

БИБЛІОТЕКА ДЛЯ САМООБРАЗОВАНІЯ

III.

А. ФИШЕРЪ

Лекції о бактеріяхъ

6/6.022

Дар б.ш.

Д-ра Кромаренко
21 сентбря 1923

Кромаренко

БИБЛИОТЕКА ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ,

ИЗДАВАЕМАЯ ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

А. С. Бѣлкина, проф. П. Г. Виноградова, проф. М. И. Конова-
лова, П. Н. Милюкова, П. И. Новгородцева, Е. Н. Орловой,
В. Д. Соколова и проф. А. И. Чупрова.

Уч. 89м

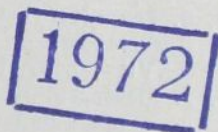
Ш.



А. ФИШЕРЪ.



ЛЕКЦІИ О БАКТЕРІЯХЪ.



ИНВЕНТАР
№ 8255



БИБЛИОТЕКА
СТУДЕНТОВЪ-МЕДИКОВЪ
5568
Государственнаго Университета.

616.022

БИБЛИОТЕКА ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ,

ИЗДАВАЕМАЯ ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

А. С. Бѣлкина, проф. П. Г. Виноградова, проф. М. И. Коновалова, П. Н. Милокова, П. И. Новгородцева, Е. Н. Орловой, В. Д. Соколова и проф. А. И. Чупрова.

Изданія Т-ва И. Д. Сытина.

ПЕРЕОБЛІК

ВЫШЛИ ВЪ СВѢТЪ:

- I. Проф. В. Минто. Дедуктивная и индуктивная логика. Перев. С. А. Котляревскаго, под редакціей В. Н. Ивановскаго. XXIV + 542. Ц. 1 р. 75 к. 4-е изданіе (10, 11 и 12 тысячи экз.).
Перепечатано со 2-го изданія, рекомендованнаго Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ и ученическихъ, (старшаго возраста), библиотекъ среднихъ учебныхъ заведеній, а Учебнымъ Комитетомъ при Святѣйшемъ Синодѣ къ употребленію въ Духовныхъ Семинаріяхъ въ качествѣ полезнаго пособия при преподаваніи логики.
- II. Исторія Греціи со времени Пелопоннеской войны. Сборникъ статей, перев. под редакціей Н. Н. Шамошина и Д. М. Петрушевскаго. Вып. I. XXVII + 451 + IV. Вып. II. XX + 502 + VI. Ц. за оба вып. 3 р. 50 к.
Оба выпуска этой книги Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія одобрены для ученическихъ библиотекъ всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній (мужскихъ и женскихъ) старшаго возраста. Учебнымъ Комитетомъ по учрежденіямъ Императрицы Маріи одобрены для фундаментальныхъ библиотекъ среднихъ учебныхъ заведеній.
- III. Римская имперія. Сборникъ статей въ переводѣ А. С. Милоковой. XX + 667. Ц. 2 р. 50 коп.
- IV. И. Ремсень. Введеніе къ изученію органической химіи. Перев. Н. С. Дренгельма, съ измѣненіями и дополненіями проф. М. И. Коновалова. XXVII + 517. Ц. 1 р. 75 к. 2-е изданіе.
- V. Г. Шенбергъ. Положеніе труда въ промышленности. Перев. М. Соболева, под редакціей проф. А. И. Чупрова. XII + 391 + VI. Ц. 1 р. 60 к.
- VI. Кунъ. Новая химія. Перев. А. В. Алексина, под редакціей проф. М. И. Коновалова. XXXII + 465 + VIII. Ц. 1 р. 75 к.
- VII. Б. Н. Чичеринъ. Политическіе мыслители древняго и новаго міра. Вып. I. XIV + 469. Вып. II. 433. Ц. за оба вып. 3 руб. 50 коп.
- VIII. И. Ремсень. Введеніе въ изученіе химіи (неорганическая химія). Переводъ, исправленный по послѣднему нѣмецкому изданію, съ измѣненіями и дополненіями, под редакціей М. И. Коновалова. XXIV + 536. Ц. 1 р. 75 коп.
- IX. М. Ферворнъ. Общая фізіологія. Перев. проф. М. А. Мензбира и пр.-доц. Н. А. Иванцова. Вып. I. XX + 518. Вып. II. VI + 574. Ц. за оба вып. 4 р.
- X. Ф. Регельсбергеръ. Общее ученіе о правѣ. Перев. И. А. Базанова, под редакціей проф. Ю. С. Гамбарова. XIV + 295. Ц. 1 р. 40 к.
- XI. Макъ-Кендрикъ и Снодграссъ. Фізіологія органовъ чувствъ. Перев. Н. В. Горюновича. XX + 413. Ц. 1 р. 75 к.
- XIII. Русская исторія съ древнѣйшихъ временъ до Смутаго времени. Сборникъ статей, изд. под редакціей В. Н. Сторожева. Вып. I. XXVI + 658. Ц. 2 р. 75 к.
- XIV. Г. Лоренцъ. Элементы высшей математики. Основанія аналитической геометріи, дифференціального и интегрального исчисленій и ихъ приложе-

- ній къ естествознанію. Перев. съ дополненіями, измѣненіями и историческимъ очеркомъ развитія математическаго анализа *В. П. Шереметевскаго*. Томъ I XXXII+715 Ц. 3 р. Томъ II. XXIV+595. Ц. 2 р. 50 к. для покупающихъ оба тома вмѣстѣ—5 р.
- XV. *А. Р. Уоллэсъ*. Дарвинизмъ. Съ портретомъ автора. Перев. проф. *М. А. Мензбира*, съ приложеніемъ его статьи: *А. Уоллэсъ и его научное значеніе*. XL+753. Ц. 3 руб.
- XVI. *Э. Порритъ*. Современная Англія. Права и обязанности ея гражданъ. Перев. *О. В. Полторацкой*. XVI+368+XXII. Ц. 1 р. 60 к.
- XVIII. Исторія Римской республики по Моммсену. Перев. *Н. Н. Шамокина*. Вып. I. XXIV+529. Ц. 2 р.
Книга эта Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія рекомендована для прибрѣтенія въ фундаментальныя и ученическія (старшаго возраста) бібліотеки среднихъ учебныхъ заведеній Министерства.
- XIX. *Б. Н. Чичеринъ*. О народномъ представительствѣ. XXVI+812. Ц. 3 руб.
- XX. *Георгъ Майръ*. Закономѣрность въ общественной жизни. Перев. *Н. Н. Романова*, просмотрѣнный и дополненный *В. Э. Деномъ*, подъ редакціей проф. *А. И. Чупрова*. Съ приложеніемъ диаграммъ и картограммы. XVIII+480. Ц. въ переплетѣ 2 р. 25 к., въ обложкѣ 1 р. 50 к.
- XXI. *Н. Лоніеръ*. Спектроскопъ и его примѣненія. Перев. *С. Г. Займовскаго*, подъ редакціей и съ дополненіемъ очерка „О новѣйшемъ развитіи спектральныхъ изслѣдованій“ проф. *В. А. Михельсона*. Съ 85 рис. въ текстѣ и 3 цвѣтными спектральными таблицами. XX+234. Ц. 1 р. 75 к.
- XXIV. *М. Фостеръ* и *Л. Шоръ*. Физиологія для начинающихъ. Перев. *Д. Д. Бекарюкова*. Съ 111 рис. въ текстѣ. XXIII+330. Ц. 1 р. 50 к.

П Е Ч А Т А Ю Т С Я :

- XVII. *Гексли* и *Мартинъ*. Практическія занятія по зоологіи и ботаникѣ. Съ рисунками. Перев. *И. А. Петровскаго* и *П. П. Сушкина*.
- XXII. *Ганчъ*. Стереохимія. Перев. *З. В. Кикиной*, подъ редакціей проф. *М. И. Коновалова*.
- XXV. *В. Я. Желѣзновъ*. Очерки политической экономіи.
- XXVI. *Дайси*. Основы государственнаго права Англіи. Пер. *О. В. Полторацкой*.
- XXVII. *В. Ф. Икономозъ*. На рубежѣ старой и новой Россіи.

Г О Т О В Я Т С Я К Ъ П Е Ч А Т И :

- XII. *Лексисъ*. Экономія торговли. Перев. *Е. Д. Воданова*, подъ редакціей проф. *А. И. Чупрова*.
- XIII. Русская исторія съ древнѣйшихъ временъ до Смутнаго времени. Сборникъ статей, изд. подъ редакціей *В. Н. Сторожева*. Вып. II.
- XVIII. Исторія Римской республики по Моммсену. Перев. *Н. Н. Шамокина*. Вып. II.
- XXIII. *Т. Грантъ*. Греція въ вѣкъ Перикла. Перев. подъ ред. *Н. Н. Шамокина*.
- XXVIII. *Роджерсъ*. Краткое введеніе въ новѣйшую философію. Перев. *С. С. Зельмскаго*.
- XXIX. *Кеннингемъ*. Ростъ англійской промышленности и торговли. Перев. *Н. В. Теплова*.
- XXX. *Берри*. Исторія астрономіи. Перев. *С. Г. Займовскаго*.
- XXXI. *Анри Мишель*. Идея государства. Перев. *П. А. Рождественскаго*.

БРОШЮРНАЯ СЕРІЯ.

- I. *Крунсъ*. Происхожденіе химическихъ элементовъ. Перев. *А. В. Генерозова*, подъ редакціей проф. *М. И. Коновалова*.
- II. Проф. *М. И. Коноваловъ*. Практическія упражненія по общей химіи.

Изданія И. А. Баландина.

ВЫШЛИ ВЪ СВѢТЪ:

- I. **Е. Вармингъ.** Ойкологическая географія растений. Перев. под редакціей прив.-доцентовъ *М. Голенкина* и *В. Арнолди*. Съ дополненіями по русской флорѣ и 100 рисунками въ текстѣ. XXII+522. Ц. 3 р. 50 к.
- II. **А. Бэнъ.** Психологія. Перев. съ англійскаго, подъ редакціей и съ предисловіемъ прив.-доцента *А. Блякина*. Томъ I. XXIII+417. Ц. 2 р.
- III. **А. Фишеръ.** Лекціи о бактеріяхъ. Перев. *А. В. Генерозова*, съ предисловіемъ и статьей „Дыханіе и броженіе“ проф. *Н. Н. Худякова*. XVI+289+V+20. Ц. 1 р. 60 к.

ПЕЧАТАЕТСЯ:

II. **А. Бэнъ.** Психологія. Перев. съ англійскаго. Томъ II.

КОМИССІЯ

ПО ОРГАНИЗАЦІИ ДОМАШНЯГО ЧТЕНІЯ,

состоящая при Учебномъ Отдѣлѣ О. Р. Т. З.

въ Москвѣ.

Никитская, д. Рихтера, кв. № 3.

Программы домашняго чтенія на 1-й годъ систематическаго курса.

Изданіе пятое, исправленное и дополненное.

Содержаніе: Предисловіе.—Правила для сношеній читателей съ Комиссіей. — Составъ Комиссіи и списокъ пожертвованій въ ея пользу.—Планы систематическаго чтенія на четыре года. —

Программы на 1-й годъ.

I. **Математика:** 1) Курсъ общеобразовательный (аналитическая геометрія). 2) Курсъ спеціальный (элементарная математика). II. **Науки физико-химическія:** 1) физика (механической отдѣлъ, ученіе о теплотѣ, звукѣ и свѣтѣ), 2) химія (введеніе и неорганическая химія). III. **Науки біологическія:** введеніе, орнанографія пѣвтковыхъ растений и ученіе объ устройствѣ человѣческаго тѣла. IV. **Науки философскія:** программа первая (психологія и логика); программа вторая (логика). V. **Науки общественно-юридическія:** 1) Исторія и строеніе общества, 2) политическая экономія. VI. **Исторія:** 1) первобытная культура, 2) древній востокъ, 3) Греція, 4) Римъ. VII. **Литература:** греческая и римская. **Программа чтенія по этнографіи.** Отдѣльныя темы. Списокъ книжныхъ магазиновъ и библиотекъ, вошедшихъ въ соглашеніе съ Комиссіей относительно снабженія ея читателей книгами. Объявленія.

Цѣна 35 к., съ пересылкой—48 к., наложеннымъ платежомъ—65 к.

Программы домашняго чтенія на 2-й годъ систематическаго курса.

Издание второе, исправленное и дополненное.

Содержаніе: Предисловіе.—Правила для сношеній читателей съ Комиссіей. — Составъ Комиссіи и списокъ пожертвованій въ ея пользу. — Планы систематическаго чтенія на четыре года.—

Программы на 2-й годъ.

I. Математика: 1) Курсъ общеобразовательный (дифференціальное и интегральное счисленія), 2) Курсъ спеціальный (аналитическая геометрія). **II. Науки физико-химическія:** 1) физика (ученіе объ электричествѣ и магнетизмѣ), 2) химія органическая, химія теоретическая и физическая. **III. Науки біологическія:** 1) анатомія растений, 2) споровыя растения, 3) сравнительная анатомія животныхъ, 4) гистологія и эмбриологія животныхъ. **IV. Науки философскія:** программа первая (исторія философіи); программа вторая (психологія съ педагогикой). **V. Науки общественно-юридическія:** 1) общее ученіе о правѣ, 2) государственное право (общее западныхъ державъ и русское), 3) экономическая исторія Англи. **VI. Исторія:** 1) всеобщая (Средніе вѣка), 2) русская (до Смутнаго времени). **VII. Литература:** 1) всеобщая литература (Средніе вѣка и эпоха Возрожденія), 2) русская литература (до XVII вѣка). **Программа чтенія по этнографіи** (инородческое населеніе Россіи). **Отдѣльныя темы по біологическимъ наукамъ:** 1) наблюденія надъ птицами, 2) наблюденія надъ крупными бабочками.

Цѣна 45 к., съ пересылкой—63 к., наложеннымъ платежомъ—80 к.

Программы домашняго чтенія на 3-й годъ систематическаго курса.

Издание второе, исправленное и дополненное.

Содержаніе: Предисловіе.—Правила для сношеній читателей съ Комиссіей. — Составъ Комиссіи и списокъ пожертвованій въ ея пользу.—Планы систематическаго чтенія на четыре года.—

Программы на 3-й годъ.

I. Науки математическія. **II. Науки о природѣ неорганизованной** (физико-химическія): А. Астрономія. Б. Метеорологія и климатологія. **III. Науки о природѣ организованной** (біологическія): А. Общая физиологія. Б. Физиологія растений. В. Физиологія животныхъ. **IV. Науки философскія:** программа первая (теорія познанія и метафизика); программа вторая (исторія древней и средневѣковой философіи). **V. Науки общественно-юридическія:** 1) экономическая исторія Россіи; 2) экономія сельскаго хозяйства; 3) экономія промышленности; 4) экономія торговли; 5) гражданское право; 6) уголовное право. **VI. Исторія:** 1) всеобщая исторія (XVI, XVII и XVIII вв.). Программа А. Программа Б; 2) Русская исторія (XVII и XVIII вв. VII.) **Исторія литературы:** 1) всеобщая литература. А. Испанская драма (XVII и XVIII вв.) Б. Англійская литература (XVII и XVIII вв.). В. Итальянская литература (XVII и XVIII вв.). Г. Вѣкъ ложнаго классицизма во Фравціи. Д. Французская литература (XVIII в.). Е. Нѣмецкая литература (XVIII в.). Ж. Нѣмецкая литература (XVIII в.). **Программа чтенія по отдѣльнымъ наукамъ.** Этнографія. Чтеніе по отдѣльнымъ вопросамъ (темамъ). Отдѣльныя темы

VI

по общественнымъ наукамъ. Приложение: Параллельная программа по экономіи сельскаго хозяйства. Дополнительный списокъ пособій. Списокъ книжныхъ магазиновъ и библиотекъ, вошедшихъ въ соглашеніе съ Комиссіей относительно снабженія ея читателей книгами. Объявленія.

Цѣна 50 к., съ пересылкой—68 к., наложеннымъ платежомъ—85 к.

Программы домашняго чтенія на 4-й годъ систематическаго курса.

Содержаніе: Предисловіе.—Правила для сношеній читателей съ Комиссіей. — Составъ Комиссіи и списокъ пожертвованій въ ея пользу.—Планы систематическаго чтенія на четыре года.—

Программы на 4-й годъ.

I. Математика (спеціальный курсъ): Теоретическая механика. II. Науки физико-химическія: Динамическая геологія. III. Науки біологическія: А. Палеонтологія. В. Біогеографія. С. Теорія эволюціи и дарвинизмъ. Д. Самостоятельныя научныя работы по ботаникѣ. IV. Науки философскія: программа первая (этика); программа вторая (исторія новой философіи). Темы для письменныхъ работъ по исторіи новой философіи. V. Науки общественно-юридическія: Международное право. Соціальная политика. Финансовая наука. VI. Исторія: 1) Всеобщая исторія (эпоха французской революціи и XIX вѣкъ). Программа А (полная). Программа В (сокращенная). 2) Русская исторія (XIX вѣкъ). VII. Исторія литературы: Всеобщая литература. А. Нѣмецкая литература XIX в. Б. Французская литература XIX в. В. Англійская литература XIX в. Г. Итальянская литература XIX в. Д. Русская литература XIX вѣка. Программы чтенія по этнографіи: А. Славянскія народности. Б. Литовцы и латыши. В. Семитическіе народы. Г. Румыны и молдаване. Цыгане.

Списокъ книжныхъ магазиновъ и библиотекъ, вошедшихъ въ соглашеніе съ Комиссіей относительно снабженія ея читателей книгами. Объявленія.

Цѣна 60 коп., съ перес. по почтѣ — 87 коп., налож. платежомъ — 97 коп.

Отчетъ Комиссіи домашняго чтенія за 1896 г. съ приложеніемъ статистическихъ матеріаловъ объ ея дѣятельности за 1895 и 1896 гг.

Цѣна 30 к., съ пересылкой—43 к., налож. платежомъ — 53 к.

А. В. Горбуновъ. Одинъ изъ опытовъ University Extension въ Россіи.

Отчетъ о дѣятельности комиссіи за 1897 г. Цѣна 15 к., съ пер. 17 к.



Изъ книгъ Льва Бернасовскаго.

А. Фишеръ,

профессоръ ботаники въ Лейпцигскомъ университетѣ.



ЛЕКЦІИ О БАКТЕРІЯХЪ.

ПЕРЕВОДЪ

А. В. Генерозова,

съ предисловіемъ и статьей „Дыханіе и броженіе“

проф. *Н. Н. Худякова.*



ИНВЕНТАР
№ 8255

МОСКВА.

Типографія И. А. Баландина, 2-я Мѣщанская, Напрудный пер., д. № 15-й.
1902.

Отъ редакціи „Библіотеки для самообразованія“.

Въ послѣдніе годы въ русскомъ обществѣ замѣчается несомнѣнное усиленіе интереса къ самообразованію. Оживленіе издательской дѣятельности, устройство въ провинціи курсовъ и публичныхъ лекцій, появленіе въ Москвѣ и Петербургѣ кружковъ специалистовъ, ставящихъ своей задачей помощь самообразованію, — все это дѣлаетъ очевиднымъ, что потребность въ серьезномъ чтеніи сознается у насъ все болѣе и болѣе широкими общественными кругами. Къ сожалѣнію, популяризація знаній, необходимыхъ для всякаго образованнаго человѣка, далеко не идетъ вровень съ этимъ быстрымъ усиленіемъ спроса на чтеніе со стороны жаждущей просвѣщенія публики. Оригинальныхъ популяризаторовъ у насъ еще слишкомъ мало, а выборъ переводныхъ произведеній далеко не всегда дѣлается лицами, которыя соединяли бы въ себѣ поминаніе потребностей современнаго русскаго читателя съ хорошимъ знаніемъ иностранной популярной литературы. Отъ этого на нашемъ книжномъ рынкѣ такъ часто появляются книги, нужныя только тѣмъ, кто могъ бы прочесть ихъ и въ иностранномъ подлинникѣ, и наоборотъ, многихъ книгъ, которыя были бы нужны всякому образованному человѣку, на русскомъ языкѣ не существуетъ. Въ результатѣ, одинаково страдаютъ и интересы издателей, и интересы читающей публики. Не находя въ современной популярной литературѣ того, что имъ нужно, тѣ и другіе прибѣгаютъ, наконецъ, къ помощи старыхъ любимцевъ русской интеллигенціи. Перепечатка въ послѣдніе годы многихъ изданій шестидесятыхъ годовъ, безспорно, свидѣтельствуетъ какъ объ увеличеніи запроса на самообразовательное чтеніе со стороны читателей, такъ и о недостаткѣ на русскомъ языкѣ произведеній новѣйшей популярной литературы, которыя могли бы удовлетворить этому запросу.

