheinungen 1876, p. 222).
(*Przyp. Autora*).

łanie zachodzi, nakazuje przyznać im raczéj charakter działaczy fizyjologicznych, to zapytajmy, czemże z kolei różnią się one od istot żywych, nie sąż one czasem czemś żyjącem i organizowanem? Na to odpowiemy, że nietylko ogólne chemiczne własności, wyżéj już zebrane (§ 72), różnią je od istot żywych, ale nadto fermenty nigdy się (poza organizmem) nie mnożą; jeśli ich bardzo mało ubywa, to nigdy i w żadnym razie ich nie przybywa, nie można w nich dojrzeć żadnéj organizacyi [1]); a temperatura, przy któréj wiele z nich działa najpomyślniéj, jest temperaturą, przewyższającą ciepło dla istot żywych odpowiednie. I tak dyjastaza działa najlepiéj to jest najszybcéj (optimum czyli najlepszość działania) przy + 63°; skuteczność zniża się w obie strony [2]); niżéj 15° i wyżéj 85° nie widać żadnego na krochmal wpływu; najszybszy wzrost skuteczności fermentu jest między 17 a 30°. Dla inwertyny najlepszość działania przypada na temperaturę + 56°, ślady działania zauważyć można jeszcze poniżéj 10°, lecz nawet powyżéj 30° działanie jest jeszcze słabem, a od téj dopiero granicy szybko wzrastać poczyna; od 56° spada do + 87°, gdzie inwertyna zupełnie już nie działa. Najdokładniejsze dane zgromadzono co do ścinającego fer-

---

[1]) Nie można przemilczeć tutaj o drobniutkich ziarnkach mikroskopijnych, jakie znalazł w trypsynie i pepsynie i z płynów wyosobnił Béchamp. Są to ziarna podobne do protoplazmatycznych, z żółtkowéj np. wydobytych komórki, poruszające się ruchem molekularnym (Browna). Béchamp w ziarnach tych upatrywał dowód organizacyi fermentów, to jest uważał ziarna te za fermenty pepsyny i t. p.; według Gautiera jednak, ziarna te, jak wogóle przedmioty stałe wprowadzone do roztworu fermentu, mają tylko zdolność skupiania, kondensowania niejako danego fermentu, a przez przemywanie ich otrzymuje się wodę, mającą po wielu ługowaniach jeszcze wszelkie własności wyciągu fermentu (pepsyny). Tu także dodać należy, że Rossbach wstrzykiwał do krwi zwierząt papainę, a po godzinie przy sekcyi znajdował w sercu nastrzykiwanych zwierząt liczne mikrokoki. Doświadczenia te (1882 r.) potrzebują jednak jeszcze sprawdzenia, a następnie dopiero mogą stać się przedmiotem sporów co do tłumaczenia faktu przez przejście fermentu nieorganizowanego w ożywioną istotkę. (*Przyp. Autora*).

[2]) Pierwsza zaraz seryja doświadczeń Dubrunfauta prowadzoną była przy temp. około + 65°, tak dalece wpływ temperatury na przebieg zjawiska jest widoczny. (*Przyp. Autora*).

mentu mleka: najlepszość przypada na 41—41,25°; przy 50° jednak ścięte białko poczyna się już rozkładać, przy + 15° zaś mleko wcale jeszcze się nie ścina. Użyto (Fleischmann) 1 część fermentu na 1000 części mleka; zupełne ścięcie się białka wymagało przy + 20° przeszło pół godziny, przy 25° tylko 14 minut, przy 30°—8½′, przy 35°—7′, przy 41° minimum 6′, przy 45°—6¾′, przy 48° znów 8½′, przy 49 minut 10, a przy 50° już 12 minut.

Tak wybitnych różnic co do wpływu temperatury na szybkość dokonywających się zmian nie wykazuje żadna znana reakcyja chemiczna; jest to także wybitna cecha fizyjologicznego działania.

A teraz zwróćmy uwagę na chemiczną i mechaniczno-cząsteczkową (dynamiczną) stronę rozkładu materyi przez fermenty, w celu przyjrzenia się, o ile rozkład ten podobnym jest do tych zjawisk gnilnych lub fermentacyjnych, które wywoływać są zdolne istotki najniższe czyli fermenty organizowane, do zjawisk zatem, których naturę określiliśmy szczegółowo w §§ 40—44.

Niewszystkie działania fermentów są dziś dla nas zrozumiałemi; zjawiska przekształcania białka na pepton, który,—jak twierdzą chemicy, choć nie znają składu ani jednego ani drugiego,—składem swym od białka zupełnie się nie różni, zjawiska emulsyjne i zjawiska ścinania płynów (krzepnienia), nie mogą być podciągnięte pod to, co poniżéj o działaniu fermentów powiemy. Możemy zastanawiać się dziś jedynie nad fermentami, których działanie objawiające się chemiczną przemianą materyi, nadaje się ze względu na ściśle określoną naturę téj przemiany, do naukowego roztrząsania. Nie możemy mówić o chemizmie tam, gdzie dobrze nie wiemy, co właściwie z substancyją pod działaniem fermentu zachodzi. Ograniczywszy się tedy do przeważnego zastępu zbadanych, ze względu na reakcyją, fermentów, możemy określić ich działanie jako chemiczne rozszczepienie substancyj przez jéj uwodnienie (hidratacyją). Działanie to polega, jak już wspomnieliśmy, na przyłączeniu pewnéj ilości wody do oznaczonéj ilości związku, ulegającego ich wpływowi. Jestto najzwyklejsza i najbardziéj prawidłowa re-

akcyja chemiczna, w któréj jednak ferment nie przyjmuje udziału, któréj nigdy nie jest uczestnikiem, lecz sprawcą, działaczem tylko. Wszystkie ciała, na które fermenty w ten sposób działają, mają charakter związków, zwanych w chemii bezwodnikami. Tak jak tlenki metalów lub bezwodniki kwasów mineralnych czy organicznych (tlenki kwasowe) za dodaniem wody chciwie przechodzą w połączenia wodne, tak niektóre organiczne związki wytworzone w wielu organizmach (z celem tworzenia zapasu pożywienia lub w innych najrozmaitszych wypadkach i celach) kosztem dzielności życia danego organizmu, przedstawiają charakter bezwodników; ale szczególne bezwodniki te wprost z wodą nie rozkładają się, nie tracą tak łatwo wielkiego, złożonego w nich pracowicie zapasu energii chemicznéj, — oczywiście gdyby go wobec wody traciły, istniećby wcale w istotach żywych nie mogły, — rozkładają się one, a złożoną energiją w części przeto tracą, dopiero za sprawą fermentów.

I tak, rzućmy okiem na specyjalne wypadki działania różnych grup fermentów: krochmal (mączka), celuloza, glikogien są to wodany węgla o największéj liczbie atomów w cząsteczce, która jest jakby zgęszczeniem się kilkakrotnem cząstki najprostszego wodanu węgla (glukozy), z odjęciem jednej lub kilku cząstek wody; dyjastaza ma własność przyłączania napowrót brakujących elementów wody i oto wodany węgla krochmalowego szeregu przechodzą [1]) na wodany najprostsze, typu $C_6 H_{12} O_6$. W mniéj skondensowanych cząstkach cukru trzcinowego (zwyczajnego) i mlecznego, które niby stanowią złączenie podwójnéj cząstki glukozy bez cząstki wody ($2C_6 H_{12} O_6 — H_2O = C_{12} H_{22} O_{11}$), podobną, a zdawałoby się łatwiejszą czynność przyłączenia wody, wykonywa inwertyna i inne téj grupy fermenty i oto mamy znów z cząstki cukru krystalicznego 2 cząstki glukozy. Tłuszcze—to połączenia kwasów z gliceryną; chemicznie się wyrażając, są to etery gliceryny (glicerydy), a dołączenie wo-

---

[1]) Przejście pod działaniem dyjastazy dochodzi właściwie do stanu dekstryny i maltozy, a te dopiero uwodniają się daléj na glukozę. (*Przyp. Autora*).

dy do cząsteczki eteru rozkłada go na kwas i alkohol (glicerynę), co chemicznie daje się wyrazić przez wzór ogólny, zupełnie tak samo jak reakcyja zmydlania przez alkalija:

$$(R.CO.O)_3\ C_3\ H_5 + 3H_2O = 3R.COOH + C_3\ H_5\ (OH)_3$$

eter, gliceryd + woda = kwas + gliceryna

$$(R.CO.O)_3\ C_3\ H_5 + 3KOH = 3R.CO.OK + C_3\ H_5\ (OH)_3$$

potaż gryzący — mydło potażowe.

Podobnie zachowują się glukozydy, których rozszczepianie się pod wpływem tylu cząstek wody, ile następnie z reakcyi wyniknie cząstek glukozy, bardzo jest pouczającem dla chemika, lecz my tu dotykać tych zjawisk bliżéj nie możemy [1]).

Tak więc pod wpływem fermentów następuje tak zwane uwodnienie (hidratacyja) związków organicznych [2]), których bezwodnikowy charakter jest wynikiem zużycia wielkich zasobów dzielności przez zwierzę lub roślinę, wszystkie bowiem wogóle bezwodniki tworzą się (w chemii najczęściéj z wodnych połączeń) kosztem zużycia znacznych w tym celu sił, przy specyjalnych warunkach. Bezwodnik jest ciałem zawsze większą przedstawiającem dzielność niż połączenie wodne, w którem część znaczna powinowactwa chemicznego jest nasyconą.

Stąd przy uwodnieniach chemicznych zawsze powstaje, wyzwala się ciepło, jako uwolniona ze związku siła; innemi słowy, jeśli powrócić chcemy do terminologii poprzednio przez nas (§ 41) zastosowanéj, powiedzielibyśmy: ciepło spalenia bezwodników jest znaczne, związków wodnych słabsze (nie stosuje się to do ciał nieorganicznéj chemii i do dwutlenku węgla).—Jeśli na reakcyje chemiczne, których przy-

---

[1]) Po bliższe szczegóły w kwestyj reakcyj chemicznych odsyłamy ciekawego czytelnika do wzmiankowanego już dzieła p. Schutzenbergera. Por. zresztą § 94. (*Przyp. Autora*).

[2]) Jedyną reakcyją rozszczepiania się bez przyjmowania cząsteczek wody jest dotąd rozkład soli kwasu mironowego pod wpływem mirozyny. Odosobnienie tego zjawiska od wszystkich innych zasługiwałoby na bliższe zajęcie się jego przebiegiem. (*Przyp. Autora*).

czyną są fermenty, tak zapatrywać się należy, to widzimy, że tutaj, tak samo jak w rozkładach przez istoty żywe (§§ 41—43), ciepło spalenia produktów rozkładu mniejszem jest zawsze od ciepła spalenia materyi nierozłożonéj. Wydzielania się jednak znaczniejszych ilości ciepła przy rozkładach pod działaniem fermentów nie dostrzeżono dotychczas, co może w części ma źródło w koniecznem zazwyczaj rozcieńczeniu (por. § 42). Być może jednak, że znaczna część ciepła wyzwolonego pochłanianą bywa właśnie przez ferment i że zagadkowe dotąd fizyjologiczne działanie fermentów polega na ich żądności ciepła, na zdolności pochłaniania wielkich ilości dzielności w téj formie. Na co dzielność ta, na jaką pracę [1]) (chemiczną?) w substancyi fermentu obróconą zostaje, jest dla nas rzeczą niewiadomą i wielce do zbadania trudną, ale pogląd ten na własność fermentów lepiéj niż wszelki inny może przy dzisiejszym stanie nauki objaśnić nam ich rolę i wywierane skutki. Do pewnego stopnia tłumaczy nam on także istniejący dla każdego fermentu kres maksymalny fizyjologicznego działania, poza który pewna ilość fermentu daléj materyi zmieniać, a więc daléj ciepła pochłaniać nie może. Stopniowe nasycanie się ciepłem, zbliżanie się do tego kresu najwyższego, przedstawia nam wyczerpanie fizyjologiczne fermentu, któremu zapewne i chemiczne wyczerpanie towarzyszyć musi.

76. *Indywidualność fermentów. Fermenty istotek rozkładu.* Nie łudźmy się jednak, aby to pozorne „wytłumaczenie“ było rzeczywistem wyjaśnieniem ciekawéj i—powtarzamy—zagadkowéj fizyjologicznéj własności fermentów. Bynajmniéj, jest ono tylko określeniem sposobu pojmowania zagadki i przeniesienia jéj z pola zupełnie dzikiego na uprawiane już zagony dynamiki cząsteczkowéj. Właściwa zagadkowość polega na niedającéj się dotąd wytłumaczyć indywidualności fermentów. Pod nazwą tą rozumiemy

---

[1]) Uwodnienie samo (t. j. dołączanie wody do czasteczek ciał) ze stanowiska termochemicznego nie może bowiem być uważane jako praca: przytem bowiem nie pochłania się dzielność (ciepło) lecz — odwrotnie—uwalnia się czyli „powstaje“. (*Przyp. Autora*).

ów stały związek pomiędzy danym, specyjalnym fermentem a ciałem, na które działanie uwodniające (również peptonizujące i mechaniczno - chemiczne) wywierać jest zdolny. Ograniczając się i tutaj dla jasności na fermentach uwodniających, możemy postawić sobie zagadnienie: dlaczego żądny ciepła, lub jakimkolwiek innym sposobem zdolny wprowadzać do bezwodnikowego związku cząstki wody, ferment dany, nie może czynności téj rozciągać na wszystkie takie zdolne do uwodnienia związki, — dlaczego owa dzielność jego, czy chciwość ciepła, objawia się naprzykład wobec mączki, a nie może sobie radzić z cukrem zwyczajnym lub z tłuszczem — i naodwrót? A jednak, dyjastaza rozkłada tylko mączkę (krochmal), inwertyna tylko cukier, emulsyna tylko glukozydy i t. d. Ogólne zasady dynamiki chemicznéj nie mogą nam wyjaśnić téj szczególnéj zaiste właściwości, która bardziej jeszcze, niż wszystko przedtem poznane, zbliża fermenty do żyjątek rozkładu i stawia je w ekonomii natury tuż obok siebie. Indywidualność ta jest cechą świata istot żywych; specyjalnie zaznaczyliśmy ją jeszcze w § 38, jako ścisły związek pomiędzy istotkami a materyją, w któréj żyją (por. zresztą daléj Zjawiska rozkładu); jeśli taka indywidualność cechuje fermenty, to dlatego, że z tego właśnie świata żyjącego pochodzą i doń bezspornie należą.

Mówiliśmy już o różnych fermentach, które z wyższych zwierzęcych jak i roślinnych otrzymane były organizmów. Czyżby jednak same tylko wyższe organizacyje miały posiadać własność wydzielania tych substancyj? Powracamy teraz do kwestyi, od któréj zaczęliśmy niniejszy rozdział o fermentach, do kwestyi nierozpuszczalnych pokarmów, jakiemi żywić się mogą i żywią się najdrobniejsze grzybki, rozliczni działacze rozkładu. Teraz dopiero na rzucone zagadnienie odpowiedzieć możemy i odpowiadamy, że niższe organizmy w wielu bardzo wypadkach,—a może przy lepszem zbadaniu naukowem i rozszerzeniu pojęcia fermentów, okaże się, że we wszystkich rozkładowych działaniach,—wydzielają rozmaite fermenty, własnościami swemi najzupełniéj powyższym naszym określeniom odpowiadające, a często z fermentami wyższych organizacyj identyczne.

Najdawniéj znanym spomiędzy fermentów takiego po-

chodzenia jest (§ 73) inwertyna, odkryta już przez Mitscherlicha i Döbereinera w wodzie, z płókania drożdży piwnych pochodzącéj; chemicy ci zauważyli, że woda z wytrawienia drożdży pochodząca, ma własność przemieniania cukru, to jest przeprowadzania cukru krystalicznego w „stan" glukozy (cukier inwertowany). Wyosobnionym z takiego roztworu został sam ferment, zapomocą alkoholu, znacznie późniéj dopiero (około 1848 r.) przez Berthelota. Z „wody drożdżowéj" bardzo łatwo go otrzymać, zwłaszcza przy wycieńczeniu (§ 55) drożdży, a wydzielanie tego fermentu przez żyjące komórki drożdżowe niezawsze idzie w parze z samą fermentacyją cukru [1]). Że drożdże nie są zdolne do sfermentowywania wprost krystalicznego cukru i muszą go wpierw przeobrazić, wytworzyć glukozę i że glukoza dopiero fermentuje, dowiedzionem już zostało w roku 1832 przez Dubrunfauta; wydzielanie odpowiednie fermentu (inwertyny) jest ogólną zatem koniecznością dla tych wszystkich organizmów, które żyć mogą kosztem cukru krystalicznego i innych téj grupy cukrów. Inwertyna, to jest ferment tychże zupełnie własności, otrzymaną została z zawierających cukier płynów, na których hodowano grzybki pleśniowe, jak Penicillum i Aspergillus (gdy tymczasem nie otrzymano jéj, gdy hodowanym był Mucor). Konsumcyi cukru przez te rośliny towarzyszy, według badań Duclauxa, stopniowe przeobrażenie, inwertowanie cukru krystalicznego. Zupełne naprzykład dojrzenie grzybka Aspergillus niger zajęło przy doświadczeniu 4 dni czasu; z ilości cukru, jaką wzięto do płynu żywiącego, pozostawało po upływie doby 94,7%, z téj ilości około $^1/_3$ części uległo przemianie, po 2 dobach cukrów znaleziono 69,3% pierwotnéj ilości, prawie w połowie już jednak cukier inwertowany towarzyszył krystalicznemu; po upływie trzeciéj doby z cukru wogóle pozostało 15,7% a w tem 4 razy więcéj przemienionego, niż trzcinowego

---

[1]) Tak np. w przytoczonem przez nas (w przypisku do § 56) doświadczeniu Hoppe-Seylera, który przepuszczał przez roztwór cukru, zasiany drożdżami, czysty tlen w stanie gazowym, fermentacyja, jak wspomnieliśmy, nie odbywała się wcale, natomiast cała ilość cukru (krystalicznego) została przemienioną (na glukozę). (*Przyp. Autora*).

wreszcie po 4-ch dobach zostały ślady tylko (1,7%) glukozy, a cukru krystalicznego już wcale w roztworze nie było. Według tychże badań tegoż uczonego, wymienione grzybki pleśniowe wydzielają nie samą tylko inwertynę, lecz mięszaninę fermentów, gdyż wyosobniona z wydzielin substancyja nietylko przemienia cukier ale i mączkę roztwarza i scukrza, jak dyjastaza. Grzybki najdrobniejsze, mało dotąd jeszcze znane, które wywołują fermentacyje mleka krowiego (kefirowe) i klaczy (kumysowe), wydzielają ferment, działający na cukier mleczny tak samo, jak inwertyna na cukier trzcinowy. Żywiący się krochmalem i celulozą Clostridium butyricum, niewątpliwie wytwarza ferment, najzupełniéj zbliżony do dyjastazy. Podobny do Cohnowskiéj formy Bacillus ulna, paciorkowaty i pałeczkowaty grzybek rozszczepkowy z kwaśniejącego mleka (Tyrothrix scaber Duclaux) może rozkładać zarówno mleczny jak i krystaliczny cukier, według zapewnień Duclauxa. Wszystkie te przeobrażenia materyi są w obu działaniach — czy to fermentów, czy żyjątek—jednakowem chemicznem uwodnieniem. Lecz drobne istoty grzybkowe wydzielają jeszcze i inne, specyjalne fermenty uwodniające, nieznane wśród pozostałych działów przyrody. I tak: Micrococcus ureae, grzybek moczowy, uwodnia mocznik, przeobrażając go na węglan amonu, a wydzielany przytem ferment uwodniający udało się otrzymać Musculusowi (który posługiwał się nim w celach wykrycia mocznika). Inne uwodnienie przez istoty żywe to fermentacyja garbnika czyli taniny (bezwodnik kwasu gallusowego), przechodzącego w kwas gallusowy pod działaniem pleśni, fermentacyja bardzo ważna, a od niedawna dopiero bijologicznie zbadana (1868). — Przejdźmy teraz jednak od hidratacyjnych do innych objawów zmian chemicznych. Drobne bardzo grzybki rozszczepkowe z mleka, zauważone w początku jego kwaśnienia przez Duclauxa, opisywane przezeń pod nazwą Tyrothrix tenuis (zdaje się z rysunku mięszanina kilku różnych form), wydzielają „ferment ścinający", tenże sam, jaki wydziela podpuszczka cielęca. Na życiu tych grzybków polega ścinanie się, a na wytworzeniu fermentu ścinającego nagle czasem przy ogrzewaniu zwarzenie przechowywanego nie w bardzo niskiéj temperaturze mleka kro-

wiego. Grzybki te, a oprócz nich inne jeszcze (u Duclauxa prócz obu poprzednich, gatunek (?) trzeci, Tyrothrix geniculatus) grzybki mleka mają nadto widoczną własność wydzielania fermentów peptonizujących, gdyż łatwo bardzo przekonać się można, że ścięty świeżo z mleka twarożek w styczności z temi grzybkami pozostający, rozpływa się powoli a w końcu tworzy płyn przezroczysty, z białka więc staje się peptonem. Substancyja wydzielana przez te grzybki działa zupełnie jak pepsyna. Tu jeszcze wspomnijmy, że do śluzowatych grzybków należąca istota, Aethalium septicum, również wydziela podobnie peptonizujący ferment, działający jak i tamte, przy kwaśnéj zawsze reakcyi. Duclaux otrzymywał z wydzielin grzybka (?) Tyrothrix tenuis, zwykłą do wyosobnienia fermentów metodą, substancyją, działającą jak sok podpuszczki na mleko, a jak pepsyna na ścięty twarożek; substancyją tę uważa za mięszaninę dwu fermentów.

77. *Znaczenie fermentów w teoryi witalistycznéj.* Jak z poprzedniego ustępu się przekonywamy, zjawiska rozszczepienia przez uwodnienie, zjawiska peptonizacyi białka i ścinania zawierających białko płynów, wydarzać się mogą równie dobrze za sprawą istotek rozkładu, jak za wpływem fermentów; do obu tych grup pozostają w stosunku skutku do przyczyny. Dotychczas uważano okoliczność tę za osobliwy podział działań pomiędzy światem organizowanym i nieorganizowanym i, jak nam samym na pierwszy rzut oka (§ 71) się zdawało, dopatrywano w fizyjologicznem działaniu nieorganizowanéj materyi najcięższy argument przeciwko witalistycznéj teoryi. Najzupełniéj jednak niesłusznie. Jakiejkolwiek natury ferment rozpuszczalny rozpatrywać zechcemy, zawsze skonstatujemy, że powstał on działaniem organizmu; działanie to ma na celu przygotowanie odpowiedniego pokarmu, a właściwie nadanie mu odpowiedniéj postaci, w któréjby mógł być zużytym i przyswojonym dla organizmu. Dla osiągnięcia tego celu wydzielają tak maleńkie żyjątka rozkładu jak i wyższe jestestwa przyrody, konieczny oczywiście ferment i ten zazwyczaj na cele przyswojenia substancyi pożywnéj bywa w naturze zużytym, tak, że niewiadomo nawet w wielu razach, czy się ferment jaki utworzył czy nie: widocznym jest skutek jedynie, to jest

przeobrażenie materyi. I tak: w jednym wypadku, w życiu drożdży lub jeszcze lepiéj pleśni, o których mowa powyżéj, widzimy przemianę cukru krystalicznego na niekrystaliczny; mówimy, że istoty te przemieniają cukier (inwertują); w drugim wypadku gdy przy kiełkowaniu nasienia zbożowego, mączka została zużytą, tłumaczyliśmy to sobie tem, że zarodek rośliny ją zużył; dopiero gdy Dubrunfaut odkrył dyjastazę, rzekliśmy nagle, że ferment słodu roztwarza i scukrza mączkę! Różnica jest jednak pozorna tylko, bo tak tam jak tu, zmiany dokonywa organizm żyjący, a dokonywa w obu wypadkach na mocy własności wydzielania fermentu: tu się zjawia dyjastaza, a tam inwertyna, tu i tam w naturze istnienie fermentu jest przelotne. Że zaś badawczy umysł chemika, podpatrzywszy w życiu ustrojów różnych chwilę, gdy dany ferment powstał, a nie zdołał być jeszcze zużytym, korzysta ze swych manipulacyj, aby oderwać produkt od źródła, w którem powstał, czyż to dowód, że nie życie tylko — i nic innego jak życie—może dokonywać rozkładów? Jeśli mówimy, że drożdże „przemieniają“ cukier trzcinowy, lub, że dany grzybek „peptonizuje“ białko (sernik, kazeinę np.), to jestto tylko skrócenie: właściwie powiedziećby należało, że „wydzielają ferment, który i t. d.“ Ferment gra tu rolę narzędzia, a o ołówkowym rysunku równie słusznie można powiedzieć, że go człowiek rysował, jak, że ołówkiem jest rysowany. Wydzielanie fermentów, przeprowadzających pokarm istot w stan odpowiedni do ich zdolności przyswajania, jest jedną z wybitnych cech życia istot najdrobniejszych. Zapominać tylko nie należy, że wydzielanie to jest jednym tylko z licznych objawów życiowych; reakcyja rozkładu, zachodząca pod wpływem fermentu, daje się ująć w ścisłą formułę chemiczną (§ 75), ogół zaś objawów życiowych wszelkiéj formule chemików urąga i długo jeszcze chyba urągać będzie (§ 48). Z drugiéj strony zapominać nie należy, że fermenty są wytworem sztucznie z przebiegu życia organizmu przez chemika-fizyjologa wyosobnionym i każdy, ktoby twierdził, że nie żywy organizm lecz ferment rozkłada materyją, popełniłby takiż sam błąd, jak ten, kto o nafcie np. wyrażałby się, że pochodzi nie z łona ziemi, lecz ze....

sklepu. Czem sklep jest dla nafty, tem przyrząd chemika dla dyjastazy, którą nie ziemi wprawdzie wydarł, ale chytrze odciągnął kiełkującemu słodowi.

Sądzimy, że czytelnik myśl naszą o stosunku fermentów do organizmu dokładnie zrozumiał. Winniśmy mu tylko krótkie jeszcze objaśnienie co do tego, że nie same niższe organizmy, które „żyjątkami rozkładu“ nam się nazwać spodobało, lecz że i wszystkie lub liczne przynajmniéj wyższe istoty aż do najwyższych, rozkład zapomocą owych „narzędzi“ to jest fermentów prowadzą. Bezwątpienia, że tak jest wistocie. Ale, gdy szukać poczniemy źródła fermentów tych, w wyższych i najwyższych organizmach, przekonamy się, że wytwarzane są one — przynajmniéj u zwierząt [1]) w specyjalnych przyrządach, które fizyjologowie nazywają gruczołami (w gruczołach przewodu pokarmowego). Otóż w gruczołach tych, fermentotwórczemi są drobne, bardzo drobne zazwyczaj komórki, zwykle gołe i wielce podobne do najniższych organizmów, do pełzaków (amoeba), jak naprzykład komórki gruczołów podpuszczkowych (trzebieńcowych) żołądka naszego.

Widzimy więc i tutaj, że specyjalne, nizkiéj bardzo organizacyi ustroje dokonywają czynności rozkładu i — ze stanowiska bijologicznego — możemy powiedzieć tylko, że w wyższych organizmach pewne komórki, przy ogólnym podziale czynności fizyjologicznych, przystosowują się do czynności rozkładu materyi, to jest do takich warunków, przy których normalnie żyją

---

[1]) Jak i gdzie specyjalnie powstają fermenty w organizmach roślinnych, a zwłaszcza w kiełkujących nasionach, rzeczą jest zupełnie dotychczas jeszcze ciemną. Niewątpliwem jest tylko, że peptonizujące fermenty roślin mięsożernych (§ 73) wydzielane są przez specyjalne,

i działają tylko istoty rozkładu [1]). Ponieważ nadto w ogólnéj ekonomii przyrody, rozkład wewnątrz wyższych odbywający się organizmów, jedynie dla ich życiowéj potrzeby zastosowanie mający, żadnego niema i mieć nie może znaczenia, gdy tymczasem rozkład, dokonywany przez grzybki wszelkie pierwszorzędnéj doniosłości jest objawem, przeto nie wahaliśmy się sformułować teoryi witalistycznéj, którą w ekonomiczno-przyrodniczem pojmujemy znaczeniu, w téj formie (§ 32), jaką z pominięciem zjawisk odżywiania się wyższych istot nadać jéj wolno. Rozpatrywać też w dalszym zaraz ciągu będziemy tylko zjawiska rozkładu w przyrodzie, wszelkie zaś zjawiska karmienia się i przyswajania pokarmów wewnątrz ciała zwierzęcego lub roślinnego, posiadającego zróżniczkowane narządy, wchodzi wyłącznie w obszar właściwéj chemii fizyjologicznéj, oddzielnéj zupełnie i nas niedotyczącéj nauki.

Zjawiska rozkładu.

78. *Materyja ulegająca rozkładowi.* W poprzednich ustępach niniejszéj pracy rozpatrywaliśmy głównie rozkłady ze względu na bijologiczne wymagania i nieodzowne warunki istnienia drobnych saprofitycznych istotek. Teraz musimy przejść do określenia stosunku pomiędzy żyjątkami a materyją, jaka im służy za pożywienie. Przy tem uwzględnieniu wzajemnego stosunku działacza do przedmiotu jego działań życiowych, wykaże się dopiero w pełni rola, jaką

---

wykazane przez Darwina i Hookera gruczołki; z wodnistego soku, otrzymanego przez podrażnienie gruczołków, wydających obfite wydzieliny na liściach Nepenthes, otrzymali Gorup-Besanez i H. Will najlepiéj zbadany ferment z téj mało jeszcze znanéj grupy. (*Przyp. Autora*).

[1]) Komórki gruczołów przewodu pokarmowego łączą się we wspólnem działaniu z samoistnemi żyjątkami rozkładu, lęgnącemi się we wnętrzu narządów, przetwarzających pokarmy, a połączona praca jednych i drugich daje w rezultacie to, co nazywamy „trawieniem“ pokarmów. Obszerniéj o tym przedmiocie patrz dzieło p. t. „O trawieniu“ Dra E. C. Ewalda, tłumacz. z niemieckiego Dr L. Anders. Warszawa, 1882 r. (*Przyp. Autora*).

drobniutkie saprofity „rozkładające“ — nie zajmiemy się tu wcale „spalającemi“—spełniają w przyrodzie, wystąpi w całéj okazałości znaczenie, które zlekka zaledwie naszkicowaliśmy w § 31-ym.