Въ послѣднее время, однако, въ издательское дѣло начинаетъ замѣтно проникать свѣжая струя. Старыя и вновь возникающія фирмы принимаются за изданіе цѣлаго ряда серій популярныхъ книгъ для чтенія и самообразованія. Къ этого рода серіямъ принадлежитъ и „Библиотека для самообразованія“. Но среди другихъ подобныхъ изданій она предполагаетъ занять свое особое мѣсто, въ связи съ той спеціальной цѣлью, которую она преслѣдуетъ. Эту цѣль, долженствующую сообщить всѣмъ томикамъ „Библиотеки для самообразованія“ нѣкоторое внутреннее единство, редакция считаетъ нужнымъ особенно подчеркнуть.

„Библиотека для самообразованія“ находится въ самой тѣсной связи съ московской „Комиссіей по организаціи домашняго чтенія“, начавшей свою дѣятельность при „Учебномъ отдѣлѣ общества распространенія техническихъ знаній“ въ 1895 г. Редакторы „Библиотеки для самообразованія“ всѣ состоятъ членами Комиссіи и принимаютъ участіе въ руководствѣ домашнимъ чтеніемъ по различнымъ отдѣламъ издаваемыхъ Комиссіей систематическихъ программъ.

Составляя эти программы, Комиссія, какъ видно изъ ея проспекта, имѣла въ виду соединить общедоступность чтенія съ его серьезностью и основательностью. Съ этой цѣлью въ каждой программѣ указанъ тотъ *необходимый минимумъ* познаній, безъ усвоенія котораго ознакомленіе съ соответствующимъ отдѣломъ науки нельзя признать сколько-нибудь основательнымъ. *Всѣ* книги, необходимыя для пріобрѣтенія такого минимума познаній, указаны *на русскомъ языкѣ*, и почти всѣ онѣ доставляются читателямъ Комиссіей на льготныхъ условіяхъ (см. „Правила для сношеній съ Комиссіей“, перепечатанныя въ концѣ настоящаго тома). Относительно способа усвоенія *необходимыхъ* пособій даны въ программахъ ближайшія указанія; по всѣмъ почти отдѣламъ къ программамъ присоединены провѣрочные вопросы. Всѣ указанія Комиссіи дѣлаются такъ, чтобы ими могли воспользоваться лица трехъ категорій: 1) лица, вовсе не имѣвшія возможности пріобрѣсти правительнаго средняго образованія, но болѣе или менѣе привыкшія читать серьезныя книги популярно-научнаго содержанія; 2) лица, окончившія курсъ средней школы, но не получившія высшаго образованія, и 3) лица, окончившія высшую школу, которыя пожелаю бы съ помощью Комиссіи оживить забытыя знанія, по-

полнить пробѣлы или пріобрѣсти новыя свѣдѣнія въ незнакомыхъ имъ отдѣлахъ наукъ. При составленіи программъ, Комиссія имѣла въ виду нѣкоторый средній уровень читателей; этотъ средній уровень характеризуется въ глазахъ Комиссіи не столько количествомъ пріобрѣтенныхъ свѣдѣній, сколько извѣстной привычкой къ серьезному чтенію. Умѣнье читать серьезную книгу есть необходимое условіе успѣшности самообразования. Къ сожалѣнію, это умѣнье принадлежитъ къ числу навыковъ, которые трудно передать съ помощью однихъ письменныхъ сношеній. Комиссіи понеболѣ приходится предполагать, что у ея читателей этотъ навыкъ уже пріобрѣтенъ.

Содержаніе книжекъ, издаваемыхъ въ „Библіотекѣ для самообразования“, находится въ [прямой зависимости отъ намѣченныхъ Комиссіей цѣлей, какъ онѣ характеризованы въ приведенныхъ выдержкахъ изъ ея проспекта. Редакція „Библіотеки для самообразования“ предполагаетъ вводить въ свою серію только такія книги, изъ которыхъ каждая давала бы необходимый минимумъ познаній, безъ усвоенія котораго ознакомленіе съ соотвѣтствующимъ отдѣломъ науки нельзя признать сколько-нибудь основательнымъ. Другими словами, „Библіотека для самообразования“ будетъ состоять изъ ряда пособій, признанныхъ Комиссіей „необходимыми“ для усвоенія ея систематическихъ программъ, но не существовавшихъ до сихъ поръ въ русской популярной литературѣ или же вышедшихъ изъ продажи, а также изданныхъ въ неудовлетворительномъ переводѣ. Съ подобными пробѣлами постоянно принуждена считаться всякая программа для самообразования; и чѣмъ она общѣе и энциклопедичнѣе, тѣмъ пробѣловъ оказывается больше, и тѣмъ необходимо становится создать литературу, специально приспособленную для самообразовательныхъ цѣлей, какъ ихъ ставить та или другая программа. Англійскія и американскія общества содѣйствія самообразованію уже стали на этотъ путь — созданія специально приспособленныхъ къ программамъ пособій. Подобную же попытку предполагаютъ сдѣлать и редакторы „Библіотеки для самообразования“. Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ заграничной популярной литературѣ имѣются вполне подходящія сочиненія, редакція будетъ переводить ихъ или перевздавать уже переведенныя книги; если же подходящихъ пособій не имѣется, редакція будетъ издавать сборники, хрестоматіи, компіляціи или оригинальныя произведе-

денія, приспособленныя къ программамъ Комиссіи. Такимъ образомъ, руководители „домашняго чтенія“ и ихъ читатели не будутъ зависѣть отъ случайнаго наличнаго состава популярной литературы, имѣющейся на русскомъ языкѣ, а читающая публика вообще получитъ рядъ общедоступныхъ руководствъ по всѣмъ отраслямъ общеобразовательныхъ знаній.

Благодаря содѣйствію издательскихъ фирмъ Т-ва И. Д. Сытина и И. А. Баландина, редакція имѣетъ возможность придать книжкамъ „Библиотеки для самообразованія“ внѣшній видъ, соотвѣтствующій европейскимъ изданіямъ этого рода, не поднимая въ то же время цѣны изданія выше обыкновенной. Небольшой форматъ и прочный переплетъ должны отвѣчать назначенію „Библиотеки для самообразованія“, цѣль которой—дать рядъ основныхъ пособій, предназначенныхъ для постояннаго употребленія.

Предисловіе къ нѣмецкому изданію.

Появленіе новой книги о бактеріяхъ нуждается до нѣкоторой степени въ оправданіи въ виду того, что не ощущается недостатка въ руководствахъ, касающихся этихъ организмовъ. Отчасти оно уже выражено въ заглавіи, которое носитъ предлагаемая книга: „Лекціи о бактеріяхъ“. Въ лекціяхъ, предназначенныхъ служить введеніемъ въ бактериологію, необходимо сдѣлать обзоръ многочисленныхъ отдѣльныхъ изслѣдованій и соединить ихъ въ одну стройную картину, которую хотя и слѣдовало бы въ отдѣльныхъ случаяхъ дополнить болѣе мелкими деталями, но которая все же должна изображать современное состояніе науки въ главныхъ чертахъ. Въ этихъ лекціяхъ на ряду съ медицинской бактериологіей, съ полнымъ правомъ преобладающей въ другихъ руководствахъ, будетъ выяснено значеніе бактерій для сельскаго хозяйства и техники броженій, для великихъ основныхъ процессовъ всей жизни на землѣ, круговорота азота и угольной кислоты. Затѣмъ, здѣсь будутъ рѣзче выдвинуты крупныя успѣхи общей фізіологіи, которыми она обязана изученію бактерій. Наконецъ, казалось желательнымъ вывести бактерій изъ того особеннаго положенія, въ которое ихъ неоднократно ставили, благодаря ихъ морфологическимъ и фізіологическимъ особенностямъ, и путемъ сравнительнаго изученія сблизить ихъ съ остальными организмами.

Такъ какъ въ такомъ изложеніи и притомъ въ небольшомъ объемѣ, какъ мнѣ казалось, чувствовался недостатокъ, то я рѣшился предпринять изданіе лекцій, читанныхъ мной въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ студентамъ естественнаго факультета, фармацевтамъ и агрономамъ, среди которыхъ, въ качествѣ рѣдкаго гостя (als weisser Rabe), повременамъ появлялся также студентъ-медикъ.

Д-ръ Альфредъ Фишеръ.

Предисловіє переводчика.

Любезное участіє въ изданіи моего перевода „Лекцій о бактеріяхъ“ А. Фишера, помимо „Предисловія“ къ нему и приложенія статьи: „Дыханіє и броженіє“, проф. Н. Н. Худяковъ [выразилъ еще въ томъ, что тщательно просмотрѣлъ всю рукопись перевода, за что я считаю своимъ пріятнымъ долгомъ принести ему здѣсь мою искреннюю благодарность.

А. Генерозовъ.

Предисловіе.

Быстрые успѣхи бактеріологіи, ознаменовавшіе ея развитіе въ послѣднее десятилѣтіе, не могли, конечно, не выразиться въ появленіи на книжномъ рынкѣ массы руководствъ. Однако, вслѣдствіе тѣснаго соприкосновенія бактеріологіи съ вопросами практической жизни, имѣющіяся руководства носятъ слишкомъ ужъ утилитарный характеръ и слишкомъ мало удѣляютъ вниманія общимъ теоретическимъ вопросамъ науки.

Въ этомъ отношеніи „допотопное время бактеріологіи“¹⁾—70 и 80 года истекшаго столѣтія были счастливыѣ. Тогда имѣлась, напримѣръ, такая книга, какъ лекціи De-Vaг u, которая при небольшомъ объемѣ представляла собой превосходное изложеніе тогдашняго положенія науки. Мы же, обладая массой руководствъ по медицинской и технической бактеріологіи, до послѣдняго времени не имѣли такой книги, въ которой бактеріологія излагалась бы прежде всего какъ наука. Въ этомъ отношеніи лекціи А. Фишера—извѣстнаго ботаника Лейпцигскаго университета—блестяще заполняютъ этотъ пробѣлъ.

Знакома читателя прежде всего съ научными основами бактеріологіи—съ морфологіей и физиологіей бактерій, Фишеръ не забываетъ, однако, и вопросовъ практической жизни и отводитъ въ своей книгѣ широкое мѣсто приложенію бактеріологіи къ агрономіи и медицинѣ. Поэтому, я смѣло могу рекомендовать эту книгу всѣмъ, интересующимся бактеріологіей. Она окажется полезной и для натуралиста, пожелавшаго составить себѣ ясное представленіе о современномъ положеніи бактеріологіи, какъ науки, и для того, кто захочетъ познакомиться съ бактеріологіей ради ея прикладной роли въ современной медицинѣ, агрономіи и технологіи.

Н. Худяковъ.

¹⁾ Выраженіе *Loeffler*'а извѣстнаго историка бактеріологіи.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
I. Введение. Морфология вегетативного тѣла. Форма, величина и строение бактеріальной клѣтки. Содержимое и оболочка.	1
II. Морфология вегетативныхъ формъ. Красящія вещества; особенныя включенія бактеріальной клѣтки; движеніе и органы движенія; дѣленіе клѣтокъ; спорообразование и прорастаніе споръ.	21
III. Понятіе о видѣ и измѣняемость. Инволюція и ослабленіе. Система бактерій.	42
IV. Положеніе бактерій въ системѣ организмовъ. Другіе низшіе организмы, обладающіе патогенными свойствами.	62
V. Распространеніе и образъ жизни бактерій; самопроизвольное зарожденіе	77
VI. Общія основанія питанія и культуры бактерій	91
VII. Дыханіе бактерій. Аэробный и анаэробный образъ жизни; свѣтящіяся бактеріи; бактеріи моря вообще; сѣро- и желѣзо-бактеріи.	106
VIII. Дѣйствіе физическихъ факторовъ. Свѣтъ, электричество, давленіе, температура и высушиваніе; физическая дезинфекція.	124
IX. Дѣйствіе химическихъ реактивовъ. Хемотаксисъ и химическая дезинфекція.	137
X. Бактеріи и круговоротъ азота. Введеніе; ассимиляція свободнаго азота въ клубенькахъ бобовыхъ растений и почвенными бактеріями.	154
XI. Бактеріи и круговоротъ азота. Отщепленіе и минерализація органическаго азота въ процессахъ гніенія и нитрификаціи.	171

XII. Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

1. Введеніе, *Fermentum vivum* и энзимъ, расы возбудителей броженія, броженія спиртовъ и кислотъ, оптическія расщепленія. 188

XIII. Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

2. Броженія углеводовъ, вызываемыя бактеріями.
Броженія: молочнокислое, маслянокислое, метановое, слизевое; особенныя техническія броженія (индиго, табакъ, сахарныя заводы, приготовленіе хлѣба). 203

XIV. Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

3. Дрожжевыя грибы и спиртовое броженіе. Теорія броженія и анаэробіоза. Заключительный обзоръ круговорота азота и угольной кислоты. 221

XV. Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

1. Болѣзни растеній; безвредныя обитатели человѣка; патогенныя бактеріи; источники инфекціи и мѣста паденія. 243

XVI. Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

2. Описаніе нѣкоторыхъ патогенныхъ видовъ. 259

XVII. Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

3. Способъ дѣйствія бактерій и реакція пораженнаго организма. Серотерапія и иммунитетъ 278

Алфавитный указатель I—V



I.

Введение. Морфология вегетативнаго тѣла.

Форма, величина и строеніе бактеріальной клѣтки. Содержимое и оболочка.

Болѣе 200 лѣтъ тому назадъ голландскій натуралистъ Лёвенгукъ,—счастливый изслѣдователь міра невидимыхъ для невооруженнаго глаза существъ, который онъ изучалъ при помощи собственноручно отшлифованныхъ линзъ, обладавшихъ большимъ увеличеніемъ,—нашелъ въ полости рта человѣка мельчайшіе организмы, которые онъ принялъ за микроскопическихъ животныхъ вслѣдствіе свойственной имъ способности къ движенію. Его описаніе ¹⁾ этихъ организмовъ, равно какъ и рисунокъ, въ точности воспроизведенный на рис. 1, на которомъ можно ясно различить шарики, короткія и длинныя палочки, прямыя и скрученныя формы, являются первымъ бо-

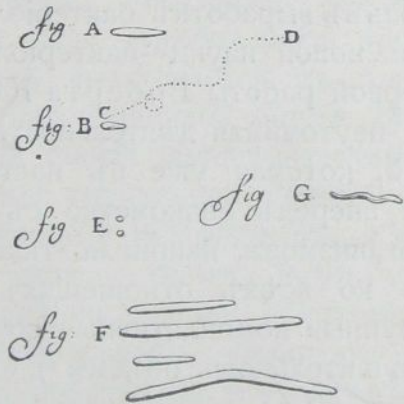


Рис. 1. Самый старій рисунокъ настоящихъ бактерій (бактеріи изъ полости рта) Лёвенгука А и F изображаетъ современный *Bacillus maximum buccalis*, В, должно быть, *Vibrio buccalis*, движеніе котораго Лёвенгукъ прослѣдилъ до точки Д, Е, представляетъ кокковъ, G, вѣроятно, *Spirillum putigenum* (ср. также рис. 26).

¹⁾ *Anton v. Leeuwenhoek, Arcana naturae detecta*. Рисунокъ, относящійся къ 1683 году, воспроизведенъ по новому изданію *Arcana* 1722 года (т. II, стр. 40).

переворотъ въ медицинѣ и естествознаніи, но даже разраслось въ новую науку—бактеріологію. Правда, долгое время послѣ 1683 года знакомство съ бактеріями ограничивалось краткими сообщеніями Лёвенгука и только сто лѣтъ спустя ихъ снова изслѣдовалъ датскій ученый Мюллеръ, который отнесъ ихъ къ инфузоріямъ и окрестилъ ихъ тѣми именами, которыя, какъ *Bacillus*, *Vibrio*, *Spirillum*, въ настоящее время приобрѣли такую популярность. Занимался бактеріями также Эренбергъ, который въ своемъ извѣстномъ сочиненіи по инфузоріямъ (1838) соединилъ ихъ въ группу дрожалокъ или *Vibrionia*.

Съ этого времени бактеріи не перестаютъ привлекать къ себѣ вниманіе натуралистовъ. Но только съ семидесятыхъ годовъ въ изслѣдованіи бактерій начинается съ успѣхомъ принимать участіе медицина и отнынѣ ей принадлежитъ главная роль въ выработкѣ бактеріологическихъ методовъ и въ созданіи новой науки—бактеріологіи. Только послѣ появленія первой работы Роберта Коха ¹⁾ о сибирской язвѣ началась та неутомимая дѣятельность многочисленныхъ изслѣдователей, которая уже въ настоящее время настолько подвинула впередъ знакомство съ этими мельчайшими изъ всѣхъ организмовъ, накопила такой колоссальный, правда, далеко не во всѣхъ отношеніяхъ равноцѣнный, матеріалъ, что крупныя компилятивныя сочиненія по бактеріологіи, даже при внушительномъ объемѣ ²⁾, едва-ли въ состояніи охватить весь

¹⁾ *Robert Koch*, уѣздный врачъ въ Вольштейнѣ. *Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis*. 1876. Beiträge z. Biol. der Pflanzen, herausgegeben von Ferdinand Cohn, II Bd.

²⁾ Изъ новѣйшихъ болѣе крупныхъ сочиненій слѣдуетъ указать: *Flügge*, *Die Mikroorganismen*. 3 Aufl. 1896. *Lehmann* и *Neumann*, *Atlas und Grundriss der Bacteriologie und Lehrbuch der speziellen bacteriologischen Diagnostik*, München, 1896. Затѣмъ относительно организмовъ броженія: *Lafar*, *Technische Mykologie*, Jena, 1897.

Обстоятельные рефераты даютъ: *Baumgarten*, *Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen*, *Koch, Alfred*, *Jahresb. über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen*, затѣмъ *Centralblatt für Bacteriologie*. I отд. Медико-гигиеническая. II отд. Общая, сельско-хозяйственная, техническая бактеріологія, физиологія броженія и патологія растений.

этотъ матеріаль. Въ періодъ, предшествовавшій этому блестящему расцвѣту бактериологіи, съ которымъ связаны славныя имена Пастёра и Коха, работа ботаниковъ (Конъ, Негели) была направлена, съ одной стороны, на общефизиологическое изслѣдованіе бактерій, съ другой — на изученіе формъ и систематики бактерій; эти изслѣдованія дали ту основу, на которой могла развиться современная бактериологія. Объ этомъ начальномъ періодѣ развитія бактериологіи, въ которомъ появились, между прочимъ, блестящія изслѣдованія Пастёра по физиологіи броженія, даютъ полное и картинное представленіе лекціи Löffler'a¹⁾, на которыя да позволено будетъ обратить вниманіе всѣхъ интересующихся исторіей бактериологіи.

Вегетативное тѣло всѣхъ мелкихъ бактерій состоитъ изъ одной клѣточки, которая въ своей простѣйшей формѣ является въ видѣ шарика, *Coccus*. Если преобладаетъ продольная ось, слѣдовательно, шарикъ вытягивается въ прямой цилиндръ, тогда говорятъ о палочковидной формѣ, *Bacillus* или *Bacterium*. Особая группа такихъ цилиндрическихъ бактерій является болѣе или менѣе скрученной спирально; это—вибрионы, спириллы и спирохеты. У вибрионовъ (рис. 2 с) скручиваніе выражено слабо; оно едва достигаетъ здѣсь четверти оборота спирали; у спириллы (рис. 2 а) оно обнимаетъ одинъ или нѣсколько широкихъ спиральныхъ оборотовъ и, наконецъ, у штопорообразныхъ спирохетъ (рис. 2 е)—многочисленные узкіе обороты.

Для фиксированія формъ бактерій употребляютъ весьма простое средство, а именно маленькой капелькѣ жидкости, содержащей бактеріи, даютъ высохнуть на покровномъ стеклышкѣ. Понятно, что при высыханіи все располагается въ одной плоскости—въ плоскости покровнаго стеклышка, и сла-

¹⁾ Какъ руководство для практическихъ занятій начинающему можно рекомендовать: *Fränkel*, Grundriss der Bacterienkunde. 4 Aufl. *Günther*, Einführung in das Studium der Bacteriologie. Французская школа у *Macé*, Traité pratique de Bactériologie. 2-е изд. 1891.

Löffler, Vorlesungen über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von den Bacterien. I Theil. До 1878 года (продолженіе не появлялось). Leipzig, 1887.