Jeśli chodzi na wstępie o zbadanie, czy i o ile wszelka materyja organicznego pochodzenia ulega i może ulegać niszczącemu działaniu grzybków, to w powierzchownem choćby zbadaniu zjawisk wśród świata organicznego, znajdujemy odpowiedź, że rozkład materyi organicznéj jest zjawiskiem ogólnem i powszechnem i że zaledwie pewne tylko, szczególne kategoryje materyi téj wyłączają się z pod zakresu ustawicznych działań witalistycznego czynnika rozkładu. Zamiast wskazywać te wszystkie okoliczności, przy których rozkład się odbywa w przyrodzie, daleko łatwiéj wskazać te nieliczne wyjątki, które rozkładowi w warunkach przyrodzonych nie podlegają. Jednę wielką grupę materyi organicznéj, zabezpieczonéj od ciągłego rozkładu, stanowią ciała żyjące, istoty organizowane, w których własne ich życie, a więc przemiana materyi na odrębnych uorganizowana zasadach, nie pozwala rozwinąć działalności wszędy czychającym na odpowiednie dla siebie podłoże pyłkom i żyjątkom. W normalnych warunkach bytu, przy życiu zdrowego organizmu roślinnego czy zwierzęcego, tkanka jego ciała nie może łatwo, to jest bez walki, stać się siedliskiem drobnowidzowego życia. I pośród téj jednak żywéj przyrody, żyjątka rozkładu znajdują dla siebie warunki pomyślne przy dokonywanéj przemianie pokarmów, t. j. przy trawieniu (por. § 77), a w tkance ciała zwierzęcego, jeśli nie rozwija się życie obce, to bynajmniéj nie dowodzi to nieobecności wśród tkanki téj całego szeregu pyłkowych zarodów (o czem w dalszych paragrafach będzie mowa). Bądźcobądź, życie istot wyższych wyłącza (jeśli nie uwzględnimy tu chorób, zjawisk patologicznych) rozkład materyi, składającéj ich ciało. Niechaj tylko jednak w danym organizmie lub w jego części ustanie owa regularna, odżywcza przemiana materyi, stanowiąca życie, a wnet czy to cały organizm czy też obumarła część jego stają się najpierw kolebką, a w krótce zupełną pastwą niehamowanych już wtedy drobniutkich niszczycieli. Druga kategoryja ciał, które w przyrodzie zu-

pełnie (?) zabezpieczone są przed rozkładem, są to związki bardziéj złożonéj budowy chemicznéj, które nie łączą się i nie mięszają z wodą, nie przyjmują żadnéj zgoła wilgoci, jakoto: tłuszcze, oleje i woski, smoły i żywice. Niezdolność ich do bratania się z wodą, która jest wszelkiego życia, wszystkiego co żyje, żyć mogło lub żyć może, podstawą,—zabezpiecza związki te, tak tłuszczowe jak i aromatyczne, od bezpośredniego rozkładu. Odnosi się to jednak tylko do tłuszczów czystych, wyosobnionych; tłuszcze bowiem w obecności wody mogą służyć za pokarm dla pleśni i innych organizmów saprofitycznych (van Tieghem), co w praktyce nazywamy „jełczeniem“ substancyi tłustéj. Odwrotnie znów, związki chciwie pochłaniające wodę, przez to samo rozkładowi nie ulegają; tak np. alkohol przy znaczniejszem stężeniu, a nawet cukier w rostworach zupełnie nasyconych, pleśniowemu i wszelkiemu innemu może się opierać życiu. Nie jest jeszcze wyjaśnionem dlaczego pewne, aromatyczne przeważnie, związki, nietylko opierać się mogą rozkładowi, ale w małéj domięszce nawet życie wszelkie usuwają; są to tak zwane substancyje przeciwgnilne (por. daléj, § 80). Ostatnia wreszcie kategoryja, liczebnie najbardziéj może obfita, opierać się może rozkładowi czyli fermentacyi w ściślejszem znaczeniu, a oporność swą zawdzięcza nietyle chemicznym własnościom w ściślejszem znaczeniu, ile niewielkiemu zasobowi energii chemicznéj, wskutek czego ciała te (jak np. ciała smoliste, wysokie związki aromatyczne i wogóle ubogie w tlen a w węgiel bogate materyje) nie są zdolne do podtrzymywania życia ze stanowiska kinetycznego, nie mogą dostarczać „dzielności“ (por. §§ 40 — 42); ostatecznie jednak i takie, ubogie w energiją „złożoną“ w cząsteczkowéj budowie, ciała organiczne ulegają spaleniu: na powietrzu dokonywają spalenia głównie pleśni; w wilgoci lub pod wodą najdrobniejsze grzybki bakteryjalne. W rozpatrywaniu naszem wyłączamy jednak spalanie materyi, a specyjalnie zajmiemy się rozkładami, które mniéj lub więcéj podchodzą pod nazwę zjawisk fermentacyjnych.

Poza temi, tutaj przytoczonemi wyjątkami z szeregu materyj organicznych, wszelka materyja, przy wszelkich niemal warunkach (por. § 39), podlegać może i podlega ciągłe-

mu niejako rozkładowi. Rozkład ten raz szybkim i jawnym dla nas być może, innym razem jest on powolnym i niedostrzegalnym, ale przy ogromnem rozpowszechnieniu pyłków, istotek samych i ich zarodów, trudno o materyją organiczną w przyrodzie, któraby nieprzyjaciołom tym urągać i niebezpieczeństwu zniszczenia czoło stawić mogła. (Z pomiędzy naszych „zapasów żywności“ jedne są sztucznemi produktami, dostatecznie suchemi, aby się oprzeć zdołały witalistycznym usiłowaniom świata pyłkowego, inne zaś są sztucznie zabezpieczone przed rozkładem, jak to powyżéj w kilku odsyłaczach do § 39 już nadmieniliśmy i daléj jeszcze nad tem się zatrzymamy). Inaczéj, znaczna ilość materyj, niepodlegających zniszczeniu takiemu, a nierozkładających się przy zwykłych fizycznych warunkach, np. tłuszcze, drzewo, olejki lotne, aromatyczne i t. p. nagromadzałyby się w przyrodzie, tembardziéj, że ciała te albo nie są albo też w skąpéj mierze zaledwie być mogą pokarmem dla zwierząt. Odpadki życia zwierzęcego, wprost, tak jak są w stanie wydzielenia ich przez organizm zwierzęcy — wbrew rozpowszechnionemu niestety mniemaniu — nie mogą być, a przynajmniéj znaczna część ich nie może być przez rośliny przyswojoną. Istotki roskładu są więc, jak to z poprzednich naszych wypływa już wywodów, koniecznym dla krążenia materyi czynnikiem, a same zjawiska rozkładu, jako takie, są przeto fundamentalną, nieodzowną i arcyważną częścią owego „życia przyrody“, jak krążenie materyi, wiecznie formę swą zmieniającéj, wiecznie się odmładzającéj i w ciągłym pozostającéj obrocie, z wszelką słusznością nazwać można.

79. *Próba klasyfikacyi w zjawiskach rozkładu.* Zakres działania drobnych „rozkładaczy“ w przyrodzie jest więc, jak widzimy, ogromny. Znajomość nasza wszakże nietylko działaczy ale i procesu rozkładów, tak powszednich i ważnych, bynajmniéj nie odpowiada rozpowszechnieniu tych ważnych zjawisk. Pokrótce wskazywaliśmy przyczyny tak niedokładnego dotychczas poznania w § 38. Właśnie z powodu ogromnego rozpowszechnienia różnorodnych pyłków i przy skłonności do rozkładu, jaką każdy niemal związek organiczny posiada, rozkłady w naturze są zjawiska-

mi nadzwyczaj złożonemi, skomplikowanemi, tak co do chemicznéj strony jak i co do wchodzących w grę przytem żyjątek. Gdy gnije np. kawał „mięsa“ zwierzęcego, ileż to związków różnych ustawicznie, stopniowo się przeobraża, ileż to rozkładów pojedyńczych naraz występuje obok siebie, ileż, nie mówmy już osobników najdrobniejszych, lecz rodzajów czy kategoryj różnych saprofitów żyje i działa obok siebie! Nikt dziś nie jest w stanie ani rozłożyć procesu gnicia na składowe „chemiczne zmiany“ (reakcyje), ani wskazać te lub owe, bliżéj zbadane, istoty, które powodują gnicie takie wogóle, a tem bardziéj tę czy inną, w szczególności bliżéj określoną, chemiczną zmianę rozkładową. Najpowszedniejszy przeto objaw rozkładu, zwany „gniciem“, przy dzisiejszym stanie wiedzy określonym być zgoła nie może; jako „gnicie“, oznaczamy mnóstwo niezliczone zjawisk w przyrodzie, bardzo różnych, a zapewne częstokroć wzajem sobie przeciwnych i dalszym postępom nauki dopiero zapewne przypadnie w udziale, owo ogólne „gnicie“ rozdrobnić i usystematyzować na różne podrzędne procesy czy grupy procesów rozkładu.

I dziś jednak możemy w tym kierunku pewne zasadnicze wytknąć punkty, któreby pozwoliły wśród rozlicznych zjawisk rozkładowych, jeśli nie systemat zupełny zaprowadzić, to przynajmniéj ograniczyć niejako ogromny chaos, jaki przedstawia się nam w ogólnéj ekonomii przyrody organicznéj. W § 46-m już powiedzieliśmy, że jedynym właściwym systematem dla rozkładów materyi byłby bijologiczny, oparty na wyczerpującem poznaniu istot i ich fizyjologicznych właściwości. Skoro dziś nauka nie pozwala na taki wykład przedmiotu, musimy się obejrzeć za innemi jakiemikolwiek czynnikami, ułatwiającemi nam rozgrupowanie mnóstwa zjawisk.

Droga do takiego systematyzowania zjawisk jałową jest jeszcze i niewytkniętą zupełnie. Gdy z jednéj strony w podręcznikach chemii rozkłady opisywane były jużto jako „sposoby otrzymywania w praktyce odnośnych związków“, a więc alkoholu, kwasów i t. p., już też jako warunki szczególnego rozpadu i przeobrażenia materyi dobrze znanéj (cukru) na związki mało znane, — jednocześnie

specyjalne dziełka lub zamieszczane w encyklopedyjach naukowych (chemicznych) artykuły o „fermentacyjach“ luźno i bez systematu opisywały jeden rozkład za drugim, najczęściéj koleją ich lepszego i gorszego zbadania. Pierwsze miejsce wtedy zajmowała oczywiście zawsze fermentacyja alkoholowa; za nią szły zwykle pobieżne wzmianki o innych, przyczem chemiczna raczéj niż bijologiczna strona znajdowała tu uwzględnienie. W znakomitéj pod względem skupienia materyjału, najnowszéj (1883 r.) książce Duclauxa p. t. „Chimie biologique“ jakkolwiek i inne, prócz alkoholowéj, fermentacyje opisane są bardziéj starannie, to i tu systematu niema żadnego, a układowi przewodniczy bardziéj chemiczny (według materyi) niż fizyjologiczny (według warunków rozkładu i ośrodka) lub bijologiczny (według natury istot) sposób widzenia [1]). Zdawałoby się, że fizyjologiczna teoryja Pasteura, ustanawiająca dwoistość żyjątek i przemian i dzieląca jedne i drugie na „powietrzne (aérobie) i „bezpowietrzne“ (anaérobie), powinnaby dać najlepszy punkt wytyczny, ale łatwiéj było Pasteurowi podział rzeczony w teoryi pomyśleć, zlekka naszkicować,— daleko trudniéj przeprowadzić w całym obszarze zjawisk, a najlepszym dowodem małéj wartości naukowéj tego podziału (por. § 57) jest właśnie to, że od czasu wygłoszenia go aż dotąd nie stał się i stać się nie mógł nicią przewodnią dla badacza zjawisk rozkładowych w obszernéj ich całości.

Naszem zdaniem, mnóstwo rozkładów, jakie dotychczas poznano z różną dokładnością co do trzech zasadniczych kierunków badania,—a mianowicie co do stron: chemicznéj, fizyjologicznéj i bijologicznéj, — podzielić należy najpierw na dwie wielkie grupy. Grupy te warunkują się nietylko jakością materyi, ulegającéj przeobrażeniom, ale przedewszystkiem zasadniczą naturą zachodzącéj przemiany. Przemiana ta raz jest rdzennem przeistoczeniem, uproszczeniem,—rozpadem, rozszczepieniem i t. p. materyi organicznéj i polega na zburzeniu, przepołowieniu, lub jeszcze większem

---

[1]) Właściwie porządek jest chemiczno-chronologiczny (por. § 92). (*Przyp. Autora*).

rozdrobnieniu cząsteczki węglowego połączenia, a conajmniéj na zmianie natury chemicznéj tego związku (ukwaszanie przy utlenieniu). W innych znów razach, rozkład jest niejako pobocznym, dotyczącym nietyle węgla w materyi organicznéj zawartego, ile właśnie pierwiastków drugorzędnych, a wtedy treścią zachodzącéj przemiany witalistycznéj jest przekształcenie natury połączenia azotowego lub grup siarkowych w białkowéj (lub innéj, zawsze skomplikowanéj) materyi organicznéj. Trudno nam tutaj, bez wkroczenia w dziedzinę specyjalnych pojęć i wyrażeń zapożyczonych z chemii organicznéj, zupełnie jasno określić różnicę, jaka w obu działach czy grupach naszych ze stanowiska naukowego musi być dopatrywaną. Powiemy więc tylko jeszcze, że jeśli rezultatem rozkładowéj pracy żyjątek pierwszéj grupy (a więc: pracujących nad dekonstytucyją materyi organicznéj w ścisłem znaczeniu) jest zawsze wytworzenie dwutlenku węgla jako produktu rozszczepienia lub spalenia (§ 45), to przy rozkładach, którym podlega azot, siarka lub fosfór materyi organicznéj, dwutlenek węgla oczywiście jako produkt uproszczenia chemicznego i kinetycznego, jako symptomat wytworzonéj kosztem rozkładu dzielności, otrzymanym być nie może. Należy więc przypuścić, albo że wszystkie żyjątka, dokonywające rozkładów „wtórnych“, mają obok tego własność dopełniania rozkładu (lub spalania) i węglowéj także materyi, albo też że rozkłady wtórne dokonywają się na oddzielnych zasadach termochemicznych, niż te, które wyłożyliśmy w §§40—43, a które są podstawowemi dla grupy właściwych fermentacyj i rozkładów. Wyjaśnienie tych, ciemnych jeszcze stosunków jest rzeczą pierwszorzędnéj wagi [1]).

W każdéj dopiero z obu tych, dla nauki odrębnych, choć w przyrodzie siostrzanych, grup fermentacyjnych, za-

---

[1]) Żałować należy, że obok wielu pięknych i starannych doświadczeń nad biegiem rozkładu materyj bezazatowych, w których to doświadczeniach produkty badano nietylko jakościowo ale i ilościowo z wielką starannością, — nie dokonano dotychczas jednego bodajby rozkładu teoretycznego z materyją azotową, któréj chemiczny skład i budowa wiadomą by była. (*Przyp. Autora*).

chodzą rozkłady w najrozmaitszych kierunkach; rozkłady, różniące się i fizyjologicznym i kinetycznym i chemicznym charakterem. Przy obfitym dostępie tlenu materyja organiczna ulega rozkładowi przez żyjątka, tlen z zewnątrz dla siebie czerpiące i utleniające; następuje wtedy albo rozszczepienie połączone z utlenieniem, lub zachodzi samo tylko utlenienie, czyli wyrugowanie wodoru przez tlen. Inne rozszczepienia mogą zachodzić bez przybrania tlenu, jedynie na rachunek rozkładanéj materyi, a wtedy związki pochodne mogą być przez żyjątka w różnym stopniu odtlenianemi: niekiedy, wskutek życia bez tlenu, rozkład dochodzi do wytwarzania substancyj, zupełnie tlenu w swym składzie niezawierających i te to rozkłady w przeciwstawieniu do pierwszych możemy uważać za „odtleniające". Inne rozszczepienia są tylko rozpadnięciem się bardziéj złożonéj cząstki chemicznéj na mniéj złożone, bez specyjalnie odtleniającéj barwy zjawiska. Wreszcie są zjawiska uwodnienia czyli hidratacyi związków, o czem już wspominaliśmy w § 76, oraz odwrotne zjawiska wrzekoméj dehidratacyi czyli odwodnienia, bardzo jeszcze w swéj istocie niejasne. Prawdopodobnie wreszcie i inne jeszcze chemicznofizyjologiczne zmiany w materyi zachodzić mogą, co dalszym dopiero badaniom pozostawionem być musi. Poznane są już teraz i takie zjawiska rozkładu, których fizyjologiczna i chemiczna strona zupełnie są jeszcze ciemne i których do naszego systematu wprowadzić nie możemy; nieliczne i nieważne te zjawiska tutaj pominąć sobie pozwolimy (por. § 99).

Dla większéj jasności, aby czytelnik z góry już mógł być niejako wprowadzony w systemat, jaki tu przed nim rozwiniemy, podajemy tu grupy i szeregi w różnych grupach, jakie stanowić będą przedmiot dalszego specyjalnego rozbioru naszego:

I. Rozkłady właściwe, czyli dekonstytucyja materyi węglowéj.

a) Rozkłady połączone z utlenianiem materyi,

b) Rozkłady polegające na rozszczepieniu połączonem z wydzieleniem produktów odtlenionych,

c) Rozkłady rozszczepienia na bardziéj i mniéj utlenione związki,

d) Rozkłady przez przybranie lub wydzielenie wody: uwodnienie i odwodnienie.

II. Rozkłady wtórne:

1) W grupie azotu, połączonego z materyją węglową,

2) W grupie siarki, połączonéj z materyją węglową.

Klasyfikacyja zjawisk, taka, jak ją tu przeprowadzić usiłujemy, ma tę wielką dla nas wartość, że częstokroć jedno zjawisko danego szeregu (np. utleniającego) idzie tuż ręka w rękę z innem tegoż samego szeregu, że żyjątka rozkładu w obu zjawiskach są albo bardzo zbliżone — bijologicznie i fizyjologicznie — albo nawet obu „fermentacyjom“ wspólne. Odwrotnie, w różnych fizyjologicznych poddziałach napotykane żyjątka albo stanowczo nie są zdolne do życia w jednakowych warunkach, albo też, skoro do tych warunków zmuszone, nagięte przez nas zostaną, przestaną jednocześnie być przyczyną charakterystycznego rozkładu. Są one więc wzajemnie względem siebie dalsze niż żyjątka, prowadzące różne rozkłady jednego, a przynajmniéj pokrewnego charakteru.

Zjawiska oddzielne w każdym z poddziałów, czyli szeregów, jak daléj mówić będziemy, utworzonych przez nas na mięszanéj, fizyjologiczno-chemicznéj, a zarazem i kinetycznéj podstawie, będziemy oznaczać najbardziéj utartemi nazwami, króre się przyjęły i wzięły nazwę najczęściéj od produktów rozkładu (np. fermentacyja octowa, masłowa, alkoholowa i t. p.). Oczywiście zjawiska te w naturze nie odbywają się według jakichkolwiek ścisłych wzorów, nie towarzyszą im te drobiazgowo rzetelne stosunki wagowe, jakie znamionują czysto chemiczną reakcyją (por. § 48), ale podstawą każdego zjawiska jest dane, ściśle określone przeistoczenie materyi zasadniczéj (np. cukru, glukozy) i rosszczepienie jéj w takim a takim kierunku, które przeto można wyrazić chemiczną formułą czyli wzorem. Wzór ten nie będzie oznaczał całéj treści zjawiska, lecz wyrazi podstawową część zmiany, która służy w danym wypadku jako źródło dzielności, nieodzownéj tak dla rozwoju istot, jak i dla dopełnienia fizycznych wśród materyi przeobrażeń.

80. *Różne wpływy na przebieg rozkładu.* Oczywistą jest rzeczą, że gdy materyja organiczna, do rozkładu zaw-

sze w różnych uzdolniona kierunkach, znajduje raz takie, drugi raz znów inne warunki zewnętrzne, to przebieg chemiczny rozkładu zależy nietylko od natury pyłków czy istotek, które do materyi téj się dostaną, ale nadto od chemicznych i fizycznych wpływów, sprzyjających życiu téj oto istoty, a nieprzyjaznych dla innéj lub dla całego szeregu innych. W § 39-m wkazywaliśmy ogólne warunki życia istotek saprofitycznych: oczywiście granice ogólne są bardzo szerokie, lecz w każdym pojedyńczym wypadku zbieg wszystkich czynników wpływowych razem stanowi o rozwoju téj a nie innéj, lub—jak zwykle w naturze—tych a nie innych żyjątek roskładu. Pierwszorzędne znaczenie ma dostęp wilgoci, powietrza, a także temperatura, chemiczne oddziaływanie i t. d. Ale poza temi, ogólnie wyżéj już (§ 39) rozpatrzonemi warunkami, należy tu wspomnieć o innym, charakterystycznym wpływie, t. j. o obecności soli mineralnych i innych związków chemicznych, stanowiących nieraz o całym przebiegu rozkładowego procesu materyi, obok któréj sole lub inne, równoznaczące z niemi ciała, jako domięszka w nieznacznéj choćby występują ilości. Ogólnie znaną jest np. rzeczą, że kapusta lub ogórki zalane wodą, po niejakim czasie gnić będą w wodzie, z wstrętną, odrażającą wonią; lecz gdy poszatkowaną kapustę solimy lub ogórki słonym zalewamy rostworem, mówimy, że kapustę lub ogórki w ten sposób „kwasimy“. Wiele osób, nieobeznanych ze sposobem kwaszenia, przypuszcza, że ziemiopłody te, przybierające smak kwaśny lub kwaskowaty, zalane zostały octem lub innym „kwasem“. Tymczasem bynajmniéj tak nie jest, a li tylko dodatek soli kuchennéj sprawia, że zamiast „gnicia“ w kapuście odbywa się fermentacyja „mleczna“, z którą się wkrótce (§ 82) bliżéj zaznajomimy. Zdaje się, jakoby sól kuchenna powstrzymywała rozwój istotek, rozkładających białko (substancyje azotowe, protoplazmę roślinną), a sprzyjała rozwojowi żyjątka, pod działaniem którego wodany węgla (cukier mleczny i t. p.) przechodzą w kwas (mleczny i inne). Jak się późniéj okaże, żyjątko fermentacyi mlecznéj nie znosi wybitnie kwaśnego oddziaływania, lecz wymaga najwyżéj słabokwaśnéj, obojętnéj, zlekka alkalicznéj natury ośrodka; otóż sól kuchenna i inne sole wogóle łagodzą

niejako „kwaśność“ płynu i bakteryja fermentacyi mlecznéj znośniéj żyć może widocznie w rostworze kwaśnym i słonym zarazem, niż w czystokwaśnym, choćby w nim ilość kwasu bezwzględnie mniejszą nawet niż w osolonym rostworze być miała.

W większych ilościach, sól kuchenna i inne sole (saletra np.) zupełnie usuwają możność rozwoju żyjątek i na tem polega solenie mięsa, ryb (śledzie), oraz peklowanie (z saletrą).

Inne substancyje chemiczne wywierają jeszcze bardziéj zgubne dla życia drobnowidzowego działanie, wszelkiemu wogóle życiu stając na przeszkodzie i to przy daleko mniejszych ilościach niż sól kuchenna lub saletra. Takiemi są liczne sole ciężkich metalów (rtęciowe, cynkowe), wiele związków organicznych, aromatycznego przeważnie szeregu, o wybitnym smaku i zapachu, jak np. gorczyca, fenole, kwas salicylowy, kreozot i t. d. Przechowywanie wędzonego mięsa polega na zabezpieczającem od rozkładu działaniu kreozotu i t. p. substancyj, zawartych w dymie (kominowym). Wszystkie te ciała, mające własności konserwowania materyi organicznéj, zowią się przeciwgnilnemi (antyseptycznemi) substancyjami. Związki te niekiedy zmieniają rdzennie naturę rozkładu w danym wypadku, częściéj jednak zupełnie rozkładowi stają na przeszkodzie. Poznanie działania tych różnych substancyj jest wielce ważnem, lecz nateraz ono nas tutaj zajmować nie będzie. Ramy niniejszéj książki nie pozwolą nam, przy rozpatrywaniu różnych procesów rozkładowych, zatrzymywać się nad wpływem czynników drugorzędnych, jakoto chemicznych domięszek i t. p., jakkolwiek wpływy te w niektórych wypadkach dobrze są zbadane i bardzo ciekawe. Co się zaś tyczy substancyj przeciwgnilnych (antyseptycznych), to o nich wypadnie nam pomówić dopiero przy samym końcu naszego zapoznania się z życiem, działaniem i własnościami istotek pyłkowych, żyjących bądź jako saprofity, bądź też jako pasorzyty.

I. Zjawiska właściwego rozkładu materyi organicznéj (*dekonstytucyja materyi węglowéj*).

a) Rozkłady, połączone z utlenieniem materyi.

81. **Gnicie białka na powietrzu i w wodzie.** W pospolitem znaczeniu nazywamy gniciem wszelki rozkład materyi zwierzęcéj, połączonéj z fizycznemi w niéj zmianami; tu jednak jako gnicie rozpatrywać będziemy wyłącznie rozkład, mniéj lub bardziéj szybkie rozpadanie się, czyli dekonstytucyją najbardziéj złożonych związków organicznych, zawierających azot, siarkę i t. d., a tworzących zarówno białko zwierzęce jak i roślinną protoplazmę. Od gnicia, jako od naczelnego, górującego nad innemi procesu rozpadu, zaczynamy szereg rozkładów utleniających; tak samo przy rozpatrywaniu rozszczepień bez udziału powietrza rozpoczniemy przegląd od psucia się tychże materyj białkowych. Wszelako, jak to już nieraz mieliśmy sposobność zauważyć, rozkłady białka są właśnie najmniéj znane tak pod chemicznym jak i pod bijologicznym względem. W przystępie powietrza dokonywający się rozkład materyj białkowych—a materyj tych istnieje wielka, bardzo wielka rozmaitość — przebiega rozmaicie, zależnie nietylko od materyi saméj, ale głównie od bardziéj lub mniéj obfitego i łatwego przystępu powietrza. Najenergiczniejszą postacią rozkładu, jest poprzednio już (§§ 42, 45) przez nas wspomniane spalenie gnilne czyli strupieszenie (érémacausie, Verwesung), w którem przy widocznem podwyższeniu temperatury następuje szybkie spalenie materyi węglowéj na CO_2 i H_2O, a azot raczéj w formie czystego azotu niż w formie amonijaku się wydziela (por. co do tego § 95). Przy innych, mniéj gwałtownych zjawiskach utleniającego rozkładu białka powstają częściowo produkty takie, lub zbliżone do tych, które charakteryzują bezpowietrzny rozpad téj materyi (por. § 86), a zawarty w białku azot (15,4—17% subst. suchéj) przeważnie w połączeniach amidowych (czyli w „organicznych amonijakach") ostatecznie zaś jako amonijak czysty wydzielonym zostaje. Podnieść tu wypada ważną z praktycznego punktu widzenia okoliczność, że nietylko jakość rozkładu ale i szybkość zjawiska dekonstytucyi zależną jest w wysokim stopniu od ilości przypływającego tlenu, czy raczéj powietrza. Gdy strupieszenie, przy znacznym, bo różnicą temperatur podsycanym przeciągu powietrza, może się odbywać ze zdumiewającą szybkością, gnicie zwy-

kłe w powietrzu idzie mniéj lub bardziéj powoli; w wodzie zaś, gdy powietrze jedynie z roztworu czerpanem być może, rozkład bardzo się opóźnia; jeszcze gorsze warunki istnieją w łonie ziemi, gdy przypływ powietrza bardzo jest słaby. Podług Caspera, rozkład trupa na powietrzu po tygodniu jest tak daleko posunięty jak w wodzie (ciało niewydobytego topielca) dopiero po dwu tygodniach, a ciała, w trumnie pod ziemią złożonego, po dwu zaledwie miesiącach. Na powietrzu jednak, równie jak w ziemi, nieodzownym warunkiem prędkiego, a więc pomyślnego rozkładu jest koniecznie dostatek wilgoci: im bardziéj mokrą i nasiąkniętą będzie substancyja, tem bujniejsze wytworzy się życie. Życie to zazwyczaj jest tak bujnem, różnych form grzybkowych zjawia się taka rozmaitość, że ta okoliczność właśnie jest przyczyną zupełnego zamięszania w niezbyt bogatéj literaturze, traktującéj zjawiska gnilne, zachodzące w obec tlenu. Najdokładniejsze dotychczas badania, przedsięwzięte przez Duclauxa, a dotyczące rozkładu kazeiny czyli sernika, pozwoliły mu wyróżnić kilka, mniéj lub bardziéj ściśle określonych form bakteryjalnych, które uczony ten zowie Tyrothrix sp:, lecz i tu charakterystyka bijologiczna nie jest dostateczną, aby żyjątkom tym zapewnić miejsce wśród dobrze poznanych i ściśle udeterminowanych istotek. Co dziwniejsza jednak, to ta smutna dla nauki okoliczność, że najpospolitsza forma bakteryj gnilnych, owa „bakteryja“ par excellence dawnych autorów, którą od dość dawna pod nazwą Bacterium termo opisywano, jest dotąd tak mało określoną i w naukową dyjagnozę ujętą, że najnowsi bakteryjologowie zupełnie formy téj nie uznają i nie opisują, jak gdyby jéj nie było... wszędzie, gdzie zachodzi gnicie w mokréj substancyi lub wśród zawierającéj powietrze wody. I rzeczywiście, zdaje się jakoby Bact. termo Cohna i Eidama była zupełnie inną niż to, co pod tą samą nazwą opisują Dallinger i Drysdale lub Ewart. Jakkolwiekbądź, istnieje przecież bakteryja, czy różne nawet bakteryje (por. str. 126 fig. 2 a i b) gnilne, chciwie tlen konsumujące i charakteryzujące pierwsze przynajmniéj fazy rozkładu białkowego, gdy powietrza jest dostatek lub obfitość. Obok bakteryj występują tu także różne mikrokoki (Monas crepusculum auct.), wreszcie bacylle i t. p.

Drobniutkie te żyjątka, a w szczególności Bact. termo, posiadają własność szybkiego, chwiejnego ruchu, a z ciekawych doświadczeń Engelmanna wypływa, że ruchy te zależne są od obecności tlenu (bez tlenu ustają) i że istotki dążą do źródła przypływu ożywczego tego gazu [1]). Wszystkie te grzybki jak się zdaje, posiadają własność peptonizowania białka (§ 76).