бо скрученный въ пространствѣ вибрионъ даетъ теперь картину слабо изогнутаго въ видѣ запятой тѣла (рис. 2 d), почему Кохъ и назвалъ вибрионовъ азиатской холеры бациллами-запятыми, хотя, кромѣ этого искривленія, нѣтъ никакого дальнѣйшаго сходства съ фигурой запятой. *Spirillum* фиксируется при высыханіи въ видѣ полукруга (рис. 2 b), спирохета же въ видѣ извитой линіи (рис. 2 e, 26 f). Состоятъ-ли спирохеты,



Рис. 2. а. *Spirillum undula*, въ живомъ состояніи, скручиваніе въ видѣ спирали, б высушенная на покровномъ стеклышкѣ, въ видѣ полукруглыхъ фигуръ. с *Vibrio cholerae* слабо извитой, d высушенный въ формѣ запятой. е *Spirochaete Obermaieri* возвратнаго тифа изъ крови (по Судакевичу), f *Cladothrix dichotoma*. Часть вѣтви съ влагалищемъ и так. наз. ложнымъ вѣтвленіемъ, выше f короткая боковая вѣточка изъ двухъ члениковъ, только-что пробивающаяся черезъ влагалище. g. *Penicillium glaucum*, часть мицелія съ настоящимъ вѣтвленіемъ (по Brefeld'у). Увеличенія: а, b 1500, с, d 2250, е около 800, f 600, g 120.

которыя иногда достигаютъ довольно значительной длины, всегда только изъ одной клѣточки или же онѣ составлены изъ изогнутыхъ клѣтокъ-члениковъ, — это требуетъ еще дальнѣйшаго изслѣдованія.

Всѣ же другія формы: кокки, бациллы, вибрионы и спириллы являются всегда одноклѣточными и, какъ таковыя, онѣ могутъ быть противопоставлены подъ именемъ заглобakterій настоящимъ многоклѣточнымъ бактеріямъ, трихобактеріямъ. У этихъ, напр., у содержащей сѣру *Veggiatoa* (рис. 17 а), вегетативное тѣло представляетъ неразвѣтвленную

нить клѣтокъ, отдѣльные цилиндрическіе членики которой хотя и похожи на бациллъ, но отдѣляются, однако, другъ отъ друга лишь съ цѣлью размноженія, причемъ онѣ становятся подвижными. Для обозначенія невѣтвящихся бактеріальныхъ нитей, лишенныхъ особыхъ влагалищъ (стр. 18), употребляютъ

коллективное название *Leptothrix*. Наиболее сложное вегетативное тѣло имѣетъ родъ *Cladothrix* (водяная бактерія съ вилкообразно развѣтвляющейся системой побѣговъ). Последніе появляются у этой бактеріи вслѣдствіе того, что отдѣльные членики нитей (рис. 2 f) пробиваются сбоку изъ разрыхленного влажлища, которое здѣсь облегаютъ всѣ побѣги и вырастаютъ въ новую вѣточку; поэтому боковые побѣги связаны съ материнской вѣтвью лишь поверхностно (рис. 2 f, 12). Такое вѣтвление называютъ ложнымъ вѣтвленіемъ, псевдо-вѣтвленіемъ, въ противоположность настоящему, какое обнаруживаетъ всякій грибной мицелій (рис. 2 g). Здѣсь членикъ нити даетъ выростъ въ сторону отъ продольной оси; разрастаясь въ новомъ направленіи, онъ становится молодой боковой вѣтвью, которая стоитъ въ такой же тѣсной связи съ несущей вѣтвью, какъ и отдѣльные члены ея между собой. Такое истинное вѣтвление у трихобактерій еще не наблюдалось. Этими данными вполне исчерпывается и весь кругъ формъ нормально развитыхъ бактерій.

Однако, уже здѣсь можно указать у гаглобактерій на нѣкоторыя особыя *формы роста*, которыя являются результатомъ соединенія многочисленныхъ индивидуумовъ между собой. Такъ, бацилла сибирской язвы образуетъ обыкновенно *цѣпочки* или неразвѣтвленныя нити (рис. 28), которыя по внѣшнему виду нельзя отличить отъ настоящихъ нитчатыхъ бактерій, отъ которыхъ онѣ, однако, легко отличаются уже тѣмъ, что во всякое время, совершенно независимо отъ процесса размноженія, могутъ распадаться на отдѣльные членики. Кромѣ того, среди такихъ длинныхъ нитей попадаются и болѣе короткія цѣпочки, состоящія изъ немногихъ члениковъ, иногда только изъ двухъ, и даже отдѣльныя палочки. Болѣе подробныя данныя относительно этихъ формъ роста и подобныхъ явленій у кокковъ будутъ приведены при изложеніи процесса дѣленія и вопроса о существованіи видовъ у бактерій. У другихъ бактерій мы нерѣдко встрѣчаемъ многочисленные отдѣльныя клѣтки, расположенныя то массами съ правильными очертаніями (рис. 3, 17 с, 22), то связанныя студенистымъ веществомъ въ видѣ неправильныхъ, беспорядочныхъ скопленій. Такого рода скопленія бактерій называютъ

Zoogloea. Онѣ могутъ образоваться какъ на твердыхъ субстратахъ (картофель, питательной желатинѣ), такъ и въ жидкихъ. На поверхности субстратовъ отдѣльные индивидуумы иногда соединяются еще въ другую форму роста, именно *плъсневую пленку*, называемую также просто пленкой, которая состоитъ изъ плотно связанныхъ другъ съ другомъ индивидуумовъ (рис. 13 e, 24 a и b). Обѣ эти формы роста, *Zoogloea* и пленка, въ однихъ случаяхъ являются лишь общественными формами роста, каковы, напр., лѣсъ, дугъ, не представляя собой въ морфологическомъ значеніи какой-либо единицы высшаго порядка. Въ другихъ же случаяхъ, какъ у изображенной на рис. 3 зооглеи въ



Рис. 3. Часть лопастной зооглеи водной бактеріи (*Zoogloea ramigera* прежнихъ авторовъ), болѣе густое скопленіе палочекъ на периферіи, болѣе рѣдкое внутри зооглеи; все связано при помощи студени. Увелич. 56. Ср. также зооглеи на рис. 17 e и рис. 22 f, h.

зооглеяхъ и пленкахъ каждая отдѣльная бактерія является самостоятельной и независимой отъ остальныхъ; вегетативное тѣло во всѣхъ случаяхъ представляется все-таки въ видѣ одной только клѣтки. Словомъ, у этихъ образований незаметно того раздѣленія труда, какое наблюдается у колоній высшаго порядка, встрѣчающихся у низшихъ растений (*Volvocineae*) и животныхъ (*Coelenterata*).

Бактеріи представляютъ собой *самые мельчайшіе организмы*, какіе только извѣстны въ настоящее время; самый крупный коккъ имѣетъ въ поперечникѣ приблизи-

женной на рис. 3 зооглеи въ формѣ облачка или у зооглеи *Vacillus proteus* (рис. 22), напоминающей тонко развитой грибной мицелій, мы имѣемъ дѣло съ *настоящими колоніями*, внѣшній видъ которыхъ уже болѣе не „случайный“, но стоитъ въ связи съ опредѣленным порядкомъ роста и размноженія и неизмѣнно повторяется при каждой новой культурѣ. Въ систематикѣ особенно приходится обращать вниманіе на эти особенности роста и размноженія. Но во всѣхъ

тельно $2 \mu = \frac{2}{1000}$ mm; у *стафилококковъ*, самыхъ распространенныхъ гнилостныхъ бактерій, поперечникъ доходитъ до $0,8 \mu$, объемъ—до невообразимо малой величины $\frac{1}{1700000000}$ куб. миллиметра. Соответственно незначительной величинѣ и значительному содержанию воды и вѣсъ бактерій невообразимо малъ: 30 билліоновъ бактерій составляютъ по вѣсу только одинъ граммъ. Въ каплѣ воды, содержащей 1 куб. миллиметръ, съ успѣхомъ могло бы помѣститься 1700 милліоновъ гнилостныхъ бактерій. Даже гораздо болѣе крупная бацилла сибирской язвы является еще незначительнымъ цилиндромъ въ 3—10 μ длины и 1—2 μ ширины. Чтобы реализовать величину бациллы сибирской язвы, нужно было бы папиросу средней величины, если бы это было возможно, представить себѣ уменьшенной въ 8000 разъ.

Тончайшее строеніе бактеріальной клѣтки ¹⁾. Съ перваго взгляда представляется довольно безнадежной попытка проникнуть въ строеніе такихъ микроскопически-малыхъ организмовъ, какъ бактерій. Однако, благодаря высокому совершенству новѣйшихъ микроскоповъ, уже и теперь относительно внутренняго строенія бактерій удалось, по крайней мѣрѣ, кое-что прочно установить.

Такъ какъ можно было предполагать, что бактеріи, какъ организмы, стоящіе на низшей границѣ жизни, обладаютъ гораздо болѣе простымъ строеніемъ, чѣмъ тотъ элементъ-клѣтка, изъ котораго построены всѣ высшія животныя и растенія, то прежде всего слѣдовало рѣшить вопросъ, можно ли обнаружить у бактеріи всѣ тѣ составныя части, которыя различаютъ въ клѣткѣ, напр., растительной: клѣточную оболочку (рис. 4 а при w) и содержимое? Последнее, въ свою очередь, состоитъ изъ протоплазмы (протопластъ) съ клѣточнымъ ядромъ (рис. 4 а при r и k) и измѣняющагося количества жидкости, клѣточного сока, который помѣщается среди болѣе твердой протоплазмы или въ маленькихъ вакуоляхъ,

¹⁾ Систематическое представленіе о строеніи тѣла бактерій и новыя оригинальныя воззрѣнія у *Bütschli*, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien, Leipzig, 1896, и *A. Fischer*, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien, Jena, 1897.

или же, занимая большую часть клѣтки (рис. 4 при s), сжимаетъ протоплазму въ узкую полоску, въ такъ-наз. стѣнкоположный слой (примордіальный мѣшокъ). Такъ какъ клѣточный сокъ заключаетъ въ растворѣ разнообразныя вещества, минеральныя соли и органическія соединенія, то онъ развиваетъ извѣстное давленіе, — осмотическое давленіе или давленіе раствора, благодаря которому протоплазматическій стѣнкоположный слой болѣе или менѣе сильно растягивается. Это растяженіе протоплазмы, однако, не можетъ уничтожить давленіе клѣточного сока уже потому, что протоплазма замкну-

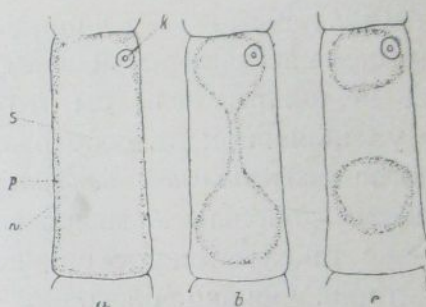


Рис. 4. *Плазмолизъ* клѣтки изъ маленькаго волоска *Ecballium elaterium* (бѣшеный огурецъ). а. Первоначальное расположеніе содержимаго клѣтки, помѣщенной въ чистой водѣ w клѣточная стѣнка, p протоплазма (стѣнкоположный слой, примордіальный мѣшокъ), s клѣточный сокъ, большая вакуоля, k клѣточное ядро. б. Та же клѣтка въ 2,5⁰/₀ растворѣ поваренной соли, промежуточная стадія плазмолиза, протоплазма отстала отъ стѣнокъ и разшнуровывается на два участка. в. Позднѣйшая стадія той же клѣтки въ 2,5⁰/₀ NaCl (приблизительно черезъ 1/2 часа), содержимое раздѣлилось на два отдѣльных шаровидныхъ участка. Увелич. 300.

та въ менѣе растяжимую, довольно устойчивую клѣточную оболочку. Поэтому протоплазма болѣе или менѣе сильно прижата къ стѣнкѣ. Для того, чтобы могло наступить подобное растяженіе, или, выражаясь иначе, для того, чтобы клѣточка могла сохранить свой *тургоръ* ¹⁾, необходимо еще, чтобы растворенныя въ клѣточномъ сокѣ вещества не уходили изъ клѣтки, потому что давленіе раствора тѣмъ меньше, чѣмъ слабѣе самый растворъ. Протоплазматическое вещество, которое облекаетъ со всѣхъ сторонъ (подобно пу-

¹⁾ Подъ тургоромъ подразумѣваютъ то состояніе напряженія, въ какомъ находится протоплазма подъ вліяніемъ давленія клѣточного сока. *Прим. ред.*

зырю) клѣточный сокъ, хотя и позволяетъ безпрепятственно проходить чистой водѣ, равно какъ и весьма незначительнымъ количествамъ растворенныхъ въ ней веществъ, но для прохожденія болѣе значительныхъ количествъ ихъ она представляетъ непреодолимое препятствіе. Въ этомъ смыслѣ протоплазма непроницаема, непроходима,—свойство, которое мы примемъ здѣсь, какъ доказанное ¹⁾. Для возникновенія и поддержанія давленія необходимо, однако, еще выполнить другое условіе, а именно необходимо, чтобы клѣточка находилась или въ чистой водѣ, или, по крайней мѣрѣ, въ такомъ растворѣ, который содержитъ вещества съ меньшимъ осмотическимъ давленіемъ, нежели ея клѣточный сокъ. Въ этомъ случаѣ осмотическое давленіе клѣточного сока должно будетъ обнаруживаться, потому что растворенныя въ клѣточномъ соку вещества стремятся проникнуть въ окружающую клѣтку жидкость и равномерно въ ней распредѣлиться. Но такъ какъ непроницаемость протоплазматическаго мѣшка вполне или почти вполне препятствуетъ этому стремленію, то движеніе молекулъ, стремящихся къ водѣ, обнаруживается въ формѣ давленія на мѣшечекъ плазмы,—въ формѣ давленія раствора. Въ изображенныхъ условіяхъ находятся не только клѣтки всѣхъ живущихъ въ водѣ растений, но и клѣтки сухопутныхъ, такъ какъ целлюлезныя стѣнки постоянно пропитаны водой.

Если помѣстить такую клѣтку въ растворъ, содержащій вещества, осмотически дѣйствующія сильнѣе, чѣмъ клѣточный сокъ, напр., 5% растворъ селитры (или 2,5% поваренной соли), то указанное отношеніе мѣняется. Большее давленіе на протоплазму обнаруживается теперь со стороны раствора селитры; внутреннее давленіе клѣточного сока прекращается и протоплазма, вслѣдствіе прекращенія растяженія, начинаетъ болѣе или менѣе сильно сжиматься. Это сжатіе происходитъ до тѣхъ поръ, пока не наступитъ равновѣсіе между давленіемъ клѣточного сока и окружающимъ растворомъ соли. Сжатіе начинается въ видѣ легкаго от-

¹⁾ Ср. *Osmotische Untersuchungen*, 1877, стр. 170, и *Pflanzenphysiologie*, 1897 г. *W. Pfeffer*. *Прим. ред.*

ставанія протоплазмы отъ клѣточной стѣнки, какъ разъ въ тотъ моментъ, когда растворъ соли извнѣ развиваетъ давленіе, одинаковое съ внутреннимъ. Такимъ образомъ, въ концентрации наружнаго раствора мы имѣемъ мѣрило для величины осмотической силы клѣточного сока, въ той концентрации, которая требуется извнѣ для начала сжатія. Такое стягиваніе протоплазмы называютъ плазмолизомъ, т.-е. отдѣленіемъ протоплазмы отъ клѣточной стѣнки.

Такъ какъ соль окружающаго раствора не можетъ проникать черезъ непроницаемую протоплазму, то даже при продолжительномъ пребываніи клѣтки въ растворѣ плазмолизъ не прекращается. Если бы, напротивъ, соль могла проникать, то плазмолизъ долженъ былъ бы скоро прекратиться, потому что въ этомъ случаѣ внутри клѣтки могло бы оказаться снова большее давленіе. Это же самое можно было бы вызвать и моментально, замѣнивъ растворъ соли чистой водой. Дѣйствительно, протоплазма и въ этомъ случаѣ въ очень короткое время снова прилегаетъ къ стѣнкѣ клѣтки,—другими словами, клѣтка снова принимаетъ свой прежній тургоръ. Явленіе плазмолиза, кратко здѣсь описанное, можно вызвать лишь на живой клѣткѣ, потому что только живая протоплазма обладаетъ необходимой для этого непроницаемостью. Клѣтка при этомъ не отмираетъ и даже по прекращеніи плазмолиза сохраняетъ свою жизнѣдѣтельность.

Въ шаровидныхъ клѣткахъ протоплазма при плазмолизѣ стягивается въ шарикъ, а въ удлиненныхъ цилиндрическихъ, напр., въ волоскахъ (рис. 4) или въ клѣткахъ водорослей, содержимое разрывается обыкновенно на два, иногда на три и болѣе участка, которые сначала еще находятся въ связи другъ съ другомъ при помощи узкихъ плазматическихъ нитей (рис. 4 b). Позднѣе и онѣ также разрываются и тогда въ каждомъ концѣ клѣтки,—это наиболѣе частый случай,—лежитъ по одному шаровидному или яйцевидному отшнуровавшемуся участку содержамаго (рис. 4 c). При обратномъ процессѣ выравниванія плазмолиза участки растягиваются и, приходя въ соприкосновеніе, сливаются въ одно плазматическое тѣло тургесцирующей клѣтки. При такихъ плазматическихъ разрывахъ не слѣдуетъ проводить обратное

движеніе плазмоліза слишко́мъ быстро, потому что въ этомъ случаѣ протоплазматическіе участки легко лопаются и содержимое, такимъ образомъ, умерщвляется.

Плазмолізъ представляетъ собой очень важное средство для изслѣдованія клѣтки. Другое общеупотребительное средство для выясненія тонкой, не различаемой на живомъ матеріалѣ структуры мы имѣемъ въ методахъ фиксированія и окрашиванія, доведенныхъ до высокой степени совершенства.

Если живыхъ бактерій разсматривать при самомъ сильномъ увеличеніи (свыше 2000), то все-таки можно увидеть очень немного. Хотя при этомъ тѣло бактеріи и представляется намъ съ рѣзкими очертаніями, однако, отличить клѣточную оболочку (клѣточную кожицу, клѣточную стѣнку) отъ содержаго не оказывается возможнымъ. Само содержимое представляется блѣднымъ и гомогеннымъ веществомъ, въ которомъ иногда яснѣе выступаютъ сильнѣе преломляющія свѣтъ зернышки; наконецъ, у очень крупныхъ бактерій (*Spirillum*, *Cladothrix*) изъ общей массы протоплазмы выдѣляются пространства, наполненные сокомъ (вакуоли), благодаря внѣшнему сходству послѣдняго съ водой. Что же касается органовъ движенія, описаніе которыхъ будетъ дано ниже, то ихъ не видно совсѣмъ.

Чтобы приготовить бактерій къ *окрашиванію* при помощи одного изъ обычныхъ *фиксирующихъ средствъ* (напр., іодъ-алкоголь, осміева кислота, хромовая кислота и др.), берутъ маленькую капельку фиксирующей жидкости, смѣшиваютъ съ ничтожнымъ количествомъ бактеріальной культуры, растираютъ ее на покровномъ стеклышкѣ и даютъ высохнуть на воздухѣ. Присохшіе такимъ образомъ къ покровному стеклышку фиксированныя бактеріи могутъ быть освобождены отъ фиксирующей жидкости продолжительнымъ промываніемъ водой, послѣ чего можно приступить и къ окрашиванію ихъ (анилиновыя краски, гематоксилинъ). Въ окрашенномъ видѣ всѣ бактеріи (холера, тифъ, сибирская язва, спириллы, *Cladothrix*; рис. 5) обнаруживаютъ сходное строеніе. Оболочка представится намъ въ видѣ лишь одного рѣзкаго контура, окружающаго протоплазму, кажущуюся намъ пѣнистой или продырявленной, благодаря присутствію многочисленныхъ ваку-

олей. На самомъ дѣлѣ протоплазма прилегаетъ въ видѣ плотнаго сплошнаго стѣнкоположнаго слоя къ оболочкѣ, вытягиваясь въ узкія полоски и нити между вакуолями. Вся масса протоплазмы окрашивается равномерно и выполняетъ цѣликомъ пространство внутри оболочки; какого бы то ни было тонкаго строенія нельзя открыть даже и при самомъ осторожномъ окрашиваніи. Нѣсколько сильнѣе окрашиваются

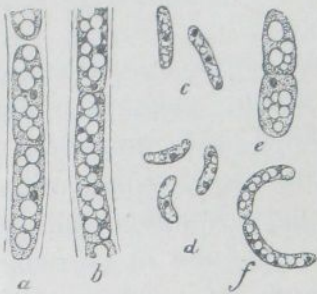


Рис. 5. Бактеріи, фиксированныя алко-гольнымъ растворомъ іода и окрашенныя различными красками, а и б *Cladothrix dichotoma* съ влагалищемъ и съ однимъ (а) или нѣсколькими (б) хроматинными зернышками въ каждой клѣткѣ (окр. гематоксилиномъ). с *Bacillus anthracis* препарированы подобно предыдущимъ (Methylen-blau). е *Bacillus Anthracis* (гематоксилинъ). ф *Spirillum undula* (гематоксилинъ). Описанное въ текстѣ свойство содержамаго даетъ возможность понять всѣ эти картины; хроматинныя зернышки—черныя, вакуоли (пространства, наполненныя клѣточнымъ сокомъ)—бѣлыя, протоплазма изображена тонкимъ пунктиромъ. Увелич. а-е 2250, ф 1500.

лишь тѣ блестящія, часто замѣтныя уже на живыхъ бактеріяхъ тѣльца, которыхъ обыкновенно называютъ *хроматинными зернышками*, потому что ихъ способность интенсивнѣе окрашиваться напоминаетъ „хроматинное вещество“ настоящихъ клѣточныхъ ядеръ,—сходство,

въ сущности, говорящее очень мало. Если такое хроматинное зернышко находится въ клѣткѣ бактеріи лишь одно (рис. 5 а, с, d, e), то оно легко можетъ произвести впечатлѣніе *клеточнаго ядра*, какъ по своей величинѣ относительно цѣлой клѣтки, такъ очень часто и по своему положенію въ срединѣ клѣтки. Но такъ какъ одинаково часто въ одной клѣткѣ содержится нѣсколько или даже очень много такихъ зеренъ (рис. 5 б и другіе), то нѣтъ достаточнаго основанія разсматривать ихъ, какъ ядра, по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока въ пользу этого взгляда нельзя привести ничего другаго, кромѣ такого ядроподобнаго окрашиванія; къ тому же, эти хроматинныя зерна не имѣютъ никакого отношенія къ дѣленію клѣтки. Пока ихъ можно разсматривать, какъ запасныя питательныя вещества, а сами клѣтки бактеріи считать *безъядерными*, потому что, несмотря на многочисленныя попытки найти въ

нихъ ядро, до сихъ поръ не удалось открыть чего-нибудь иного, кромѣ вышеупомянутыхъ хроматинныхъ зернышекъ.

Существуетъ, однако, еще одно воззрѣніе на строеніе бактерій, совершенно отличное отъ вышенприведеннаго и нашедшее себѣ многихъ приверженцевъ. Если бактеріи окрасить анилиновыми красками, то кажется, какъ будто эти мельчайшія тѣльца (хроматинныя зернышки) впитываютъ въ себя красящаго вещества относительно очень много и, кромѣ того, при дѣйствіи раскрашивающихъ средствъ (спиртъ, слабыя кислоты) прочнѣе удерживаютъ его, чѣмъ протоплазма другихъ клѣтокъ. Такъ какъ, далѣе, въ этихъ послѣднихъ клѣточныхъ ядра отличаются также способностью сильнѣе окрашиваться, то мало-по-малу созданъ *миѳъ о веществахъ, красящихъ ядра*, т.-е. такихъ веществахъ, которыя особенно интенсивно поглощаются настоящими ядрами. Само собой разумѣется, что это ученіе о ядрокрасящихъ веществахъ есть ничто иное, какъ только миѳъ, потому что клѣточные ядра поглощаютъ всѣ красящія вещества сильнѣе, чѣмъ остальная протоплазма, а это указываетъ, конечно, не на особенныя химическія его свойства, а лишь только на особенности физическаго строенія, напр., на бѣольшую плотность и вытекающую отсюда бѣольшую поглотительную способность по отношенію къ красящимъ веществамъ. Непониманіе этихъ отношеній привело къ тому положенію, перешедшему почти во всѣ бактериологическія руководства, что бактеріи якобы особенно сильно окрашиваются „веществами, красящими ядра“. А разъ это такъ, то почему же и сами бактеріи не могутъ быть разсматриваемы, какъ примитивныя ядра, у которыхъ протоплазма отсутствуетъ совсѣмъ или почти - что совсѣмъ? Изъ этого положенія вскорѣ были сдѣланы и дальнѣйшіе выводы. Именно, такъ какъ бактеріи являются простѣйшими организмами, какіе мы только знаемъ, то возникла гипотеза, что первые появившіеся на землѣ организмы представляли собой лишеныя протоплазмы ядра, къ которымъ протоплазма присоединилась только позднѣе.

Однако, *окрашиваемость содержимаго бактерій совсѣмъ не представляется необыкновенно сильной*, если только не принимать во вниманіе способной окрашиваться оболочки. Но

даже въ тѣхъ случаяхъ, когда красящаго вещества поглощается, можетъ быть, больше, чѣмъ вообще протоплазмой въ другихъ случаяхъ, это, конечно, не является свидѣтельствомъ ея ядерной природы.

Такимъ образомъ, изслѣдованіе съ помощью обычныхъ методовъ фиксированія и окрашиванія приводитъ насъ къ тому, что тѣло бактерій представляетъ собой безъядерный протопластъ, окруженный оболочкой.

Послѣдняя обнаруживается особенно ясно при *плазмолизѣ*. Чтобы плазмолизировать бактерій, берутъ очень маленькую капельку воды съ бактеріями, помѣщаютъ ее на предметное стеклышко и, положивъ въ эту капельку нѣсколько волоконъ ваты, покрываютъ покровнымъ стеклышкомъ. На нижней поверхности стеклышка всегда прикрѣпляется масса бактерій и притомъ такъ прочно, что онѣ не смываются даже и сильной струей воды. Затѣмъ у края покровнаго стеклышка помѣщаютъ соотвѣтствующій плазмолизирующій растворъ соли. Всѣ шарообразныя и короткоцилиндрическія бактеріи при плазмолизѣ становятся только лишь болѣе блестящими. По этому измѣненію вообще только и можно узнать наступившее здѣсь сокращеніе протоплазмы у мельчайшихъ формъ. Въ гораздо болѣе ясной формѣ можно видѣть явленіе плазмолиза у болѣе длинныхъ цилиндрическихъ формъ, каковы бактеріи тифа, холеры, флуоресцирующія бациллы, спириллы, *Cladothrix* и многія другія. Уже въ 2,5% растворѣ селитры или въ 1% поваренной соли (кровяная сыворотка, невыпаренная, заключаетъ ея уже 0,7%) содержимое отступаетъ отъ оболочки, ясно выдѣляющейся теперь въ видѣ нѣжнаго влагища, причемъ протоплазма и здѣсь распадается совершенно такъ, какъ у вытянутыхъ растительныхъ клѣтокъ, т.е. на два, иногда даже на три и болѣе блестящихъ шарика, которые при удаленіи водой плазмолизирующаго раствора снова растягиваются и сливаются въ блѣдноватый протопластъ. Въ болѣе короткихъ клѣткахъ протоплазма сжимается обыкновенно лишь въ одну блестящую, шаровидную или яйцевидную массу, которая лежитъ то въ срединѣ клѣтки, то на концѣ. Плазмолизированныя бактеріи (тифъ, холера, спириллы) при относительно слабомъ увеличеніи кажутся

какъ бы распавшимся на блестящіе шарики и комочки (рис. 6 а) и лишь только при сильномъ увеличеніи ясно выступаетъ нѣжный контуръ оболочки (рис. 6 б).

Итакъ, плазмолизъ показываетъ, во-первыхъ, что оболочка не соединена прочно съ содержимымъ, какъ, напр., кожица (Pellicula) у инфузорій, а, подобно целлюлезной оболочкѣ растительной клѣтки, совершенно свободно облекаетъ протопластъ. Далѣе плазмолизъ показываетъ намъ, что осмотическое давленіе въ клѣткѣ бактерій почти въ два раза меньше давленія въ клѣткахъ высушенныхъ растений, такъ какъ бактерии плазмолизируются уже растворомъ соли, концентрація

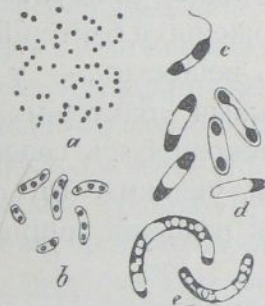


Рис. 6. Плазмолизъ бактерій. а *Вибріонъ холеры* изъ культуры на агарѣ (мясная вода + 1⁰/₁₀ пентона + 1⁰/₁₀ винограднаго сахару), плазмолизованный 1,25⁰/₁₀ растворомъ поваренной соли, въ живомъ состояніи, при слабомъ увеличеніи (300 разъ), бактеріи распадаются на блестящіе шарики. б То же, что а, но только сильно увеличенное. с *Вибріонъ холеры*, плазмолизованный, съ жгутомъ. д *Бациллы тифа* въ 2,5⁰/₁₀ растворѣ поваренной соли, различное расположеніе разшнуровавшагося содержимаго, въ окрашенномъ видѣ, вправо отъ с такая же картина, что и у растительной клѣтки на рис 4 б. е *Spirillum undula*, плазмолизовавшаяся при высыханіи капли гнѣющей воды, хорошо видна структура отдѣльныхъ частей протоплазмы. Протоплазма вездѣ обозначена черной краской. Увелич. а 300, б—е 1500.

которой въ два раза слабѣе той, которая вызываетъ плазмолизъ у клѣтокъ высушенныхъ растений. Тѣмъ не менѣе внутреннее давленіе бактеріальной клѣтки достигаетъ весьма приличной величины, 3—6 атмосферъ. Кромѣ того, слѣдуетъ еще обратить вниманіе на два обстоятельства, имѣющихъ мѣсто при плазмолизѣ бактерій, а именно, во-первыхъ, что плазмолизъ въ болѣе концентрированныхъ растворахъ солей, напр., 5⁰/₁₀ селитры, прекращается уже въ теченіе немногихъ минутъ, что свидѣтельствуетъ о томъ, что растворъ соли проникаетъ внутрь клѣтки. Впрочемъ, и въ болѣе слабыхъ

растворахъ (2,5% селитры) наблюдается прекращеніе плазмолиза, правда, только черезъ нѣсколько часовъ. Изъ этого слѣдуетъ, конечно, что протоплазма бактеріальной клѣтки гораздо болѣе проницаема по отношенію къ солямъ, чѣмъ протоплазма высшихъ растений. По всей вѣроятности, эта болѣе проницаемость ея распространяется и на другія химическія соединенія и оказывается общей для бактерій, Flagellata и другихъ низшихъ организмовъ, напр., морскихъ и синезеленыхъ водорослей. Благодаря этой проницаемости, существенно облегчается какъ приспособляемость бактерій къ данной средѣ, такъ и принятіе ими пищи; наконецъ, этимъ же облегчается и выдѣленіе продуктовъ обмѣна веществъ, напр., продуктовъ броженія у бактерій броженія, токсиновъ, — особыхъ ядовитыхъ веществъ, — у патогенныхъ формъ. Во-вторыхъ, подвижныя бактеріи въ плазмолизированномъ состояніи не прекращаютъ своего движенія, — обстоятельство, какъ это мы увидимъ въ слѣдующей лекціи, не лишнее значенія для рѣшенія вопроса о природѣ органовъ движенія.

При обычномъ способѣ приготовления микроскопическихъ препаратовъ, когда бактеріи берутъ изъ питательнаго субстрата, содержащаго обыкновенно 0,7% поваренной соли, и оставляютъ ихъ высыхать на покровномъ стеклышкѣ, одновременно вмѣстѣ съ жидкостью захватывается нѣкоторое количество солей, такъ что по мѣрѣ испаренія капли достигается концентрація, требуемая для плазмолиза; поэтому бактеріи засыхаютъ въ плазмолизированномъ состояніи и послѣ окрашиванія представляютъ совершенно иную картину, чѣмъ при другихъ условіяхъ; такъ, у бактерій холеры, тифа и другихъ по концамъ клѣтки лежитъ по одному интенсивно окрашенному шаріку (Polkorn) плазмолизированнаго содержимаго, остальная часть ясно замѣтной оболочки оказывается пустой (рис. 6). На основаніи сказаннаго нетрудно дать правильное толкованіе такихъ и подобныхъ имъ картинъ.

Такимъ образомъ, въ виду всего вышеизложеннаго, мы должны придти къ заключенію, что бактеріальная клѣтка представляетъ собой точно такую же осмотическую систему,

что и растительная клѣтка, и отличается отъ послѣдней, главнымъ образомъ, отсутствіемъ клѣточного ядра.

Оболочка (Haut, Hülle) бактеріальныхъ клѣтокъ тонка и нѣжна, безцвѣтна и лишена какой бы то ни было видимой структуры; въ противоположность растительнымъ оболочкамъ она состоитъ не изъ целлюлезы, а, по всей вѣроятности, изъ бѣлковъ, представляющихъ собой видоизмѣненіе тѣхъ бѣлковыхъ веществъ, которыя входятъ въ составъ протоплазмы. Поэтому она обладаетъ такой же проникаемостью, какъ и протоплазма, т.-е. оказывается менѣе проникаемой, чѣмъ целлюлезная оболочка растений. У бактерій, видимо, еще не завершилось то дифференцированіе протоплазмы на весьма проникаемую наружную неподвижную кожицу, целлюлезную оболочку, и менѣе проникаемую внутреннюю кожицу, протоплазматическій мѣшокъ (кожистый слой плазмы), какое имѣетъ мѣсто у высшихъ растений. Регулированіе же обмѣна веществъ съ окружающей средой происходитъ здѣсь при посредствѣ двухъ слоевъ средней проникаемости.

Оболочка бактерій, подобно клѣточной оболочкѣ многихъ зеленыхъ и синезеленыхъ водорослей, обладаетъ способностью образовывать у нѣкоторыхъ видовъ студень (слизистое вещество), у другихъ же такъ-наз. влагалище. Такая ослизневшая или слизистая оболочка представляется въ видѣ нѣжнаго прозрачнаго слоя, который бываетъ то уже, то шире окружаемой имъ клѣтки, причемъ форма его точно соотвѣтствуетъ формѣ этой клѣтки (рис. 7 b — d). Употребляя особые методы окрашиванія, можно достигъ даже окрашиванія студенистой оболочки. Образуется эта студенистая оболочка черезъ разбуханіе самыхъ наружныхъ слоевъ клѣточной оболочки, внутренніе плотные слои которой постоянно возобновляются дѣятельностью прилегающей къ ней протоплазмы. Впитывая въ себя воду, остуденѣвшая оболочка расплывается все болѣе и болѣе и связываетъ большія количества бактерій въ слизистыя массы имѣющихъ различную форму зооглей (*Leuconostoc*, также лекц. XIII). Ясно видимая студенистая оболочка отсутствуетъ у большинства бактерій. Обыкновенно оболочка или не остуденѣваетъ со всѣмъ, или же бываетъ отдѣла лишь крайне нѣжной, неза-

ИНВЕНТАРЬ

№ 8255

мѣтной полоской студени. Химическій составъ питательной среды, вообще внѣшнія условія часто вліяютъ на ослизненіе оболочки паразитическимъ образомъ (рис. 7 b, c). Такъ, напр., могутъ образоваться сильно слизистыя, вытягивающіяся въ нити массы, хотя при этомъ иногда и нельзя отыскать настоящихъ ослизневшихъ оболочекъ, подобныхъ тѣмъ, какія мы встрѣчаемъ у водорослей (ослизлое пиво, вино и пр.). Вообще надо замѣтить, что говорить о „капсулахъ“¹⁾ можно лишь въ томъ случаѣ, когда клетка бываетъ окружена рѣзко очерченнымъ студенистымъ слоемъ. Образование такихъ капсулъ представляетъ иногда хорошій диагностическій признакъ, напр., у *Leuconostoc*.

Разумѣется, не всякій свѣтлый слой вокругъ высушенныхъ бактерій можно объяснять присутствіемъ капсулъ. Какъ показываетъ слѣдующій примѣръ, встрѣчаются случаи даже искусственнаго образованія такихъ слоевъ, которые такъ часто принимаются за капсулы. На сухихъ препаратахъ изъ жидкости, содержащей бѣлки или слизь, напр., кровь или другіе соки организма, постоянно получается равномернотонкій, легко окрашивающійся налетъ, который обусловливается присутствіемъ названныхъ веществъ; бактеріи, вкрапленныя въ этотъ налетъ, большей частью бываютъ окружены узкими свѣтлыми слоями (рис. 7 a), такъ-наз. капсулами (бактеріи сибирской язвы, пневмонійные кокки). Дѣло въ томъ, что при высыханіи бактеріи, содержащія, какъ извѣстно, много воды, нѣсколько сжимаются; обыкновенно такое сжатіе происходитъ при потерѣ послѣднихъ количествъ воды, въ то время, когда уже высохъ тонкій налетъ, образовавшійся изъ бѣлковыхъ и слизистыхъ веществъ крови и другихъ соковъ. Слѣдовательно, безцвѣтный слой, капсула, оказывается необходимымъ результатомъ сжатія бактерій. Это объясненіе подтверждается тѣмъ, что такія якобы капсульныя бактеріи въ чистыхъ культурахъ не обнаруживаютъ капсулъ, но что онѣ появляются только на описанныхъ сухихъ препаратахъ, и, наконецъ, если не считать нѣкоторые сомнительные случаи, капсулы не удается наблюдать и на разрѣзахъ

1) Такъ называются настоящія ослизневшія оболочки. *Прим. ред.*

ткани больного животного. На разрѣзахъ почекъ мыши, пораженной сибирской язвой, бактеріи лишены капсулъ, между тѣмъ какъ на сухихъ препаратахъ изъ крови той же самой мыши онѣ окружены капсулами (рис. 7 а). Такое различіе обусловливается лишь вышеуказанной причиной, но совсѣмъ не тѣмъ, что бациллы иначе относятся къ крови и образуютъ слизь; дѣйствительно, будучи выведены на агарѣ, бактеріи сибирской язвы капсулъ не имѣютъ, но, высушенные въ крови или печеночномъ соку здоровой мыши, оказываются въ такомъ случаѣ окруженными также капсулами, которыя, конечно, представляютъ ничто иное, какъ вышеописанное искусственное образование.

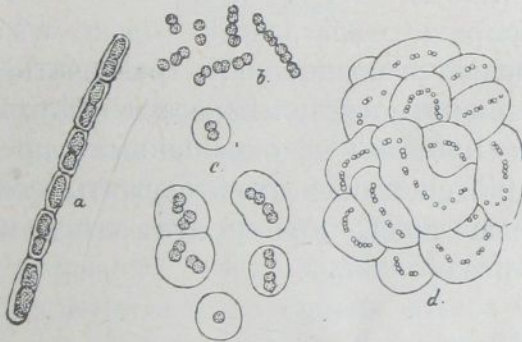


Рис. 7. Капсулы и студенистая оболочка. а *Bacillus Anthracis* съ такъ-наз. капсулами, сухой препаратъ изъ сока печени сибиреязвенной мыши; относительно природы этихъ капсулъ, равно какъ и другихъ медицинскихъ капсульныхъ бактерій ср. стр. 18. б—д *Leuconostoc mesenteroides*: б на субстратѣ безъ сахара, студенистой оболочки нѣтъ, с — съ студенистой оболочкой на субстратѣ, содержащемъ сахаръ (б—с по Liesenberg'у и Zopf'у), д болѣе старая студенистая масса съ извитыми цѣпочками (по Ванъ-Тигему). Увелич. а 1500, б и с 1200, д 500.

Противоположный процессъ, уже не разжиженіе, но уплотненіе и затвердѣваніе самыхъ наружныхъ слоевъ оболочки, приводитъ къ образованію такъ-наз. влагалищъ; до сихъ поръ они найдены только у нитчатыхъ бактерій (*Crenothrix*, *Cladothrix*), встрѣчаются также у синезеленыхъ водорослей изъ рода *Tolypothrix*, *Lyngbya* и многихъ другихъ. Цилиндрическіе членики нитей водорослей помѣщаются въ трубочкѣ, образованной плотно спаянными наружными слоями оболочки; эти слои совершенно не связаны ничѣмъ съ собственно стѣнками члениковъ, такъ что послѣдніе свободно могутъ пе-

редвигаться по трубочкѣ (рис. 2 и 5); отдѣльные членики свободно могутъ даже выскальзывать изъ трубочки въ видѣ подвижныхъ, непокрытыхъ влагалищемъ тѣлецъ, гонидій (рис. 12), и снова прорасти въ новыя нити съ новыми влагалищами. Такимъ образомъ, и у *Cladotrix* вся система побѣговъ или отдѣльныя ея вѣточки освобождаются отъ члениковъ, остаются одни неподвижныя влагалища, которыя ломаются или разбухаютъ и, въ концѣ-концовъ, совершенно исчезаютъ. Вслѣдствіе отложенія гидрата окиси желѣза, обломки влагалищъ приобрѣтаютъ особенную прочность, исчезаютъ очень медленно и могутъ массами скопляться въ болотныхъ и луговыхъ водахъ, содержащихъ желѣзо (ср. желѣзобактеріи).