Lepiéj od tych właściwych rozkładaczy i zarazem utleniaczy złożonych materyj organicznych, a w pierwszéj linii białka, poznanemi są formy, spalające materyją przy jéj rozkładzie, a które na wzór pleśni mogą albo na saméj białkowéj rozwinąć się materyi, albo na roztworze, na powierzchni cieczy, wśród któréj poprzednio lub jednocześnie rozkładacze działają czy działały. Kożuszkowe te istoty tem się jednak różnią od roślinności pleśniowéj, że mogą żyć i pomyślnie się rozwijać na wielce rozcieńczonych nawet płynach gnijących, że nie znoszą kwaśnego oddziaływania, lecz muszą mieć ośrodek obojętny lub niezbyt alkaliczny. Ponieważ nie zajmujemy się tu pleśniami i wogóle spalaczami materyi, lecz rozpatrujemy jedynie zjawiska rozkładu (por. § 45), przeto pominąć nam należy kożuszkowe te formy, towarzyszące gnilnym na powietrzu procesom rozkładowym białka. Powiemy tu tylko, że biaława „pleśń“ ogórków, nadgniłych owoców, gruby kożuch na gnojówce i innych „przegniłych“ cieczach jest to najpospolitszy grzybek rozszczepkowy, Bacillus subtilis Ehrbg (por. na str. 126-téj fig. 3. a, oraz fig. 15 b, jako zooglea na płynach), znany w nauce także jako bacillus siana (Heubacillus), gdyż zazwyczaj z naparu suchego siana bywa otrzymywanym. Bacillus ten słynnym jest w historyi nauki z powodu wielkiéj wytrzymałości zarodników trwałych na działanie wysokiéj temperatury i on to właśnie powodował głównie zjawiska wrzekomego samorodztwa (por. § 28) w wielu bardzo doświadczeniach. We-

---

[1]) Engelmann używa tych bakteryj jako żyjącego odczynnika dla wykrycia najmniejszych ilości tlenu, nieprzewyższających podobno trylijonowéj części (?) miligrama! Por. sprawozdanie w Wszechświecie T. II str. 252. Nadmienić tu wypada, że według Pfeffera bakteryje i wogóle mikroorganizmy dążą tak samo do źródła pokarmu i tłumnie oblegają każdą dostępną jego cząstkę. (*Przyp. Autora*).

dług badań Buchnera, grzybek ten miał być również uzdolnionym do wywoływania rozkładów fermentacyjnych, lecz późniejsze badania zdolności téj nie stwierdziły i uważać go należy tymczasem za istotę czysto spalającą organiczne swe pożywienie. Posiada on, jak większość czy ogół nawet organizmów tego rodzaju, własność peptonizowania białka. Dodać należy wszakże, że wśród płynu, w którym z zarodników (napar siana) rozwija się Bac. subtilis, przed utworzeniem kożuszka, młode, z kiełków rozwinięte pałeczki żyją przez jakiś czas w roztworze, poruszają się, żeglując dość żwawo swem ciałem, a następnie dopiero na powierzchnię płynu spływają. Podobnie zachowują się bliskie bardzo do téj istoty, dobrze poznane formy, zwane: Bac. megaterium de Bary, Bac. ulna Cohn (identyczny lub bardzo zbliżony do Tyrothrix scaber Duclaux), oraz mniéj znane: B. tumescens Zopf i B. tremulus R. Koch, lecz wszystkie one co do rozpowszechnienia ustępują pospolitemu wszędzie B. subtilis.

W następnym rozdziale, w którym zajmiemy się rozpowszechnieniem pyłków i żyjątek najdrobniejszych w przyrodzie w ogólności i w różnych ośrodkach czy żywiołach przyrody poszczególe, powrócimy jeszcze do tych, szeroko rozpowszechnionych form grzybkowych i do innych spalaczy materyi, jak pospolite pleśni i t. p. W tym także rozdziale dopiero mówić będziemy o utleniających (zarówno białkową jak wszelką inną w wodzie rozpuszczalną i nader rozcieńczoną) materyją organiczną, grzybkach rozszczepkowych, mających postać i obyczaje wodorostów, a raczéj „hidrofitów“ w ogólności. Grzybki te, jak Cladothrix, Crenothrix i t. p. (por. fig. 10—11 na tejże tablicy) żyją w wodzie, napozór zupełnie czystéj, w źródlanéj np., zdatnéj do picia wodzie, a również w wodzie morskiéj blisko brzegów, napół słonéj i t. p., solankach (Warming). Hidrofity te oczywiście żywią się do najwyższego już stopnia rozcieńczoną materyją organiczną, przyswajając ją sobie i spalając, a więc powodują nie rozkład materyi, lecz zupełne zniszczenie i w szeregu istot rozkładowych miejsca właściwie nie mają.

82. **Fermentacyja mleczna.** Zjawisko to, bardzo pospolite w życiu codziennem, oznaczane zazwyczaj bywa w mowie potocznéj jako „kwaśnienie, skwaśnienie“ produktów spo-

żywczych, np. mleka lub cieczy słodkawych; gdy dostrzeżemy, że te uległy fermentacyi mlecznéj, mówimy zazwyczaj, że „wdał się kwas“ lub że „czuć to już kwaskiem“. Mleczna fermentacyja zjawia się łatwo w tych wszystkich substancyjach, czy to zwierzęcego czy roślinnego pochodzenia, w których znajduje się cukier mleczny i inne wodany węgla [1]), a obok nich rozpuszczalny pokarm azotowy. Tak więc w mleku, które pozostawionem zostanie przy zwykłéj temperaturze, wnet cukier mleczny ($C_{12} H_{22} O_{11}$) fermentować poczyna, a przy słabéj choćby ilości kwasu mlecznego ($C_3 H_6 O_3$) następuje zaraz ścięcie się rozpuszczalnego przedtem białka; dlatego to „kwaśne“ mleko jest „zsiadłem“; pod wpływem dłuższego czasu lub wyższéj temperatury wszystek „twaróg“ ścina się i pozostaje „serwatka“. Wyżéj już mieliśmy sposobność wspomnieć, że ogórki i kapusta przy „kwaszeniu“ podlegają tejże saméj fermentacyi mlecznéj; nadto soki roślinne, ziarna zbóż macerowane w wodzie (zwłaszcza ciepłéj), odpadki fabryczne przy fabrykacyi krochmalu, cukru i spirytusu, jako to wody odpływowe i wysłodziny lub wywary podlegają również temu samemu rozkładowi.

Zdawałoby się, że przy takiem rozpowszechnieniu tego rozkładowego procesu, istotka fermentacyi mlecznéj powinna być dobrze znaną i zbadaną. Tak jednak bynajmniéj nie jest. Żyjątko, działające przy tych rozkładach, wprawdzie od bardzo dawna poznanem zostało, bo wkrótce po odkryciu roślinnego charakteru drożdży (§ 16) dostrzegł je i opisał Remak (1841 r.), poznańczyk z pochodzenia, jako „kuleczki bezporównania od drożdży mniejsze, powodujące zupełnie odrębne przemiany chemiczne“, lecz cały szereg lat, blisko pół wieku przecież wynoszący, małocowięcéj nam przyniósł w dziedzinie poznania drobniutkiéj bakteryi, wywołującéj przemianę substancyj cukrowych na sole kwasu mlecznego. Bacterium acidi lactici Zopf jest to drobna bakteryjka (fig. 2 c na str. 126-éj, posiadająca zaledwie nieznaczny

---

[1]) Utrzymują powszechnie, że te „cukry“, które łatwiéj ulegają alkoholowéj fermentacyi (por. § 90), najtrudniéj podlegają kwaśnieniu mlecznemu i odwrotnie. Zdaje się, że zdanie to odnosi się tylko do cukrów wzoru $C_{12} H_{22} O_{11}$. (*Przyp. Autora*).

ruch drgawkowy (Browna), a któréj własności nie są dokładnie poznane z powodu częstego mięszania tego żyjątka z rozwijającym się często obocznie (por. § 88) grzybkiem fermentacyi masłowéj. Tak np. Zopf podaje, że bakteryja ta znaną jest i w formie pręcików oraz nitek, lecz nie wiadomo, czy z czystą kulturą robione były te doświadczenia. Wiadomo tylko, że grzybek ten nie ginie przy temperaturze 100° lecz wyżéj, przy 110°C, gdyż przy téj dopiero temperaturze mleko krowie zostaje wyjałowionem. Bakteryja ta posiada wielce zajmujące fizyjologiczne wymagania co do natury ośrodka. Jest ona, a wraz z nią cały szereg istotek, powodujących fermentacyje słabo kwaśne, nader czułą na oddziaływanie chemiczne, które powinno być albo obojętnem, albo alkalicznem, aby rozwój bakteryi bez przeszkód mógł iść pomyślnie. To też, jeśli wytwarzany przez nią kwas mleczny, lub inny jakikolwiek kwas, znajdujący się w ośrodku, nie może być stopniowo, w miarę jak się tworzy, zaraz zobojętnianym przez zasadę, fermentacyja wcześnie bardzo ustaje, a bakteryja albo ginie, albo słabe zaledwie, przy mniejszéj ilości kwasu, pędzi życie Przy długotrwałéj reakcyi kwaśnéj i niskiéj temperaturze powstaje zazwyczaj w miejsce mlecznéj octowa fermentacyja (na powietrzu). Odwrotnie, przy pomyślnych warunkach ośrodka, lecz przy małym przypływie powietrza, mleczna fermentacyja albo bakteryja — co na jedno wychodzi — ustępuje miejsca masłowéj (por. § 88). Według Richeta istnieją takie warunki fizyczne, przy których bakteryja lepiéj ostać się może w kwaśnym nawet płynie, lecz bezwarunkowo w roztworze kwaśnym rozwój jéj, a właściwie fermentacyja mleczna, *wszcząć się* nie może. Do pomyślnych wpływów zaliczyć trzeba odpowiednią (wysoką, przeszło 30° najlepiéj) temperaturę (Pasteur najlepszość temperatury dla ferm. mlecznéj oznacza na 50°), obecność soli w roztworze, obfitość pokarmu azotowego, niewspominając o reakcyi i niezbędnym przypływie powietrza. Zabójczym dla bakteryi w drobnych już ilościach jest alkohol, w skutek czego bakteryja, razem z drożdżami do działania przypuszczona, w walce się ostać nie może. Bakteryja ta, sama przez się, (z wymienia krowy?) znajduje się stale w mleku, z którego łatwo otrzymać kwas mleczny, a ra-

czéj sól wapienną, dodając do mleka—a również do roztworu sztucznego cukru oraz do białka—odpowiednie ilości kredy, którą kwas przy tworzeniu się rozkłada, wydzielając z niéj CO_2 i tworząc mleczan wapnia. Taż sama bakteryja mleczna w obfitości znajduje się w serach, a Cazeneuve (1880) znalazł ją również w przegniłym moczu.

Rozszczepienie, jakiemu ulegają cukry przy fermentacyi mlecznéj, nie jest poznane [1]) (por. koniec § 48); rzut tylko oka na przyrodzone warunki zjawiska wskazuje, że zależnem ono jest od dostępu powietrza. Korzystny wpływ przepuszczania tlenu skonstatował naukowo Richet. Utlenianie jednak jest tu słabe i wśród całego szeregu rozkładów tlenowych fermentacyja mleczna jest najsłabszem bodaj utlenieniem. Budowa chemiczna kwasu mlecznego, jaki się w rezultacie otrzymuje, jest nie etylenową lecz etylidenową; kwas mleczny fermentacyi różni się przytem, jak wiadomo, od kwasu z mięśni czyli paramlecznego. Wyjątkowo tylko udało się Malyemu otrzymać obok zwykłego kwasu drobną ilość kwasu paramlecznego (niesłusznie wówczas jeszcze uważanego za etylenowy; ten ostatni jednak, czyli kwas hidrakrylowy—Beilstein—o normalnéj grupie etylenowéj—w naturze zupełnie się nie znajduje. Wobec téj budowy kwasu mlecznego fermentacyjnego, dziwnem jest, że tak otrzymany przy dalszym utleniającym rozkładzie przez Fitza kwas waleryjanowy, jakoteż pochodny w prostéj linji przy rozkładzie beztlenowym kwas masłowy fermentacyi, mają budowę normalnych kwasów!).

Nadmienić w końcu wypada, że Fitz opisał szereg fermentacyj dalszych mleczanu wapnia, dokonywanych przez rozmaite bacylle. Rozkłady te jednak conajmniéj w bijologicznym kierunku wymagają jeszcze sprawdzenia i uzupełnienia.

83. **Fermentacyja glukonowa.** Fermentacyję z wielu względów podobną do mlecznéj opisał Boutroux pod na-

---

[1]) Procentowy skład pierwiastków jest w kwasie mlecznym ($C_3 H_6 O_3$) zupełnie taki sam jak i w glukozie ($C_6 H_{12} O_6$): okoliczność ta czyni poznanie zachodzącéj tu reakcyi chemicznéj rozkładu jeszcze bardziéj zajmującą. (*Przyp. Autora*).

zwą fermentacyi glukonowéj. Pod wpływem drobnego żyjątka, mającego postać pośrednią między mikrokokiem a bakteryją, a nazwanego przez Boutroux Micrococcus oblongus, w roztworze glukozy (C_6 H_{12} O_6), wobec materyi azotowéj rozpuszczalnéj i wobec węglanu wapnia, po dość długiéj fermentacyi, wydzieloną zostaje krystaliczna, trudno rospuszczalna sól wapienna kwasu glukonowego (acide zymogluconique Boutroux), będącego poprostu utlenioną glukozą (C_6 H_{12} O_7). Własności morfologiczne ciekawego żyjątka, sprowadzającego słabe utlenienie glukozy, a także innych związków, są dość dobrze zbadane i przedstawiają naukowo dość ciekawych szczegółów, godnych, ażeby się nad żyjątkiem tem i nad jego własnościami cokolwiek zatrzymać. Micrococcus oblongus przedstawia wyborny, typowy niemal przykład „wielopostaciowości“ istotek rozszczepkowych, o któréj mówiliśmy w § 64. Gdy poczynamy badanie tego żyjątka od „zasiania” go w roztworze glukozy z materyją azotową i wobec dodatku kredy, grzybek rozwija się w formie pojedyńczych lub zdwojonych ciałek owalnych, czasem— w skutek poczynającego się zdwojenia — pośrodku przewężonych, niekiedy zaś ugrupowanych w formę paciorkowatą. Pośrodku każdéj podłużnéj kuleczki występuje wyraźne „jąderko“, które nie może być czem innem jak tylko zarodnikiem (sporą) młodéj jeszcze bakteryi; dalszy rozwój grzybka wszakże odbywa się nie w płynie lecz na jego powierzchni. Rozrost ten na powierzchni nadaje grzybkowi pozór kożuszka, lecz tu spójności pomiędzy oddzielnemi bryłeczkami niema żadnéj i już przy słabem zakłóceniu kożuszek się rozstępuje. Reakcyja płynu, zrazu obojętna, poczyna być kwaśną, lecz kwas widocznie jest słaby, bo rozkład kredy, w płynie pogrążonéj, jest niesłychanie powolny. Powoli tworzą się ponad kredą kryształy glukonianu wapnia i fermentacyja trwa długo. W miarę jéj trwania, bakteryja zmienia swą postać: kuleczki drobnieją, znika ostry obrys i środkowe jąderko (spora), ciało podługowate zamienia się na okrągłe, a wśród drobnych teraz, okrągłych, kuleczek, zjawiają się coraz liczniejsze nitki, znacznéj nieraz długości, niekiedy dziwacznie zwinięte czy splecione, tak, że pierwotny Micrococcus oblongus stał się, po przejściach różnoro-

dnych, niby nitkowatym bacyllem lub formą w rodzaju Leptotrix (§§ 63—64). Zdawałoby się, że obok poprzedniéj formy (Micrococcus) rozwinęły się inne saprofity, które zwyciężyły i wyparły poprzednika, lecz skoro drobniutkie kuleczki lub długie niteczki odmłodzimy w świeżym roztworze glukozy, otrzymujemy znów wydłużonego i owalnego M. oblongus, z wyraźnemi wewnątrz sporami i częstemi przewężeniami ciała. Charakterystycznem jest, że rozwój taki i ta zmiana postaci żyjątka najzupełniéj zależną jest od chemicznych warunków ośrodka. Jeśli np. nie użyjemy do reakcyi węglanu (najlepiéj wapniowego) ani téż zasady, w celu zobojętnienia roztworu, to grzybek długo wśród kwaśnego oddziaływania żyć nie może i poza młodocianą formę się nie rozwinie. Fermentacyja, zaledwie poczęta, ustaje. Dopiero gdy kwas glukonowy nasycanym być może stopniowo przez wapno kredy, zjawisko przebiega daléj, jak nakreśliliśmy. M. oblongus jest widocznie przejściowym saprofitem, pomiędzy bakteryją mleczną i jéj analogami, wymagającemi zobojętniania wytwarzanych przez się kwasów do pomyślnego rozwoju, a między bakteryjami fermentacyi octowéj; aby zrozumieć całe podobieństwo fizyjologiczne naszego rozkładacza glukozy do tych ostatnich saprofitów, musimy się zapoznać z typem octowéj fermentacyi, stanowiącym ostatni szczebel fizyjologicznych rozkładów utleniających. Pomówiwszy nieco o fermentacyi octowéj, powrócimy przeto jeszcze do naszego M. oblongus. Tu dodajemy tylko, że Micr. oblongus nie posiada żadnego ruchu, że rozwija się najpomyślniéj około 30—35°, a przy temperaturze 37—40°C już przez dłuższy czas żyć nie może. Młodociana forma jest wytrzymalszą od staréj, wycieńczonéj, w nitki wyrośniętéj (por. §§ 55 i 64—65), albowiem gdy grzybek, który przebył do końca fermentacyją, ginie w temperaturze 53° po dziesięciu minutach czasu, to dla zabicia formy młodocianéj, owalno wydłużonéj, potrzeba działania przez takiż przeciąg czasu temperatury 60°.

84. **Fermentacyja octowa.** Widzieliśmy, że pod nazwą „kwaśnienia“ zwykła wyróżniać mowa potoczna przemianę, nieidącą poza wytworzenie się kwasu mlecznego. Przy utleniającem działaniu powietrza na łatwo przemianom podlega-

jącą, kwaśniejącą już czy niekwaśniejącą materyją, zachodzi wszakże często bardziéj energiczna przemiana, w tym samym kierunku, kwaśnoutleniająca i przemianę taką również w praktycznem, codziennem odróżniać zwykliśmy życiu; tak np., gdy cośkolwiek dokoła nas stało się nadzwyczaj kwaśnem dla naszego smaku, a niemniéj i dla powonienia, które podrażnionem jest przykrą wonią mocnego kwasu, mówimy, że to coś „skisło". Tak np. „wino" mogło skisnąć na „ocet", przechowywane drożdże „skisły" i kwalifikują się do wyrzucenia i t. d. O ile potoczny wyraz „skwaśniało" odpowiada zazwyczaj pojęciu fermentacyi mlecznéj, bardziéj łagodnéj, to wyrazu „skisło" prawie zawsze użyjemy wtedy, gdy rozkład jest głębszy, bardziéj skrajny, gdy najgłówniejszym produktem jego jest kwas octowy, czyli, gdy mamy do czynienia z „fermentacyją octową". Przy rozkładach „octowych" często bardzo na skisłym już do pewnego stopnia produkcie zjawia się szczególny gatunek muchy, Musca cellaris L. (mucha octowa), która łazi po kożuszku, jaki na powierzchni płynu się formuje, lub po powierzchni kiśniejącego lub skisłego ciała, wyszukując tam odpowiedniego dla siebie pokarmu. Przekonano się, że mucha ta w wielu razach jest pośredniczką czyli raczéj roznosicielką octowych grzybków, a więc propagatorem tego rozkładu. Prawdopodobnem jest, że i dla innych rozkładów uda się znaleść podobnych roznosicieli „zarazy", jak wszelką fermentacyją nazwać można odnośnie do niepodległéj rozkładowi materyi [1]).

Bardzo charakterystyczne żyjątka, powodujące przejście napojów alkoholowych w stan kisły, czyli zamieniające alkohol ($C_2 H_6 O$) na ocet ($C_2 H_4 O_2$), znane są już od pół wieku; Kützing bowiem opisał je jako grzybki szczególnych własności, pod nazwą Ulvina aceti. Utleniające to drobne żyjątko, tworzące kożuszek mało zazwyczaj spójny na piwie, winie i t. p., stało się przedmiotem klasycznego sporu w początkach witalistycznéj teoryi, bronionéj wytrwale przez Pasteura (1861—70) przeciw Liebigowi. Przez poszanowanie dla historyi nauki przyjrzyjmy się temu sporowi.

---

[1]) Por. § 60, o źródłach propagowania drożdży wśród żywéj przyrody. (*Przyp. Autora*).

Od niepamiętnych czasów otrzymywano we Francyi, zwłaszcza w Orleanie, mieście sławnem ze swych octowych fabryk, ocet w beczkach, do których wlewano rozcieńczony spirytus (alkohol) i zakwaszano płyn cokolwiek octem; po krótszym lub dłuższym przeciągu czasu wszystek alkohol przechodzi na ocet; na powierzchni płynu zjawia się zawsze powłoczka pleśniowa; beczki używane są zawsze te same i stare takie naczynia zowią się oddawna „matkami“ czyli beczkami macicznemi (tonneaux mères). Pasteur w pleśniowéj powłoczce upatrzył działacza żywego, którego rolę porównał do roli drożdży w fermentacyi alkoholowéj, choć działanie samo z początku za chemiczne raczéj uważał niż za fizyjologiczne. Jeszcze bowiem w roku 1821 dowiedzionem zostało, że gąbka platynowa i inne ciała martwe, mające własność pochłaniania i skupiania tlenu, mogą w danych warunkach alkohol przeobrażać na kwas octowy (E. Davy). Pasteur, niemając jeszcze w początkowéj epoce swéj walki z Liebigiem należytych podstaw do czysto fizyjologicznéj teoryi rozkładów, przypuszczał, że jego mycoderma aceti pochłania i skupia tlen tak samo jak gąbka platynowa. Liebig, obstając przy swych chemicznych pojęciach w dziedzinie chemii organicznéj (por. § 16), wskazywał Pasteurowi fabrykacyją octu w Niemczech, gdzie nie beczek macierzystych, lecz trocin— najczęściéj bukowych lub dębowych — używają do zasilania kadzi, w których zakwaszony roztwór alkoholu staje się octem. Trociny bukowe służą niekiedy po 25 lat w jednéj fabryce, są zawsze po skończonéj fermentacyi czyste, jak gdyby przemyte i, opłókujące wodą, niepodobna otrzymać owéj „pleśni“, która wedle zdania Pasteura ma być krzewicielką całego rozkładu.

Oczywiście więc, według Liebiga, w niemieckiéj przynajmniéj fabrykacyi, bukowe trociny jako takie grają rolę platyny sproszkowanéj lub innych drobnych a porowatych ciał, skupiających w sobie tlen gazowy i oddających go alkoholowi. Pomimo znalezienia przez Pasteura we wszelkich wypadkach skwaśnienia spirytusu, czy piwa lub wina, na ocet téj saméj charakterystycznéj mykodermy, którą daje fabrykacyja na wielką skalę, spór o przyczynę zjawiska, wobec „czystości“ trocin i pozornego braku grzybka w niemieckich

octarniach, trwaćby mógł do nieskończoności. Rozstrzyga go jednak następujące doświadczenie, według idei Pasteura wykonane: Do długiéj bardzo, szklanéj rury, odpowiednio oczyszczonéj i wyjałowionéj (por. §§ 20—22), wprowadzamy wielką ilość wysuszonych w gorącu trocin bukowych; zalewamy to zakwaszonym zlekka alkoholem, t. j. tym samym rostworem, który w każdéj octarni używa się jako materyjał do fabrykacyi; utlenienie alkoholu na ocet nie następuje; gdy wylejemy płyn (u dołu rury kran być powinien), to po długim nawet przeciągu czasu będzie on miał ten sam skład co pierwéj. Lecz jeśli do rostworu dodamy trochę fermentującego już płynu z orleańskiéj czy z niemieckiéj lub innéj fabryki, lub gdy do rury naszéj sztucznie wprowadzimy odrobinę kożuszka octowéj mykodermy, wnet rzecz przyjmuje inny obrót, a alkohol w rurze przejdzie tak, jak w fabrykach przechodzi, na ocet. Co więcéj, gdy w następstwie na te same trociny nalejemy czystego spirytusu, octem podkwaszonego, to zamiast ujemnego jak z początku rezultatu otrzymamy teraz najwyborniejszą fermentacyją octową. Trociny więc są już zarażone. Powierzchnia ich gładką jest jak była i wydają się zupełnie czystemi; lecz gdy ostrzem scyzoryka lub igłą skrobać będziemy powierzchnię, to pod mikroskopem z łatwością odkryjemy ciałka grzybka, nazwanego przez Pasteura mykodermą octu. Dodajmy, że bez jakiegokolwiek uszczerbku dla rezultatów możemy trociny w rurze naszéj zastąpić przez czysty sznur konopny lub przez szeroką wstążkę bawełnianą, a nawet jedwabną. Wyjaśniać znaczenie doświadczenia tego w szczegółach uważamy za zbyteczne, czytelnik sam chyba wnioski wyciągnąć potrafi.

85. *Strona bijologiczna fermentacyj octowych.* Od czasu zarysowanego powyżéj sporu naukowego, Pasteurowska Mycoderma aceti lepiéj znacznie poznaną została. Fizyjologiczne działanie kożuszkowego tego grzybka, który znosi wybornie kwaśną wśród płynu reakcyją i tem się od wielu istot z innych szeregów, a także od poznanych wyżéj grzybków słabo utleniających, wyróżnia, polega na przeprowadzaniu alkoholu ($C_4 H_6 O$) na ocet ($C_2 H_4 O_2$). Nie zachodzi tu rozszczepienie związku, jak przy wszystkich niemal rozkładach, przynajmniéj w głównéj materyi

węglowéj, w alkoholu, a rozkład polega jednak na znacznem zmniejszeniu energii w związku utlenianym, na gwałtownem zredukowaniu ciepła spalenia [1]). Jestto więc bardzo energiczna reakcyja, a szybkie absorbowanie tlenu przez mykodermę wykazać można najodpowiedniéj w hermetycznie odosobnionym zbiorniku, w którym w krótkim czasie zamiast zwykłego powietrza, mięszaninę azotu z tlenem stanowiącego, znajdziemy mięszaninę azotu i dwutlenku węgla. Gdy w takiem doświadczeniu tlen do ostatniego atomu niejako zostanie wyczerpanym, fermentacyja się z konieczności zatrzymuje, żyjątko zawiesza pozornie wszelkie czynności i objawy życiowe, lecz nie ginie i przy napływie tlenu może pracować daléj. Najlepszość temperatury według Hansena leży przy 30 — 35°C, choć, praktycznie rzecz rozważając, fermentacyja octowa pomyślnie przy niższych nawet, bo przy 25—20°C, odbywać się może.

Technologija fabrykacyi octu dawno już stwierdziła, że gdy roztwór, który poddanym był ukwaszeniu, zawiera znaczną ilość materyj azotowych (zacier z browarów, wywar słodowy i t. d.), to wewnętrzna powierzchnia beczek w francuskiéj (orleańskiej) fabrykacyi zarówno jak cała masa trocin w fabrykach niemieckich pokrywa się naraz klejkowato-lepką, niby śluzową powłoką, w dotknięciu gładką i ślizgą, a gdy to nastąpiło, najlepsze „matki octowe“, najbardziéj wyborowe trociny bukowe, przestają spełniać swą funkcyją propagatorów fermentacyi: w roztworze, choćbyśmy teraz najstaranniejszy i najczystszy, należycie rozcieńczony i zaprawiony alkohol ukwaszać probowali, octowa fermentacyja już się nie zjawi. Jeśli do rury, w któréj czyniliśmy poprzednio (§ 84) doświadczenia, raz tylko wlejemy odwaru jęczmiennego lub wody drożdżowéj, trociny, zarówno jak sznur konopny lub inny „zaraziciel“, pokryją się taką samą galaretą i nigdy nam już octowéj nie wywołają fermentacyi. Wyrażając fakty te w języku naukowym, powiemy, że octowa bakteryja w nadmiarze po-

---

[1]) Ciepło spalenia alkoholu dla wzoru C_2H_6O=321cal., dla wagi zaś $C_2 H_4 O_2$=210 cal.

(*Przyp. Autora*).

karmów azotowych śluzowacieje, przechodzi więc w ten stan szczególny, który przy charakterystyce grzybków rosszczepkowych nazwaliśmy „zoogleą“, — daléj, że owa „zooglea“ nie jest w stanie wywoływać tego utleniającego rozkładu, jaką normalnie nam daje czynna i żywa mykoderma.

Kożuszek mykodermy, a także osad, ze skrobany z trocin bukowych i t. p., składa się z mnóstwa drobniutkich bakteryj,czasem okrągławych i wtedy pośrodku nieraz przewężonych, to znów bardziéj wydłużonych, jakby pręcikowatych, a przez uszeregowanie się takich oddzielnych członków powstaje jakby rodzaj sznureczka (por. fig. 2d na str. 126). Grzybek w takiéj swéj modyfikacyi zwany jest Bacterium aceti Ktzg.; doświadczenia Hansena dowodzą, że bakteryja ta łatwo w podanych wyżéj warunkach tworzy zoogleę, przyczem występują charakterystyczne formy inwolucyjne (por. fig. 13 a.). W téj oto modyfikacyi bakteryja nie pochłania tlenu, nie oddziaływa na alkohol i zdaje się, że do dalszego rozwoju nie jest już zdolną. Morfologicznéj przemianie towarzyszy głęboka zmiana fizyjologiczna i ogólno-życiowa.

Dokładne nad kożuszkiem octowym badania Ad. Meyera, Nägelego i innych, a ostatnio Hansena dowodzą, że prócz typowéj formy, która wedle dyjagnozy tego ostatniego podpada pod nazwę Bacterium aceti, w pospolitych kożuszkach octowych znajdują się jeszcze zbliżone do téj typowéj modyfikacyi, lecz różne od niéj jednak, bakteryje octowe, o mniéj lub więcéj odmiennych właściwościach (por. zresztą daléj przy końcu niniejszego §-u) morfologicznych i fizyjologicznych. Z bliskich form najlepiéj poznaną jest Bact. Pastorianum Hansen, różniąca się od typowéj Bact. aceti jedynie zabarwieniem, jakie przyjmuje pod działaniem jodu, zabarwieniem, charakterystycznem dla mączki cz. krochmalu. Wobec tych różnych modyfikacyj morfologicznych i innych, trafną wydaje się uwaga Duclauxa, który porównywa odmiany bakteryj octowych z odmianami drożdży.

Teraz wrócić możemy i musimy do poprzednio poznanego działacza fermentacyi glukonowéj. Micrococcus

oblongus, gdy go nie na glukozie posiejemy lecz na alkoholu, zachowuje się fizyjologicznie jak bakteryja octowa: przeprowadza alkohol na ocet. Gdy po pouczającem i stanowczem doświadczeniu w tym względzie przedsięwziął Boutroux próbę w odwrotnym kierunku, okazało się, że mykoderma, zdjęta z czerwonego wina, a na roztwór ocukrzony wobec kredy przeniesiona, wytworzyła charakterystyczne kryształy glukonianu wapnia. Okazuje się przeto najwyraźniéj, że M. oblongus Boutroux jest odmianą, jedną z licznych modyfikacyj, których typową formą jest według Hansenowskiéj dyjagnozy pojęta Bact. aceti. Słaba na kwasy wytrzymałość zbliża ją wszakże do bakteryi mlecznéj.

W nauce istnieje jeszcze datujące od roku 1864 spostrzeżenie Blondeauxa, że w pewnych warunkach cukier krystaliczny przechodzić może wyjątkowo wprost na ocet, nie tworząc wcale, jako przechodniego stopnia, alkoholu w wyraźnéj ilości. Pospolicie, gdy rozkład cukrów zmierza ku wytworzeniu z nich octu, to najpierw zachodzi fermentacyja drożdżowa, wytwarzając z cukru alkohol; późniéj dopiero na alkoholu rozwija się mykoderma, która daje ocet. Niedawno, bo w roku 1882 dopiero, zbadał i opisał Duclaux ciekawą, a jak się z badań jego okazuje i wielce pospolitą, nadzwyczaj drobną wszakże, istotkę, któréj nadał nazwę: Actinobacter polymorphus. Maleńki ten grzybek żyć może na wszelkich, a raczéj na najróżniejszych cieczach pożywnych, w szczególności na mleku i na cukrowych roztworach i przedstawia raz regularne, pojedyńczo lub szeregiem, po dwie w linii, leżące pałeczki, z jednego końca bardziéj płaskie, bardziéj zaś ostre z drugiego (na tabl. str. 126, fig. $2e_1$—e_2); w innych razach tenże grzybek pokrywa powierzchnię płynu jako charakterystyczna śluzowa zooglea, w któréj warstwa śluzu nie jest wspólną dla całego mnóstwa bakteryj, lecz każda istotka otoczoną jest oddzielną swoją otoczką śluzową (fig. $2e_3$—postać rozgotowanego sago) [1]).

---

[1]) Niepodobieństwem jest, mówiąc o Actinobacter polymorphus Duclaux, nie wspomnieć o zadziwiającéj zgodności opisów i rysunków

Nierozstrzygając, o ile grzybek ten, Actinobacter zbliżony lub identyczny jest z Neelsenowską Bact. cyanogenum (por. odsyłacz), — można dopełnić opisu bijologicznego skonstatowanemi przez Neelsena dla téj bakteryi szczegółami. Pałeczkowata forma posiada rzęsę za młodu; pałeczki wydają następnie zarodniki (por. rysunek). Według Duclauxa i Neelsena bardzo łatwo tworzą się formy inwolucyjne, przedstawiające dość znaczną analogiją z inwolucyjnemi formami Bact. aceti. Actinobacter jest spalaczem i to energicznym spalaczem, gdyż nietylko jest w stanie utlenić alkohol, lecz wprost utlenia mleko lub cukier i, w części tworząc kwas octowy, dokonywa obok tego zarazem spalenia aż na CO_2 i H_2O. Działa przy niskich temperaturach, ginie już w cieple 60 — 65° w ciągu jednéj minuty. Zdaje się, że przekłada płyny zawierające białko rozpuszczalne nad inne i tem się różni znacznie od Bact. aceti. Bardzo jest prawdopodobnem, że znane z życia codziennego skiszenie octowe drożdży prasowanych, występujące przy leżeniu

---

dotyczących tego grzybka z tem, co o bakteryi niebieszczącéj mleko Bact. cyanogenum Fuchs, wiemy ze starannych i drobiazgowo rzecz wyczerpujących opisów Neelsena (1880). Charakterystyka zewnętrzna obu głównych form grzybka (pałeczkowatéj i zooglealnéj; Neelsen podaje jeszcze i formy przechodnie) i rysunki nawet u obu autorów są tak zdumiewająco zgodne, a zgodność ta przy typowych i wybitnych wielce rysach grzybka tak doniosłą, że mimowoli nasuwa się przekonanie — nietylko przypuszczenie — że obie formy są jednym i tym samym grzybkiem. Grzybki te jednakowo przez obu uczonych hodowane być mogły w mleku, tu i tam przy kwaśnéj zawsze i wyłącznie przy kwaśnéj reakcyi ośrodka (charakterystyka bakteryj octowego rozkładu wogóle). Godnem jest jednak uwagi, że Duclaux nie dostrzegał nigdy niebieszczenia mleka, opisuje zaś zmianę konsystencyi, wywołaną w niem przez Actinobactera. Zjawisko „niebieskiego mleka" znanem jest zarówno we Francyi jak i w Niemczech (i u nas), opisywanem było jeszcze w zeszłem stuleciu, a już od roku 1840 (Fuchs) dowiedzionem jest, że pochodzi ono z rozwinięcia się w mleku saprofitycznéj formy (vibrio Fuchsa), wydzielającéj błękitny barwnik. Neelsen podaje wprawdzie, że w rozcieńczonem mleku i innych cieczach grzybek jego barwnika nie wydziela. Swoją drogą dziwnem jest, że Duclaux nigdy zaniebieszczenia nie dostrzegł. Zgodność opisów u obu autorów sięga nawet charakterystycznych tutaj form inwolucyjnych.

(*Przyp. Autora*).

ich przez czas nazbyt długi, jest dziełem drobnego Actinobactera; być może, że tenże octotwórczy grzybek znajduje się w zakwasie, używanym przy wypieku (wiejskiego) chleba bez drożdży. Nauka nie wykryła dotychczas—co ze wstydem niewątpliwie wyznać tylko można—na czem polega ważna dla nas fermentacyja mąki (mączki, skrobi, krochmalu czyli podnoszenie się („rośnienie") ciasta, służące za podstawę wypieku chleba i ciast w ogólności; wiadomo tylko, że szczególny ten rozkład zawdzięczamy raczéj drobnym grzybkom rozszczepkowym niż drożdżom jako takim i że prawdopodobnie podnoszenie się zarobionego cz. kiszonego ciasta polega na wydzielaniu się znacznych ilości gazowego dwutlenku węgla, jako produktu energicznego spalania materyi. Otóż bardzo możliwem się zdaje, że grzybki takie jak Actinobacter, lub bliskie bardzo, wywolują w części czy całkowicie nawet rzeczoną fermentacyją, prawdziwie codziennego życia naszego dotyczącą.

Jeśli Actinobacter nietylko utlenia lecz i spala materyją organiczną i staje na ostatnim już szczeblu pomiędzy rozkładaczami, którymi się tu zajmujemy, a spalaczami, które tu nas obchodzić nie powinny, to z drugiéj strony i mykoderma octowa obok utleniania prowadzić może nadto i spalanie. Zdaje się dziś jednak nie ulegać wątpliwości, że spalanie to jest tylko żywieniem się—w ostateczności niejako i w braku alkoholowéj strawy—wytworzonym poprzednio kwasem octowym i że odbywa się dopiero po zupełnem już wyczerpaniu (utlenieniu) alkoholu. Nie jest jednak rozstrzygniętą bynajmniéj rzeczą, czy to typowa Bacterium aceti ma zdolność prowadzenia rozkładu daléj, aż do spalenia octu, czy też rozwija się wtedy oddzielnie przystosowana do takich warunków bytu modyfikacyja téj bakteryi (Nägeli). Najczęściéj jednak po skończonéj fermentacyi octowéj rozwija się i bierze górę nad bakteryjalnemi formami grzybek pączkujący, Saccharomyces mycoderma v. S. vini, o którym wspominaliśmy poprzednio w §§ 53 i 59.

Obok gnicia białkowego może występować raz mleczna, w innych znów razach octowa fermentacyja, a to zależnie od warunków, od przypływu zwłaszcza tlenu. Jak gnicie samo przybiera w pewnych warunkach charak-

ter spalenia, tak i rozkład utleniający, dążący do wytworzenia się octu, może przechodzić daléj w spalanie materyi, ostatecznie więc dekonstytucyja przy tym szeregu zjawisk daje dwutlenek węgla i wodę, częstokroć pośrednio, lecz nie kiedy nawet i bezpośrednio.

Zbytecznem byłoby powtarzać, że wszystkie żyjątka, biorące udział w zjawiskach rozkładowych tego szeregu, należą do Pasteurowskiéj kategoryi aérobies.

b) Rozkłady, połączone z odtlenianiem materyi.

86. **Gnicie białka bez przystępu powietrza,** czyli **psucie się** albo **gnicie cuchnące.** Od przemian zachodzących bez powietrza w materyi białkowéj rozpoczynamy nowy szereg zjawisk fermentacyjnych, zasadniczo różnych od poprzedniego szeregu rozkładów. Tutaj materyja, ulegająca rozpadowi, albo wcale nie przybiera albo w małych zaledwie ilościach otrzymuje tlen swobodny, wolny, gazowy, a rozkład taki, bez przybrania cząstek zzewnątrz jest istotnem rozszczepieniem, rozpadem cząsteczki złożonéj, na bardziéj proste. Charakterystyką rozszczepień, należących do tego szeregu rozkładów, jest to, że pomiędzy cząsteczkami, wytworzonemi przy rozpadzie materyi pierwotnéj, znajdują się produkty zupełnego odtlenienia, a więc przedewszystkiem wodór lub węglowodory (gaz błotny), następnie zaś beztlenowe związki pierwiastków drugorzędnych t. j. azotu, siarki i fosforu. Obok tych, odtlenionych zupełnie cząstek, znajdują się oczywiście nietylko inne, utlenione, ale nawet produkty zupełnego utlenienia czyli spalenia, bez wytworzenia się których rozkład nie byłby źródłem dzielności, nieodbicie na potrzeby życia potrzebnéj (por. §§ 41 i 45). Istoty, dokonywające takiego „bezpowietrznego“ rozkładu materyi, są to oczywiście „anaérobies“ Pasteura, a nazwa ta conajwyżéj do żyjątek téj grupy zasadnie stosowaną być może. I tu jednak nie należy myśléć, że istotki te absolutnie tlenu wolnego nie potrzebują i nie znoszą. Przeciwnie, wielokrotne badania chemików dowiodły, że jakkolwiek przy cuchnącem psuciu się większych skupień materyj białkowych, powierzchnią swą jedynie stykających się z powietrzem, wydzielają się nazewnątrz produkty, cha-

rakteryzujące zupełne odtlenianie, to podczas i takiego jednak rozkładu następuje dość znaczne pochłanianie tlenu przez gnijącą masę. Nencki dowiódł (por. § 57) wprawdzie, że życie i rozkład można obserwować nawet w atmosferze czystego wodoru, lecz z badań i zestawień (1877) Jeannereta zdaje się nieomylny wypływać wniosek, że rozkład, zupełnie bez zetknięcia z tlenem, odbywa się tak samo, coprawda, w głównym swym przebiegu, lecz znacznie powolniéj czyli gorzéj.

Jakkolwiek zresztą rzecz się ma z wpływem tlenu wolnego i z absorpcyją takowego przy życiu „anaerobijów“ Pasteura, to bezwarunkowo rozkłady odtleniające stanowią wyraźną, ściśle od innych rozkładów odgraniczoną grupę fermentacyj witalistycznych, o których z mniejszą lub większą ścisłością da się powiedzieć, że się bez udziału tlenu z zewnątrz przybieranego odbywać mogą i odbywają [1]).

Bezpowietrzne gnicie białka w szczególności charakteryzuje się przedewszystkiem dla naszego powonienia nieznośnym, wstrętnym, obrzydzenie często wzbudzającym zapachem. Woń tę wydzielają nietyle lotne niektóre kwasy organiczne, powstające wskutek dekonstytucyi węglowéj części substancyi białkowéj, ile różne produkty azotowe, hidrogienizowane czyli wodorne związki siarki (zapach „zepsutych jaj“) i fosforu (zapach „zgniłéj ryby“) a wreszcie związki takie, jak połączenie siarki z węglem (zapach „zgniłéj kapusty“). Te oto produkty „wtórne“ bardziéj są może dla „psucia się“ (putréfaction, fäulige Gährung) materyi białkowéj charakterystyczne, niż właściwe węglowe związki. Najwybitniejszemi też cechami są produkty azotowe, jakoto amonijak oraz rozmaite amidokwasy: glikokol czyli kwas amidooctowy ($NH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$), leucyna ($NH_2 \cdot C_5H_{10} \cdot$

---

[1]) Możnaby utrzymywać, że pochłanianie tlenu pochodzi wskutek życia powietrznych (aérobies) grzybków na powierzchni białka gnijącego, podczas gdy w głębi żyją istoty bezpowietrzne. W dalszym ciągu zwrócimy jeszcze uwagę na to odmienne w różnych warstwach wszelkiéj substancyi życie. Tu jednak zdaje się, że zjawisko nie w takim podziale rozkładu pomiędzy różne istoty źródło swe mieć musi. (*Przyp. Autora*).

COOH), tyrozyna ($NH_2C_2H_3 \cdot C_6H_4OH. COOH$), a także najcharakterystyczniejsze ze wszystkich imidy: indol (C_8H_7N, tworzy się według Nenckiego z rozkładu dalszego tyrozyny) i skatol (Secrétan, Brieger); te ostatnie zwłaszcza mają silnie cuchnącą woń substancyj dejekcyjnych. Spomiędzy kwasów tłuszczowych wybitną rolę gra kwas waleryjanowy, otrzymany przez dalszy rozkład (hidratyzacyją) leucyny, ale i wszystkie niższe odeń kwasy zazwyczaj się znajdują. Baumann znajdował bardzo wiele kwasu masłowego (por. § 88), a Monoyer znalazł w tych wypadkach wszelkie niższe jeszcze kwasy, aż do mrówczanego, H·COOH, który — zdaje się — otrzymuje się jedynie jako produkt przejściowy, rozpadający się wnet daléj na CO_2 i H_2. Dwutlenku węgla otrzymywał Baumann przy gniciu 8—10% na ilość (suchego) białka, które uległo rozkładowi. Zazwyczaj przy doświadczeniach otrzymuje się resztkę peptonów, które rozkładowi przez długi czas opór stawiać się zdają.

Z pobieżnéj téj, o ile można najtreściwszéj, charakterystyki chemicznéj strony rozkładu, będącego bezpowietrznem gniciem białka, można widzieć, jak rozliczne produkty, jak skomplikowane rozkłady, jak rozmaite kierunki towarzyszą dekonstytucyi białka pod wpływem istot odtleniających. Rozmaitość jest tu tak wielką, że bez uwzględniania różnych modyfikacyj samego białka (np. kazeiny z jednéj i żelatyny z drugiéj strony), ulegającego rozkładowi i bez wkroczenia na pole specyjalne chemii organicznéj, trudno jest przedstawić zasadnicze, ogólne rysy odbywającéj się przemiany chemicznéj.

Wobec bezładnéj, chaotycznéj nieco różnorodności danych chemicznych, bijologiczna strona zjawiska a raczéj zjawisk tych przedstawia się jeszcze smutniéj, bo nie zamięszanie lecz nieświadomość gruba panuje w téj dziedzinie. Pochodzi to w części z rozmaitości form, tutaj obok siebie występujących,—w części z trudnego lub—wedle Pasteura—wprost niemożliwego badania tych istot na powietrzu, w którem żyć nie mogą, — najbardziéj zaś może ze wstrętnych wyziewów rozkładowych, powodujących już przy drobnéj ilości materyjału obrzydzenie, a często nudności. Ogólnie stwierdzono tylko, że przeważna ilość tych anaerobijów

są to szybko żeglujące wibryjony, które według dzisiejszych zasad terminologii, w znacznéj przynajmniéj części do kategoryi bacillów zaliczonemi by być powinny. Zbadane przez Duclauxa formy: Tyrothrix urocephalum i T. claviformis, a zwłaszcza pierwsza z nich, zbliża się najzupełniéj do Vibrio rugula Müll (por. tabl., fig. 5b), który dotychczas przeważnie w roślinnych nalewkach gnijących (patrz § następny) był znajdowany; być może, że działa on jako rozkładacz białkowéj ich materyi [1]). Tyrothrix catenula Ducl. zdaje się przedstawiać podobieństwo do Clostridium polymyxa Prażm. Pokrewne gnilne wibryjony, bardziéj znane, jakoto: Vibrio serpens (fig. 5a), Spirillum undula (fig. 6c), Spirochaete plicatilis (fig. 7a), podobnie jak wspomniany Vibrio rugula, właściwemi są roślinnemu raczéj butwieniu niż gniciu białka; bardzo być jednak może, że część przynajmniéj tych organizmów wspólną jest obu rozkładowym procesom jednego typu czyli „szeregu“ jak tutaj mówimy.

87. **Butwienie roślinne. Rozkład błonnika.** Na dnie stojących lub powoli tylko odświeżających się wód naturalnych, gniją najczęściéj rośliny lub części roślinne (liście i t. p.), bez przystępu powietrza, gdyż to ostatnie w głębszych, a nieodświeżanych warstwach wody łatwo i w krótkim czasie przez potrzeby życiowe istot wszelkich zostaje wyczerpanem. Przy większem skupieniu gnijącéj roślinności, w błotach, bagnach i torfowiskach, charakterystycznem znamieniem rozkładu jest lekki i palny gaz błotny (CH_4, metan) uchodzący z wody w powietrze. Odbywa się tu przeważnie rozkład błonnika (drzewnika v. celulozy), stanowiącego główną ilościowo część składową tkanki roślinnéj. Z badań Popowa okazuje się, że przy tym rozkładzie powstają równe ob-

---

[1]) Nader interesującem jest spostrzeżenie Duclauxa, jako Tyrothrix urocephalum (=Vibrio rugula?) wytwarza przy gniciu białka kwas waleryjanowy; kwas ten, jak powiedzieliśmy wyżéj, tworzy się z leucyny, (obok amonijaku, dwutlenku węgla i wodoru). W grzybku tym niejako dopatrywaćby można autora téj przemiany.

(*Przyp. Autora*).

jętości (ekwiwalenty) gazu błotnego CH_4 i dwutlenku węgla (CO_2), jakoż rzeczywiście stosunek ten($CH_4+CO_2=C_2H_4O_2$) odpowiada stosunkowi pierwiastków w (hidratyzowanéj) celulozie, mającéj skład i naturę wodanów węgla ($C_n H_{2n} O_n$). Lecz z drugiéj strony tenże badacz (Popoff) stwierdził, że gazowe produkty rozkładu zawierają więcéj stosunkowo tlenu i wodoru a mniéj węgla niż materyja roślinna, z któréj powstają (czego inaczéj pojąć niepodobnajak tylko przypuszczając, że do reakcyi chemicznéj wstępują elementy wody, że część wodoru i tlenu w produktach rozkładu pochodzi z rozłożonych cząstek wody); w rezultacie zaś, na dnie, pod wodą, jako produkt szczątkowy przebutwiałego [1]) ciała roślinnego, pozostaje mniéj lub więcéj czysty węgiel; węgiel ten zawiera w warunkach przyrody pewną ilość substancyj humusowych (szlam z błot i jezior, — torf). Rozkład błonnika pod wodą, na małą skalę, nie w naturalnych lecz przy sztucznych warunkach, zdaje się przebiegać o tyle inaczéj, że „osadu“ żadnego,—szlamu lub węgla,—nie otrzymujemy; celuloza roślinna „znika“ bez śladu. Zjawisko to oddawna bardzo znanem jest fabrykantom krochmalu. Gdy skrawki kartofla zalewamy chłodną wodą, błoną komórek, zawierających w swem wnętrzu ziarna krochmalu (mączki, skrobi), zupełnie „znika“ i pozostaje jedynie ziarnisty, na dnie kadzi rozsypany krochmal. Mitscherlich w roku 1850 sprawdził to w laboratoryjnem doświadczeniu, a w wodzie znalazł po „zniknięciu“ błoniastéj tkanki mnóstwo „wibryjonów“;—gdy następnie kartofle zalewał tą mętną od rojących się istot wodą, zauważył, że „fermentacyja“ czy „znikanie celulozy“ w daleko szybszym odbywa się czasie. Chemik ten nie wahał się wówczas już (!) wypowiedzieć zdania, że zjawisko przypisać należy działalności tych „wibryjonów“. Trécul, Van Tieghem i Prażmowski zbadali od tego czasu dość dokładnie naturę tego żyjątka. Jestto według dzisiejszéj terminologii bacillus a raczéj clostridium, który, zarówno jak dość podobny do niego Bac. subtilis, ma

---

[1]) Zjawisko rozkładu błon roślinnych przywykliśmy zwać „butwieniem“ (Vermoderung), roślin, (pourriture). (*Przyp. Autora*).

zdolność tworzenia z pojedyńczych swych członeczków (bardziéj niż u B. subtilis wypukłych i soczewkowatych, a więc „clostridium“) dłuższych niteczek z mniéj lub bardziéj jawnemi przegródkami (fig. 4). Od pospolitego B. subtilis, bezpowietrzny nasz saprofit różni się nietylko obyczajami (por. jeszcze § następny) lecz nadto i czysto zewnętrznemi właściwościami, a mianowicie stałą i zawsze go charakteryzującą własnością ruchu. B. subtilis, jak nadmieniliśmy (§81), wykonywa zamłodu pewne ruchy wśród cieczy, lecz gdy wypłynie na wierzch i utworzy kożuszek, przestaje wykonywać jakiekolwiek poruszenia. Nasz zaś bacillus-clostridium nietylko w postaci pałeczek, zamłodu, lecz i późniéj, gdy często nitkowatéj dorasta postaci, odznacza się bardzo żywemi i wybitnemi poruszeniami całego ciała. Dalszą różnicę stanowi mniéj lub więcéj stała, lecz zawsze charakterystyczna postać soczewkowata (clostridium), którą grzybek przybiera mianowicie wówczas, gdy przygotowuje się do formowania zarodnika. W téj oto właśnie życiowéj swéj fazie, przed samem owocowaniem, bacyllus przybiera własność zabarwiania się pod działaniem jodu na kolor błękitny, poczynając od niebieskiego a kończąc na fijoletowo-granatowym i czarnym prawie odcieniu. Reakcyja ta mogłaby wskazywać tworzenie się mączki (czyli krochmalu lub skrobi) wewnątrz grzybkowego organizmu, lecz wobec podobnéj reakcyi u innych istotek, a głównie u Bact. Pastorianum(§ 85), o znaczeniu takiem powątpiewać trzeba. Zarodniki tworzą się albo pośrodku pałeczki albo też ku biegunowi, który wtedy grubieje w przeciwstawieniu do reszty ciała (u r o c e p h a l u m Trécula). Zarodniki nie są tak wytrzymałe jak bacyllusa siennego (por. § 81), lecz nie giną przy krótkotrwałem, mniéj niż 5 minut (Prażmowski) trwającem przegotowaniu, o ile płyn był obojętny. Zasiane w płynie kwaśnym (Prażmowski) nie kiełkują; rozwijają się natomiast łatwo w cieczy obojętnéj lub słabo zasadowéj, przy warunkach pozwalających na życie b e z p o w i e t r z n e g o tego grzybka. Najlepszość temperatury wynosi 35⁰—40⁰ (Prażm.).

Scharakteryzowany powyżéj bacillus-clostridium, o którym bezpośrednio daléj w następnym jeszcze wypadnie nam mówić §, nie sam jeden tylko obdarzonym być się zdaje

własnością burzenia, niszczenia celulozy (o wydzielaniu fermentu niszczącego błonnik wspomnieliśmy w § 73); tęż samą zdolność skonstatował Prażmowski dla Vibrio rugula, Zopf zaś dla Clostridium polymyxa (por. § nast.), a zapewne i liczne inne wibryjony, spirochety i spirylle [1]), o których wspomnieliśmy w końcu poprzedzającego §, towarzyszące zawsze roślinnemu wśród wody butwieniu, posiadają w mniejszym lub większym stopniu własność niszczenia drzewnika i rozkładania materyi téj. Działają one zapewne w kierunku tym, jaki z doświadczeń Popowa, tutaj wzmiankowanych, wypływać się zdaje. Istoty te lub inne, do nich fizyjologicznie podobne, żyją i pracują jednak nietylko w warunkach roślinnego butwienia pod wodą; nie ulega wątpliwości, po ciekawem wielce doświadczeniu Hoppe-Seylera, że żyjątka rozkładające błonnik—i to właśnie na dwutlenek węgla i na gaz błotny,—żyją wśród kloacznych odchodów. W doświadczeniu bowiem Hoppe-Seylera, czysta bibuła, będąca samym prawie błonnikiem, pozostając dłużéj w zetknięciu z kałem kloacznym, rozkłada się według przytoczonego powyżéj wzoru, na CO_2 i CH_4 [2]). Produkty przy rozkładzie tkanki kartofla w fabrykacyi krochmalu i w doświadczeniu Mitscherlicha nie zostały zbadane, lecz zaledwieby wątpić o tem można, że i tutaj dwa te gazy w rezultacie przemiany chemicznéj się otrzymują.

Zaznaczyć tu koniecznie należy, że błonnik (celuloza) na powietrzu trudno dostępny jest działaniu żyjątek najdrobniejszych. Jedynie kożuszkowe bacylle, mikrokoki i t. p.,—najczęściéj tworzące (na jarzynach np.) kolonią zooglealną, jak to wiadomo specyjalnie dla Clostridium polymyxa i dla mikrokoków, wytwarzających jaskrawe pigmenty,—posiadają zdolność spalania wprost celulozy, mączki i t. p. Zazwy-

---

[1]) Co do bijologicznego charakteru form „Spirillum" por. zresztą daléj, § 98.

(*Przyp. Aut.*)

[2]) Wzmiankę o téj ciekawéj fermentacyi podał Wszechświat w kr. nauk. T. II, str. 304.

(*Przyp. Aut.*)

czaj zaś na powietrzu porządek zniszczenia błonnika jest taki, że najpierw osiedlają się pleśni (Aspergillus i t. p.), które dokonywają przemiany błonnika na inne, łatwiéj dla saprofitów dostępne wodany węgla (dekstryna, glukozy i t. d.) i dopiero po pleśniach przychodzi koléj na istoty grupy bakteryjalnéj albo drożdżowéj.

88. **Fermentacyja masłowa.** Zarówno przy utrudnionym przystępie powietrza do ośrodka, w którym utleniający poprzednio dokonywał się rozkład, jak i przy wszelkiéj dekonstytucyi materyi węglowéj, o czysto bezpowietrznym charakterze,—aby tylko reakcyja wśród fermentującéj masy była alkaliczną, a w żadnym razie nie kwaśną,—wnet rozwija się i szybko postępuje rozkład materyi w ten sposób, że głównym produktem przemiany jest kwas masłowy, a raczéj jego sole. Tak więc i mleczne rozkłady, gdy osłonięte będą od dostępu powietrza i rozkłady białka (gdzie bez tlenu masa pozostaje zasadową, zpowodu nadmiaru związków amonijakalnych i aminowych) w tychże warunkach mają wielką „skłonność“ niejako do przechodzenia w fermentacyją masłową. Łączność téj ostatniéj z słabo utleniającym rozkładem mlecznym zaznaczyliśmy już w § 82, a już przy rozpatrywaniu produktów przegnicia białka (§ 86) powiedzieliśmy, że często kwas masłowy (jego sole właściwie) w wielkiéj znajdowanym bywa ilości. Rzeczywiście bowiem Baumann znajdował przeszło połowę substancyi białka, przemienioną na kwas masłowy (44 cz. na 87, które uległy rozkładowi). W przyrodzonym przeto biegu zjawisk, rozkład masłowy jednoczy się ściśle z fermentacyją mleczną z jednéj, a z gniciem cuchnącem białka z drugiéj strony. Zjawisku towarzyszy zawsze wydzielanie się dwutlenku węgla i wodoru; zapach masłowéj fermentacyi jest wielce nieprzyjemnym, dającym się określić jako zapach „zgniłego sera“; zapach ten pochodzi od różnych lotnych kwasów tłuszczowych, które wraz z kwasem masłowym tutaj powstają. Nietrudno, zapachem choćby się kierując, dostrzedz, że w roślinnych odpadkach, gdzie wśród tkanki nienaruszonéj zawartość komórek uległa na powietrzu mlecznéj fermentacyi, rozwija się w warstwach pozbawionych przystępu powietrza chara-

kterystyczny rozkład masłowy [1]), zupełnie tak samo, jak w naczyniu, gdzie z wierzchu mleczna odbywa się przemiana, w warstwach głębszych sole mleczne ulegają już przeobrażeniu na masłowe. Jednakże, przy masłowym rozkładzie wśród tkanki roślinnéj zachodzącym, zwraca uwagę ciekawy rys charakterystyczny, a mianowicie, że tkanka sama, t. j. błona roślinna, celuloza, ulega jednocześnie przeobrażeniu, zostaje zniszczoną, a zamiast twardego skrawka roślinnego, w ręku poczujemy mazistą, miękką, gnijącą wyraźnie masę. Oczywiście więc fermentacyja masłowa jest w związku i z rozkładem błonnika.

Bijologiczna strona zjawiska zbadaną została nasamprzód przez Pasteura, który jeszcze w roku 1861 obok swego „ferment lactique" postawił jednocześnie odmienny, pałeczkowaty „ferment butyrique" (nawiasem mówiąc, oba te zupełnie różne żyjątka do ostatnich jeszcze czasów, np. u Duclauxa, wzajemnie są ze sobą mięszane). Dokładnie jednak żyjątko fermentacyi masłowéj zbadanem zostało przez Van Tighema, który, badając tę istotę z jednéj a celulozożerczego bacillusa Trécula (§ poprzedz.) z drugiéj strony [2]), skonstatował najzupełniejszą identyczność działaczy w téj i owéj fermentacyi, tak, że wątpliwości dziś nie ulega, że ów bacillus-clostridium, niszczący błonnik, jest zarazem grzybkiem masłowéj fermentacyi. Tak więc: Clostridium butyricum (Prażm.) czyli Bacillus amylobacter (Trécul) — jeśli grzybka naszego wreszcie ochrzcić imiennie trzeba, — posiada zarówno własność wydzielania fermentu, niszczącego celulozę i rozkłada-

---

[1]) Bardzo ciekawe są najnowsze (1884) doświadczenia Liebschera nad przechowywaniem wysłodzonych odpadków buraczanych z cukrowni. Z bardzo starannych i z praktyką zgodnych jego doświadczeń okazuje się, że gdy odpadki te, zaraz po wyjściu z fabrykacyi, świeże jeszcze i niefermentujące, przechowywać w szczelnie zabezpieczonych od przystępu powietrza dołach, następuje w nich tylko rozkład mleczny, gdy tymczasem krajanka buraczana, zadołowana już w czasie fermentacyi mlecznéj, ulega daléj w takich dołach masłowemu i gnilnemu rozkładowi. Teoryja faktu tego wyjaśnić dziś nie może. (*Przyp. Aut.*)

[2]) Co do Mitscherlichowskiego wibryjona, to mógł on być równie dobrze amylobakterem Trécula jak i pokrewną, lecz wpływ powietrza dobrze znoszącą formą, Clostr. polymyxa Prażm. (*Przyp. Aut.*)

nia téj substancyi na CO_2 i CH_4, jak i własność redukowania kwasu mlecznego oraz innych substancyj węglowych, w tlen bardziéj obfitujących, do postaci kwasu masłowego. Kwas masłowy ($C_4 H_8 O_2$), przy tem otrzymany jest kwasem „normalnym“ (a nie izomasłowym). Niezdolność do rozwoju w płynach kwaśnych, a możność życia przy słabo kwaśnem oddziaływaniu, którą skonstatował (§ 87) Prażmowski, odpowiada warunkom, znalezionym przez Richeta (§ 82) dla żyjątka mlecznéj fermentacyi. Tu jednak do rozwoju potrzeba ośrodka zabezpieczonego przed przystępem powietrza; dopływ tlenu, zawartego jako gaz swobodny, w powietrzu, szkodliwym jest dla Bac. butyricus a nawet groźnym. Pasteur i Duclaux utrzymują wprost, że wszelki przypływ tlenu wolnego jest dlań zabójczym, jednakże doświadczenia ich odnoszą się do nagłego przejścia z atmosfery dwutlenku węgla i wodoru do zwykłego powietrza. Nic dziwnego w tem niema, że grzybek przy tak nagłéj zmianie ośrodka doznaje wielkiego wstrząśnienia fizyjologicznego, a nawet czysto chemicznego, które śmierć powodować może, a raczéj nawet musi. Nie dowodzi to jednak bynajmniéj, aby Bac. butyricus v. amylobacter i inne żyjątka, występujące w szeregu zjawisk „odtleniania“, nie mogły znosić bez szkody nieznacznéj domięszki wolnego tlenu wśród gazów, w których żyć im wypada, lub niewielkich ilości tego pierwiastku roztworzonego w płynie [1]), (por. także § 57, o anaerobiozie).