Можно говорить о влагалищѣ только въ томъ случаѣ, когда представляется возможность различать дѣйствительно трубочку, внутри которой помѣщаются клѣточные нити; одни неокрашенные пробѣлы на окрашенныхъ препаратахъ нитчатыхъ бактерій еще не могутъ служить доказательствомъ присутствія влагалища, потому что здѣсь могъ бы имѣть мѣсто, напр., плазмолизъ.

II.

Морфологія вегетативныхъ формъ.

Красящія вещества; особенныя включенія бактеріальной клѣтки; движеніе и органы движенія; дѣленіе клѣтокъ; спорообразование и прорастаніе споръ.

Большинство бактерій лишено всякой окраски и даже въ большихъ плотныхъ скопленіяхъ, какъ, напр., въ культурахъ на агарѣ, онѣ кажутся бѣлаго или только слабожелтоватаго цвѣта. Однако, существуетъ значительное число и такъ наз. *пигментныхъ* или хромогенныхъ бактерій, которыя отличаются яркой окраской своихъ культуръ. Такъ, нѣкоторыя виды *Sarcina*, *Staphylococcus pyogenus citreus* образуютъ колоніи, окрашенныя въ сѣрножелтый цвѣтъ; *Staphylococcus pyogenus aureus*, *Sarcina aurantiaca* имѣютъ колоніи, окрашенныя въ золотистожелтый и оранжевый цвѣта. Изъ другихъ цвѣтныхъ бактерій упомянемъ здѣсь *Bacillus brunneus*, который даетъ колоніи съ желтобурой окраской; *Micrococcus agilis*, *Bacillus prodigiosus*, *Spirillum rubrum* окрашиваются въ различные оттѣнки краснаго цвѣта; синій пигментъ образуетъ *Bacillus cyanogenus* синяго молока, темнофіолетовый — *Bacillus violaceus*. Наконецъ, нѣкоторыя водяныя бактеріи, равно какъ и *Bacillus pyocyaneus* синяго гноя, выдѣляютъ соединенія, флуоресцирующія зеленоватымъ или синеватымъ цвѣтомъ. Образование всѣхъ этихъ желтыхъ, бурыхъ, красныхъ, голубыхъ, зеленыхъ и флуоресцирующихъ пигментовъ зависитъ въ значительной степени отъ условій культивирования, каковы доступъ воздуха, освѣщеніе, температура, составъ и химическая реакція питательнаго раствора.

Большинство пигментныхъ бактерій подь микроскопомъ кажется безцвѣтнымъ, такъ что уже по одному этому представляется сомнительнымъ, чтобы пигментное вещество отлагалось въ самомъ тѣлѣ бактерій. У *Bacillus prodigiosus*, бактеріи, обусловливающей удивительное явленіе кровавой гостіи, находятъ среди безцвѣтныхъ палочекъ маленькія зернышки и крупинки красящаго вещества, которыя являются здѣсь лишь „случайно“ окрашенными выдѣленіями и сообщаютъ характерную окраску плотнымъ массамъ самихъ по себѣ безцвѣтныхъ бактерій. Флуоресцирующія вещества бывають растворены въ жидкости культуры, при культивированіи же бактерій на агарѣ эти вещества диффундируютъ въ агаръ, который тогда самъ начинаетъ флуоресцировать; то же самое можно сказать и о синемъ пигментѣ *Bacillus cyanogenus*; и въ этомъ случаѣ сами бактеріи остаются неокрашенными. Такъ обстоитъ дѣло и у большинства пигментныхъ бактерій, которыя поэтому являются лишь хромопарными¹⁾ въ противоположность нѣкоторымъ другимъ, являющимся дѣйствительно хромифорными, т.-е. такими, у которыхъ окрашена сама протоплазма, напр., у красныхъ сѣрныхъ бактерій (*Chromatium*, *Thiocystis* и др.) и у нѣкоторыхъ зеленыхъ бактерій (*Bac. virens*). Могутъ-ли эти послѣднія²⁾ съ полнымъ правомъ быть причислены къ бактеріямъ, или же онѣ только являются еще непризнанными видами водорослей, — это нуждается, впрочемъ, въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи. Наконецъ, у нѣкоторыхъ (парахроматофорныхъ) окрашенной является, повидимому, преимущественно одна только оболочка (*Bac. violaceus*).

Только у хромофорныхъ бактерій, у которыхъ красящее вещество, хотя и не связано съ особыми носителями пигментовъ, вродѣ хлорофилльныхъ зеренъ, а равномерно рас-

1) Относительно дѣленія пигментныхъ бактерій, указаннаго въ текстѣ, ср. *Beyerinck*, Die Lebensgeschichte einer Pigmentbacterie, *Botanische Zeit.* 1891; затѣмъ *Schroeter*, Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente, *Cohns Beitr. z. Biol.* I Bd.

2) Подробнѣе объ ассимиляціонной дѣятельности этихъ зеленыхъ бактерій, которыя, быть можетъ, представляютъ собой непризнанныя мелкія зеленыя водоросли, *Protococcaceae*, у *Engelman'a*, *Zur Biologie der Schizomyceten*, *Bot. Zeit.* 1882.

предѣлено въ содержимомъ, можно предполагать существованіе связи между присутствіемъ пигмента и процессами питанія. Такъ, для бактеріопурпурина, пигмента красныхъ сѣрныхъ бактерій, доказано, что его способность поглощать свѣтъ находится въ такомъ же отношеніи къ ассимиляціи угольной кислоты, какъ и такая же способность хлорофилла у высшихъ растений (лекц. VII).

Всѣ же хромогенныя пигментныя [бактеріи выдѣляютъ пигменты только въ качествѣ экскретовъ, почему и понятно, что спектроскопическое и химическое изслѣдованіе этихъ пигментовъ не могло опредѣлить ихъ роли въ общемъ обмѣнѣ веществъ. Нѣкоторые пигменты имѣютъ характеръ жировъ (липохромы), другіе близко стоятъ къ группѣ органическихъ основаній, именно птомаиновъ, нѣкоторые принадлежатъ къ бѣлковымъ веществамъ и, наконецъ, красящее вещество *Vacillus cyaneofuscus* сходно съ индиго.

Особенныя организованныя клѣточные включенія обыкновенно отсутствуютъ у большинства бактерій, содержимое которыхъ, какъ и всякая протоплазма, окрашивается растворомъ іода въ золотистожелтый цвѣтъ. Только нѣкоторыя бактеріи маслянокислаго броженія (лекц. XIII), да еще нѣкоторые виды бактерій, встрѣчающіеся въ полости рта человѣка (лекц. XV), окрашиваются іодомъ въ синеватый или даже интенсивный темнофіолетовый цвѣтъ,—они даютъ такъ наз. *гранулезную реакцію*. Вещество, обуславливающее эту реакцію, въ точности еще неизвѣстно; его обозначаютъ названіемъ гранулезы, потому что оно окрашивается такъ, какъ извѣстная подъ тѣмъ же именемъ составная часть крахмальныхъ зеренъ. Вполнѣ ли оно соотвѣтствуетъ въ химическомъ отношеніи гранулезѣ крахмального зерна, объ этомъ, конечно, нельзя судить на основаніи одной только реакціи съ іодомъ, но что оно представляетъ собой какой-то углеводъ—это весьма вѣроятно. Для образованія этого вещества необходимо присутствіе углеводовъ, которые въ изобиліи доставляются бактеріямъ рта вмѣстѣ съ пищей и въ которыхъ обыкновенно не бываетъ недостатка и при маслянокисломъ броженіи. Это вещество отлагается сначала въ видѣ маленькихъ зернышекъ, такъ что, окрашенныя іодомъ въ желтый

цвѣтъ, бактеріи кажутся испещренными мелкими черными точками; позднѣе эти зернышки значительно увеличиваются въ объемѣ и подъ конецъ гранулеза оказывается распределенной болѣе или менѣе равномерно во всемъ содержимомъ, которое теперь сплошь окрашивается іодомъ въ синій или фіолетовый цвѣтъ.

Особеннаго вниманія заслуживаетъ образованіе гранулезы у бактерій маслянокислаго броженія, у которыхъ оно происходитъ весьма своеобразно. Дѣло въ томъ, что сначала маслянокислыя бактеріи не содержатъ вовсе гранулезы и начинаютъ образовывать ее лишь при приближеніи спорообразованія, да и то это образованіе происходитъ не во всей клѣткѣ, а только въ извѣстной части ея, а именно та часть клѣтки, въ которой образуется спора, остается совершенно свободной отъ гранулезы и продолжаетъ окрашиваться отъ іода въ желтый цвѣтъ вплоть до окончательнаго образованія споры. Такимъ образомъ, у бактерій маслянокислаго броженія мы встрѣчаемъ уже нѣчто вродѣ раздѣленія труда, такъ какъ здѣсь одинъ участокъ клѣтки, напр., булавовидно-вздувшійся конецъ служитъ для образованія споры, остальная же часть—цилиндрическая—для воспринятія и накопленія гранулезы, которая, по всей вѣроятности, идетъ на питаніе споры (рис. 11 с—f).

Наконецъ, совершенно особеннымъ и во всемъ царствѣ организмовъ единственнымъ примѣромъ является нахожденіе *спры* у сѣрныхъ бактерій (лекц. VII). Блестящіе шарики, которые находятся въ тѣлѣ этихъ бактерій иногда въ такомъ громадномъ количествѣ, что совершенно заполняютъ внутреннюю полость клѣтки, состоятъ, какъ это показываетъ ихъ растворимость въ сѣрнистомъ углеродѣ, алкохолѣ, ксилолѣ и въ щелочахъ, а равнымъ образомъ и другія реакціи, изъ чистой сѣры. Сѣра здѣсь не выкристаллизовывается, но отлагается въ видѣ рыхлыхъ аморфныхъ массъ. Послѣ обработки сѣрнистымъ углеродомъ остаются пустоты, очерченныя нѣжными контурами, въ которыхъ прежде помѣщались зернышки сѣры въ формѣ твердыхъ включеній въ протоплазму ¹⁾.

¹⁾ Мнѣніе, что сѣра встрѣчается у сѣрныхъ бактерій въ видѣ твердыхъ

Отложеніе другихъ веществъ до сихъ поръ не наблюдалось, исключая блестящихъ капелекъ жира, которыя иногда встрѣчаются особенно въ старыхъ культурахъ.

Движеніе бактерій и органы движенія. Если разсматривать какія угодно бактеріи въ водѣ, то можно замѣтить, что всѣ онѣ въ большей или меньшей степени находятся въ колебательномъ движеніи, которое, однако, не трудно будетъ отличить отъ настоящаго поступательнаго движенія. Первое, такъ наз. *броуновское* молекулярное движеніе ¹⁾, мы встрѣчаемъ, напр., въ дрожаніи на солнечномъ свѣтѣ мельчайшихъ пылинокъ, носящихся въ воздухѣ и приводимыхъ въ колебательное движеніе молекулярными толчками воздуха. Вообще всѣ частички, начиная съ извѣстной предѣльно-малой величины, будучи взвѣшены не только въ воздухѣ, но и въ жидкости, производятъ такого рода движенія, какъ, напр., мельчайшія частички тонко истертой сажи. Подобно этому, и бактеріи, отличающіяся и ничтожнымъ вѣсомъ, и микроскопическими размѣрами, легко подвергаются такимъ молекулярнымъ сотрясеніямъ. Видѣть въ этихъ колебательныхъ движеніяхъ какое-нибудь жизненное явленіе, конечно, нельзя.

Самопроизвольныя движенія бактерій выражаются или въ формѣ поступательнаго движенія, или рѣже въ формѣ скольженія и колебанія; послѣдняя форма встрѣчается исключительно у нитчатыхъ бактерій.

Среди шаровидныхъ бактерій *движеніемъ поступательнаго характера* обладаетъ только красный *Micrococcus agilis*. Среди палочковидныхъ бактерій совершенно неподвижными оказываются бациллы туберкулеза, дифтерита, сибирской язвы, бактеріи молочнокислаго и уксуснокислаго броженія и многія пигментныя бактеріи; напротивъ, быстро движутся бактеріи маслянокислаго броженія, тифозныя бациллы и боль-

включеній, не совсѣмъ вѣрно. По изслѣдованіямъ *Виноградскаго*, у сѣрныхъ бактерій включенія состоятъ изъ полужидкой сѣры, такъ что въ дѣйствительности блестящіе шарики представляютъ собой капельки сѣры, включенныя въ протоплазму. *Прим. ред.*

¹⁾ Остроумное воззрѣвіе на этотъ счетъ представляетъ *Naegeli, Ueber die Bewegung kleinster Körperchen* въ *Untersuchungen über niedere Pilze*, 1882; также *Sitzungsb. Münchener Akad.*, физико-математич. отдѣл., 1879.

шинство бактерий, встречающихся въ гнѣющихъ жидкостяхъ. Хорошими пловцами оказываются, наконецъ, еще вибрионы и спираиллы. При томъ большомъ увеличеніи, какое даютъ наши микроскопы, поступательное движеніе кажется очень быстрымъ, но быстрота эта только кажущаяся, потому что при большомъ увеличеніи сильно увеличивается и путь, который бактерія проходитъ въ извѣстное время. Если разстояніе, проходимое бактеріями въ 15 мин., привести къ его истинной величинѣ, то окажется, что оно равняется приблизительно 10 сант., слѣдовательно, въ секунду бактерія проходитъ всего только $\frac{1}{9}$ миллиметра. Такая скорость является, впрочемъ, принимая во вниманіе величину самой бактеріи, все же весьма значительной.

Поступательное движеніе производится особыми органами, жгутами или циліями. На живыхъ и окрашенныхъ обычнымъ путемъ мелкихъ бактеріяхъ жгуты эти незамѣтны. Для того, чтобы обнаружить ихъ присутствіе, необходимы особые методы окрашиванія, изъ которыхъ первымъ по времени и самымъ лучшимъ по существу является методъ Лёффлера ¹⁾. Благодаря предварительной обработкѣ бактерій по этому способу растворомъ таннина, употребляемаго здѣсь въ качествѣ протравы, красящее вещество не только впитывается въ подлежащій окрашиванію объектъ, но и подобно тому, какъ въ красильномъ дѣлѣ, наслаивается съ поверхности; такимъ образомъ, поглощеніе красящаго вещества происходитъ гораздо интенсивнѣе, окрашенными оказываются даже и нѣжныя нити жгутовъ, причѣмъ сами бактеріи, благодаря отложенію на нихъ красящаго вещества, становятся нѣсколько толще, чѣмъ онѣ есть въ дѣйствительности, что дѣлаетъ ихъ еще болѣе замѣтными. По способу распределенія жгутовъ можно различать 3 группы бактерій: монотрихіяльныя, лофотрихіяльныя и перитрихіяльныя ²⁾. У моно-

¹⁾ Löffler, Centralblatt für Bacteriologie, VI и VII. Со времени появленія основныхъ работъ Лёффлера жгуты у бактерій составляютъ предметъ постоянныхъ изслѣдованій; нѣкоторыя указанія относительно общей морфологіи и физиологіи жгутовъ у A. Fischer'a, Untersuchungen über Bact. Jahrb. f. wiss. Bot. XXVII. 1895.

²⁾ Такое общепотребительное въ настоящее время дѣленіе беретъ начало отъ *Messa*, Rivista d'igiene e sanità publica. 1890. 1.

трихіяльных бактерій на одномъ концѣ тѣла сидитъ одна только жгутиковая нить, напр., у *вибріоновъ* (рис. 8 а, 23), между прочимъ, у *холерныхъ*, затѣмъ у *Vac. ruosуaneus*. *Лоботрихіяльные* бактеріи несутъ на одномъ концѣ тѣла цѣлый пучекъ или связку изъ нѣсколькихъ жгутовъ (спириллы, нѣкоторыя гнилостныя бактеріи; рис. 8 в, 22 а, 12). Наконецъ, у *перитрихіяльных* жгуты появляются по всей поверхности, располагаясь то болѣе густо, то болѣе рѣдко, вслѣдствіе чего бактеріи кажутся одѣтыми въ плотное покрывало

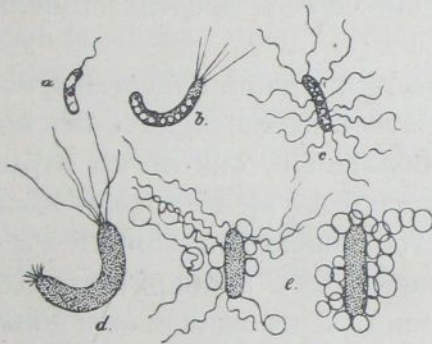


Рис. 8. Типы жгутованія. а *Монотрихіяльное* (*вибріонъ* холеры). в *лоботрихіяльное* (*Spirillum undula*). с *перитрихіяльное* (*бацилла* тифа). d Развитие молодого пучка жгутовъ во время дѣленія *Spirillum undula*. е Частичное и (вправо) полное скручиваніе жгутовъ въ кольца у *Bacillus subtilis*. Увелич. а—е 2250. На фиг. а—с структура клѣточного содержимаго воспроизведена по іодъ-алкогольнымъ препаратамъ (рис. 5), чтобы наглядно показать строеніе бактериальной клѣтки, поскольку оно изучено въ настоящее время. На фиг. d и е содержимое схематически представлено равномерно тонко пунктированнымъ; на препаратѣ, окрашенномъ по способу Löffler'a, нельзя видѣть никакихъ деталей въ строеніи протоплазмы вслѣдствіе сильнаго наслоенія красящаго вещества. Ср. также рис. 11, 12, 13, 17, 22, 23, 24, 26 и 28, которые представляютъ дальѣйшіе примѣры различнаго жгутованія.

изъ нитей. Къ *перитрихіяльнымъ* относятся *тифозныя* *бациллы*, *Vac. coli communis*, затѣмъ нѣкоторыя изъ *маслянокислыхъ*, *сѣнная бактерія*, *Bacillus proteus*, одинъ изъ самыхъ обыкновенныхъ возбудителей гніенія, и многія другія (рис. 8 с, е, 11, 13, 22, 24, 28). Порядокъ расположенія жгутовъ является постояннымъ для каждаго даннаго вида и даже число связанныхъ въ пучекъ жгутиковъ можетъ служить для различенія видовъ.

По своей природѣ жгуты соответвуютъ мерцательнымъ волоскамъ рѣсничатаго эпителія животныхъ, рѣсничкамъ

зооспоръ водорослей и грибовъ, жгутикамъ *Flagellata* и т. д. Жгутикъ представляетъ собой тонкую, нѣжную, длинную нить протоплазмы; эта нить оживленно бьется, колеблется и, такимъ образомъ, подобно веслу, приводитъ бактерію въ движеніе. Жгутики вырастаютъ постепенно (рис. 8 d) и не вытягиваются обратно даже и при плазмолитическомъ сжиманіи содержимаго (рис. 6 c). Это довольно самостоятельные органы, которые получаютъ необходимую для движенія энергію, само собой разумѣется, отъ протоплазмы, съ которой они находятся въ соединеніи черезъ посредство мелкихъ отверстій въ оболочкѣ.

Жгуты отличаются весьма большой чувствительностью по отношенію ко всякимъ неблагоприятнымъ воздѣйствіямъ. При неосторожномъ обращеніи, они легко отрываются, причемъ очень часто разрушаются уже въ теченіе нѣсколькихъ минутъ. Это обстоятельство необходимо имѣть въ виду при исканіи жгутовъ на окрашенныхъ препаратахъ, потому что можетъ случиться, что, несмотря на оживленное движеніе бактерій, на препаратѣ не удастся увидеть ни одного жгута, которые въ этомъ случаѣ просто были оторваны при высыханіи капли на предметномъ стеклышкѣ. Въ особенности велика чувствительность жгутовъ въ старыхъ культурахъ. Иногда жгуты отбрасываются не сразу, а сначала скручиваются и только тогда начинаютъ разрушаться; перитрихіальныя бактеріи часто бывають окружены какъ бы пѣной изъ такихъ скрученныхъ жгутовъ (рис. 8 e).