---

[1]) Przy uprawie roślin okopowych, jakoto rzepy, brukwi i t. p. na mocno doprawionym gruncie, trafia się nieraz, że przy bujnym wzroście, korzeń pod ziemią pęka i pierwotna rysa, przedarta w błonie zewnętrznéj, wkrótce staje się szczeliną, następnie zaś dalsze zanikanie tkanki korzeniowéj posuwa się szybkim krokiem, podczas gdy roślina, odżywiając się zapomocą nieuszkodzonéj części korzenia, rośnie bezpiecznie i normalnie przy daleko nawet posuniętem zniszczeniu korzenia. Zanikanie i gnicie tkanki jest tu niewątpliwem dziełem amylobaktera, a nietylko, że przy tem podziemnem działaniu nie może być mowy o absolutnem zabezpieczeniu żyjątek od tlenu, lecz można, wydobywszy taki uszkodzony i przykrą woń gnicia cuchnącego wydzielający korzeń, utrzymać żyjątka przez czas dość długi przy życiu, na wolnem wilgotnem powietrzu. Tu nadmienić jeszcze wypada, że Boehm stwier-

W naturze istotki „odtleniające“ żyją i pracują pospołu, obok siebie, z „utleniającemi“, tak, że gdy w danéj warstwie proces utleniania materyi się odbywa, tuż obok, daléj od źródła tlenu (powietrza), rozwija się życie istot odtleniających. Rezultaty pracy tych i owych często łączą się ze sobą, jak np. w mlecznéj i masłowéj fermentacyi, w jednę chemiczną i fizyjologiczną całość.

c) Rozkłady, polegające na rozszczepieniu.

89. **Fermentacyja alkoholowa.** Typem właściwych fermentacyj czyli rozkładów, typem życia, wytworzonego kosztem chemicznego uproszczenia materyi, jest rozkład, znany od najdawniejszych czasów jako „gorzenie“ alkoholowe (por. §§ 49, 42), rozkład, który dość skomplikowanym będąc w całości, przy objęciu wszelkich szczegółów i subtelności, związanych z życiem i fizyjologiczną działalnością istotek (por. § 48), w głównéj treści swéj przedstawia się jako rozszczepienie, podług chemicznego wzoru:

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6 H_{12} O_6} = \underset{\text{alkohol}}{2 C_2 H_6 O} + \underset{\text{dwutlenek węgla}}{2 CO_2}$$

obok czego powstają wszelako zawsze i produkty poboczne, a mianowicie stałe, jak kw. bursztynowy i gliceryna, oraz niestałe różne.

Jeśli rozkład podstawowy, czy lepiéj jeszcze — rozszczepienie materyi, zechcemy scharakteryzować ze stanowiska chemicznego, to niepodobna nam dziś uczynić tego dobitniéj i jaśniéj, niźli przed wiekiem jeszcze uczynił to Lavoisier, ojciec chemii dzisiejszéj, gdy orzekł, że: fermentacyja alkoholowa cukru jestto „utlenienie jednéj jego części kosztem drugiéj“. Nietylko poprzednio, przed światłym twórcą chemii, ale i po nim, przez całe stulecie, którego siódme i ósme zwłaszcza dziesięciolecia specyjalnie obfitują w badania nad tą fermentacyją, nikt chyba lepiéj i prawdziwiéj nie określił zachodzącego tu przeobrażenia, a definicyja Lavoisiera, nietylko wyższą jest nad różne usiłowania przedstawienia przemiany jako „odtlenienia“ lub

dził dla butwienia roślin pod wodą, znamionującego się wydzielaniem gazu błotnego, że fermentacyja ta idzie pomyślniéj, gdy butwiejąca roślinność świeżo doznała zetknięcia z powietrzem. (*Przyp. Aut.*)

„oddychania“ (por. § 57), lecz nadto zawiera w sobie wiele prawdy ze stanowiska termochemicznego i w téj saméj formie da się zastosować nietylko do alkoholowego rozkładu cukrów, ale do wszelkich rozszczepień, do tych np., które w poprzednich §§, jako „odtleniające“ w osobny szereg ugrupowaliśmy. Różnica pomiędzy alkoholowym rozkładem wraz z innemi do tegoż szeregu należącemi fermentacyjami (por. zakończenie § 91), a rozpatrywanemi poprzednio (§§ 86—88) zjawiskami rozszczepień, polega jedynie na tem, że tutaj rozkład nie ma téj cechy odtleniającéj, jaką w poprzednim uwydatnić musieliśmy szeregu, że tutaj produkty rozszczepienia, wszystkie mają naturę połączeń tlenowych, z których jedne są ostatnim szczeblem utlenienia (CO_2), inne natomiast niskim zaledwie związkiem tlenowym ($C_2 H_6 O$), żadna zaś cząstka nie jest wszakże z tlenu zupełnie ogołocona. Tutaj, powiedzielibyśmy, rozkład jest naturalniejszy; produkty jego mają wśród przyrody pełniejsze prawo obywatelstwa; takie bowiem produkty jak wodór, węglowodory i t. p. już pod wpływem elementarnych warunków przyrodzonych prędzéj czy późniéj w naturze dalszemu ulegają przeobrażeniu (utlenieniu, spaleniu), bardziéj stałą zapewniającemu im formę. Zarzut więc, jaki Lavoisierowskiéj możnaby uczynić definicyi, jest ten raczéj, że zbyt ogólnem jest ona określeniem, niż ten, jakoby być miała błędną; uzupełnić ją w ten sposób należy, że zjawisko jest „spowodowane przez działalność istot żyjących“, o czem przed stu laty uczony chemik wiedzieć oczywiście nie mógł. Jak już zaznaczyliśmy w historycznym zarysie nauki o istotach najdrobniejszych, fizyjologiczny czy witalistyczny charakter zjawiska, w formie przypuszczenia w 1837 jeszcze wyrażony roku, stanowczo dowiedziony został przez Pasteura w r. 1861, a data tego pamiętnego dla nauki przełomu rozpoczyna nowy okres w poglądach naszych na przyrodę (por. §§ 15—20). Dwudziestolecie, jakie od czasu ustalenia się pojęć witalistycznych upłynęło, przyniosło nam szeregi, tomy całe, ba, może księgozbiory całe, prac nad fermentacyją alkoholową, która w całym szeregu zjawisk, o których tu traktujemy, jedyna opracowaną została wedle sił i możności współczesnéj nauki. Fermentacyja ta posiada swą rozległą, wyczerpującą litera-

turę, a streszczenie choćby w najogólniejszym zarysie wszelkich odnoszących się do zjawiska danych, jest zadaniem nader ciężkiem i trudnem. Równouprawniając wszakże ten rozkład z innemi fermentacyjami, gorzéj zbadanemi, nie wdamy się tutaj w rozbiór nietylko drugorzędnych czynników i wpływów na zjawisko fermentacyi, lecz nawet w rozpatrzenie niektórych danych co do stosunku pomiędzy grzybkiem, a biegiem rozkładu i t. p., o ile wiadomości te mają charakter specyjalny, li tylko do tego rozkładu lub do warunków przedsiębranego doświadczenia stosować się mogący. Drożdże same, jako takie, stanowiące czynnik fermentacyi, jaką najpospoliciéj alkoholowa fermentacyja bywa w przyrodzie, a więc fermentacyi drożdżowéj, opisaliśmy w §§ 49 — 60; tu więc tylko nad stroną chemiczną i ogólnie przyrodniczą zjawiska winniśmy się zatrzymać, a następnie wykazać, że nietylko drożdże wywoływać mogą przemianę cukrów na alkohol, że więc „fermentacyja alkoholowa“ a „rozkłady cukrów przez drożdże“ nie są to wcale pojęcia jednoznaczne, że mianowicie pierwsze z tych pojęć jest znacznie obszerniejszem od drugiego.

Na tem miejscu, bardziéj niż gdziekolwiekindziéj, wypada nam wyrazić stanowcze zasady podstawowe i przyrodniczy pogląd na fermentacyją alkoholową, jako zjawisko, wywołane przez grzybki drożdżowe, choć już przy bijologicznym zarysie tych saprofitów musieliśmy stanowisko swe względem teoryi anaerobiozy wyraźnie zaznaczyć. Powołując się przeto teraz na wszystko to, co o oddychaniu, wycieńczeniu i przystosowywaniu do warunków życia u drożdży w §§ 55, 56 i 57 wypowiedzianem już przez nas zostało, musimy, uzbrojeni obecnie w większą ilość faktów i lepsze pole do argumentacyi, porównać pod względem fizyjologicznym drożdże z istotkami, działającemi przy dopiero co rozpatrzonych rozkładach (§§ 81 — 88). Ponieważ Pasteur uważał grzybki drożdżowe za anaerobie, a fermentacyją alkoholową jako przedstawicielkę rozkładu bezpowietrznego, przeto rozpocznijmy od zestawienia drożdży z istotkami rozkładów „odtleniających“, które do téj saméj kategoryi u Pasteura są zaliczone. Nietylko, że tlen powietrza nie szkodzi drożdżom ani nie zawiesza i nie niweczy fermentacyi,

lecz najczęściéj wprost przeciwne otrzymywano rezultaty umiarkowanego przewietrzania płynów, a w gorzelniach i browarach zaciery, fermentacyi podlegać mające, zostają uprzednio obowiązkowo przewietrzone. Nadto, zaznaczyć tu wypada, że podczas fermentacyi zachodzącéj w styczności z powietrzem, znaczne ilości tlenu zostają pochłonięte przez powierzchnię fermentującéj cieczy. Produkty rozkładu przy życiu drożdży, nie mają żadnéj cechy związków, zdala i w zabezpieczeniu od wpływu tlenu wytworzonych. Alkohol jest związkiem dostatecznie stałym i jedynie przez dalszą pracę żyjątek (§ 84 — 85) utlenieniu w pewnych ulegać może warunkach. Nie jest to więc oczywiście ta anaerobioza, któréj przykłady widzieliśmy niedawno (§§ 86 — 88). Z drugiéj strony fermentacyja drożdżowa nie wymaga znacznego przypływu tlenu, a nawet boi się raczéj tego swobodnego pierwiastku, który, dopływając, nie drożdżom wcale szkodzi, ale raczéj fermentacyi (§ 56). Oczywiście więc z faktów tych wypływać się zdaje, że tlen swobodny nieszkodząc wcale drożdżom, do pewnego stopnia tylko sprzyja fermentacyi; w nadmiarze zaś napływający, zatrzymuje rozkład. Zatrzymuje go oczywiście nie dlatego, że osłabia organizm, lecz przedewszystkiem dlatego chyba, że go czyni niepotrzebnym. Drożdże mając tlen swobodny, mają dostateczne źródło siły, do swéj egzystencyi, mogą mnożyć się i karmić swobodnie materyją, przyswajając ją sobie i spalając. Dopiero gdy tlenu jest mało, trudno żyć i rozwijać się grzybkom i wtedy, obok częściowego spożycia materyi na pokarm, również przyswajany tutaj i spalany, występuje zjawisko rozszczepienia materyi. Widocznem jest, że tlen wyłącza tutaj fermentacyją, lecz czy przy zupełnym braku tlenu fermentacyja odbywać się będzie najpomyślniéj? Bynajmniéj. Gdy drożdże w ośrodku, tlenu zupełnie pozbawionym, nie znajdują potrzebnego zapasu siły chemicznéj, rozkład materyi zacząć się wcale nie może, o ile drożdże same w sobie siły pewnéj na rozpoczęcie pracy rozkładowéj nie posiadają. Tak więc: świeże i młode drożdże, przeniesione do ośrodka, nawet zupełnie wyzutego z tlenu, mając w sobie dość siły, mogą począć fermentacyją materyi cukrowéj (Nencki) i prowadzić ją przez czas pewien. Odwro-

tnie, wycieńczone, zestarzałe i długo bez tlenu pozostawione drożdże, fermentacyi w atmosferze beztlenowéj nie wywołają (Cochin). Tylko taki pogląd, prowadzący do pojmowania fermentacyi alkoholowéj i każdego wogóle rozkładu, jako zjawiska, mającego na celu wytworzenie dzielności, a nie materyjału do żywienia się, do którego niezawsze i niekoniecznie potrzeba rozszczepienia wielkich ilości substancyi, jest w stanie wytłumaczyć warunki zjawiska i pozorną sprzeczność wielu dokładnych, a pozornie niezgodnych objawów. Aby z większą jeszcze jasnością pogląd nasz tutaj przedstawić, pozwolimy sobie wyjątkowo na luźne i cokolwiek odprowadzające nas od przedmiotu porównanie.

Człowiek, żyjący w stanie natury na wysokiéj północy Lapończyk, Eskimos lub Samojed, potrzebuje pokarmu nietylko dla odżywienia się takiego, jakiego potrzebę uczuwa mieszkaniec Afryki, lecz w znacznéj części dla ogrzania się, dla wytworzenia niezbędnego ciepła. Żywi się on, polując na zwierzynę, a obfitym i posilnym pokarmem wynagradza niejako surowość klimatu i zapewnia sobie niezbędne ciepło. W stanie zdrowia, gdy mu głód dokuczy, idzie na polowanie lub na połów i znajduje potrzebne pożywienie. Lecz wyobraźmy sobie strudzonego, zamarzniętego wśród lodów eskimosa, gdy niema „gotowego“ ciepła i strawy pod ręką. Człowiek ten, padłszy — bodaj ze strzelbą w ręku — na ziemię, umrze wpośród zwierzyny, która obfitym dlań byłaby pokarmem, niemając sił dosyć na jéj upolowanie. Jest w tem luźna, lecz odpowiednia zupełnie analogija ze zjawiskami życia drożdżowego. Skazany na myślistwo i rybołówstwo mieszkaniec stref polarnych — to drożdże, skazane na rozszczepianie glukozy; zmarznięty, brakiem ciepła zbiedzony człowiek mrze wśród zwierzyny, tak jak wycieńczone w braku tlenu drożdże zemrą wśród beztlenowego choć ocukrzonego roztworu pożywnego. Przewietrzanie, odnawianie chociażby mierne, zapasów tlenu, to śnieżna czy lodowa buda albo lepianka eskimosa, w któréj od czasu do czasu ogrzać się może. Bez tlenu, bez odnawiania zapasów siły, życie drożdży ciągnie się „przez pewien czas“ jak to wyżéj podkreśliliśmy, tak samo jak życie człowieka na surowym

mrozie, bez ciepła, bez możności spoczynku i ogrzania się, przez czas pewien tylko ciągnąć się może. Różnica główna, ta, że źródło dzielności dla życia saprofitów leży w energii chemicznéj, dla wyższych zwierząt zaś przybiera formę ciepła. Jeśli więc daléj ciągnąć porównanie, to drożdże żyjące w obec tlenu i pokarmu organicznego, na powietrzu będą mieszkańcem krajów ciepłych, leniwym Włochem, który dokoła siebie znajduje owoce, jaja i t. p. gotowe pożywienie. Nadmiar zaś tlenu przyrównanym być może do afrykańskich równikowych upałów lub do temperatury łaźni parowéj, w któréjby człowiekowi żyć kazano. Nadomiar, niezapominajmyż przecie, że drożdże piwne są wskutek długiego przystosowania się do warunków w jakich istnieją, owym północnym Eskimosem, któremu życie nietylko w Afryce lecz we Włoszech chociażby, przykrem conajmniéj wydać się musi [1]).

Fermentacyja alkoholowa jest więc według naszych, wyżéj przedstawionych zapatrywań, utlenianiem jednéj części materyi kosztem pozostałéj, spowodowanem przez fizyjologiczną działalność saprofitycznych istot, a zapewniającem tym istotom potrzebną dla życia dzielność [2]). Gdy potrzeba

---

[1]) Podobne pojmowanie zjawiska fermentacyi alkoholowéj, a mianowicie dopatrzenie w niéj źródła energii niezbędnéj dla życia istot, spotkać można nieśmiało i niewyraźnie jakby rzucone u Schutzenbergera (Gährungserscheinungen, wyd. niem. 1876 roku p. 103 i nast.) u innych autorów, z wyjątkiem Naegeliego, zaledwie luźno wspomniane jest kinetyczne znaczenie rozkładów. Podnoszą je wprawdzie termochemicy, jak Berthelot, v. Rechenberg i in., ale ci rozpatrują je przeważnie—o ile nam wiadomo—ze stanowiska wyzwolenia i przeobrażenia się dzielności wogóle, niekładąc dostatecznego nacisku na podstawowe znaczenie i przyczynowy niejako charakter tego powstawania dzielności względem samego życia. (*Przyp. Aut.*)

[2]) Zastrzedz tu wyraźnie musimy, że określenia naszego nie uważamy bynajmniéj za mające służyć dla wyróżnienia alkoholowéj specyjalnie fermentacyi w pośród innych rozkładów materyi; przeciwnie, określenie to ma znaczenie szersze i jako takie tutaj wypowiedzianem zostało. Uwydatnienie i scharakteryzowanie poszczególnych rozkładów przy obecnym stanie nauki nie jest jeszcze możliwem, a na

wytworzenia dzielności ustaje, nie zachodzi wcale zjawisko rozszczepienia.

Powracając raz jeszcze do poglądów Pasteura, dziś już mocno podkopanych, a jednak używanych wciąż jeszcze przy charakterystyce istot niższych i bardzo rozpowszechnionych, możemy tu przyrównać jego podział saprofitów (ferments) na powietrzne i bezpowietrzne, do sztucznego podziału zwierząt np. na „lądowe“ i „wodne“. Nietylko, że, jak się na drożdżach najpierw okazało, istnieją liczne „ziemnowodne“, nietylko, że wiele istot może zmieniać i przystosowywać obyczaje swe, zależnie do warunków, ale zdaje się, że własność ta przystosowywania jest powszechną i bardziéj ogólną (Naegeli), a tylko wyjątki może, o bardzo wybitnych cechach, podchodzą pod ustanowiony sztucznie podział. I tu jednak, krańcowe zdanie Pasteura, głoszące, że ryba nigdy zaczerpnąć powietrza nie może, a bobry w rzekach mieszkać są niezdolne, nie jest bynajmniéj dowiedzionem i tymczasem w nauce przyjęte być musi z zastrzeżeniem.

90. *Drożdże w stosunku do wodanów węgla.* Zatrzymać się teraz cokolwiek musimy nad oddziaływaniem fermentacyjnem drożdży przy odpowiednim dla rozszczepienia materyjale pożywnym. Luźno zebrane poprzednio przy bijologicznym i fizyjologicznym zarysie wiadomości nauczyły nas, że drożdże (piwne) władne są w pomyślnych warunkach fizycznych, rozkładać cukier krystaliczny (trzcinowy) zarówno jak owocowy (glukozę), lecz że rozkładając pierwszy, wpierw przemienić go muszą na glukozowy związek, zwany cukrem przemienionym. Obecnie wypada nam rozszerzyć i uzupełnić te wiadomości, jakkolwiek wkroczyć musimy przezto w zakres specyjalnéj chemii organicznéj.

Cukier owocowy czyli glukoza, w obszernem znaczeniu,—w jakiem dotąd pojęcia tego używaliśmy i nadal, z wyjątkiem tego i obu następnych §§, używać będziemy,—obej-

---

luźne rozpatrywanie wybitnych różnic co do niektórych cech specyjalnych pomiędzy alkoholową fermentacyją a innemi (np. co do fakultatywności rozkładu przez drożdże dokonywanego i t. p.) ramy niniejszéj pracy nie pozwalają. *(Przyp. Aut.)*

muje różne modyfikacyje najprostszych wodanów węgla, którym dają formułę chemiczną $C_6 H_{12} O_6$; najpospolitszą jest glukoza właściwa czyli cukier gronowy lub też prawy, różniący się optycznemi własnościami od lewulozy czyli cukru owocowego lub lewego; powstający z inwersyi (§ 73) cukru trzcinowego, cukier przemieniony czyli inwertowany jest mięszaniną w równych częściach cukru prawego i lewego. Oprócz tego z bardziéj znanych i pospolitych cukrów $C_6 H_{12} O_6$ wymienić należy glukozę mleczną czyli galaktozę. Wszystkie te glukozy łatwo rozszczepianemi być mogą przez żyjące normalnie drożdże, a choć niektóre uprzywilejowane są przed innemi, na to szczegółowe pole wchodzić już tu nie będziemy. Bardziéj złożone od glukozowych (por. §§ 74—75) wodany węgla są to: cukry właściwe $C_{12} H_{22} O_{11}$ ($=2 C_6 H_{12} O_6 — H_2 O$); z tych, cukier zwyczajny, krystaliczny czyli cukier trzcinowy, oraz cukier zwany maltozą, ulegają pod działaniem drożdży uwodnieniu czyli hydratyzacyi, przechodzą w glukozę (obojętną — prawą i lewą) i zostają zaraz rozszczepionemi. Cukier izomeryczny z trzcinowym i z maltozą, nazwany melitozą, z manny eukaliptusów (Berthelot), łatwo ulega inwersyi pod działaniem drożdży, lecz że daje on przy tem w połowie prawą glukozę, a w połowie niezdolną do fermentacyi odmianę (eukalinę), przeto daje połowiczną tylko w stosunku do innych cukrów ilość alkoholu. Trehaloza czyli mykoza (w grzybach i pieczarkach rozpowszechniona, Müntz) ulega fermentacyi drożdżowéj z największą trudnością; cukier ten przy inwersyi daje samą prawą tylko glukozę, a więc sfermentować może w zupełności. Inne cukry, jako to cukier mleczny, oraz melecytoza (z manny modrzewiowéj, Berthelot), również dalsze wodany węgla jak błonnik (celuloza) i krochmal czyli mączka roślinna (skrobia) nie ulegają inwersyi pod działaniem drożdży; dlatego też piwo z jęczmienia, żyta i t. p. warzonem być może tylko przy pośrednictwie słodu, a bez tego ostatniego również i wódka z kartofli lub zbóż pędzoną być nie może; drożdże na nieuwodnioną mączkę tych zbóż i ziemiopłodów działać wcale nie będą. Z drugiéj strony słód, a raczéj ferment słodu, hidratyzacyi skrobi daléj jak do sto-

pnia maltozy [1]) poprowadzić nie jest w stanie (O'Sullivan, Brown i Héron). Dane te podajemy na tem miejscu li tylko dlatego, aby rolę i działanie drożdży przy zjawiskach fermentacyi dobrze wyjaśnić; inwersyją zajmiemy się oddzielnie w dalszym ciągu (§ 92); tu nas obchodzi tylko rozszczepienie t. j. fermentacyja, wywołana przez drożdże. Uzupełnić wreszcie na tem miejscu dane, odnoszące się do życiowéj zdolności drożdży, musimy wzmianką, że prócz wyszczególnionych tu wodanów węgla, drożdże mogą rozkładać aż do stopnia alkoholu związek, zwany mannitem, będący według teoretycznych poglądów chemii organicznéj, sześcioatomowym alkoholem, a mającym skład chemiczny $C_6 H_{14} O_6$, a więc o dwa atomy wodoru w cząstce więcéj niż glukoza. Rozszczepienie, trudno bardzo i powoli się dokonywające, zachodzi według wzoru: $C_6 H_{14} O_6 = 2 C_2 H_6 O + 2 CO_2 + H_2$, a więc prócz alkoholu i dwutlenku węgla wydziela się jeszcze i wodór. Okoliczności towarzyszące téj ciekawéj fermentacyi nie są jeszcze zbadane.

Zaznaczyć tu koniecznie należy, że odnoszące się do fizyjologii drożdży doświadczenia, przeważnie, prawie wyłącznie nawet, czynionemi były z grzybkiem piwnym, S. cerevisiae. Jak już w § 53 nadmieniliśmy, grzybka tego istnieją dwie odmiany: drożdże wierzchowe, łatwo w roztworze spływające i przy fermentacyi zazwyczaj wierzchem się przelewające i drożdże osadowe, stanowiące męty czyli fusy piwa, jakiego nasze browary dostarczają. Forma zewnętrzna obu tych modyfikacyj (por. § 63 i tablicę fig. 3 i 4), a także oczywiście ciężar właściwy różnym jest do pewnego stopnia; praktycznie ważna różnica zachodzi jednak głównie w temperaturach, przy których pomyślna fermentacyja odbywać się może przy téj i owéj odmianie: drożdże wierzchowe wymagają temperatury 16—18°C, gdy osadowe wywołują normalną fermentacyją jedynie poniżéj 10°C, a jeśli temperatura dosięgnie 14°, cierpią one na tem, zmienia się ich

---

[1]) Przeciwnie, otrzymana z trzustki przez Musculusa i v. Meringa dyjastaza przeprowadza najpierw krochmal na maltozę, a zaraz daléj tę ostatnią przemienia na glukozę. (*Przyp. Aut.*)

forma zewnętrzna i grzybek niejako wyradza się, ze szkodą dla fabrykacyi piwa. Każda z tych odmian nadaje produktowi odrębny smak: angielskie piwa fabrykowane są dziś jeszcze prawie wyłącznie zapomocą grzybka wierzchowego, gdy na lądzie europejskim wszędzie prawie fabrykacyja odbywa się pod działaniem drożdżowego osadowego grzybka. Przy normalnéj fabrykacyi, tak jednych jak i drugich drożdży otrzymuje piwowar około 7 do 8 razy więcéj, niż użył do zacieru. Drożdże prasowane, fabrykowane oddzielnie na potrzeby wypieku chleba, są zazwyczaj górną, wierzchową odmianą. Fizyjologiczne różnice między temi dwiema odmianami, jeśli istnieją, to jedynie może w zachowaniu się względem tlenu, lecz są wogóle bardzo nieznaczne i wogóle zaledwie pochwyconemiby być mogły. Inne odmiany czy gatunki drożdży, z których jedynie S. ellipsoideus, jako zastosowanie mający w fabrykacyi win, lepiéj jest znanym, bardzo słabo są fizyjologicznie zbadane.

91. *Fermentacyje alkoholowe bez udziału drożdży.* Niewchodząc w bliższe szczegóły fermentacyi, wywołanéj w cukrowych rostworach przez drożdże, musimy obecnie pomówić o pokrewnych rozszczepieniach, o innych fermentacyjach alkoholowych, wywołanych przez odmienne od drożdży organizmy.

Przedewszystkiem wiemy już z §§ 68 i 69, że do życia i działania na wzór drożdży, do wywoływania podobnéj fermentacyi i — co charakterystyczne — do pączkowania wśród płynu zdolnemi są grzybki pleśniowe, należące do pospolitego rodzaju Mucor, a także do innych poczęści rodzajów. Fermentacyją tę zauważył i opisał pierwszy Bail w roku 1857; wypowiedział on wówczas zdanie, że drożdże pochodzą z przeobrażenia pleśni. Warunki fermentacyi spowodowanéj przez Mucor mucedo i M. racemosus, badali Fitz i Müntz; poszukiwania ich dotyczyły zbadania, jakie wodany węgla ulegają działaniu tych „okolicznościowych“ rozkładaczy; rezultaty te, jako zdolności inwersyjnéj przeważnie dotyczące, dajemy w następnym §. Fitz badał także—w celu porównania—produkty fermentacyi u Mucor mucedo: znalazł wprawdzie kwas bursztynowy, lecz glicerny zaledwie mógł skonstatować ślady i to wątpliwe.

M. mucedo zresztą właśnie najsłabszym być się zdaje rozkładaczem i niewątpliwie M. circinelloides, oraz M. racemosus znacznie go przewyższają w działaniu, gdy M. spinosus dorównywać mu conajmniéj się zdaje. Hodowla Fitza nie była w dodatku należycie czystą, a przeto rezultaty wogóle podane być muszą w wątpliwość. Ciekawe przeto pytanie, czy i przy działalności pleśniowych grzybków tworzą się jako konieczne produkty poboczne: gliceryna i kwas bursztynowy (por. § 48), cechujące drożdżową fermentacyją, pozostaje nadal jeszcze otwartem.

Wspomnieć tu jeszcze wypada, że pojedyńcza wskazówka istnieje w literaturze (Müntz), że grzybek śluzowy Fuligo varians (= Aethalium septicum) sprawia fermentacyją trehalozy (por. § nast.).

Najnowsze badania nad fizyjologiją grzybków rozszczepkowych, a mianowicie badanie Nägeliego, Hansena, Fitza i in. nie pozostawiają żadnéj wątpliwości, że i bakteryjalne istotki mogą wywoływać rozszczepienie cukrów na alkohol i CO_2, a więc alkoholową powodować fermentacyją. Jednym z takich grzybków jest poznany wyżéj Actinobacter polymorphus Ducl. (=Bacterium cyanogenum Neels? (por. § 85), który choć octową wywołuje fermentacyją, to jednak obok octu niekiedy i alkohol w pokaźniejszéj wytwarza ilości. Bliżéj fermentacyje takie nie są wszakże zbadane.

Pośrednim dowodem na stwierdzenie istnienia alkoholowych fermentacyj wskutek działalności innych niżli drożdże organizmów, są wszakże różne przeobrażenia związków (wodanów węgla), które nie ulegają działaniu drożdży zwyczajnych, a w rezultacie dają jednak alkohol. Są to naturalne fermentacyje, mało dotąd zgłębione; parę słów o nich jednak tu powiemy.

Indyjanie południowéj Ameryki wyrabiają wino kukurydzowe, zwane przez nich „szisza“, a otrzymywana tam od wieków naturalna (samorodna, bez wnoszenia jakichkolwiek elementów) fermentacyja kukurydzowéj mąki przegotowanéj, jest rozkładem, którego drożdże z pewnością wywołać nie mogą; napój otrzymany jest wysoce alkoholiczny. Niedawne (1882) badania V. Marcano nad tym kukurydzowym napojem nie są bynajmniéj dość ścisłe, aby z nich można od-

gadnąć naturę działajacego tu czynnika; zdaje się, jakoby żyjątek działało tu obok siebie kilka — tak rozmaite opisuje rzeczony badacz postaci (wibryjony, kulki, nitki). W mleku krowiem, do którego dodano cukru mlecznego (?„laktozy"), grzybki kukurydzowe wywoływały energiczną fermentacyją alkoholową, a do wywołania przemiany takiéj drożdże—jak wiemy — nie są zdolne.