Другія неблагоприятныя воздѣйствія, какъ, напр., возрастающее содержаніе кислоты въ старыхъ культурахъ, недостатокъ кислорода подъ покровнымъ стекломъ, недостатокъ въ соотвѣтствующемъ питательномъ матеріалѣ, вызываютъ оцепенѣніе жгутовъ, остановку движенія. Нейтрализуя кислоту, давая доступъ воздуха подъ покровное стекло, прибавляя въ культуру сахару или аспарагина, можно снова вызвать движеніе бактерій. Поэтому, если въ культурахъ встрѣчаются неподвижныя бактеріи, то на нихъ еще нельзя смотрѣть безъ дальнѣйшихъ разсужденій, какъ на неспособныхъ къ движенію. Въ этихъ случаяхъ окончательное рѣшеніе можетъ дать только болѣе подробное изслѣдованіе

бактерій. Въ зависимости отъ внѣшнихъ условій находится также и скорость движенія бактерій.

Поступательное движеніе состоитъ въ перемѣщеніи бактерій впередъ и, въ большинствѣ случаевъ, подобно тому, какъ у споръ водорослей и грибовъ, у Flagellata сопровождается еще вращеніемъ вокругъ продольной оси, причѣмъ можно принять за правило, что моно-и лофотрихіяльныя формы, подобно Flagellata, обращены впередъ тѣмъ концомъ, на которомъ находятся жгуты. Поэтому для того, чтобы эти бактеріи могли измѣнить направленіе движенія въ обратную сторону, онѣ должны совершать вращеніе вокругъ поперечной оси на 180° . У перитрихіяльныхъ бактерій движеніе въ общемъ не отличается отъ изображеннаго; только очень часто здѣсь обнаруживаются въ высшей степени странныя кувыркающіяся движенія: бактерія несется черезъ поле зрѣнія, безпрестанно какъ бы спотыкаясь и кувыркаясь черезъ поперечную ось.

Среди нитчатыхъ бактерій *колебательное движеніе* наблюдается только у сѣрной бактеріи Beggiatoa, нити которой медленно раскачиваются подобно маятнику и могутъ скользить какъ впередъ, такъ и назадъ. Явленіе это и здѣсь столь же мало разъяснено, какъ и у синезеленыхъ осциллярій, которыя и получили свое названіе за такое странное движеніе. Особыхъ органовъ, которые обуславливаютъ скольженіе, замѣтить не удалось; клѣточная стѣнка оказывается замкнутой со всѣхъ сторонъ, такъ что протоплазма не можетъ выступать въ легко обнаруживаемыхъ количествахъ; быть можетъ, болѣе утонченные методы изслѣдованія дадутъ объясненіе и этому явленію. Во всякомъ случаѣ, представляется невѣроятнымъ, чтобы движеніе это происходило безъ непосредственнаго участія живой протоплазмы.

Наконецъ, говорятъ о *змѣевидномъ движеніи*, когда нити, сами по себѣ неподвижныя и спокойныя, вытянуты не прямолинейно, но скручиваются спирально или какъ-нибудь иначе, образуя при этомъ разнообразныя изгибы. Предполагаютъ, что такія изгибающіяся нити снабжены болѣе податливой оболочкой, которая можетъ слѣдовать за перемѣщеніями заключеннаго въ ней содержимаго. Такія гибкія нити

встрѣчаются у всѣхъ трихобактерій, у всѣхъ же остальныхъ бактерій оболочка всегда неподвижна и тверда. Вращенія и изгибы нитей, повидимому, иногда зависятъ отъ чисто-механическихъ причинъ и могутъ происходить вслѣдствіе отдѣленія сталкивающихся другъ съ другомъ членковъ одной нити. Ближайшее изслѣдованіе причинъ этого рода движенія является необходимымъ.

*Размноженіе бактерій путемъ дѣленія*¹⁾. Подобно тому, какъ всякая жизнеспособная клѣтка, при благоприятныхъ условіяхъ питанія, достигая извѣстныхъ размѣровъ, начинаетъ дѣлиться пополамъ, точно также дѣлится и бактеріальная клѣтка. Въ результатъ дѣленія своихъ отдѣльныхъ членковъ нитчатая бактерія только растетъ и удлиняется, самое же размноженіе наступаетъ только тогда, когда членики отдѣляются отъ нитчатыхъ комплексовъ и каждый самостоятельно разрастается въ новую нить. Наоборотъ, одноклѣточные вегетативныя формы гапобактерій размножаются по мѣрѣ дѣленія. Палочка вытягивается подобно цилиндрической растительной клѣткѣ и затѣмъ, образуя поперечную перегородку, распадается на двѣ половинки; шаровидныя бактеріи принимаютъ эллипсоидальную форму и затѣмъ дѣлятся точно такимъ же порядкомъ; послѣ этого обѣ дочернія клѣтки снова округляются въ шарики. При этомъ невозможно бываетъ подмѣтить какихъ-либо тончайшихъ перемѣщеній содержимаго, напоминающихъ процессы дѣленія другихъ клѣтокъ; здѣсь протоплазма просто разшнуровывается на два новыхъ протоплазматическихъ тѣла, отдѣляющихся поперечной перегородкой совершенно такъ, какъ и въ клѣткахъ *Cladophora*. У *Cladophora*, при дѣленіи клѣтокъ, на томъ мѣстѣ, гдѣ въ будущемъ должна появиться поперечная перегородка, т.-е. въ серединѣ клѣтки (рис. 9 а), появляется прежде всего узкое кольцо изъ целлюлозы. Кольцо это проникаетъ все глубже и глубже въ клѣтку, разрѣзаетъ протоплазму

¹⁾ Наблюденія живыхъ бактерій во время процесса дѣленія изложены у *Brefeld'a*, Untersuchungen über Schimmelpilze, IV (*Bacillus subtilis*). Опредѣленіе быстроты роста у вибриона холеры съ помощью метода пластинчатыхъ культуръ у *Buchner'a*, *Longard'a* и *Riedlin'a*, Ueber Vermehrungsgeschwindigkeit der Bacterien, Centralbl. f. Bact. II Bd.

(рис. 9 б) и, замыкаясь своими краями, превращается, наконец, въ новую клѣточную стѣнку. Такимъ же образомъ происходитъ, вѣроятно, дѣло и у бактерій и, только благодаря микроскопичности самихъ бактерій, не удается прослѣдить у нихъ подробности этого процесса.

При оптимальныхъ условіяхъ (температура, питание), палочка сѣнной бактеріи дѣлится каждые полчаса, холерный же вибрионъ удваивается въ 20 минутъ; на основаніи этихъ данныхъ потомство одной клѣтки въ одинъ день должно достигнуть почтенной цифры 1600 триллионовъ. Такая масса

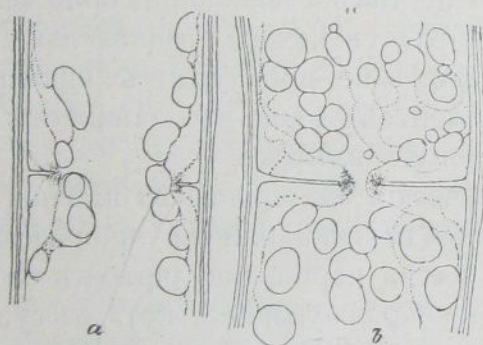


Рис. 9. Поперечное дѣленіе живой многоядерной клѣтки водоросли (*Cladophora fracta*), у которой новая клѣточная перегородка, какъ и у всѣхъ вообще многоядерныхъ клѣтокъ, возникаетъ независимо отъ дѣленія ядеръ. На рис. а перпендикулярно къ продольной стѣнкѣ новая поперечная перегородка возвышается въ видѣ кольцевого валика, на нашемъ рисункѣ (оптической продольный разрѣзъ) представленнаго въ видѣ палочковиднаго выроста, который на своемъ свободномъ концѣ окруженъ тонко пунктированной протоплазмой. Крупные кружки—крахмальные зерна. Фиг. б представляетъ позднѣйшую стадію: новая стѣнка разрослась внутрь клѣтки, оставивши только узкій просвѣтъ въ центрѣ. Рисунокъ долженъ служить примѣрнымъ представленіемъ того, какъ происходитъ дѣленіе бактерій, которое не удается прослѣдить подъ микроскопомъ (по Страсбургеру). Увел. 690.

бактерій содержала бы около 2000 центнеровъ сухого вещества; такъ что для того, чтобы дать полную возможность размножаться одной только холерной бациллѣ, пришлось бы организовать грандіозный опытъ. Въ естественныхъ условіяхъ, правда, дѣло не обстоитъ такъ плохо, потому что дѣленіе по различнымъ причинамъ никогда не продолжается въ такой правильной геометрической прогрессіи прежде всего уже потому, что никогда, даже въ больномъ организмѣ, не оказывается достаточнаго количества питательнаго мате-

ріала, затѣмъ потому, что многіе индивидуумы скоро погибають вслѣдствіе того, что конкуренція другихъ организмовъ дѣйствуетъ на нихъ подавляющимъ образомъ и, наконецъ, потому, что этому препятствуютъ въ чистыхъ культурахъ собственные продукты обмѣна веществъ, напр., образованіе кислотъ.

Для сравненія можно указать, что все дѣленіе ядра и клѣтки въ тычиночныхъ волоскахъ *Tradescantiae* длится 80—100 минутъ, тогда какъ амебы могутъ оканчивать дѣленіе уже въ теченіе 10—20 минутъ; слѣдовательно, быстрота дѣленія бактерій не такъ уже безпримѣрно велика и, въ сущности, не представляетъ ничего удивительнаго, потому что у бактерій при этомъ не происходитъ никакихъ сложныхъ перемѣщеній элементовъ ядра, что занимаетъ много времени при дѣленіи ядерныхъ клѣтокъ.

Всѣ цилиндрическія бактеріальныя клѣтки, все равно, будутъ-ли это прямыя палочки, или скрученные вибрионы и спириллы, дѣлятся всегда перпендикулярно къ своей продольной оси, но никогда не параллельно ей, хотя, въ сущности, это было бы безразлично для конечнаго результата размноженія. Но и у бактерій, какъ и у всѣхъ клѣтокъ, перегородка строится съ такимъ экономическимъ расчетомъ, чтобы она занимала *minimum* пространства въ клѣткѣ, а это возможно лишь при поперечномъ положеніи перегородки. Если новыя поколѣнія клѣтокъ сохраняютъ другъ съ другомъ взаимную связь, то въ результатѣ получаютъ особыя формы роста, цѣпочки и нити, которыя особенно регулярно встрѣчаются у неподвижныхъ бактерій, напр., у бациллъ сибирской язвы; встрѣчаются, впрочемъ, онѣ случайно и у подвижныхъ, напр., у холерныхъ вибрионовъ (рис. 28 k), гдѣ, однако, подвижные членики легко отрываются другъ отъ друга. Такъ какъ поперечное дѣленіе оказывается явленіемъ общимъ для всѣхъ цилиндрическихъ бактерій, то отсюда слѣдуетъ, что всякія другія формы роста, кромѣ цѣпочекъ, могутъ возникать лишь только тогда, когда одновременно съ дѣленіемъ происходитъ расхожденіе члениковъ. У клѣтокъ монотрихіальныхъ и лофотрихіальныхъ бактерій, которыя готовятся къ дѣленію, на томъ концѣ, который ли-

шенъ жгутовъ, вырастають жгуты для новаго индивидуума (фиг. 8 d), между тѣмъ какъ прежніе жгуты достаются на долю другому. Поэтому, если мы встрѣчаемъ бактерію, имѣющую жгуты на обоихъ концахъ тѣла, то нѣтъ никакого сомнѣнія, что мы имѣемъ передъ собой бактерію, находящуюся въ стадіи дѣленія. Для исторіи судьбы жгутовъ отсюда вытекаетъ одно довольно курьезное явленіе. При всякомъ дѣленіи воспроизводится новый двигательный аппаратъ только для одного индивидуума, другому же достается старый, и такъ какъ это можетъ повторяться такимъ образомъ много разъ, то понятно, что изъ двухъ соединенныхъ и плавающихъ вмѣстѣ палочекъ одна можетъ нести жгутиковый аппаратъ совершенно новый, между тѣмъ какъ другая имѣетъ жгуты, продѣлавшіе уже сотни дѣленій. У перитрихіальныхъ формъ новые жгуты, вѣроятно, возникаютъ среди старыхъ во время вытягиванія палочки и, такимъ образомъ, жгутиковый аппаратъ постоянно пополняется для послѣдующихъ дѣленій.

У шаровидныхъ бактерій всякая стѣнка, проходящая черезъ центръ и дѣлящая клѣтку пополамъ, занимаетъ минимумъ пространства, поэтому для экономіи клѣтки совершенно безразлично, въ какомъ направленіи она образуется. Если же и въ этомъ случаѣ удерживается опредѣленное направленіе плоскости дѣленія, то въ этомъ выражаются наследственные и морфологическія свойства, которымъ принадлежитъ значеніе родовыхъ признаковъ. Ближе всего къ палочковиднымъ бактеріямъ подходит тотъ случай дѣленія у шаровидныхъ формъ, когда плоскости дѣленія въ слѣдующихъ другъ за другомъ поколѣніяхъ появляются параллельно другъ другу. Если затѣмъ клѣтки сохраняютъ взаимную связь, то получаютъ неразвѣтвленныя цѣпочки изъ шариковъ, какъ, напр., у *Streptococcus pyogenes* (рис. 10 a), возбудителя гноя, или какъ у *Leuconostoc mesenteroides* (рис. 7 d), встрѣчающагося на сахарныхъ заводахъ (лекц. XIII).

Если перегородки перекрещиваются, правильно чередуясь въ двухъ направленіяхъ плоскости, то образуются мелкія таблички изъ 4, 16, 64 и т. д. клѣточекъ (напр., у красной сѣрной бактеріи *Thiopedia*, у *Micrococcus* (*Pediococcus*)

tetragenus) (рис. 10 б). Если же, наконецъ, послѣдовательныя перегородки правильно чередуются въ трехъ направленіяхъ пространства, то клѣтки, оставаясь связанными, должны располагаться по угламъ куба и позднѣе складываются въ болѣе крупныя пакетики изъ очень большого числа шариковъ. Такимъ расположеніемъ характеризуется родъ *Sarcina* (рис. 10 с). Только тамъ, гдѣ нѣсколько генераций шаровидныхъ бактерій связываются студенью, можно еще по самой группировкѣ выяснитъ порядокъ дѣленія, но коль скоро шарики расходятся послѣ дѣленія, тогда, понятно, становится невозможнымъ что-либо сказать относительно той послѣдовательности, въ которой появляются плоскости дѣленія.

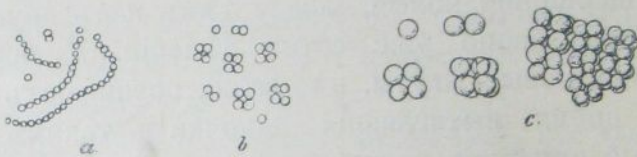


Рис. 10. *Послѣдовательность дѣленія у Coccaceae (Номососсасеае)*. а *Streptococcus pyogenes*, дѣлящія стѣнки остаются параллельными, ростъ въ видѣ цѣпочекъ. б *Pediococcus tetragenus* (*Micrococcus tetragenus*), дѣлящія стѣнки чередуются въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ направленіяхъ плоскости, ростъ въ видѣ таблечекъ. с *Sarcina lutea*, дѣленіе въ трехъ направленіяхъ пространства, ростъ въ видѣ кубиковъ, пакетовъ. Увелич. а—с 1500.

Остается еще одинъ случай, когда при дѣленіи не соблюдается никакой правильности, когда шарикъ дѣлится то въ томъ, то въ другомъ направленіи. Въ результатѣ здѣсь могла бы возникнуть масса различныхъ формъ роста и, между прочимъ, также развѣтвленныя и въ плоскости, и въ пространствѣ, короче говоря, могла бы получиться самая пестрая картина формъ. Однако, подобныхъ соединеній у шаровидныхъ бактерій неизвѣстно, поэтому мы должны принять, что и громадное количество микрококковъ (также, напр., и стафилококки медиковъ) дѣлятся по опредѣленнымъ законамъ и что только по причинѣ быстрого расхожденія особей не можетъ возникнуть болѣе сложныхъ комплексовъ, наглядно выражающихъ эту законѣрность. По отношенію къ стафилококкамъ наиболѣе вѣроятнымъ представляется чередованіе въ трехъ направленіяхъ пространства, хотя и не вполне строго соблюдаемое, а подверженное колебаніямъ. Такимъ образомъ,

у нихъ сначала нѣкоторыя дѣленія совершаются параллельными стѣнками, затѣмъ дѣленіе происходитъ въ новомъ направленіи, которому рано или поздно приходитъ на смѣну третье, или же снова повторяется первое. Поэтому здѣсь одновременно могли бы встрѣчаться рядомъ короткія цѣпочки, мелкія таблички, а также небольшіе пакетики, какъ это на самомъ дѣлѣ и бываетъ у стафилококковъ (рис. 28 а).

Спорообразование ¹⁾. Хотя бактеріальная клѣтка и можетъ противостоять различнымъ неблагоприятнымъ условіямъ (недостатокъ питанія, неблагоприятная температура, отсутствіе влаги), однако, только въ теченіе короткаго промежутка времени, во всякомъ случаѣ не въ теченіе многихъ лѣтъ; кромѣ того, существуютъ и такія вредныя вліянія окружающей среды, противъ которыхъ бактеріальная клѣтка оказывается недостаточно защищенной. Подобно всѣмъ низшимъ организмамъ, источники питанія которыхъ по временамъ истощаются въ естественныхъ условіяхъ и которымъ приходится поэтому считаться съ неблагоприятными условіями времени года, и бактеріи образуютъ особыя устойчивыя, покоющіяся стадіи, называемыя спорами. Это названіе выражаетъ собой лишь біологическое соотвѣтствіе этихъ образованийъ съ одноименными образованиями у водорослей и грибовъ, нисколько не касаясь ихъ морфологическаго значенія. Собственно морфологическій характеръ споръ у бактеріи выражается названіемъ ихъ *эндоспоры*, употребляемымъ для обозначенія наиболѣе часто встрѣчающагося вида споръ у бактерій.

Развитіе споръ, напр., у бактеріи сибирской язвы начинается съ того, что содержимое палочки стягивается въ эллипсоидальное тѣльце (рис. 11 а), которое сначала не имѣетъ

¹⁾ Споры бактерій, правда, описывались уже и раньше, но ихъ свойства и ихъ развитіе въ болѣе подробномъ видѣ впервые представилъ *Конъ*, Untersuchungen über Bacterien IV, въ Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, II, Bd. 1876. Прорастаніе споръ наблюдалось *Брефельдомъ*, прим., стр. 30, затѣмъ *Празмовскимъ*, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte u. Fermentwirkung einiger Bacterienarten, Leipzig, 1880, затѣмъ Biol. Centralbl. IV, 1884 (*Bac. subtilis* и *Bac. Anthracis*); новѣйшую работу объ условіяхъ спорообразованія, которая подтверждаетъ и расширяетъ прежнія данныя, представилъ *Schreiber*, Centralbl. f. Bakt. 1 Abt., XX Bd. 1896.

еще собственной оболочки, а одѣто оболочкой материнской клѣтки, въ это время пустой. Позднѣе молодое тѣльце сжимается еще нѣсколько, становится плотнѣе и начинаетъ сильнѣе преломлять свѣтъ, чѣмъ тотъ протопластъ, который раньше занималъ всю внутреннюю полость палочки. Въ это время молодая спора выдѣляетъ свою собственную оболочку, непроницаемость которой для воды и растворимыхъ въ ней веществъ обуславливаетъ ту значительную устойчивость, которой отличается спора. Такимъ образомъ, спора готова, хотя, правда, все еще облечена пустой оболочкой прежней

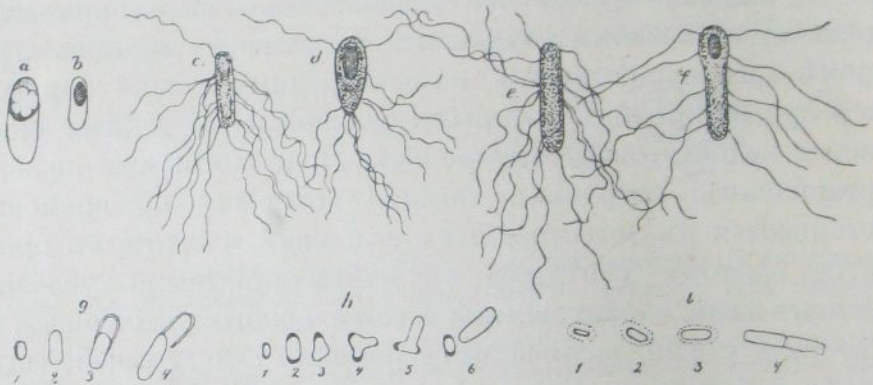


Рис. 11. Развитие и прорастание споръ. а *Бацилла сибирской язвы*, содержимое которой сжалось, образовавъ молодую, еще лишенную оболочки спору. б Зрѣлая спора сибирской язвы заключена еще въ палочкѣ, форма которой не измѣняется во время спорообразования. с и d *Clostridium butyricum* (Празмовскій), с вегетативная перитрихальная палочка, d зрѣлая спора, въ веретеновидно вздувающейся, клѣткѣ, содержимое которой не сполна потребляется на образование споры, е и f *Plectridium paludosum*, с неизмѣненная палочка, f головчато вздувшаяся (форма барабанной палки, форма булавки) съ зрѣлой спорой на утолщенномъ концѣ. g Прорастание споры у *Bacillus Anthracis*, прорастающая палочка вытягивается параллельно продольной оси короткоэллипсоидальной споры (3,4) (по Празмовскому). h Прорастание споры *Bacillus subtilis*, вытягивание прорастающей палочки происходитъ перпендикулярно къ продольной оси споры (3—5); какъ и у предшествующей, она, въ концѣ-концовъ, выступаетъ изъ оболочки (6) споры (по Празмовскому). i *Bacillus leptosporus*. Спора, окаймленная нѣжнымъ студенистымъ пояскомъ (пунктиромъ 1—3), вытягивается въ палочку, не оставляя при этомъ особой оболочки споры (4); это—простѣйшій способъ прорастания споры (по Клейну). Увелич. а 2250, б — f около 1200, g—i 1000.

палочки (рис. 11 в), но путемъ постепеннаго растворенія этой оболочки спора, въ концѣ-концовъ, становится свободной. Зрѣлая спора представляетъ собой блестящее эллипсоидальное, неподвижное тѣльце, значительно уступающее

по своимъ размѣрамъ той палочкѣ, въ которой она образовалась. Споры эти часто бываютъ, кромѣ того, окаймлены нѣжными студенистыми остатками самихъ бактерій (рис. 11 g, h, i—1). Такія освободившіяся споры въ культурахъ бактеріи сибирской язвы встрѣчаются въ громадномъ количествѣ уже черезъ 2—3 дня. При благоприятной же температурѣ онѣ развиваются въ первые 24—36 часовъ. Точно также образуются эндоспоры сѣнной бактеріи, палочки которой сохраняютъ при этомъ, подобно *Bacillus Anthracis*, безъ измѣненія свою форму (рис. 11 b, c). Болѣе совершенный типъ спорообразованія выражается въ томъ, что палочки измѣняютъ свои очертанія, принимая веретеновидную форму (рис. 11 c и d) или, вздуваясь на одномъ концѣ, получаютъ сходство съ булавками, головастиками или барабанными палками (рис. 11 e и f), причемъ, хотя и большая часть содержимаго, но все-таки не все стягивается для образованія споры; остается чрезвычайно тонкій, видимый при плазмолизѣ стѣнкоположный слой протоплазмы, присутствіемъ котораго только и можно объяснить продолжающееся во все время спорообразованія поступательное движеніе бактеріи. Жгуты не сбрасываются (рис. 11 d и f) и продолжаютъ еще нѣкоторое время оживленно колебаться до тѣхъ поръ, пока и въ этомъ случаѣ зрѣлыя споры не освободятся отъ отмирающей палочки.

Измѣненіе формы спорообразующей клѣтки и лишь только частичное превращеніе протоплазмы въ спору сопровождаютъ всегда, повидимому, другъ друга. Такъ, по крайней мѣрѣ, бываетъ у веретеновидныхъ палочекъ бактерій маслянокислаго броженія и булавовидныхъ болотныхъ бактерій. Несмотря на нѣкоторыя противорѣчивыя указанія, можно все-таки признать, что измѣненіе формы при спорообразованіи у извѣстныхъ видовъ бактерій происходитъ постоянно и потому имѣетъ важное систематическое значеніе. Веретеновидныя палочки подъ именемъ *Clostridia* можно противопоставить булавовиднымъ, назвавъ ихъ *Plectridia* (ср. лекц. III).

Этотъ второй типъ спорообразованія является болѣе совершеннымъ по сравненію съ первымъ не столько потому, что здѣсь спорообразованіе сопровождается измѣненіемъ

формы бактерій, сколько потому, что при этомъ способѣ спорообразованія содержимое клѣтки дѣлится на двѣ части: большую — будущую спору и нѣжный стѣнкоположный слой, продолжающій поддерживать жизнь бактерій. Эта внутренняя дифференцировка знаменуетъ собой, хотя и въ примитивной формѣ, раздѣленіе труда, которое въ этомъ случаѣ имѣетъ то значеніе, что, благодаря ему, созрѣвшія споры вмѣстѣ съ подвижной еще бактеріей могутъ попасть въ естественныхъ условіяхъ въ мѣста, которыя окажутся благоприятными для прорастанія споръ.

У многихъ бактерій до сихъ поръ не найдено эндоспоръ; такъ, у всѣхъ кокковъ и у значительнаго числа патогенныхъ палочекъ, напр., тифа, туберкулеза, дифтерита, затѣмъ у вибриона холеры. Не подлежитъ сомнѣнію, что и всѣ эти виды образуютъ споры, только, повидимому, они нуждаются въ особыхъ условіяхъ, не достигнутыхъ еще въ лабораторной обстановкѣ. Въ будущемъ бактериологіи предстоитъ важная задача пополнить этотъ пробѣлъ. Какъ сомнительныя споры у упомянутыхъ патогенныхъ и многихъ другихъ, описаны, правда, блестящія зернышки и шарики, однако, нѣтъ никакихъ доказательствъ въ пользу ихъ спорогенной природы. Напротивъ, несомнѣнно, что остающіяся послѣ отмиранія и распадѣнія бактерій „хроматинныя зернышки“ или другіе комочки разложившейся протоплазмы часто смѣшивались съ настоящими спорами.

Кромѣ вышеописанныхъ свойствъ, споры отличаются еще однимъ: онѣ безъ особенной обработки не окрашиваются, откуда, разумѣется, еще не слѣдуетъ, что всякій пробѣлъ, остающійся неокрашеннымъ въ клѣткѣ бактерій, можно считать спорой.

Для окрашиванія споръ выработано много специальныхъ методовъ, которые даютъ также возможность получать прекрасныя двойныя окрашиванія, пока спора еще находится въ оболочкѣ палочки. Непроницаемость оболочки споры преодолеваютъ или нагрѣваніемъ съ сильно красящими веществами, или предварительной обработкой, напр., хромовой кислотой, разрыхляющей оболочку или, что вѣроятнѣе, растворяющей нѣкоторыя вещества, входящія въ составъ обо-

лочки, и такимъ образомъ облегчающей доступъ красящему веществу. Однако, даже и такое окрашивание споръ еще не представляетъ собой абсолютнаго доказательства того, что данное образование дѣйствительно есть спора. Въ этомъ отношеніи рѣшающее значеніе имѣетъ только наблюдавшееся прорастаніе.

Споры, по достиженіи своей зрѣлости, сейчасъ же способны прорасти и въ сухомъ видѣ сохраняютъ эту способность въ продолженіе многихъ лѣтъ. Впрочемъ, это не составляетъ специфическаго свойства бактеріальныхъ споръ: хлѣбныя сѣмена, сохраняемая въ сухомъ мѣстѣ, могутъ прорасти спустя 10—20 лѣтъ, споры хлѣбной ржавчины прорастаютъ, пролежавши 8 лѣтъ въ гербаріи (ср. лекц. VIII). Въ чистой водѣ споры бактерій не прорастаютъ; для прорастанія необходимо извѣстное раздраженіе, производимое соответствующимъ питательнымъ растворомъ, и, само собой разумѣется, подходящая температура. Предварительныя стадіи прорастанія обнаруживаются въ медленномъ набуханіи споры, которая при этомъ все болѣе и болѣе теряетъ свой сильный блескъ (рис. 11 g 2, h 2, i 3). У сѣнной бактеріи (*Bac. subtilis*) эта первая фаза оканчивается въ 1—3 часа. Теперь оболочка споры лопається въ одномъ мѣстѣ, и содержимое, покрытое нѣжной оболочкой, выступаетъ наружу въ видѣ маленькаго вздутія, которое быстро вытягивается въ палочку (рис. 11 h, 2—6), у основанія которой часто остается еще долгое время пустая оболочка споры. Такимъ образомъ, прорастаніе окончилось; у сѣнной бактеріи оно продолжается 4—5 часовъ. Слѣдуетъ указать еще на одну особенность прорастанія споръ. Споры *Bacillus subtilis*—коротко-эллипсоидальной формы, вытянуты въ томъ же направленіи, въ какомъ и производящая ее палочка. При прорастаніи спора разрывается сбоку и прорастающая бацилла вытягивается перпендикулярно къ ея продольной оси (рис. 11 h); слѣдовательно, продольная ось новаго поколѣнія перекрещивается съ осью предыдущей генерации. Споры сибирской язвы, *Clostridium butyricum*, напротивъ, разрываются у вершины, продольныя оси старой и новой генерации направлены одинаково (рис. 11 g).

Оба рода прорастанія споръ, какъ поперечное, такъ и продольное, встрѣчаются еще и у другихъ бактерій и могутъ служить для различенія отдѣльныхъ видовъ, такъ какъ способъ прорастанія является постояннымъ признакомъ.

Проще всего прорастаніе споръ происходитъ у нѣкоторыхъ безвредныхъ бактерій (напр., *Vac. leptosporus*), именно спора, постепенно увеличиваясь въ размѣрахъ, вытягивается въ палочку, причемъ старая оболочка не сбрасывается совсѣмъ (рис. 11 i). Слѣдовательно, здѣсь оболочка споры сполна превращается въ оболочку новой палочки, между тѣмъ какъ при вышеописанномъ способѣ прорастанія у сѣнной бактеріи (равно какъ и у бациллы сибирской язвы, затѣмъ у *Clostridium butyricum*) оболочка споры расщепляется на наружный слой, сбрасываемый затѣмъ въ видѣ пустой оболочки (рис. 11 g, 3, 4 и h 5, 6), и внутренней слой, одѣвающій выступающее содержимое въ видѣ оболочки новой палочки. Такимъ же образомъ прорастаютъ споры у многихъ грибовъ.

Кромѣ эндоспоръ, Де-Бари ¹⁾ указываетъ еще на существованіе у бактерій такъ-наз. *артроспоръ* (*arthros* — членъ). Это указаніе явилось въ послѣдствіи источникомъ крупныхъ недоразумѣній. Дѣло въ томъ, что Де-Бари обозначилъ этимъ названіемъ членики нитчатыхъ бактерій, какъ, напр., *Cladotrix* (рис. 12), *Thiothrix* и т. д., которые, отдѣляясь отъ нитей, блуждаютъ въ видѣ зооспоръ и, наконецъ, прорастаютъ въ новую нить. Это—клетки размноженія, гонидіи, которыя, конечно, также можно назвать спорами, потому что спора есть собственно клетка, служащая для размноженія. Артроспорами Де-Бари назвалъ ихъ потому, что онѣ образуются изъ члениковъ нитей. Другихъ свойствъ, присущихъ спорамъ, артроспоры не имѣютъ; это—обособившіеся членики, не отличающіеся ни особенной устойчивостью, ни продолжительной способностью къ прорастанію. Совершенно иное представляютъ собой тѣ артроспоры, которыя должны якобы встрѣчаться у *Leuconostoc*. Здѣсь цѣлая клетка,

¹⁾ Относительно характера артроспоръ можно справиться у Де-Бари, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien*. Leipzig, 1884, стр. 496, 506.

нѣсколько увеличенная черезъ, утолщеніе своей оболочки, превращается, подобно тому, какъ это бываетъ у синезеленыхъ водорослей, въ покоющуюся стадію, въ артроспору. Такихъ споръ у извѣстныхъ до сихъ поръ бактерій не встрѣчается и признать ихъ существованіе можно было бы только тогда, если бы онѣ обладали формой тѣхъ бактерій, въ которыхъ ихъ причисляютъ. Такъ, артроспоры холернаго вибриона должны бы представлять собой изогнутыя блестящія палочки, у *Bacillus violaceus* удлинненно-прямые и т. д. Образованія, описывавшіяся до сихъ поръ по недоразумѣнію подъ именемъ артроспоръ, напр., у вибриона холеры, оказываются просто лишь шариками, состоящими изъ остатковъ разрушенныхъ старыхъ культуръ; прорастанія ихъ, разумеется, не наблюдали.

Относительно причинъ спорообразованія приходится сказать немного. Дѣло обстоитъ такъ же, какъ и у другихъ организмовъ. Неблагопріятныя условія питанія, потребленіе наличнаго питательнаго матеріала,—вотъ что приводитъ къ образованію споръ. Патогенныя бактеріи, насколько, по крайней мѣрѣ, это до сихъ поръ изслѣдовано, не образуютъ споръ въ больномъ организмѣ. Бацилла сибирской язвы, по видимому, образуетъ споры только на наружныхъ частяхъ трупа, доступныхъ вліянію воздуха; кромѣ того, споры образуются и въ испражненіяхъ животныхъ. Нѣкоторыя дальнѣйшія замѣчанія будутъ сдѣланы при разсмотрѣніи отдѣльныхъ патогенныхъ видовъ (лекц. XVI).

III.

Понятіе о видѣ и измѣняемость. Инволюція и ослабленіе. Система бактерій.

При ближайшемъ знакомствѣ съ тѣми чрезвычайно разнообразными процессами, которые вызываются такими ничтожными по величинѣ и морфологически столь однородными между собой организмами, каковы бактеріи, пожалуй, можетъ показаться, будто бактеріи являются существами совершенно особаго рода, стоящими, такъ сказать, внѣ всякихъ божескихъ и человѣческихъ законовъ; и дѣйствительно, по отношенію къ бактеріямъ считалось допустимымъ всякое, какое угодно воззрѣніе, даже самое нелѣпое. Такъ, даже *понятіе вида* было необязательно для нихъ. Споръ о существованіи естественно-историческаго вида у бактерій много поднялъ въ свое время шума и только нѣсколько лѣтъ тому назадъ разрѣшенъ, наконецъ, въ томъ смыслѣ, что и для бактерій понятіе вида имѣетъ то же самое значеніе, что и для всѣхъ остальныхъ организмовъ, т.-е. что и у бактерій можно различать отдѣльные виды и роды. Весь споръ о смыслѣ и значеніи видовъ ¹⁾ у бактерій вращался около двухъ понятій, которыя можно выразить двумя словами: *плеомор-*

¹⁾ Болѣе подробно по вопросу о видѣ, очень спорному въ теченіе долгаго времени, напр., у *Billroth'a*, *Coccobakteria septica*, Berlin, 1874; *Naegeli*, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege, München, 1877; *Zopf*, Zur Morphologie der Spaltpflanzen, Leipzig, 1882; эти работы написаны въ смыслѣ плеоморфизма, напротивъ, *Cohn*, Beitr. z. Biol. der Pfl. I и II; затѣмъ *de-Bary*, Vergleichende Morphol. und. Biologie der Pilze, 1884, стр. 511, являются защитниками того взгляда, что и бактеріи распадаются на хорошіе роды и виды; далѣе *Hüppe*, Die Formen der Bacterien, Wiesbaden, 1886.

Физмъ или морфологическая измѣняемость и плеоюнiя или физиологическая измѣняемость.

Плеоморфисты полагали, что какой-нибудь, напр., коккъ въ своемъ дальнѣйшемъ развитiи не всегда обязательно остается коккомъ, но что, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, онъ можетъ вытягиваться въ палочку, а эта послѣдняя, въ свою очередь, время отъ времени можетъ скручиваться, принимать, такимъ образомъ, видъ вибриона, чтобы затѣмъ позднѣе, быть можетъ, снова вернуться къ шаровидной формѣ. Такимъ образомъ, такiя слова, какъ микрококкъ, бацилла, вибрионъ, спирилла, которыя въ настоящее время выражаютъ достаточно опредѣленные родовыя понятiя, въ глазахъ плео-

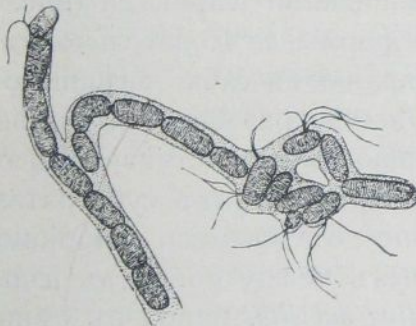


Рис. 12. *Cladothrix dichotoma*, образованiе зооспоръ. Влагалище, обозначенное тонкимъ пунктиромъ, образовало отверстiе у лѣвой вѣтви и выпускаетъ зооспору, у правой вѣтви цѣлая группа члениковъ превратилась въ зооспоры съ матеральнымъ пучкомъ жгутовъ у каждой. У этой же вѣтви влагалище сильно разрыхлено, набухло. Увелич. 1000.

морфистовъ нисходятъ на степень мало значущихъ наименованiй для различныхъ переходящихъ формъ бактерiй.

Какъ примѣръ почти-что неисчерпаемаго многообразiя, считалась обыкновенно вѣтвящаяся водная бактерiя *Cladothrix dichotoma*. Однако, оказалось ¹⁾, что и она ни въ какомъ случаѣ не можетъ считаться плеоморфной, такъ какъ только въ цѣляхъ размноженiя и переселенiя на новый субстратъ цилиндрическiе членики отдѣляются изъ нитевиднаго тѣла бактерiи, развиваютъ у себя пучекъ жгутовъ и въ видѣ *юнидий*, — блуждающихъ клеткокъ, — выползаютъ изъ своихъ влагалищъ

¹⁾ *Büsgen*, Kulturversuche mit *Cladothrix dichotoma*, Ber. d. deutsch. bot. Ges. XII, 1894.

(рис. 12). Послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго періода блужданія бациллоподобныя тѣльца прикрѣпляются гдѣ-нибудь неподвижно и вырастаютъ въ новую нить. Ни кокки, ни вибрионы и спириллы не принимаютъ никакого участія въ процессѣ развитія этой бактеріи. Временныя скручиванія и извиванія отдѣльныхъ нитей или скопленіе гонидій, когда онѣ становятся неподвижными,—словомъ все, что прежде истолковывалось, какъ плеоморфныя фазы развитія, не слѣдуетъ принимать за что-либо большее, чѣмъ оно есть на самомъ дѣлѣ, т.-е. за случайныя явленія.

Гнойныя кокки (*Staphylococcus*), культивируемые въ какомъ угодно питательномъ субстратѣ, всегда и неизмѣнно остаются лишь маленькими шариками (рис. 28 а), никогда не принимаютъ иной формы, слѣдовательно, съ непоколебимымъ постоянствомъ сохраняютъ свою внѣшнюю форму. Также и холерная запятая всегда развивается въ видѣ слегка скрученной палочки, никогда не отступая отъ этой формы; развѣ только въ однихъ питательныхъ субстратахъ окажется, можетъ быть, больше отдѣльныхъ вибрионовъ, въ другихъ больше соединенныхъ между собой въ цѣпочки (рис. 28 к).

Культура *Bacillus subtilis*, напр., въ сѣнномъ настоѣ можетъ содержать одновременно: подвижныя и неподвижныя отдѣльныя палочки (рис. 13 а и б), подвижныя (d) и неподвижныя цѣпочки; послѣднія преимущественно на поверхности настоя, причеиъ онѣ образуютъ одну общую пленку (рис. 13 е). Вегетативную форму здѣсь представляетъ одноклѣточная, перитрихіально одѣтая жгутами и оживленно движущаяся палочка (рис. 13 а). Оцѣпенѣніе жгутовъ, случающееся время отъ времени, даетъ начало неподвижнымъ палочкамъ, которыя мы встрѣчаемъ въ культурѣ настоя, тогда какъ подвижныя цѣпочки происходятъ вслѣдствіе того, что нѣсколько генераций бактерій, образовавшихся путемъ дѣленія, остаются связанными другъ съ другомъ (рис. 13 d). Въ свѣжихъ культурахъ сѣннаго настоя, при равномерномъ помутнѣніи, находятъ только однѣ подвижныя стадіи и лишь позднѣе подвижныя палочки подъ вліяніемъ недостатка кислорода собираются на поверхности и разрастаются здѣсь въ неподвижныя, лишеныя жгутовъ нити, въ которыхъ образуются споры

(рис. 13 с и е). Этимъ и ограничивается круговоротъ формъ у *Vacillus subtilis*.