Ta ostatnia własność, wzbudzania fermentacyi w mleku, zbliża amerykańską „szisze" do kaukaskiego „kefiru", napoju od paru lat rozpowszechnionego w Rossyi i u nas nawet w kraju. Kefir zbadanym był przez Kerna (1881) i Struvego (1884). Według nich, obok drożdży, Sacch. cerevisiae (? S. mycoderma), rozwija się w tym napoju drobna bakteryja, Dispora caucasica Kern, a także znajdowane bywają Leptotrixy (?) i Oidium lactis, zapewne jako przypadkowe a nie stałe domięszki. Zbadana przez Kerna Dispora odznaczać się ma stałem wytwarzaniem dwu spor zamiast pojedyńczego zarodnika w swem jednokomórkowem ciele i ona według tegoż przyrodnika sprawiać ma głównie, a raczéj wyłącznie rozkład wśród mleka. Nadmienić wypada, że tutaj obok alkoholowéj, dość energicznéj fermentacyi, zachodzi wyraźna peptonizacyja białka, które pod koniec rozkładu całkowicie przechodzi w stan peptonu. Z tego już powodu, przypuszczenie Struvego, jakoby Saccharomyces mycoderma miał być tu działaczem, Bacterium dispora zaś biernym towarzyszem rozkładu, wydaje się mało uzasadnionem. Kefir otrzymuje się przez „zarażenie" mleka grzybkiem lub kefirem; otrzymać go można z krowiego, owczego i kobylego mleka.

Daleko dawniéj znaną fermentacyją alkoholową, w połączeniu z peptonizacyją mleka, przedstawia przygotowywanie „kumysu", napoju Mongołów i Kirgizów, znanego już i badanego od wieku, a właśnie z powodu dawności badań gorzéj poznanego we względzie bijologicznym. Kumys przygotowuje się wyłącznie z mleka klaczy i wielbłądzic, a na ogromnéj przestrzeni wschodniéj Europy, północnéj i środkowéj Azyi, przygotowywanie jego dość rozmaicie się przedstawia. Grzybek fermentacyjny zdaje się być tutaj nierównie słabszym niż grzybek kefiru, a do przerobienia mleka na kumys

i więcéj gotowego kumysu (lub wysuszonego osadu kumysowego) i dłuższych manipulacyj potrzeba. Mikroskopowe badanie, uskutecznione przez dra Landowskiego jeszcze w r. 1874, nie wyjaśnia natury działaczy przy rozkładzie; rodak nasz opisuje drożdże oraz „pręcikowe“ pałeczki. Cochin badał kumys sztuczny; receptę na przygotowanie sztucznego kumysu (z drożdży, mąki i mleka) podał dr Jarocki. Dochmann zbadał (1882) peptonizowanie sernika i albuminu podczas kumysowéj fermentacyi.

Wreszcie, obok istotnych rozkładów alkoholowych, niewątpliwie przez żyjątka najdrobniejsze spowodowanych, wspomnieć tu musimy o rozszczepieniu cukrów na alkohol i dwutlenek węgla, jakie zachodzi w dojrzałych lub blizkich dojrzenia owocach (owoce w znaczeniu pospolitem, t. j. soczyste i cukier owocowy zawierające owoce). Że owoce takie, w czasie dojrzewania, oddychają, znaczne stosunkowo ilości tlenu pochłaniając, dowiódł jeszcze w roku 1821 Bérard, który zarazem stwierdził, że pozostawione w gazie, niezawierającym tlenu, owoce te tracą cukier i wydzielają wielkie ilości dwutlenku węgla. Staranne doświadczenia, w których Lechartier i Belamy (1869—74), a także Pasteur (1870—76), pozostawiali różne owoce w atmosferze czystego dwutlenku węgla, wykazały, że obok powstawania i wydzielania nazewnątrz gazu CO_2, w samym owocu, wewnątrz, tworzy się alkohol, że zachodzi tu typowe, jak i przy fermentacyi drożdżowéj, rozszczepienie cukru na te dwa składniki, bez udziału wszakże drożdżowych komórek. Błona zewnętrzna (skórka) owocu, broniąca przystępu wszelkim saprofitom, pozostaje nienaruszoną aż do końca zjawiska, gdy już wszystek cukier wyczerpanym został. Niektórzy uczeni, a najwytrwaléj i to w ostatnich jeszcze czasach (1879) Nägeli, utrzymywali, że zjawisko to w ciele owoców zachodzące, jest rozkładem, spowodowanym przez zarodniki drożdżowe, na błonie owoców siedzące i wywierające przez skórkę działanie fermentacyjne. Zdanie to wszakże nie jest udowodnionem [1]) i wiele bardzo nastręcza wątpliwości.

---

[1]) Na korzyść popieranego przez Naegeliego zdania przemawia głównie w końcu już przez Léchartiera i Belamyego doświadczalnie

Nietylko zaś w doświadczeniach J. Béchampa, który późniéj (1879) wykazał obecność alkoholu w żywéj tkance zwierzęcéj (w wątrobie, mózgu), lecz nadewszystko w pięknych doświadczeniach Müntza z r. 1881, przypuszczenie możliwości tworzenia się alkoholu i dwutlenku węgla kosztem cukrów i t. p., bez udziału wpływów zewnętrznych (saprofitów), jedynie zaś wskutek wewnętrznéj konsumcyi materyi pożywnéj przez komórki owocowéj tkanki, znakomite znalazło potwierdzenie. Müntz otrzymywał alkohol pozostawiając pieczarkę (Agaricus campestris) w atmosferze kwasu węglanego, kosztem mannitu (wydzielał się prócz CO_2 jeszcze i wodór) zawartego w tkance grzyba, a mimo to grzyb żył późniéj normalnie, bez szkody. Daléj, pod kloszem, w atmosferze azotu, hodował buraki, kukurydzę i t. p., rośliny te w połowie brał do analizy, częścią zaś przenosił na powietrze i przekonał się, że mimo wytwarzania się (niewielkich zresztą ilości) alkoholu w liściach, korzeniach i t. d., rośliny te bez szkody żyły daléj, gdy do normalnych powróciły warunków. Van Tieghem i Bonnier stwierdzili toż samo w doświadczeniach z cebulkami roślin cebulkowych.

Zdaje się więc, że wewnątrz żyjącego ustroju (w dojrzałym owocu, niby w korzeniu rośliny wieloletniéj, tkwi jeszcze organizacyja pełnego życia) rozszczepienie cukru, w zasadzie zupełnie takie, jakiem jest w fermentacyi alkoholowéj, może się odbywać samodzielnie; to nas dziwić nie mo-

---

stwierdzony fakt, że substancyje przeciwgnilne (fenol, chloroform, siarek węgla, kamfora i t. d.), nazewnątrz stosowane przeszkadzają i zupełnie nie dopuszczają alkoholowego procesu przemiany w owocach, co z trudnością wytłumaczyć się daje, przy zapatrywaniach na to zjawisko, jako na „rozkład międzykomórkowy“ czyli z życia komórek owocowych wypływającą pseudofermentacyją. Odwrotnie znów pojąć niemożna, dlaczegoby fermentacyja przez siedzące nazewnątrz drożdże miała być tu wywołaną w atmosferze beztlenowéj, kiedy faktem jest niewątpliwym (por. § 50), że do wzbudzenia fermentacyi koniecznym jest z początku przystęp powietrza. Jedynie doświadczenia, dokonane z obmytemi wedle klasycznéj metody Pasteura (§ 51) owocami, (po przekonaniu się, że woda z wielokrotnie powtórzonego obmycia nie wywołuje już fermentacyi czyli nie posiada drożdży), mogłyby przeciąć i rozstrzygnąć sporną kwestyją. (*Przyp. Aut.*)

że i nie powinno. Wszak w kiełkującem nasieniu budzą się fermenty i wywierają działanie zupełnie takie, jak wiele jednokomórkowych, najniższych saprofitów je wywiera; wszak porównywaliśmy np. komórki gruczołów zwierzęcych (§ 77) do istotek najniższych. Niema więc przyczyny dziwić się i odrzucać możliwości faktu (jak to czyni Nägeli), jako w danych warunkach „utlenienie jednéj części materyi roślinnéj kosztem drugiéj“ odbywać się może wskutek wewnętrznych procesów życiowych, a nie wskutek życia grzybków saprofitycznych. Podobnie jak zjawisko „samogorzenia“ drożdży (§ 58), uważamy zachodzące tu przemiany wewnątrz tkanki za „zjadanie się“ organizmów „samych przez się“. Lecz niepodobna nie uznać, że z jednéj strony — jak to wyraziliśmy — fakt samogorzenia może być wogóle podany w wątpliwość, z drugiéj zaś strony nie są wyjaśnione niektóre ciekawe strony zjawiska, o którem tutaj mówić nam wypadło i że kwestyja wytwarzania alkoholu bez wpływu saprofitycznych istotek, przez komórkę, jako cząstkę wyższego organizmu, nie jest dotąd wyświetloną.

Dla ścisłości wspomnieć nam wypada, że oprócz rozszczepienia cukrów, oraz rozszczepień, którym towarzyszy odtlenienie (§§ 86—88), znanemi są dziś jeszcze rozszczepienia soli organicznych, jako rezultat oddzielnych, charakterystycznych fermentacyj; sole kwasu mlecznego (mleczany) dają przy rozpadzie: propionian, octan, CO_2 i H_2O, (Strecker, Fitz); winiany dają propionian, octan, a także węglan (Pasteur, Fitz) obok CO_2 i H_2O; jabłczany dają mleczan i dwutlenek węgla (Schützenberger) i t. d. Istotki, tutaj działające (bakteryjalne), nie są bliżéj zbadane.

d) Zjawiska polegające na uwodnieniu i odwodnieniu.

92. **Inwersyja.** Przechodząc do nowego szeregu zjawisk, polegających na własnościach związków organicznych przyjmowania lub oddawania z bardziéj złożonéj cząsteczki chemicznéj elementów wody, oznaczamy mianem inwersyi nietylko „przemienianie“ cukru krystalicznego na inwertowany (por. wyżéj), lecz wogóle hidratacyją wszelkich wodanów węgla, w wyniku któréj otrzymuje się uproszcze-

nie (zmniejszenie ilości atomów) cząsteczki. Jak zaznaczyliśmy już nieraz, inwersyja taka poprzedzać zawsze musi fermentacyją alkoholową. Nasuwa się więc czytelnikowi mimowolny niejako zarzut, dlaczego obraliśmy tutaj odwrotny jakby porządek wykładu i o inwersyi mówimy teraz dopiero, po rozpatrzeniu już fermentacyi alkoholowéj. Musimy się tu powołać na wyrażone w § 79 podstawy naszéj klasyfikacyi rozkładów, przy któréj nie trzymaliśmy się ani chemicznego porządku, ani tembardziéj chronologicznego następstwa przy dekonstytucyi danéj materyi (konsekwentne przeprowadzenie takiego systematu jest przy rozmaitości rozkładów i żyjątek niemożliwem), lecz szeregi nasze ułożyliśmy na zasadzie charakterystyki kinetyczno-fizyjologicznéj, służącéj za podstawę do pojmowania i oceniania zjawiska. Porządek zaś, jaki nadaliśmy szeregom przy traktowaniu przedmiotu, uczyniliśmy zależnym od znaczenia i rozpowszechnienia rozkładów tych w ekonomii przyrody z jednéj, a od intensywności, od większego ich znaczenia pod względem kinetycznéj doniosłości, czyli od większych zasobów energii, uwalnianéj przy rozkładach, z drugiéj strony. Jeśli w całéj grupie rozkładów właściwych, to jest odbywających się wśród węglowéj materyi, — a to samo uczynimy i przy wtórnych rozkładach,—przemiany hidratyzacyjne na ostatnim przychodzi nam postawić planie, to czynimy tak ze względu, że zjawiska tego typu najsłabszem są źródłem wyswobodzonéj dzielności, że przy uwodnieniu (co do odwrotnego zjawiska, dehidratyzacyi, patrz daléj § 94), najmniejsza, nieznaczna tylko powstaje energija. Czynność inwersyi np. jest tak słabym kinetycznie procesem (termo-) chemicznym, że niemasz zgoła organizmu, któryby mógł żyć i rozwijać się jedynie na rachunek wywiązanéj przez tę przemianę dzielności. Jest to czynność poboczna, drugorzędna, którą—jeśli tak rzec można—„od niechcenia“ wykonywać są zdolne drożdże, zarówno gdy je zasila energija fermentacyi cukru, jak to normalnie bywa, jakoteż wtedy, gdy przy bujnym przypływie tlenu wzrost ich nie wymaga rozszczepienia cukru (doświadczenie Hoppe-Seylera, §§ 56 i 76). Zdaje się, że inne zjawiska uwodnienia, jeśli nie równie mało, to niewiele więcéj wytwarzają

energii. Upośledzenie pod względem kinetycznym tych rozkładów względnie do innych, rozwiniętych w poprzednich szeregach (§§ 81 — 91), okazuje się do pewnego stopnia już z tego doniosłego dla przyrodnika faktu, że wśród całego ogromu rozkładów rozlicznych, li tylko hidratacyi dopełniać mogą fermenty nieorganizowane, a więc nie żywe i żyjące istoty, lecz specyjalne, wytworzone przez pracę życia związki chemiczne, żewięc kosztem małego zużycia takiego związku wielkie ilości substancyi mogą być bez widocznego nakładu siły zzewnątrz (por. temperatura, § 74), w prędkim czasie uwodnione [1]). Na zasadzie tego wszystkiego, możemy śmiało zjawiskom tego szeregu ostatnie w całéj chemii rozkładów wyznaczyć miejsce. Kwestya rozpowszechnienia tych rozkładów (por. § nast.), pozostaje tymczasem jeszcze otwartą.

Gdy mówić mamy o inwersyi dokonywanéj przez istoty żyjące i przeciwstawić ją działaniu nieorganizowanych, rozpuszczalnych fermentów, zauważyć tu najpierw winniśmy, że w działaniu żywego organizmu zachodzi pewna, dość wybitna względnie do fermentu, różnica. Gdy bowiem z drożdżowéj wody otrzymana i najstaranniej przez wielokrotne przekrystalizowanie oczyszczona inwertyna słabnie już w działaniu przy 40°, a przy 51—50° się rozkłada, drożdże—zarówno jak i zupełnie świeża woda drożdżowa uwodniają jeszcze, t, j. inwertują cukier przy 66° (ważną rolę

---

[1]) Pierwszy, jak się zdaje, zauważył Fleury (1875) nieznaczne podniesienie temperatury przy inwersyi cukru trzcinowego; potwierdzają je Kunkel i v. Rechenberg, gdy tymczasem Naegeli wyrachowuje na zasadzie doświadczeń Franklanda, że zjawisku towarzyszy pochłanianie ciepła. Na to ostatnie bez zastrzeżeń zgodzić się niepodobna, już z samych ogólnych choćby pobudek teoretycznych, wzmiankowanych w § 75. Że kaloryczne zmiany wskutek hidratacyi (inwersyi) wodanów węgla są nader nieznaczne, wynika to już z zestawienia ciepła spalania, oznaczonego przez v. Rechenberga, a także Berthelota dla wodanów węgla o formule $C_{12} H_{22} O_{11}$ z ciepłem spalenia glukozy $C_6 H_{12} O_6$; stosunek kaloryj, obliczonych tu i tam wedle cząsteczki, mniéj więcéj odpowiada stosunkowi 2: 1 (ciepłostki dla cukrów trzcinowego i mlecznego, maltozy, celulozy=1416—1427, ciepło spalenia glukozy=713).
(*Przyp. Aut.*)

grają inne warunki; sprzyja inwersyi rozcieńczenie roztworu i t. p.). Jakkolwiek fakt konieczności inwersyi cukru przed jego (alkoholową) fermentacyją oddawna (§ 73) był stwierdzonym, to jednak szczegółowe dopiero badania Rosego i Dumasa dowodnie wykazały, że do zalkoholizowania cukru trzcinowego (przy równych warunkach) potrzeba większéj ilości drożdży niż do téj saméj ilości glukozy; z drugiéj zaś strony, że, przy nadmiarze nawet drożdży, zupełnie sfermentowanie cukru trzcinowego wymaga (dwukrotnie) dłuższego czasu niż rozszczepienie glukozy (34 min. contra 17 minut u Dumasa). Spostrzeżenia Herzfelda i Kjeldahla prowadzą do wniosku, że maltoza z większą niż cukier trzcinowy łatwością ulega inwersyi przez żyjące drożdże, gdyż tutaj szybkość w przefermentowaniu glukozie zaledwie ustępuje. Co do zdolności inwertowania przez drożdże różnych wodanów węgla, powołujemy się na § 90.

Że pleśni niektóre, a przedewszystkiem najpospolitsze (Penicillum, Aspergillus) na równi z drożdżami wywołują inwersyją (trzcinowego) cukru, zaznaczyliśmy już w § 73. Wobec tego należałoby oczekiwać, że i najbardziéj do drożdży zbliżone pleśni z rodz. Mucor, cukier przemieniać mogą; wszelako z pomiędzy nich tylko Mucor racemosus dokonywa takiéj przemiany, pozostałe gatunki (M. mucedo, circinelloides, spinosus) żyją jako rozszczepiacze tylko wśród glukozy, cukrem się żywić niemogąc. M. mucedo natomiast ma (według doświadczeń Müntza) ciekawą, ze śluzowcem Fuligo wspólną (?) własność, inwertowania trehalozy (mykozy), którą drożdże z wielką zaledwie inwertują trudnością (§ 90); otrzymana (prawa wyłącznie) glukoza pod działaniem tychże grzybków zaraz fermentuje. Ciekawe te, bądźcobądź, różnice pomiędzy formami, blizko stojącemi, tracą na znaczeniu wobec faktu, że znana, przez Rouxa mianowicie odkryta, jest modyfikacyja drożdży (por. § 53), która obok wszelkich zewnętrznych cech pospolitych drożdży piwnych, niezdolną jest do inwertowania cukru i tylko w roztworze cukrów owocowych żyje i fermentacyją sprowadza.

Cukier mleczny, według badań Fitza i Reichardta ulega inwersyi pod wpływem bakteryjalnych istotek, dając mięszaninę (prawéj) glukozy i galaktozy.

Fermentacyje, zachodzące pod działaniem słodu i wszelkich rozpuszczalnych dyjastazowych fermentów tutaj nie należą i nad niemi na tem miejscu zatrzymywać się nie możemy. Wypada więc jeszcze tylko wspomnieć pokrótce o szczególnéj fermentacyi gotowanego ryżu, zachodzącéj pod wpływem pleśni: Eurotium orizeae Ahlburg. W Japonii poddają ryż zgotowany szczególnego rodzaju fermentacyi, w celu otrzymywania piwa ryżowego, — noszącego tam nazwę „sake“, a właściwie w celu wytworzenia fermentotwórczego pierwiastku, odpowiedniego do słodu naszej fabrykacyi. Słód do takiego piwa używany, zwany „koži“, otrzymuje się nie przez kiełkowanie ryżowych lub innych ziarn, lecz przez zasiew rzeczonéj pleśni (sieją ją z zarodników!), przyczem część mączki (krochmalu) przechodzi w maltozę i dekstrynę, a obie te substancyje wskutek bezpośredniéj dalszéj inwersyi przechodzą w glukozę (dekstrozę) (por. przypisek do § 90); zmianom tym, wymagającym przewietrzania, towarzyszy energiczne spalenie materyi i znaczne podwyższenie się temperatury. Koži zawiera jeszcze około 56 cz. krochmalu na 100 cz. suchéj substancyi (Atkinson).

Oczywiście Eurotium łączy w swoim fermencie własności dyjastazowego i inwersyjnego charakteru i dlatego podział ścisły działań hidratacyjnych wewnątrz grupy wodanów węgla na dwie kategoryje, które przy opisaniu działania fermentów rozpuszczalnych (§ 73) wyróżniliśmy jako „dyjastazy“ i „inwertyny“, ściśle tutaj przeprowadzić się nie da, a wszelkie odnośne zjawiska życiowe połączyliśmy tu jako zjawiska „inwersyi“ w szerszem znaczeniu, t. j. uwodnienia wodanów węgla w ogólności.

93. **Uwodnienia emulsyjne.** Najbliższemi pod względem chemicznym, choć ustępującemi o wiele pod względem znaczenia wśród zmian przyrodzonych, są hidratacyje tego typu, który jako emulsyjne działanie fermentów oznaczyliśmy w § 73. Uwodnienia takie w przyrodzie są częste niezawodnie, lecz dotąd mało znane. Są to istotne „dédoublements“ = „rozdwojenia“ chemiczne wskutek przybrania cząstki wody. Typem takich „przepołowień“, rozdwojeń czy rozpadów w znaczeniu chemicznem jest działanie emulsyny, fermentu gorzkich migdałów (inaczéj synastazy v. sy-

naptazy) na glukozydy, zawarte w migdałach i t. p. Glukozydy są to ciała złożone z glukozy i aromatycznego połączenia, a pozbawione wody, najczęściéj w stosunku jednéj cząstki wody na jednę glukozy. Cukry wzoru $C_{12} H_{22} O_{11}$, a także bardziéj złożone jeszcze wodany węgla (mączka, błonnik) są w stosunku do tych związków niejako „glukozydami glukozy". Rzeczywiście bowiem, jeśli „arbutyna" (glukozyd mącznicy) np. jest złączeniem hidrochinonu z glukozą, czyli:

$$\underset{\text{hidrochinon}}{C_6 H_4 (OH)_2} + \underset{\text{glukoza}}{C_6 H_{12} O_6} = \underset{\text{arbutyna}}{C_6 H_4 (OH) O \cdot C_6 H_{11} O_5} + \underset{\text{woda}}{H_2 O},$$

to cukier, jako bezwodnik glukozy, jest również złączeniem zupełnie identycznem dwu cząstek glukozy:

$$\underset{\text{glukoza}}{C_6 H_{12} O_6} + \underset{\text{glukoza}}{C_6 H_{12} O_6} = \underset{\text{cukier}}{C_6 H_{11} O_5 \cdot O \cdot C_6 H_{11} O_5} + \underset{\text{woda}}{H_2 O}$$

Inwersyją wodanów węgla pojmować przeto można — albo i należy — jako podobne „dédoublement", jako przepołowienie, w którem obie (uwodnione) połowy są identyczne (w cukrze trzcinowym wszakże: optycznie różne). Napisane tu wzory, przeczytane w odwrotnym kierunku przedstawią reakcyją uwodnienia.

Krótki ten wstęp z teoretycznéj chemii organicznéj koniecznym był dla wyjaśnienia, o jakich rozkładach—a lepiéj: rozdwojeniach—tutaj mówić chcemy.

Jedną z piękniejszych w swoim czasie zbobyczy (1867 r.), która się niemało przyczyniła do wyjaśnienia w duchu witalistycznym naturalnych „samorodnych" rozkładów, było zbadanie przez van Tieghema znanéj oddawna, — bo od czasu, odkąd datuje sprowadzanie z Azyi (na potrzeby przemysłu) orzeszków galasowych,—fermentacyi garbnika, w tych orzeszkach zawierającego się i dającego przy rozkładzie kwas galusowy. Mikroskopowe zbadanie dokonywającéj się na powietrzu, wywołującéj ciepło, fermentacyi, doprowadziło do wykrycia dwu obok siebie żyjących i działających pleśni, a mianowicie bardzo pospolitego grzybka, Penicillum glaucum (pędzlaka) i innego, który mniéj stanowczo określonym być może jako Aspergillus niger. Zarodniki

obu tych saprofitów są jaknajbardziéj wśród przyrody rozpowszechnionemi i niedziw, że fermentacyja „samorodnie“ występuje. Van Tieghem dowiódł, że gdy pleśni do orzeszków nie dopuścimy, fermentacyja zachodzić nie może.

Chemiczna strona rozkładu tak się przedstawia: „tannina“ w galasowych orzeszkach nie jest czystym garbnikiem, to jest bezwodnikiem kwasu galusowego, lecz glukozydem garbnika, któréj rozmaite nadawano wzory; być zresztą może, że w różnych okazach połączenie garbnika z glukozą rzeczywiście bywa odmiennem. Podajemy tu, zamiast dłuższego zastanawiania się i opisów, formuły chemiczne:

kwas galusowy: $C_7 H_6 O_5 = C_6 H_2 (OH)_3 \cdot C \cdot O.OH$

garbnik: $C_{14} H_{10} O_9 = \left.\begin{matrix} C_6 H_2 (OH)_3 \cdot CO \\ C_6 H_2 (OH)_3 \cdot CO \end{matrix}\right\} O$

tannina według Pelouzea i Liebiga: ($C_{18} H_{16} O_{12}$) $C_{54} H_{48} O_{36} = \left.\begin{matrix} 4 C_6 H_2'' (OH)_2 \cdot CO \\ 2 C_6 H_2' (OH)_3 \cdot CO \\ 2 C_6 H_{11} O_5 \end{matrix}\right\} O_6$

tannina podług Streckera: $C_{20} H_{18} O_{13} = \left.\begin{matrix} C_6 H_2'' (OH)_2 \cdot CO \\ C_6 H_2''' (OH) \cdot CO \\ C_6 H_{11} O_5 \end{matrix}\right\} O_3$

Sześć cząstek wody, przyłączonych do tanniny podług wzoru Pelouzea i Liebiga, a trzy cząstki dołączone do $C_{20} H_{18} O_{13}$, hidratyzują ten glukozyd garbnika całkowicie, rozdwajając go na glukozę i kwas galusowy; mniejsza ilość wody, t. j. 3 H_2O dla wzoru Pel. i Lieb., a 2 H_2O dla wzoru Streckera wystarczyłyby do wytworzenia glukozy i garbnika. Pleśni, powodując rozdwojenie, wytwarzają obok glukozy kwas galusowy wodny. Który z obu grzybków razem tu działających dopełnia téj czynności, czy każdy z nich oddzielnie, czy jeden, czy wreszcie oba one razem są w stanie uwodnić i rozdwoić związek w zupełności — z badań van Tieghema wnosić nie można. Biorąc pod uwagę, że tym istotkom przysługuje — jak wiemy — i zdolność inwertowania czyli „rozdwajania cukru“, — jeśli chodzi o wyraźne podznaczenie analogii, — widzimy, jak łączną jest w naturze inwersyja z działaniem emulsyjnem [1]).

---

[1]) Mimochodem, zaznaczyć wypada, że dopóki obecnym jest jeszcze nierozłożony glukozyd (garbnik), glukoza istnieje jako taka,

Rozkład tanniny połączony z hidratyzacyją garbnika jest jedynym dobrze zbadanym faktem w dziedzinie emulsyi glukozydów przez istoty żywe. Istnieje jednak jeszcze fakt rozkładu glukozydów kory drzewnéj, a mianowicie filiryny (z Phillyrea latifolia) i populiny (Populus tremula = osina) przy fermentacyi mlecznéj, a więc zapewne pod działaniem „podpuszczkowego fermentu“. wydzielanego przez bakteryją mleczną. Filiryna daje glukozę i filigieninę, populina zaś, nie rozdwaja się odrazu do postaci glukozy, lecz daje kwas benzoesowy i salicynę, salicyna zaś zarówno tutaj, jak i pod działaniem emulsyny z migdałów, rozpada się dopiero daléj na glukozę i saligieninę. Czy oba pomienione tutaj związki: filiryna i populina, a zwłaszcza pierwsza i pod działaniem fermentów rozpuszczalnych mogą być rozłożone — nie jest nam wiadomem. Zdawałoby się jednak, że takie glukozydy, którym do zupełnéj hidratacyi potrzeba więcéj cząstek wody niż zawierają cząstek glukozy, nie ulegają tak łatwo „rozdwajaniu“, jak glukozydy, rozkładane przez synastazę (eskulina; dafnina i amygdalina; arbutyna, helicyna, salicyna etc.) i być może, że wymagają działalności istot żyjących, a nie poddają się wpływowi fermentów rozpuszczalnych, w takich przynajmniéj jak zwykłe glukozydy warunkach.

Do tegoż działu zjawisk odnieść wreszcie musimy rozkładowe procesy hidratyzacyi, jakim ulegają np. materyje, zawarte w żółci zwierzęcéj. Od czasów Thenarda i Berzeliusa żółć badaną była przez chemików z małem bardzo powodzeniem; Strecker dopiero (pomiędzy rokiem 1846 — 50) wskazał, że przyczyną zamieszania i trudności przy tych badaniach był i tutaj znowu „samorodny“ rozkład substancyj w żółci zawartych, a przeważnie kwasów żółciowych; w pozostawionéj przez czas pewien na powietrzu żółci występuje rodzaj fermentacyi jakby, podczas któréj najpierw kwas

---

(wskutek przeciwgnilnych własności garbnika), — skoro tylko jednak cała ilość tego ciała przeszła w produkty rozdwojenia, glukoza ulega alkoholowéj fermentacyi, nieodstępnéj towarzyszce rozkładów wśród galasowych orzeszków, znajdujących zastosowanie w garbarstwie i przy fabrykacyi atramentu. (*Przyp. Aut.*)

taurocholowy rozdwaja się, przybierając wodę, na taurynę i kwas cholalowy, daléj kwas glikocholowy na glikokol i tenże kwas cholalowy ($C_{24} H_{40} O_5$); również hidratyzują się azotowe związki żółci: bilirubina przechodzi w bilifuscynę przez proste przybranie wody, a w biliwerdynę i biliprazynę przez uwodnienie, połączone z utlenieniem (Staedeler), co się objawia zewnętrznie przez zmianę zabarwienia żółci, w któréj azotowe te materyje są zarazem barwiącemi, a wraz ze składem chemicznym barwa ich się zmienia.

Niewątpliwie szereg hidratyzacyj „samorodnych"—za czasów Streckera o odszukaniu „winowajców" rozkładu nie mogło być mowy, — znacznym jest w przyrodzie; postępy chemii (fizyjologicznéj) z jednéj, a bijologii z drugiéj strony, powinny dział ten w przyszłości w ciekawe i liczne zbogacić fakty. Dorzućmy tu jeszcze uwagę, że Fitz zbadał ciekawe rozkłady przez hidratacyją rozmaitych wapiennych soli organicznych: jabłczany dają obok CO_2, bursztynian, octan i węglan odpowiedniéj soli; winian wapnia hidratyzuje się z wydzieleniem wodoru, co stanowi ciekawe połączenie hidratyzacyi z odtlenianiem (?). Czynne w tych reakcyjach są rozszczepkowe bacylle. (Przez wzmiankę tę na tem miejscu nie chcemy bynajmniéj powiedzieć, że hidratacyja ta lub inna ma charakter właściwego „rozdwojenia").

94. **Fermentacyje cukrów: śluzowa cz. mannitowa i gumowa cz. dekstranowa.** Obok zjawisk właściwéj hidratyzacyi pozwalamy sobie w jednym szeregu postawić zjawiska rozkładów, jakim podlegać mogą cukry: jakkolwiek rozkłady te łączne są najwyraźniéj z uwodnieniem i odwodnieniem odnośnych wodanów węgla, nie możemy jednak twierdzić, że na przybraniu i wydzieleniu cząsteczek wody całkowicie, a choćby nawet głównie polegają.

Lepiéj zbadaną jest z dwu różnych, choć niewątpliwie blizkich sobie przemian, o których mówić tu chcemy, fermentacyja śluzowa. Nierzadko widzieć się daje, że soki jarzyn, a także wody z ługowania ziarn zbożowych lub krochmalu otrzymane, stają się śluzowatemi. Przeobrażeniu temu ulegają cukry owocowe, mączka roślinna, oraz cukier trzcinowy (krystaliczny), zwłaszcza wobec dość obfitéj substancyi azotowéj. Pasteur, badając produkty tego rozkładu,

przekonał się, że powstaje tutaj śluzowata, do gumy podobna materyja o składzie chemicznym $C_6 H_{10} O_5$, będąca przeto glukozą, pozbawioną 1 cząstki wody, daléj mannit, $C_6 H_{14} O_6$ (por. § 90) i nieodzowny przy rozkładach dwutlenek węgla. Z zestawienia pracy Pasteura i Monoyera da się wyprowadzić wniosek, że przemiana idzie tu w dwu naraz kierunkach; najprostszemi stosunkami wyrazić to można przez formuły (dla glukozy):

$$6\,C_6 H_{12} O_6 = 6\,H_2 O + 6\,C_6 H_{10} O_5 \qquad (1)$$

oraz

$$13\,C_6 H_{12} O_6 + 6\,H_2 O = 12\,C_6 H_{14} O_6 + 6\,CO_2 \qquad (2)$$

co dodając razem otrzymamy:

$$19\,C_6 H_{12} O_6 = 6\,C_6 H_{10} O_5 + 12\,C_6 H_{14} O_6 + 6\,CO_2$$

ale jeśli przeważa pierwsza reakcyja, odwodnienia (1), to więcéj może się wytworzyć gumy i wody; przy podwójnéj np. ilości glukozy, podlegającéj odwodnieniu, będzie w ogólnym rezultacie:

$$25\,C_6 H_{12} O_6 = 12\,C_6 H_{10} O_5 + 12\,C_6 H_{14} O_6 + 6\,CO_2 + 6\,H_2 O.$$

Pasteur znalazł przy analizie ten ostatni stosunek mannitu do gumy i do CO_2; Monoyer zaś wykazał, że stosunek się zmienia i że jeszcze więcéj stosunkowo gumy, niż według tego ostatniego wzoru wypada, otrzymywać można. Wobec dwu odwrotnych zupełnie reakcyj, z których tylko druga wytwarza rozszczepienie i przeto daje w rezultacie ciepło [1])

---

[1]) Dziwnem na pozór zdawać się może, że przy „rozkładzie" czy „fermentacyi" otrzymuje się z glukozy mannit, związek bogatszy o dwa atomy wodoru, mający — jak wiadomo — charakter „sześcioatomowego" alkoholu ($C_6 H_8 (OH)_6$). Lecz zwrócić należy uwagę, że z 13 równoważników glukozy otrzymujemy 12 tylko cząstek mannitowych, a wszystek węgiel trzynastéj cząstki cukru uległ spaleniu. Jest więc to takie same zjawisko, jak powstanie kwasu masłowego ($C_4 H_8 O_2$) z mlecznego ($C_3 H_6 O_3$), gdzie nie równe lecz zupełnie różne otrzymujemy równoważniki Pod względem kaloryficznym równanie Monoyera podane dla powstawania mannitu (2) wytrzymuje krytykę; jeśli bowiem z v. Rechenbergiem przyjąć ciepło spalenia dla równoważnika mannitu = 760, gdy ciepło to dla glukozy jest tylko 713, to i wtedy jeszcze $13 \times 713 = 9269 > 12 \times 760 = 9120$. Jakie są termiczne stosunki dla reakcyi

możnaby przypuścić, że czynnemi są dwa odrębne organizmy. I rzeczywiście Pasteur znalazł przy téj fermentacyi drobne mikrokoki czy bakteryje i duże, nieforemne bryłki o bardzo szczególnym wyglądzie zewnętrznym: co do jednéj i co do drugiéj formy niema dotąd żadnych bijologicznych szczegółów. Cały przebieg zjawiska musi być dopiero poddany bardziéj dokładnym badaniom. Śluz, wzoru $C_6 H_{10} O_5$, otrzymywany tutaj, zdaje się być wodanem węgla, któremu Scheibler nadał nazwę dekstranu, a z którym bliżéj zaznajomić nam się teraz wypada w odmiennéj zupełnie fermentacyi, noszącéj nazwę gumowéj.

Druga, mało także wyjaśniona fermentacyja „gumowa" odznacza się tem, że cukier przeobraża się szybko i w wielkich ilościach na białe i przezroczyste, po powierzchni pływające, a potem całe naczynie lub zbiornik cały wypełniające ciało, podobne do żabiego skrzeku. Jestto wielka, ogromna zooglea drobnego bardzo mikrokoka, który tonie niejako w grubéj otoce gumowéj. Fermentacyi téj ulegają soki w cukrowniach, o ile się zdaje tylko przy obojętnéj zupełnie reakcyi soku i z tego powodu zwrócił na zjawisko to uwagę prof. Cieńkowski, który pierwszy wykazał, że wewnątrz „skrzeku" znajduje się grzybek i własności tego grzybka dość dokładnie podówczas opisał. Scheibler zbadał rzecz ze stanowiska chemicznego, określił własności gumy, któréj nadał nazwę dekstranu; wreszcie Van Tieghem dopełnił obserwacyj Cieńkowskiego, a zarazem grzybkowi nadał nazwę Leuconostoc mesenterioides. Są to paciorkowate kuleczki, leżące wśród grubéj warstwy gumy dekstranowéj (por. fig. 1 e); u kuleczek tych w niepomyślnych do życia warunkach zachodzi owocowanie, wytwarzanie zarodników trwałych. Grzybek może się też rozwijać jako zooglea

---

odwodnienia (1), niewiadomo, bo ciepło spalenia dekstranu nie zostało oznaczonem; lecz trzeba przypuścić, że zachodzi tu nie wydzielenie lecz pochłanianie dzielności zzewnątrz, że więc samodzielnie, bez udziału innych procesów, wytwarzających dodatnią różnicę ciepł spalenia, proces odwodnienia i zamiany cukrów na gumę dekstranową, miejsca mieć nie może. Rzecz ta wielce ważną jest dla teoryi rozkładów wogóle i wymaga zbadania naukowego. (*Przyp. Aut.*)

na skrawkach jarzyn i t. p. Odznacza się szybkością plenienia i wielką na gorąco wytrzymałością (co się tłumaczy przez złe przewodnictwo dekstranu, tworzącego otoczkę); może on rozkładać glukozę (przyczem zdaje się znosi kwaśną reakcyją) i cukier trzcinowy (przy reakcyi obojętnéj). Chemicy utrzymują, że cukier ten ulega wprost rozszczepieniu $C_{12} H_{22} O_{11} = C_6 H_{12} O_6 + C_6 H_{10} O_5$, i że glukoza otrzymana jest wyłącznie lewulozą (§ 90); van Tieghem dowiódł wszakże, że cukier ulega uprzednio inwersyi, po ukończeniu któréj, prawa glukoza ulega fermentacyi dalszéj szybcéj niż lewuloza. Czy grzybek posiada też formę życiową nie zooglealną lecz zwykłą, tego przez odpowiedni zasiew zarodników Van Tieghem skonstatować nie zdołał. Prawdopodobnem się wydaje, że owe mikrokoki poprzedniéj (mannitowo-dekstranowéj) fermentacyi mogą być w związku z zoogleą Leuconostoc mesenterioides.

Najbardziéj godnem uwagi jest to, jak znaczny procent ciała fermentującego, t. j. cukru, staje się produktem rozkładu, t. j. dekstranem. Według Van Tieghema stosunek ten może dochodzić do 45%, co jest anormalną wśród rozkładowych zjawisk okolicznością; gdy zwykle organizm nieznaczną zaledwie odrobinę względnie do rozłożonéj stanowi materyi (por. § 36), to w tym wypadku stosunek jest widocznie wyjątkowo ogromny i warunki dla dzielności, kosztem któréj życie tak bujne się rozwija, muszą być niezwykłe i zasługują specyjalnie na bliższe zbadanie.

Znaną jest choroba win słodkich, które stają się „ciągnącemi się czyli tłustemi“ (vin gras ou filant); wino takie ciągnie się na „nitkę“. Chorobę tę badał i opisał Pasteur, a opis jego, porównany z nagromadzonemi z innych zródeł danemi, nakazuje przypuszczać, że główną rolę w téj przemianie wina gra właśnie ów grzybek „żabiego skrzeku“, Leuconostoc mesenterioides.

II. Rozkłady wtórne: przeobrażenia materyi niewęglowéj.

1. Rozkłady w połączeniach azotu (N).

95. **Fermentacyja saletrzana.** Tak najwłaściwiéj nazwaćby można rozkład, mocą którego wodorne związki azo-

tu: amonijak, sole amonijakalne i amidy, (a może także i imidy) przechodzą w połączenia tlenowe, w grupę „saletrorodu“ cz. „nitrylu“ $(NO_2)'$; zapewne przejściową fazą w fermentacyi téj jest utlenienie połowiczne, t. j. zamiast téj nitro grupy $(NO_2)'$ otrzymuje się grupa nitrozo $(NO)'$, zamiast związków kwasu „saletrzanego“ cz. azotnego (azotanów), rodnik kwasu azotawego (azotony). Że rozkład taki w naturze często zachodzi, dowodem tego obfite „wykwity“ saletry przy wszelkich rozkładach—zwierzęcéj zwłaszcza (azotowéj) materyi—występujące. Jak wiadomo, naturalnym sposobem otrzymywania saletry jest gromadzenie wielkich śmietnisk, które, należytą znajdując wilgoć, ulegają „spaleniu gnilnemu“ (por. § 81); pod koniec owego zjawiska szybko przebiega proces saletrzanéj fermentacyi amonijaku i związków amidowych, powstających z rozkładu materyj białkowych, a również i atmosferycznego amonijaku. W śmietnikach, stajniach, oborach i t. p. również często „wykwita“ saletra pod postacią igiełkowatych, białych kryształków. Chemiczne przeobrażenie, jakie się tu dokonywa, przypisywano dotychczas wyłącznie utleniającemu działaniu tlenu (?), jakkolwiek utlenianie amonijaku czysto chemicznemi środkami z trudnością wydaćby mogło tlenowe połączenia azotu; azot nie łączy się z tlenem przy spalaniu amonijaku i wydziela się przeważnie w stanie pierwiastku. Od roku 1877 gdy paryscy profesorowie Schloesing i Müntz, a jednocześnie prawie anglik, Warington znaleźli żyjątko „nitryfikujące“, czyli odkryli grzybka saletrzanéj fermentacyi, gdy zbadanie warunków, przy których grzybek ten żyje i rozwija się, zupełnie odpowiedziało wszystkim niemal z praktyki znanym okolicznościom, w jakich z jednéj strony zachodzi, a z drugiéj strony zajść nie może (por. § 100)—nitryfikacyja amonijaku; nie ulega prawie wątpliwości, że nader ważny w ekonomii przyrody proces „osaletrzania“ jest wyłącznie, a conajmniéj przeważnie, dziełem drobniutkiego żyjątka. Micrococcus (?), jaki wywołuje to zjawisko, jest jedną z najbardziéj drobnych istot, jakie w szeregu „najdrobniejszych“ spotykać się zdarza; jestto ziarenko o słabym bardzo obrysie, przy niewielkiéj ilości osobników trudno nawet dostrzegalne, niezupełnie okrągłe, lecz jakgdyby

obciosane na granistych krawędziach. W pomyślnych warunkach rozwija się szybko w niesłychanéj ilości i widocznem się staje wśród płynu — jako „męty“, jako nieprzezroczystość wody, jako t. zw. „opalizacyja“ — nawet dla gołego oka. Pomyślnemi warunkami dla rozwoju tego „najdrobniejszego“ (?) z saprofitów są: sprzyjająca, dość wysoka temperatura, słaboalkaliczne jeśli nie obojętne oddziaływanie i niewielka obfitość materyj organicznych, łatwo gnilnych i fermentujących. W obecności tych ostatnich substancyj rozwijają się bowiem inne żyjątka, biorące przewagę nad mikrokokiem saletrowym, a dopiero po przegniciu i przefermentowaniu związków węglowych, następuje pomyślny dla tego grzybka nitryfikującego okres i zjawia się szybka wegietacyja drobniutkiego żyjątka tego. Najlepszym ośrodkiem dla rozwoju jest z jednéj strony uprawna, wynawożona i spulchniona zwłaszcza warstwa ziemi ornéj, o zapewnionym przystępie powietrza, z drugiéj strony wszelkie wody ściekowe, wody kanałów i t. d. Ciepło, niewynoszące 12° C., zaledwie zdolne jest zapewnić grzybkowi żywot znośny; najlepszość temperatury leży przy 37° C. i wtedy szybkość nitryfikacyi (caeteris paribus) jest dziesięciokrotną w porównaniu z przebiegiem jéj przy 14°; już jednak przy 45° ciepła zjawisko nielepiéj niż przy 14° przebiega, a przy 50° zupełnie znów niemal ustaje; powyżéj 55° śladów żadnéj przemiany już niema. Do zabicia grzybka jednak potrzeba około 10 minut temperatury wrzenia wody (100°). Oczywiście rozwój grzybka pociąga za sobą zmianę oddziaływania ośrodka; słaboalkaliczna reakcyja, wywołana czy to przez sole amonowe, czy przez amidy, a często przez obce ciała (w ziemi — wapno; w roztworach — węglan wapnia), staje się coraz słabszą przez wyczerpanie zasad amonijakalnych (por. jeszcze z przypiskiem) i przez łączenie się zasady stałéj (wapna) z rodnikiem saletrowym na sól azotową. Niepodobna, rozważając warunki rozwoju saletrotwórczego tego grzybka, nie poznać w nim przyczyny zjawiska, występującego niekiedy w sokach cukrowniczych przy fabrykacyi cukru z buraków, a noszącego nazwę „opalizacyi soku“. Drobniutkie męty jakby mgła wśród płynu, powstają najczęściéj wtedy, gdy sok w niedość wysokiéj trzymanym bywa tempe-

raturze (inne grzybki w gorącym i alkalicznym soku nie mogą się rozwijać); z praktyki cukrowniczéj wiadomo, że opalizacyja ta, sama w sobie niebardzo dotkliwa, prowadzi często do zgubnych następstw. Drobne ziarnka, przyczynę opalizacyi stanowiące, przechodzą przy najstaranniejszéj nawet laboratoryjnéj filtracyi. Jeśli pyłki te są w rzeczy saméj mikrokokiem saletrotwórczym, jeśli pod ich działaniem kosztem amonijaku w soku powstają azotany, to popierwsze zmniejsza się i znika ewentualnie alkaliczność („niestała“ i „stała“), a powtóre wytworzony azotan wapnia (lub inny) jest solą o wybitnym charakterze melasotwórczym (doświadczenia Lagrangea nad wpływem „melasotwórczym“ różnych soli). Wszystko to razem dowodzi, że grzybek (micrococcus) Schloesinga i Muntza musi być w naturze bardzo rozpowszechnionym, a jedynie przez silniejsze odeń saprofity, zwłaszcza przy niepomyślnych warunkach dostępu powietrza lub niekorzystnéj temperaturze, zagłuszonym i niedopuszczonym do rozwoju zapewne bywa. W naturze wszędzie, gdzie zachodzi „wykwit“ saletry, warunki są właśnie takie, jakie według badań uczonych za odpowiednie do rozwoju „opalizującego“ mikrokoka uznanemi zostały. Wspomnieć wypada, że według Warringtona, przy mniéj pomyślnych warunkach, tenże grzybek wywołuje przemianę słabszą, t. j. utlenia rodniki azotowodorne nie do postaci azotanów lecz zamienia je tylko na azotony. Badacz ten stwierdził pewien rodzaj „wycieńczenia“ fizyjologicznego (por. §§ 55, 64—66) u grzybka, który długo pozostawał wobec wytworzonych już przez siebie azotanów: zasiany w nowym płynie amonijakalnym, grzybek ten ma być podobno niezdolnym do wytwarzania kwasu azotnego i tworzy wtedy jedynie azotony. Rzecz ta wymaga jednak jeszcze sprawdzenia. Z dawniejszych doświadczeń Boussingaulta, również jak i z nowych prac Schloesinga z Muntzem wynika fakt, że ilość azotu otrzymana w postaci saletrzanéj soli nie dorównywa bynajmniéj ilości, jaka w substancyi przed fermentacyją się znajdowała. Na czem polega strata azotu, jest jeszcze rzeczą zupełnie ciemną. Zdawałoby się, że azot uchodzi w powietrze pod postacią gazową, jako azot, a jakkolwiek obok zjawiska utleniania mogłaby się dokonywać tutaj równoległa czynność,

rozszczepienie amonijaku, — tak samo jak obok fermentacyi mlecznéj w przyrodzie zachodzi masłowa redukcyja, z wydzieleniem wodoru, — jakkolwiek podobną redukcyją aż do gazowego pierwiastku, azotu, stwierdził stanowczo Dietzell przy fermentacyjach krwi i moczu bydlęcego, to jednak, zdaje się, że azot powstaje tu drogą czysto chemicznego rozkładu substancyj organicznych (leucyny ?) lub amonijaku [1]).

96. **Odtlenienie (redukcyja) azotanów.** Nie podlega wątpliwości, że istotki najdrobniejsze, mające charakter odtleniaczy (anaérobies, §§ 88—90) związków węgla, są też odtleniaczami dla soli kwasu azotnego i mogą przemieniać azotany na azotony, być może zaś daléj jeszcze redukcyją związku posuwać. Wiadomem jest to przynajmniéj co do pewnych pasorzytniczych „bezpowietrznych" grzybków, jak bakteryja kurzéj cholery, bacyllus karbunkulowy i Bacillus oedematis, t. j. bacyllus puchliny (opuchliny) złośliwéj, o których Duclaux twierdzi, że odtleniają azotany i przeobrażają je na azotony. Z doświadczeń Déhéraina i Maquennea zdawałoby się, że własność tę posiada także Bacillus butyricus s. amylobacter (§§ 87—88). W przedsięwziętych przez nich doświadczeniach, a także w innych z tegoż samego czasu (1882 r.) doświadczeniach, dokonanych przez Gayona i Dupetita, rozszczepienie odtleniające posuwało się czasem aż do wydzielania czystego, gazowego azotu. Wszystkie te doświadczenia jednak zanadto szwankują pod względem wystudyjowania cech bijologicznych, dyjagnoza istotek zbyt tu jest niepewną, aby co do natury działaczy „denitryfikujących" można mieć urobione pojęcie. W ściekach i wogóle w płynach zawierających azotany oraz materyją organiczną, a niepodle-

---

[1]) Wiadomo, że działanie niższych tlenków azotu, a kwasu azotawego w szczególności, rozkłada organiczne materyje azotowe z wydzieleniem czystego azotu; tak np. mocznik daje dwutlenek węgla, azot i wodę; kwas hipurowy daje kwas benzoiloglikolowy, $(CH_2(O.C_7H_5O)CO_2H)_2$ wodę i również azot. Jestto jedynie przeniesiona na pole amidów organicznych, taż sama reakcyja, jaką wykazuje amonijak, typowy, nieorganiczny związek, pod działaniem kwasu azotawego. Podstawowa reakcyja streszcza się we wzorze: $2\ NH_3+N_2O_3=3\ H_2O+2\ N_2$. (*Przyp. Aut.*)

gających wpływowi powietrza, już w r. 1872 zauważył Meusel wytwarzanie azotonów przez „bakteryje,“ występujące pod postacią mętów w przejrzystéj poprzednio cieczy.

Proces odtleniania związków azototlenowych nie jest tak ważnym w przyrodzie jak poprzedni, o ile się zdaje, lecz zapewne należy do bardziéj powszednich także zjawisk. Jest on jednak najmniéj dotychczas zbadanym w całym może szeregu rozkładów naturalnych i dlatego na krótkiéj notatce tylko ograniczyć się tutaj musimy.

97. **Uwodnienie mocznika.** W §§ 92 do 94, rozpatrywaliśmy hidratacyje związków węglowych, przeważnie wodanów węgla: elementy wody — wodór zarówno jak tlen— przybywają przy téj hidratacyi do grup węglowych, zmieniając naturę chemiczną pojedyńczych grup węglowych, przeprowadzając np. bezwodnikowe na wodne, inne znów grupy na kwasowe $(CO.R'')+H_2O=(RH)'.CO.OH$ i t. p. Obecnie zwrócić się musimy ku zjawisku hidratacyi mocznika, gdzie karbonil (CO), przybierając tlen z wody, staje się rodnikiem soli węglanéj, lecz wodory téjże wody hidrogienizują azot, przeistaczając grupę amidową (NH_2) w amonową (NH_4). Przeobrażenie zachodzi tu raczéj w naturze grupy azotowéj, a bynajmniéj nie polega na uwodnieniu rodnika bezwodnikowego, jakiego mocznik, będący amidem karbonilu: $CO(NH_2)_2$, wcale w sobie nie zawiera. Jeśli uwodnienia, rozpatrywane w §§ 92—93, były rozdwojeniem i przepołowieniem, to tutaj reakcyja ma odmienny zupełnie charakter i jest poprostu przyłączeniem się elementów wody.

Mocznik jako ostateczny produkt wydzielenia nieprzyswojonego przez ludzki i zwierzęcy (zwierząt mięsożernych) organizm, azotu, znanym jest przeszło od wieku (1773, de Rouelle), otrzymanym zaś syntetycznie z pierwiastków mineralnych przeszło od pół wieku (1828, Wöhler). Rozkład, jakiemu ulega mocz na powietrzu, wyraźny zapach amonijaku, wydzielający się przy tym rozkładzie i drażniący powonienie, znany jest każdemu, a przed półwiekiem już przeszło Dumas wykrył, na czem ten rozkład polega i postawił formułę uwodnienia: $CO.(NH_2)_2+2\ H_2O=CO.(ONH_4)_2$. W roku 1843 Jacquemart dowiódł, że osad mętny fermentującego moczu jest ważnym czynnikiem i propagatorem rozkładu,

Müller (1860) porównywał go z drożdżami fermentacyi alkoholowéj, lecz dopiero Pasteur, zbadawszy osad ten (1860 r.) pod mikroskopem, wyraził przekonanie, że jestto również jak drożdże, żywa istota, a „fermentacyja amonijakalna" jest równie dobrze witalistycznym procesem jak „alkoholowa." Micrococcus ureae Cohn, żyjątko, paciorkowato rozpleniające się i powodujące uwodnienie, znanem nam jest już z wzmianek poprzednich, w §§ 66 i 76. Wiemy, że wydziela ono ferment, oddzielony i zebrany przez Musculusa i że ferment ten jest w stanie zupełnie tak samo uwodniać mocznik, jak grzybek żyjący. Obok mocznika w moczu niektórych ssących, a w większych ilościach w moczu wszystkich roślinożernych, znajduje się kwas hipurowy czyli benzoiloglikokol ($C_7H_5O.NH.CH_2COOH$); otóż pod działaniem tegoż samego (van Tieghem) lub bardzo zbliżonego mikrokoka, kwas ten ulega również uwodnieniu i daje ($+H_2O$) kwasy benzoesowy ($C_6H_5CO.OH$) i amidooctowy czyli glikokol ($NH_2.CH_2.COOH$). Tutaj uwodnienie bardziéj już jest zbliżone do typu rozdwojenia, jaki przedstawiało nam poprzednio, w §§ 92—93, lecz i tu jeszcze część wody (atom wodoru) hidrogienizuje rodnik azotowy w glikokolu.

O ile pod względem energii, jaka w rezultacie tych przemian chemicznych się wyzwala na potrzeby życiowe grzybka, zachodzi tu wybitniejsza różnica z inwersyją i podobnemi zjawiskami uwodnienia, o tem nic nas nie poucza. Być może, że Micrococcus ureae żyje w znacznéj części kosztem téj przemiany i że ta stanowi nie poboczną lecz podstawową, zasadniczą stronę jego bytu. W organizmie zwierzęcym na wytworzenie mocznika z elementów składowych, dwutlenku węgla z jednéj, a amonijaku z drugiéj strony, zatraca się pozornie dość znaczna ilość dzielności. Odwodnienie tego połączenia, nie polegające na wydzieleniu wody i utworzeniu bezwodnika, lecz na utracie tlenu z jednéj (CO_2), a wodoru z drugiéj (NH_4) strony, prawdopodobnie dość wiele „pracy" kosztuje; zapewne więcéj, niż proste odłączenie cząstek wody ze związku, mającego charakter wodanowy (hidratu). Cała owa „praca" zwierzęca, odnaj-

duje się teraz przy rozkładzie mocznika i oto kosztem téj, złożonéj w tym „karbamidzie“ dzielności, żywi się, pleni i rozwija Micrococcus ureae [1]).

Dla pełności naszego przedstawienia, winniśmy dodać, że Musculus otrzymał ferment rozpuszczalny, uwodniający mocznik, nietylko z płynu, w którym hodowany był Micrococcus ureae, lecz także i przez zebranie śluzu z pęcherza moczowego w czasie kataru pęcherza; zapewnia on, że w śluzie tym nie było żadnych istot żywych lub organizowanych. Wymaga to sprawdzenia. Z drugiéj strony, Miquel opisuje dwa inne organizmy, mogące dość szybko i energicznie wywoływać „amonijakalną fermentacyją“ mocznika: jednym z nich jest Bacillus ureae Miquel, drugim pleśń, z rodzaju Aspergillus (?); bijologiczne dyjagnozy Miquela nie są jednak dość pewne i potrzebują także dalszego uzupełnienia, jeśli nie sprawdzenia.

2. *Rozkłady siarkowe.*

98. **Witalistyczne powstawanie siarki.** Piątym pierwiastkiem zasadniczym materyi białkowéj obok czterech głównych (C,H,O,N) jest siarka. Przy dekonstytucyi białka, siarka musi mieć swoje koleje, tak, jak azot (por. wyżéj) i wogóle wszelki składnik materyi (o fosforze specyjalnie nic prawie nam niewiadomo) ma swoje. Przemiany, jakim ulega siarka przy procesach utleniania materyi, nie są nam znane

---

[1]) Do niedawnego jeszcze czasu fizyjologowie uważali mocznik za produkt „utleniania“ azotowéj materyi, nieprzyswojonéj przez organizm. Dopiero świeże doświadczenia Schmiedeberga i de Knierima, Hallervordena, Salkowskiego, Federa i Voita oraz Drechsela stanowczo poprowadziły do wniosku, że mocznik tworzy się z elementów: dwutlenku węgla i amonijaku. Drechsel nie przypuszcza, aby miał się tworzyć węglan amonu i aby ten tracić miał dwie cząstki wody, lecz utrzymuje, że zapewne drogą syntezy otrzymuje się amidowęglan amonu ($CO_2 + 2NH_3 = CO{<}^{NH_2}_{ONH_4}$) a ten niestały związek rozkłada się na mocznik i wodę; przypuszczenie to opiera na wykryciu w krwi u psa śladów amidowęglanu.

(*Przyp. Aut.*)

i nie wiadomo, czy pod fizyjologicznem działaniem istotek rozkładu wytwarza się kwas siarkawy (dwutlenek siarki) i sole siarczane. Natomiast dobrze znanem i powszechnem zjawiskiem przy psuciu się (§ 86) i wszelkich rozkładach bezpowietrznych jest wydzielanie się siarkowodoru, którego zapach z tego powodu pospolicie określanym bywa jako zapach „zepsutych jaj.“ To samo zresztą wiemy i odnośnie do fosforu zawartego w białku, który przy tych zjawiskach również jako fosforowodór (zapach „zgniłéj ryby“) się wydziela. Skonstatowanie gołego chemicznego faktu nie jest jeszcze wszakże naukową, istotną wiadomością. Rodzi się pytanie: czy specyjalne jakie istotki wywołują powstawanie tych połączeń wodornych; czy też zachodzi tu chemiczne, drugorzędne działanie, bez fizyjologicznego wpływu; lub wreszcie, czy większość, a może ogół nawet, grzybków „odtleniających,“ mianowicie zaś te, które przy rozszczepieniu wytwarzają między innemi i wodór (§§ 87—88), mogą wywoływać i powstawanie związków wodornych siarki i fosforu. Z doświadczeń Miquela, o których wspomnimy w następującym §, zdawałoby się, że nietyle pod fizyjologicznem działaniem grzybka, ile wprost wskutek chemicznych własności powstającego (in statu nascendi) wodoru, siarka i fosfór się hidrogienizują. Wspomnieliśmy już w § 86, że niekiedy przy odtlenianiu, siarka łączy się wprost z węglem, tworząc CS_2 czyli siarek węgla (gnicie kapusty), który jednakże jest wysoce przeciwgnilną, zauważyć należy, substancyją.

Oddzielną grupę rozkładaczy, specyjalnie siarkowych, stanowią grzybki, które obok redukcyi siarczanów na odpowiednie sole siarkowodoru czyli na siarki, mają charakterystyczną własność posuwania redukcyi jeszcze o stopień daléj i zdolne są wprost wytwarzać rodzimą siarkę, ziarna czystéj siarki wydzielając we wnętrzu swego organizmu. Pierwszą istotą, poznaną w szeregu tych wytwórców siarki, jest nitkowata, w formie wodorostu rosnąca Beggiatoa alba Vauch., która wskutek zalegających jéj wnętrze ziarn siarkowych (fig. 9 a), ma zwykle białawo-mleczny, rzadziéj przezroczysty wygląd. Rozszczepkowy ten grzybek, mający obyczaje wodorostu, charakteryzuje prze-

dewszystkiem gorące źródła siarczane, w których jest bezpośrednią przyczyną osadzania się siarki i do pewnego stopnia produkcyi siarkowodoru; przyczynowy charakter roślinności w źródłach siarczanych, względnie do zachodzącego tutaj zjawiska rozkładu siarczanów, stwierdzony został przed laty kilkunastu (1870) przez Cramera i Lotaryjusza Meyera, na mocy obserwacyi zjawiska w zdrojowiskach szwajcarskich i szląskich, a także na mocy sztucznéj hodowli Beggiatoi w roztworze z siarczanem sodu. Ostatnio znów (1882) podobne doświadczenia wykonywali Plauchud oraz Etard i Olivier, a z prac tych ostatnich spostrzegaczy wnioskowaćby należało, że Beggiatoa, jakkolwiek odtleniającą w najwyższym stopniu dokonywa czynność chemiczną, lepiéj żyje w warstwach wierzchnich, bardziéj obfitujących w tlen, niż tam w głębi, gdzie tlen zupełnie przez nią wyczerpanym został. Ta dążność do tlenu, u istoty, prowadzącéj energiczne odtlenianie, jest wielce interesującym faktem, gdyż daje nam przykład życia, bynajmniéj nie „anaerobijnego“ (wedle zasad Pasteura), a dającego w rezultacie najistotniejsze odtlenienie. Wyznać wszakże należy, że cytowany ostatnio fakt, niezupełnie w przyrodzonych warunkach życia Beggiatoi stwierdzenie swe znajduje, gdyż w jeziorach, morzach i bagnach, gdzie gniją białkowe materyje w obfitości, Beggiatoa i jéj towarzysze flory odtleniającéj żyją zazwyczaj na dnie samem, prowadząc tutaj dzieło rozkładu i wydzielając siarkę. Sprzeczność co do tego winna być przez dalsze badania dopiero usuniętą. Jeśli Beggiatoę z ziarnami siarki czystéj przenieść do ośrodka, w którym niema siarczanów (lub innych odpowiednich związków siarkowych), to siarkowe skupienia znikają; pojawia się, odwrotnie, siarka, gdy grzybek do odpowiedniego znów przeniesionym będzie ośrodka. Według Zopfa, młode osobniki nigdy nie są „siarkonośnemi;“ dopiero u starszych poczyna się charakterystyczne wytwarzanie ziarn siarkowych wewnątrz roślinki.

Obok pospolitéj Beggiatoi, (B. alba) dość częstą jest jeszcze odmiana, żyjąca zarówno w słodkiéj wodzie jak i w solankach, opisana (1873) przez Lankastera, a któréj nadał Zopf nazwę Beggiatoa roseo-persicina; tutaj ziarna siarki bywają ciemnowiśniowego do brzoskwiniowego odcienia.

Ta pięknie zabarwiona Beggiatoa z wielką łatwością przechodzi w stan zooglealny i opisywaną była w téj zajmującéj, siatkowéj formie swojéj, jako Clathrocystis roseo-persicina Cohn.

Skupienia siarki w różnych odcieniach znajdowane są i u różnych, czy to w błotach i miejscach bagnistych, czy też w solankach i na morskich wybrzeżach żyjących form, podpadających (ze względu na kształty ciała) pod nazwę Spirillum; z tych to ruchliwych spirylowatych form, najpospolitszą jest S. sanguineum (Ophidomonas sanguinea Ehrbg.), mająca barwę krwistoczerwoną wskutek ciemnych ziarn siarki; cały zaś szereg pokrewnych odmian opisał Warming, który zbadał wybrzeża duńskie. Zopf jednak dowodzi, że owe Spirille czy Ophidomonady są to jedynie oderwane od pnia macierzystego i samodzielnie żyjące, odmłodzone Beggiatoe, których rozwój rzeczywiście wydaje formy, bardzo do spiryllów zbliżone (por. fig. 9 a_2 i a_3 z fig. 6); Ophidomonas sanguinea (fig. 6*b*) ma być odmłodzoną pływką Lankasterowskiéj Beggiatoa roseo-persicina.

Do bijologicznéj charakterystyki Beggiatoi dodać tu należy, że niteczki téj wodorostowatéj roślinki wykonywają łagodne, falisto-pełzające ruchy, drgają i przelewają się stopniowo oddalającym się ruchem falistym, wielce dla tego szczególnego saprofita charakterystycznym. Zauważyć także koniecznie wypada nadzwyczajną zdolność tych grzybków do przystosowywania się i znoszenia rozlicznych warunków temperatury; w gorących źródłach, w temperaturze 50—60° i wyżéj jeszcze, żyje Beggiatoa równie dobrze jak w pokojowéj lub chłodniejszéj niż pokojowa temperaturze.

Jeśli siarkonośne spirylle zaliczyć i włączyć do rozwoju form Beggiatoa, to i wtedy jeszcze formy te nie będą w żadnym razie jedynemi istotami uskuteczniającemi redukcyją siarczanów, produkującemi zaś siarkowodór i siarkę. Obok Begg. alba i ciemnych odmian, żyją zawsze różne Oscylarye (wodorosty rozszczepkowe), które również te same mają fizyjologiczne własności. Według Etarda i Oliviera i pomiędzy chlorofilowemi wodorostami (rodz. Ulothrix) znajdują się fizyjologiczni towarzysze zarówno Beggiatoi jak

Oscylaryj, dokonywający na tych samych prawach odtlenia-nia siarczanów w głębiach wód stojących.

---

99. *Natura produktów przy rozkładach.* Kolejno przeszliśmy wszystkie, lepiéj nam znane i bardziéj typowe rozkłady materyi organicznéj. Przegląd nasz nie jest kompletny [1]); nie szło nam o wyczerpanie całego naukowego, aż do drobnostek i notatek, materyjału, lecz o ugrupowanie przed czytelnikiem rozkładów, dokoła nas codziennie zachodzących, z możliwem wykazaniem, w jakich okolicznościach i pod działaniem jakich przyczyn „żyjących" rozkład dany się dokonywa. Gdzieniegdzie tylko pozwoliliśmy sobie wskazać organizmy mniéj ważne (Micr. oblongus i t. p.), a odstępstwa te uczyniliśmy dla lepszego uwydatnienia ciekawych przejść w bijologii naszych saprofitów, lub dla należytego oświetlenia systematu i podziału zjawisk na grupy, jaki tutaj pozwoliliśmy sobie przeprowadzić.

Przy opisie różnych typowych rozkładów, kładliśmy nacisk na to, że w przyrodzie nie stanowią one nic zamkniętego i w sobie ściśle odgraniczonego, lecz że występują obok innych, idąc prawie zawsze ręka w rękę z tamtemi, że przebiegają tak lub inaczéj, że przeto nie są niczem, ściśle udeterminować się dającem, lecz że należy je uważać za zjawiska, w których zasadniczem jest jedynie pewne oznaczone rozszczepienie czy utlenienie, a od głównego produktu tego rozszczepienia lub utlenienia „fermentacyja" w praktyce zazwyczaj otrzymuje swoją nazwę. Związki, jakie tą drogą rozkładu z pierwotnéj materyi powstają, należy uważać raczéj za produkty chemicznéj—a może właściwie kinetyczno-molekularnéj—reakcyi, niż za produkty „organizmu" grzybkowego, jako takiego. Nie są to „wydzieliny" istoty żywéj, lecz są to uszczuplone obecnie, wskutek fizyjologicznéj działalności żyjątek, nowe skupienia czyli agregaty atomów

---

[1]) Pominęliśmy np. rozkład gliceryno-etylowy Fitza, dokonywany przez Bact. aethylicum Buchner, a także niektóre organizmy chorób wina i piwa, zbadane przez Pasteura (ferments de l'amertume etc.); fizyjologiczna strona ich działalności nie jest jeszcze dostatecznie poznaną. (*Przyp. Aut.*)

w cząsteczkę (molekułę); są to rozdrobnione, uproszczone, pierwotne cząsteczki materyi, która się rozpadła. Nie można np. powiedzieć o alkoholu, że jest produktem wytworzonym „w grzybku drożdżowym," jakkolwiek jest on „przez drożdże" niewątpliwie wytworzonym; niema bowiem żadnego powodu do przypuszczania, że glukoza przy fermentacyi zostaje jako pokarm przyjętą, tak, że w rezultacie po „strawieniu" pokarmu, odpowiednie ilości alkoholu, dwutlenku węgla, gliceryny i kwasu bursztynowego, zostawałyby jako „produkty życia roślinnego" z organizmu grzybka wydzielone. Prócz nienormalnego stosunku bowiem pomiędzy ilością glukozy, a wagą ciała drożdży, które są w stanie te ilości rozłożyć (stosunek bywa 100:1), są inne jeszcze powody do przypuszczenia, że rozkład molekularny materyi (glukozy) następuje nie w protoplazmie komórki żyjącéj, lecz w sąsiedztwie jéj, dokoła, nazewnątrz samego organizmu. Powody te zebrał starannie Karol v. Nägeli i zbudował na nich słynną swoją, najnowszą teoryją fermentacyj, zasługującą na nazwę teoryi molekularnéj. Postanowiwszy sobie ograniczyć się w niniejszéj pracy na faktach tylko i na syntezie samych tylko faktów, z których ogólne staramy się wyciągać wnioski, nie chcemy tutaj rozwijać teoryi Nägeliego, będącéj oczywiście tylko hipotezą naukową, a niewyjaśniającéj zgoła wszystkich faktów w dziedzinie zjawisk fermentacyjnych. Zwrócimy tu uwagę tylko, że uwodnienia dokonywane przez odosobnione chemicznie fermenty, między innemi np. charakterystyczne uwodnienie mocznika (opisywane jako „fermentacyja amonijakalna"), dokonywane przez rozpuszczalny ferment Musculusa (por. §§ 76—97), są najlepszym chyba dowodem, że rozkład materyi niekoniecznie z protoplazmą żyjątka jest związany. Tak więc, musimy rozróżniać „produkty rozkładu," będące wynikiem termochemicznego właściwie procesu, zapewniającego istotom rozkładowym możność życia, od „wydzielin" tychże istot, będących wynikiem przemiany materyi, przy asymilacyi pokarmu w grzybkowem ciele. Wracając np. do przykładu fermentacyi alkoholowéj powiemy, że dwutlenek węgla w przeciwstawieniu do alkoholu podwójną gra tutaj rolę: jest on bowiem i produktem (termo-) chemicznego rozkładu

czyli „utlenienia" jednéj części alkoholu kosztem drugiéj (§ 89) i obok tego produktem przemiany materyi, przysposobionéj przez komórki drożdżowe (por. § 45, gdzie szerzéj omówioną jest konieczność zjawienia się CO_2, jako „wydzielonego," wskutek samego życia chociażby, produktu). Oczywiście „wydzielony" CO_2 w stosunku do ilości CO_2, pochodzącéj z „rozpadu," jest najnieznaczniejszą tylko cząstką zaledwie. Czy małe ilości gliceryny i kwasu bursztynowego są „produktami rozkładu" czy też „wydzielinami grzybka," tego oznaczyć dziś niepodobna.

Ramy, jakie wytknęliśmy sobie dla niniejszéj pracy, nie pozwoliły nam zgoła rozpatrywać, a nawet wymieniać pokaźnych liczebnie pobocznych produktów, powstających przy rozmaitych, nawet najbardziéj prostych w zasadzie, fermentacyjach. O glicerynie i kwasie bursztynowym, przy alkoholowéj fermentacyi, wspomnieliśmy dlatego tylko, że dobrze sprawdzona chwiejność w ilości tych produktów, chwiejność, niemogąca być wyjaśnioną przez widoczne wpływy pojedyńczych doświadczeń, stanowi arcyważny dowód fizyjologicznego, a nie czysto chemicznego, charakteru każdéj fermentacyi i rzuca światło na znaczenie rozkładów w ogólności. W praktyce jednak powstaje obok obu głównych i obu tych podrzędnych związków mnóstwo ogromne innych: kwasy i alkohole tłuszczowe, otrzymane z „siwuchy" t. j. nieoczyszczonego spirytusu, są bardzo liczne, ale i przy rozkładzie czystego cukru otrzymywano zazwyczaj kwas octowy i inne, okok tego zaś wyższe alkohole. Nie wspominaliśmy o tem wszystkiem, aby czytelnika napróżno na manowce nie prowadzić i złożonych—teoretycznie nawet—zjawisk, szczegółami chemicznemi nie zaciemniać. Traktowanie więc chemicznéj strony przedmiotu jest tu zupełnie teoretyczne, jak to z góry już zastrzegliśmy wyraźnie. Teoretyczność w traktowaniu wynika już z téj choćby tylko okoliczności, że przecież w czasie zjawisk zachodzi ciągła chemiczna zmiana ośrodka i w rzeczywistości od pierwszéj chwili rozkładu materyjał sam przez się nie jest już i być nie może czystym.

Jeśli bowiem z początku była w ośrodku materyja taka lub inna, to zaraz obok niéj występować poczynają produk-

ty, nowe związki, a tych nagromadza się coraz więcéj, gdy ilość materyi pierwotnéj się wyczerpuje. Warunki powyższe stają się więc dla każdego grzybka rozkładającego coraz to innemi i—względnie do potrzeb jego—coraz to gorszemi; nareszcie, ośrodek jest do tego stopnia niepomyślny, że grzybek w nim zamiera, a wtedy rozwijają się inne grzybki, dla których nowowytworzone warunki są właśnie pomyślnemi. W każdem więc „życiu“ rozkładającem, z natury rzeczy istnieją czynniki bliższéj lub dalszéj śmierci; nad najbujniejszym wzrostem ciąży straszne a nieodzowne w naturze: memonto mori! a jeśli groźba ta nie dotyczy jeszcze danego np. pokolenia, to wisi i nad przyszłemi ciąży pokoleniami. Najniższe istoty są wszelako bardzo wytrzymałe i jakkolwiek rozpleniają się przy gorszych warunkach powolniéj, lub ograniczają się na wytwarzaniu zarodników, a w innych jeszcze wypadkach zawieszają życiowe czynności, jakgdyby na lepsze oczekując warunki (por. §§ 55, 57, 85 i inne), to jednak w znacznym stopniu opierać się mogą wpływom niekorzystnym. Tak np. 14% alkoholu w płynie zabija dopiero grzybki drożdżowe, a Micrococcus ureae wytrzymuje prawie takiż sam (13%) procent węglanu amonu, choć płyn ten jest wtedy tak dalece alkalicznym i gryzącym, że na skórze sprawia nam podrażnienie i zabija wszelkie komórki roślinne.

Pomiędzy produktami pobocznemi rozkładów w ogólności wymienić należy wszelkie kwasy tłuszczowego szeregu, powstające obok kwasów właściwych, daléj alkohole, kwasy i amidokwasy szeregu aromatycznego, a wreszcie ciekawe alkaloidy trujące, zwane „ptomainami“ [1]), jakie wytwarzane bywają pod działaniem żyjątek gnilnych przy psuciu się ciała zwierzęcego (w trupach), a które i przy życiu niekiedy (w moczu np.) w minimalnych ilościach powstawać—jak się zdaje—mogą.

Wreszcie, jeśli produkty rozkładu „termochemicznego” musimy odróżniać od produktów „przemiany pokarmów,” to obok tych dwu kategoryj należy nam jeszcze dać miejsce trzeciéj kategoryi tworzących się rozmaitych związków: mianowicie takim znów wytworom, które są

---

1) Por. Wszechświat T. III str. 53.

wynikiem czysto „chemicznego" oddziaływania powstających przy rozkładzie ciał chemicznych na inne, w ośrodku się znajdujące połączenia. Już w odsyłaczu przy § 95, zaznaczyliśmy, że wydzielanie się azotu przy utleniających rozkładach wyjaśnionem być może jako rozkład chemiczny materyi amidowéj lub amonowéj przez powstający kwas azotowy; dalej przy siarce zauważyliśmy, że siarkowodór tworzy się tam, gdzie powstaje wodór, a obecną temu jest siarka, będąca składową częścią białka. W tym ostatnim względzie pouczającem jest doświadczenie Miquela, który przy hodowli ciekawego wielce organizmu bakteryjnego, niedostatecznie wszelako zdeterminowanego, otrzymywał zwyczajne produkty psucia się i fermentacyi masłowéj, w szczególności zaś wodór, jeśli w ośrodku nie było siarki; przy hodowli zaś wobec materyi białkowéj lub innéj, zawierającéj siarkę, powstawał w znacznéj ilości siarkowodór. Dość było wprowadzić do roztworu kawałek wulkanizowanego kauczuku, aby wywołać połączenie się wodoru z siarką, dostarczoną w téj szczególnéj postaci i aby obok bujnego wzrostu grzybka, który wśród kauczuku dogodniejsze niż w płynie samym znajduje wtedy siedlisko, otrzymać znaczne wywiązywanie się siarkowodoru, powstającego tu oczywiście z chemicznéj hidrogienizacyi siarki.

Zestawienie wszystkich, powyżéj zaledwie zlekka dotkniętych, wpływów, w łączną całość, wykazuje, jak zawiłem i trudnem do rozebrania na składowe czynniki jest zjawisko życiowe, oparte na rozkładzie materyi, a dekonstytucyją jéj, jako skutek, z konieczności za sobą pociągające. Nie dziw, że przy takiéj komplikacyi zjawisk i przy niepośledniéj trudności tak bijologicznego jak i chemicznego badania, o zjawiskach tych nie wiemy dotąd w grubych zarysach więcéj, niż to, co w niniejszym artykule mogliśmy czytelnikowi przedstawić.

---

100. *Rozkłady i ich znaczenie w ekonomii przyrody.* A jednak, zjawiska te są tak ważne, tak ciągłe, tak codzienne, że trudno do zbadania ich jaknajwiększéj nie przywiązywać wagi. Rozkłady, jakie tu przedstawiliśmy i inne jeszcze, mniéj lub wcale nie poznane, dotyczą wszelkich gałę-

zi naszego życia, wszelkich sfer ludzkich stosunków, zabiegów, naszéj wytwórczości i zasadniczych na téj drodze postępów. Cała chemiczna technologija, z wyjątkiem manipulacyj polegających na działaniu wysokich temperatur i żaru (sucha dystylacyja i t. p.), zasadza się na szeregu przemian, częścią opartych na działalności istot rozkładających (np. gorzelnictwo), częścią znów wymagających zabezpieczenia od téj nieszczęsnéj działalności (np. cukrownictwo). Zbytecznem jest kłaść nacisk, jak dalece higijena, a zwłaszcza warunki sanitarne w obszerniejszym zakresie, związane są z rozkładami materyi, wszędzie i ciągle zachodzącemi; czytelnik dostatecznie chyba pojmował i pojmuje, że oczywiście wszelkie wyziewy, trujące lub szkodliwe wpływy powietrza i wody i t. p. czynniki zdrowotności publicznéj w bezpośrednim z naszym przedmiotem są związku. Że podstawy gospodarstwa domowego, a więc przyrządzanie i przechowywanie pokarmów, najbardziéj ścisłą łączność ze zjawiskami temi posiadają, wykazaliśmy to na wstępie zaraz (§§ 33 i dalsze) i to był wszakże dla nas punkt wyjścia. W poglądach fizyjologów na zjawiska zwierzęcego trawienia, przynajmniéj u zwierząt wyższych, przyznano w ostatnich czasach (por. § 77) należyty, a nawet więcéj może niż należyty, wpływ najdrobniejszym rozkładaczom. Te „wewnętrzne“ saprofity życia zwierzęcego, zapewne mało bardzo różnią się od poznanych powyżéj istot, wśród warunków przyrody działających, (jako przykład: bakteryja mleczna w żołądku u dorosłych ludzi, a zwłaszcza u dzieci).

W ogólnéj ekonomii przyrody, jeśli chcemy rozpatrywać „najdonioślejsze z doniosłych“ znaczenie naszych żyjątek dla destrukcyi materyi organicznéj, mianowicie zaś dla uproszczenia cząstek organicznych i przeprowadzenia ich w mineralne, nie możemy odłączyć ich, jak to tutaj z czysto teoretycznych i naukowych pobudek uczyniliśmy, od współbraci, od téj rzeszy drobnych, choć niezawsze drobnowidzowych już (pleśni) istot, które dopełniają spalenia.

Rozkład wszelki — możemy tu nareszcie postawić taką definicyją — jest częściowem spaleniem materyi. Te atomy zawartego w niéj węgla i wodoru, które przy rozkładzie dadzą CO_2 i H_2O, uległy ostatecznemu uproszczeniu; inne atomy, które potworzyły złożone jeszcze, lecz względnie do

pierwotnego stanu uproszczone związki, albo koleją czasu podlegną znów rozkładowi, przy którym znowu część ich dojdzie do stanu ostatecznego, a inna część do niezupełnego spalenia albo też wprost, jeśli na podtrzymanie rozkładu nie mają już siły czy dzielności odpowiedniéj, spalonemi zostaną przez istoty spalające. Takiem jest ogromne znaczenie istotek pyłkowych dla przemiany i krążenia materyi. Gdzie tylko jest ślad jaki materyi węglowéj lub wodornéj, gdzie może nastąpić spalenie, a więc wydzielenie przechowanéj dzielności, którą termochemija ciepłem spalenia nazwała, wszędzie tam zrodzić się może życie Najdrobniejszych, dopóki materyja zupełnie doprowadzoną nie zostanie do tego, wyzutego z dzielności wewnętrznéj stanu, jaki przedstawia CO_2 z jednéj, H_2O z drugiéj strony. Sole kwasów organicznych ulegają np. uproszczeniom, tem łatwiéj, im więcéj w nich materyjału, im większą w cząstce jest liczba atomów C i H „do utleniania"; jeszcze octan nawet, gdzie metylowa spaloną być może grupa, ba! jeszcze nawet mrówczany, gdzie zaledwie pojedyńczy atom w cząstce wodoru materyjał do zniszczenia przedstawia, mogą być podścieliskiem życia, lecz— według badań Dupontaі Hoogewerfa—ani węglan amonu ani szczawian amonu—gdzie już niema wodoru, a obok karbonilu (CO) stoi gotowy do złączenia się z nim atom tlenu (O),—nie podtrzymują życia, nie mogą na fizyjologicznéj drodze uledz uproszczeniu (zdaje się wszakże, że grupa amonowa uledz tu jeszcze może saletrzanéj fermentacyi, rozumie się wobec pożywnéj materyi organicznéj).

Jeśli oddawna już pojmowano znaczenie saprofitów dla krążenia materyi węglowéj w ogólności, to jednak nie zdawano sobie dobrze sprawy z rozpowszechnienia istotek najdrobniejszych, dopełniających rozkładu w ziemi ornéj. Istoty te mają jednak niewątpliwie ogromne znaczenie dla teoryi uprawy ziemi, dla teoryi nawozów i dla rolnictwa w ogólności, a znaczenie to dotąd zupełnie pomijanem było. Działalność rozkładaczy i spalaczy objaśnia naprzykład ową, zagadkową niby, a dobrze stwierdzoną zmienność co do zawartości dwutlenku węgla w analizach powietrza, które wypełnia przestwory wśród spulchnionéj ziemi, zwłaszcza wśród próchnicy. Dalej działalność najdrobniejszych rozkładaczy

objaśnić jedynie jest w możności krążenie azotu, który, jak węgiel i inne pierwiastki, w ciągłéj równowadze pomiędzy organiczną a nieorganiczną znajduje się przyrodą, chociaż jest pierwiastkiem leniwym, trudno związki tworzącym. Z téj to przyczyny niejasnem było,—a nawet jest może i dotąd dla wielu chemików, — jaką drogą równowaga tu się utrzymuje, jakimto np. sposobem tworzy się saletra, gdy N z O tylko przy wyładowaniach elektrycznych z trudnością połączyć się jest w stanie. A jednak już samo występowanie azotu jako „powierzchownego" tylko składnika przyrody ziemskiéj (por. Mendelejeff, Osnowy chimii), nietworzącego żadnych w łonie ziemi związków, naprowadza na myśl, że z życiem przemiana jego musi być związaną. Liebig uratował zagrożoną w chemii sytuacyją azotu, przez postawienie twierdzenia, że rośliny przyjmują azot w postaci połączeń amonijakalnych, lecz zdaje się, że twierdzenie to dłużéj w nauce się nie utrzyma [1]).

---

[1]) Z licznych doświadczeń przeważnie po Liebigu czynionych, wiadomo, że źródłem azotu dla roślinności mogą być przedewszystkiem azotany: użycie saletry (potasowéj, późniéj chilijskiéj) na nawóz jest rzeczą bardzo już dawną. I sole amonijakalne przecież, stanowiące według Liebiga główne, przeważne źródło azotu, mogą być pożytecznym nawozem, co wielokrotne doświadczenia na mniejszą (Kuhlmann) i na większą (klasyczne próby na poletkach, wykonane przez Lawesa i Gilberta) skalę, stanowczo stwierdzić zdołały. A jednak i w tych doświadczeniach poczęści, a bardziéj stanowczo w pięknych, przez Bouchardata, Cloëza i in., przedsiębranych doświadczeniach, okazało się, że nawet mocno rozcieńczone sole amonijakalne, wprost jako takie, wywierają na rośliny wpływ szkodliwy i że „należycie w ziemi ornéj rozpostarte, rozproszone" dopiero użytecznemi dla roślin się stają, gdy w roztworach najczęściéj szkodzą. Jeśli porównać wyniki tych doświadczeń z warunkami, udeterminowanemi przez Schloesinga i Muntza, dla rozwoju grzybka saletryzującego (§ 95), gdy porównać użyzniający wpływ soli amonijakalnych z bezpośredniem przyswajaniem azotanów w ziemi i w płynie (Boussingault, Ville), nie można mieć niemal wątpliwości, że sole amonijakalne, aby mogły być przez rośliny na pokarm przyjęte, muszą być wpierw przeprowadzone w stan azotanów i że przemiany téj dokonywa grzybek „saletryzujący" — czy to poznany przez nas w § 95 micrococcus, czy inny jaki, podobnie działający. Że ziemia spulchnio-

Gdy z jednéj strony poznanie istot saprofitycznych i ich własności rozszerza nasze poglądy na przyrodę i może przynieść zarówno nauce jak i praktycznym jéj stosowaniom, przemysłowi i rolnictwu, daleko sięgające korzyści, to z drugiéj strony i staranne przyjrzenie się przyrodzie, rozszerza nasze pojęcia o tym drobniutkim świecie.

Jeśli np. staje przed nami kwestyja anaerobijozy, to,— patrząc na życie przyrody, na rozległość rozkładów w całéj przyrodzie, a specyjalnie w ziemi, gdzie o powietrze wśród głębszych warstw, najtrudniéj,—widzimy, że podziemne rozkłady w najurodzajniejszéj nawet glebie, nie sięgają zbyt daleko pod powierzchnię, choć znajdują tam przecież i ciepło dostateczne i wodę nawet. Wiadomo bowiem, jak wykazał to jeszcze w początku tego stulecia—z niemałem zdziwieniem— Saussure, że pokłady najurodzajniejszéj we Włoszech próchnicy nie są głębsze nad stopę, gdy daléj jałowa idzie ziemia. Gdyby życie bezpowietrzne naturalnem było i łatwem, urodzajne ziemie, próchnicowe, znacznie głębszą stanowićby musiały warstwę; materyja gniłaby daleko wewnątrz ziemi.

---

na jest utleniaczem amonijaku, lub jak sądzono dawniéj, pochłaniaczem, tego dowiodły różne doświadczenia, począwszy od H. Davyego, a skończywszy na Rollestonie. Że jednak w ziemi przy utlenianiu, a zarówno i w płynach (choć tu przy niskich temperaturach mniéj pomyślnie) zachodzi wytwarzanie się saletry, kwasu azotnego, kosztem amonijaku, dowodzą tego nietylko śmieciowiska i stepowe saletrzyska (również saletra w glebie indyjskiéj, w Hiszpanii i t. d.), ale doświadczenia ścisłe Schloesinga i Muntza, Waringtona i E. Davyego, w ostatnich przedsiębrane czasach. Wszędzie tam działa mikrokok-nitryfikator. Rozważenie wszystkich faktów i zesumowanie nakazuje przyjąć, że amonijaki w ziemi ulegają uprzednio utlenieniu i jako azotany służą na pożywienie roślinom. Wniosek ten jest wprost przeciwny zdaniu Kuhlmanna, który utrzymuje, że azotany w ziemi ulegają „redukcyi przez materyją organiczną“ (!), lecz zgodnym jest najzupełniéj z ogólnemi zasadami fizyjologii, ze zjawiskami karmienia się roślin. Nietylko fosfór, siarka i wszystkie „popioły“ t. j. części mineralne czerpane są przez rośliny wyłącznie ze związków tlenowych, ale sam nawet wodór i węgiel przyswajane są przez chlorofil ze związków spalenia. Cała przyroda roślinna jest jednym wielkim aparatem odtleniającym. Miałożby jedynie przyjmowanie azotu od téj ogólnéj cechy roślinności stanowić wyjątek? (*Przyp. Aut.*)

W błotnistych lasach natomiast, gdzie ostały się wyższe kępy ziemi, woda wyryła sobie brózdy, w których się skupia i które zalewa znacznie dłużéj niż miejsca wyniosłe, życie i rozkład bujnie trwa w zagłębieniach, które wskutek rozkładów coraz-to głębszemi się stają, a kępy coraz wyżéj sterczą; z postępem czasu różnica ta się potęguje i tutaj życie może swobodnie do znacznych obsuwać się w głąb' poziomów. Tworzenie się torfu, będące przecież butwieniem, a więc i najczystszem pośród anaerobijnych rozkładów zjawiskiem, również szybszem i pomyślniejszem jest przy możności słabego przenikania powietrza przez gęste strzępy bujnie rosnącéj i wzrastającéj rośliny torfiastéj (mchu), niż wtedy, gdy ta zatopioną zostaje i obumiera, choć okoliczność ta powinna zadanie saprofitom ułatwiać. Absolutna anaerobijoza w przyrodzonych warunkach z trudnością dopuszczoną być może i rozważanie warunków tych każe nam Pasteurowską teoryją z wszelkiem przyjmować zastrzeżeniem.

Bądźcobądź, wszędzie gdzie jest powietrze i wilgoć, a nawet gdzie ślad jakikolwiek tych życiodajnych żywiołów się znajduje, wszelka organiczna t. j. bardziéj skomplikowana materyja powraca do stanu mineralnego. Czy można sobie jakiekolwiek urobić pojęcie o rozległości tego świata drobnowidzowego, który nad tem pracuje? czy można zbadać, rozumem choćby objąć, jakie liczby, jakie milijardy istot w ciągłéj żyją tu czynności; żyją, aby następnie ginąć, gdy inne znów powstają i w każdem oka mgnieniu jakościowy i ilościowy skład tego tajemniczego świata, zmieniają? A daléj, czy możemy mieć pojęcie o sumie dzielności jaka pod wpływem tego życia przez minimalną ilość czasu w przyrodzie, w życiu ziemi naszéj obiega? Najsłabsze choćby zdanie sobie sprawy z tego ogromu działania jest dla nas, dla umysłu ludzkiego, niepodobieństwem. Ani cyfr na to, ani pojęć nie mamy. Jak pojąć ilość żyjątek, których ilość w grubszéj śrócinie mieścić się mogąca, w zajęczym więc, przypuśćmy, śrócie, wyniesie tysiące milijonów, czyli milijardy! To, co dla nas drobnym jest groszkiem, źdźbłem, odrobiną, dla tych istot jest światem całym. Światy więc całe istot tych otaczają nas dokoła, istot tych i światów tych jest w naszéj ziemskiéj przyrodzie nieskończoność. Widzimy

z tego, że dla pojęcia nieskończoności niekoniecznie trzeba nam sięgać do odległych światów, do gwiazd i słońc w kosmicznéj rozrzuconych przestrzeni, lecz że nieskończone ilości istot, z których każda składa się dopiero z nieskończonéj ilości cząsteczek i atomów składowych, zalegają tu, wkoło, na każdym kroku. Analogija pomiędzy wielkim Wszechświatem, Kosmosem, a tym nieskończonym wszechświatem Najdrobniejszych, prowadzi nas do ciekawéj téj wkońcu konkluzyi, że pojęcie tego jak i tamtego wszechświata nie może i nie powinno być pojęciem o czemś statycznem, lecz że z pojęciem tem powiązaną być musi koniecznie dynamiczna strona wszelkiego przyrodniczego wszechświata, że, innemi słowy, wszechświat w przyrodniczem znaczeniu, czy wielki czy mały, jest ciągłem krążeniem materyi i ciągłą wymianą siły w granicach nieskończoności!

SKOROWIDZ.

J. Natanson

Świat
ISTOT
Najdrobnie-
szych