Приведенныхъ примѣровъ достаточно, чтобы показать, что плеоморфизма въ вышеуказанномъ смыслѣ не существуетъ. У всѣхъ простыхъ бактерій (гаплобактеріи) колеблются въ зависимости отъ субстрата лишь формы роста, да и то въ предѣлахъ между отдѣльными особями, цѣпочками и скопленіями, къ которымъ можно присоединить еще зооглеи, но форма вегетативнаго тѣла вообще постоянна.

Что хорошее и плохое питаніе вліяетъ на величину индивидуума, это, конечно, не требуетъ дальнѣйшихъ доказательствъ; карликовый и гигантскій ростъ встрѣчается у бактерій въ такой же мѣрѣ, какъ и у другихъ организмовъ, и смотрѣть на эти колебанія въ величинѣ иначе, чѣмъ на подобныя же явленія у другихъ организмовъ, нѣтъ никакихъ основаній. Для всѣхъ видовъ бактерій можно установить нѣкоторую среднюю величину и форму; можно наблюдать отступленія отъ нея, но не въ большей степени, чѣмъ у другихъ организмовъ; при этомъ всегда подразумѣвается, что

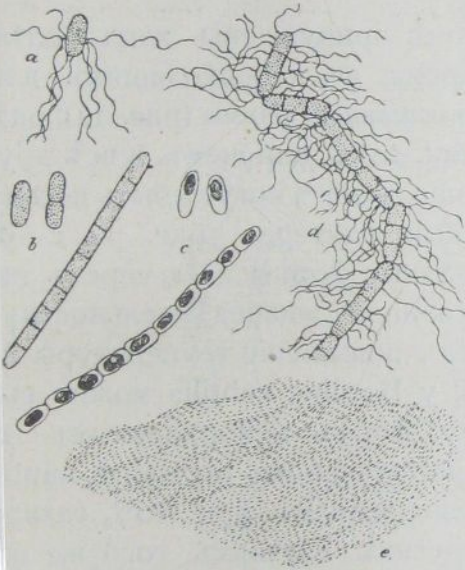


Рис. 13. *Vacillus subtilis* въ сѣвномъ настоѣ, всѣ существующія стадіи: а перитрихіальная, подвижная короткая палочка, б неподвижныя палочки и дѣпочки, с подвижныя палочки и цѣпочки, которые соединяются на поверхности настоя въ плотную бѣловатую пленку (е). Увелич. а—d 1500, е (по Brefeld'y) 250.

бактеріи находятся въ нормальныхъ условіяхъ. Однако, это постоянство въ величинѣ и формѣ въ искусственныхъ условіяхъ не можетъ продолжаться такъ долго, какъ это обыкновенно думаютъ, въ чемъ также нѣтъ ничего удивительнаго. Дѣйствительно, если, напр., нѣсколько тысячъ дѣтей запереть въ тѣсное помѣщеніе, снабдить ихъ обильной и прекрасной пищей, но не удалять при этомъ ихъ испражнений, то уже черезъ нѣсколько часовъ нашимъ глазамъ предста-

вилась бы ужасная картина. Совершенно въ такомъ же положеніи находятся безчисленныя бактеріи на какой-нибудь пластинкѣ агара, да и во всякой нашей искусственной культурѣ. Поэтому нечего удивляться, если позднѣе многія клѣточки вырастаютъ въ уродливыя, отмирающія инволюціонныя формы и если на ряду съ морфологическими измѣненіями ослабляются и фізіологическія свойства, каковы способность возбуждать броженіе, вирулентность у патогенныхъ видовъ.

Всѣ бактеріи, разъ только онѣ принуждены жить болѣе или менѣе продолжительное время въ неподходящихъ для нихъ условіяхъ, образуютъ *инволюціонныя формы* (рис. 14); онѣ становятся уродливыми и хилыми, какъ, впрочемъ, и всѣ другія живыя существа. Причины инволюціи ¹⁾ могутъ быть весьма различны; такъ, напр., укусыныя бактеріи (рис. 14 с—d) образуютъ всевозможныя уродливыя формы какъ черезъ накопленіе продукта своей собственной жизнедѣятельности— укусной кислоты, такъ и черезъ повышеніе температуры за предѣлы maximum'a (лекц. XII); у *Bacillus subtilis* можно вызвать появленіе инволюціонныхъ формъ ненормальнымъ отношеніемъ углерода и азота въ питательномъ растворѣ, напр., въ питательномъ субстратѣ, содержащемъ при 10⁰/₀ сахара только 0,1⁰/₀ аспарагина. Въ другихъ случаяхъ того же самаго результата можно достигнуть прибавленіемъ значительнаго количества нейтральныхъ солей. Замѣчательный случай инволюціи представляетъ собой образованіе бактероидовъ въ клубенькахъ бобовыхъ растеній (лекц. X).

Формы, которыя принимаютъ бактеріи при инволюціи, весьма разнообразны: палочки то вздуваются пузырчато, яйцевидно или веретенообразно, то разрастаются въ видѣ скрученныхъ и извитыхъ ниточекъ, то, образуя короткіе выросты, становятся двухъ и трехконечными и, въ случаѣ преоблада-

¹⁾ Описаніе инволюціонныхъ формъ (по Нёгели, прим., стр. 14) можно найти въ многочисленныхъ сочиненіяхъ; такъ, у *Buchner*'а, въ *Untersuchungen über niedere Pilze*; Негели, затѣмъ *Hüppe*, *Formen der Bacterien*; *Prazmowski*, прим., стр. 35; *Zopf*, *Die Spaltpilze*, Breslau 1885, 3 Aufl.; о такъ-наз. вѣтвящихся туберкулезныхъ бациллахъ, напр., *Coppen-Jones*, *H. Brüns* въ *Centralbl. f. Bakt.* XVII Bd; о бациллахъ дифтерита *Bernheim* и *Folger*, *ibid.*, XX Bd.

нія роста длинными цѣпочками, образуютъ, наконецъ, ложно вѣтвляющуюся систему нитей (рис. 14). Одновременно съ этими внѣшними измѣненіями уменьшается внутреннее содержимое клѣтокъ; оно слабѣе окрашивается, часто только въ видѣ отдѣльныхъ зернышекъ. Вполнѣ развитыя инволюціонныя формы



Рис. 14. Инволюціонныя формы: а *Bacillus subtilis* изъ 4-хъ дневной культуры съ 1% хлористаго аммонія, 2% декстрозы и 0,5% питательныхъ солей, слабо кислой. в Водяныя бациллы, напоминающія тифозныя въ сѣнномъ настоѣ, съ 4% хлористаго аммонія; неподвижныя, лишенныя жгутовъ, напоминаютъ бактероиды изъ клубеньковъ бобовыхъ (е и f). с. *Bacterium aceti*; при 39°—41° по E. Chr. Hansen'у. d. *Bacterium Pasteurianum* черезъ 7 ч. при 34° по Hansen'у. е Бактероиды изъ корневыхъ клубеньковъ *Vicia villosa*; мелкіе кружечки представляютъ еще хорошо красящіеся остатки содержимаго (по Морск'у). f Бактероиды *Lupinus albus* (по Морск'у, верхняя четырехконечная фигура относится къ *Vicia villosa*). g Туберкулезныя бациллы, вѣтвистые участки въ испражненіяхъ больныхъ (по Коррел-Jones'у). Такъ-наз. вѣтвистыя дифтеритныя бациллы, которыя, по всей вѣроятности, представляютъ собой лишь инволюціонныя формы (по Bernheim'у и Folger'у). Увелич. а и в 1500, с и d 100, е и f около 1500, g 1250, h около 100.

оказываются мертвыми и даже самыми лучшими условіями не могутъ быть вновь оживлены и возвращены къ нормальному виду. Въ старыхъ культурахъ очень часто можно найти такія инволюціонныя формы, особенно же часто у настоящихъ

паразитическихъ возбудителей болѣзней, каковы, напр., туберкулезныя и дифтеритныя бактеріи, которыя даже въ самыхъ лучшихъ искусственныхъ культурахъ все-таки не находятъ для себя вполне подходящихъ условій. Инволюціонныя формы съ короткими боковыми вѣточками у этихъ бактерій неоднократно разсматривались какъ доказательство того, что бактеріи дифтерита (рис. 14 h) и туберкулеза (рис. 14 g) имѣютъ болѣе расчлененное вегетативное тѣло, чѣмъ это обыкновенно принимаютъ. Палочки, которыя появляются въ больномъ организмѣ или въ культурахъ только въ самомъ началѣ, соотвѣтствовали бы по этому взгляду лишь одной стадіи развитія вѣтвящагося организма, который могъ бы принадлежать поэтому или къ нитчатымъ бактеріямъ, или даже къ простымъ нитчатымъ грибамъ (*Hyphomycetes*). Сторонники этого взгляда успѣли даже создать уже особыя названія для тѣхъ двухъ новыхъ родовъ, куда должны быть отнесены туберкулезныя и дифтеритныя бактеріи, именно для перваго *Mycobacterium* и для втораго *Corynebacterium*. На нашъ взглядъ, для этого нѣтъ достаточнаго основанія, потому что развѣтвленія (рис. 14 g), появляющіяся въ 3—6 мѣсячныхъ культурахъ туберкулезныхъ бациллъ, ни въ какомъ случаѣ не представляютъ общаго явленія, но вполне аналогичны дегенеративнымъ формамъ клубеньковыхъ бактериоидовъ (рис. 14 c—f) и укусныхъ бактерій (рис. 14 c—d) и, подобно послѣднимъ, суть ничто иное, какъ инволюціонныя формы.

Если, не устраняя вполне условій, способствующихъ образованію инволюціонныхъ формъ, только лишь ограничить ихъ дѣйствіе до извѣстной спелости, то можно вызвать общее *ослабленіе* бактерій. При продолжительномъ культивированіи бактерій въ лабораторіи, такое ослабленіе мало-по-малу наступаетъ само собой, — такъ, уменьшаются патогенныя свойства, вирулентность бактерій, уменьшается сила броженія и многое другое. Прежнюю силу и прежнія свойства можно возбудить различными способами. Патогенныхъ бактерій проводятъ для этого нѣсколько разъ черезъ тѣло животнаго, возбудителямъ броженія предоставляютъ возможность энергичнаго броженія, — короче, вызванное культивированіемъ ослабленіе можно устранить, разъ оно не перешло только въ

инволютность, помѣщая бактеріи обратно въ естественныя условія.

Такое же ослабленіе, какое получается постепенно при продолжительномъ культивированіи, можетъ быть преднамѣренно достигнуто въ болѣе короткое время, стоить только помѣстить бактеріи на нѣкоторое время въ самыя неблагопріятныя условія. Такъ, чтобы вызвать *ослабленіе вирулентности*, можно воспользоваться всякимъ средствомъ, которое вредно дѣйствуетъ на жизнедѣятельность бактеріи, необходимо только установить предварительно ту степень, въ которой можетъ быть примѣнено то или другое неблагопріятное для жизни средство. Вирулентность бациллы сибирской язвы ослабляется, напр., прямымъ солнечнымъ свѣтомъ въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, прибавленіемъ 0,1—0,2% карболовой кислоты. Для бацилл дифтерита и столбняка съ тѣмъ же результатомъ примѣнялся треххлористый іодъ. Пользуясь дѣйствіемъ теплоты, Пастёръ¹⁾ получилъ культуры сибирской язвы, отличающіяся меньшей вирулентностью, чѣмъ первоначальныя, и сохранявшія свои новыя свойства довольно продолжительное время. Для полученія этого результата оказалось достаточнымъ дѣйствіе температуры въ 52° въ теченіе 15' минутъ, 47° въ теченіе 4 часовъ, 43° въ теченіе 6 дней и 42,5° въ теченіе 28 дней. Такъ какъ оптимумъ температуры для бациллы сибирской язвы лежитъ при 30°—37°, максимумъ при 42°—48°, смертельный предѣлъ 50°—60° (лекц. VIII), то ясно, что нужно только перейти за эти пункты, и ослабленіе наступаетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ ближе мы подходимъ къ смертельной температурѣ.

Что ослабленіе вирулентности представляетъ лишь выраженіе общаго поврежденія, слѣдуетъ изъ того, что ослабленныя бациллы сибирской язвы утратили даже способность

1) *Pasteur, Chamberland et Roux, De l'atténuation des virus et de leur retour à la virulence, Comptes rendus de l'Acad., Paris, 1881, 92 т.; Chamberland, Le charbon et la vaccination charbonneuse, d'après des récents travaux de M. Pasteur, Paris, 1883; Chamberland et Roux, Sur l'atténuation de la virulence de la bactérie charbonneuse sous l'influence des antiseptiques. Comptes rendus de l'Acad., 97 т., 1883.*

спорообразования, онѣ сдѣлались *аспорогенными* ¹⁾. На первый взглядъ, этой потерѣ способности спорообразования слѣдуетъ придать чрезвычайно важное значеніе, такъ какъ спорообразование представляетъ одно изъ важнѣйшихъ морфологическихъ свойствъ. Дѣйствительно, если бы удалось совершенно подавить спорообразование, и притомъ настолько, чтобы оно не обнаруживалось впослѣдствіи и въ самыхъ благопріятныхъ культурахъ, то исполнилось бы тогда завѣтное желаніе генеалогическаго ученія, ибо при содѣйствіи внѣшнихъ вліяній было бы воспроизведено новое наслѣдственное свойство — аспорогенность. Къ сожалѣнію, однако, и здѣсь успѣхъ лишь только кажущійся. Подобно тому, какъ невозможно произвести безхвостую породу мышей путемъ хотя бы и неутомимаго отрѣзыванія хвостовъ, столь же мало аспорогенныя бациллы сибирской язвы представляютъ собой новую жизнеспособную расу. У нихъ затрудняется только образование полноѣ зрѣлыхъ споръ, характеризующихся своей стойкостью, тогда какъ зачаточныя, не полноѣ сформировавшіяся споры образуются и у нихъ. Такимъ образомъ, достижимой оказывается лишь общая дегенерация, касающаяся всѣхъ свойствъ организма. Что это такъ, видно уже изъ того, что, въ концѣ-концовъ, такія „аспорогенныя“ и слабовирулентныя бациллы мало-по-малу отмираютъ. Прививая такія ослабленныя бактеріи животнымъ и пропуская ихъ, такимъ образомъ, нѣсколько разъ черезъ животный организмъ, т.-е., выражаясь медицинскимъ языкомъ, подвергая ихъ корроборирующей обработкѣ, можно снова вернуть имъ всю ихъ прежнюю силу; тогда онѣ снова становятся сильно вирулентными и снова могутъ производить нормальныя споры, — словомъ, поправляются совершенно такъ, какъ и болѣющія растенія, разъ ихъ помѣстятъ въ оптимальныя условія. Важное значеніе экспериментальнаго ослабленія вирулентности для искусственной иммунизации будетъ рассмотрѣно позднѣе (лекц. XVII).

Такимъ образомъ, внѣшними вліяніями въ эксперименталь-

¹⁾ Относительно аспорогенной сибиреязвенной бактеріи и ея свойствъ: Roux, Bactériologie charbonneuse asporogène, Annales de l'Institut Pasteur 1890, IV т.; Phisalix въ Comptes rendus l'Acad. 1892, 114 т., стр. 684; 115 т., стр. 253.

ной обстановкѣ въ теченіе короткаго промежутка времени можно вызвать только преходящія, а не наслѣдственныя измѣненія, морфологическія же свойства остаются непокосновенными и данный видъ постоянно снова возвращается къ своей характерной формѣ. Поэтому понятіе о родѣ и видѣ и въ примѣненіи къ бактеріямъ имѣетъ то же самое значеніе, что и для всѣхъ другихъ организмовъ. Взгляды Билльбота на такъ-называемыя *Coccobacteria septica*, согласно которымъ всѣ встрѣчающіяся въ ранахъ бактеріи должны представлять собой лишь стадіи развитія одного естественно-историческаго вида, философствованія Ц о п ф а относительно значенія вида и круга формъ у бактерій,—все это въ настоящее время составляетъ достояніе исторіи бактеріологіи. Не подтвердились также новѣйшими опытными изслѣдованіями и сходныя съ предыдущими взгляды Нёгели, такъ что въ настоящее время можно считать уже общепринятымъ давно высказанное мнѣніе Кона, что бактеріи и съ морфологической точки зрѣнія могутъ быть распредѣлены на „хорошіе“ виды и роды.

Менѣе простымъ для разрѣшенія является вопросъ о фізіологической измѣняемости, *плеоморфности*. Такъ какъ разобратъся во многихъ частностяхъ удобнѣе будетъ при дальнѣйшемъ разсмотрѣніи различныхъ біологическихъ группъ бактерій, то да позволено будетъ здѣсь только указать вообще на V, XI, XII, XIII, XV лекціи. Каждый видъ бактерій обладаетъ большей или меньшей способностью развиваться на различныхъ субстратахъ, причемъ отъ химическаго состава послѣдняго будутъ зависѣть въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ тѣ процессы, какіе вызываются бактеріями. Въ этомъ отношеніи можно было бы различать двѣ большія группы бактерій: *монотрофныхъ* и *политрофныхъ*. Первыя предъявляютъ весьма рѣзко выраженныя требованія по отношенію къ питательности субстрата, который можно измѣнить лишь въ очень узкихъ предѣлахъ. Сообразно съ этимъ дѣятельность монотрофныхъ бактерій, равно какъ продукты ихъ обмѣна веществъ являются строго специфическими. Къ такимъ монотрофнымъ бактеріямъ могли бы быть отнесены, напр., сѣро-бактеріи и нитрифицирующія, далѣе настоящіе паразиты и бактеріи, ассимилирующіе азотъ въ клубенькахъ бобовыхъ растений.

Монотрофныя встрѣчаются также и среди огромнаго количества различныхъ бактерій гніенія и броженія, именно монотрофными являются всѣ тѣ бактеріи, которыя вызываютъ строго опредѣленные процессы броженія, напр., бактеріи уксуснокислаго броженія, многія молочнокислаго и маслянокислаго, далѣе бактеріи мочевой кислоты и нѣкоторыя другія съ узкоограниченными сапрогенными свойствами. На ряду съ этими существуютъ, конечно, также и политрофныя, которыя въ отличіе отъ первыхъ могутъ вызывать нѣсколько различныхъ процессовъ. Такъ, нѣкоторыя маслянокислыя бактеріи обладаютъ, повидимому, способностью вызывать гніеніе бѣлковъ, т.-е. обладаютъ не только цимогенными, но и сапрогенными свойствами; другія масляно кислыя бактеріи являются одновременно и патогенными (шумящій карбункулъ и злокачественный отѣкъ). Наоборотъ, бактеріи съ рѣзко выраженными сапрогенными, т.-е. возбуждающими гніеніе, свойствами, могутъ иногда расти и на неспособныхъ къ гніенію субстратахъ и вызывать въ нихъ процессы броженія, какъ, напр., *Bacillus vulgaris* и другія. Затѣмъ, въ то время, какъ многія бактеріи совершенно не обладаютъ способностью развитія въ живомъ организмѣ, другія развиваются очень легко, т.-е., другими словами, ихъ политрофія дальше прогрессировала въ этомъ направленіи (бактеріи тифа, холеры).

Нѣтъ нужды, конечно, приводить примѣры подобныхъ различій среди другихъ организмовъ. Что же касается видового характера монотрофныхъ и политрофныхъ формъ, то естественно, что у монотрофныхъ формъ и въ физиологическомъ отношеніи онъ выступаетъ болѣе рѣзко, чѣмъ у политрофныхъ, хотя и политрофныя бактеріи, несмотря на ихъ измѣняющіяся отправления, все же не теряютъ значенія отдѣльныхъ видовъ. Дѣйствительно, невозможно произвести экспериментальнымъ путемъ превращенія одной расы въ другую съ наслѣдственно-новыми свойствами, потому что, напр., ослабленіе вирулентности не наслѣдственно; оно устраняется послѣ проведенія культуры черезъ животный организмъ. Конечно, возможно по собственному желанію получить патогенныя бактеріи со всевозможными градаціями вирулентности, смотря по тому, сколько времени онѣ культи-

вировались внѣ животнаго или прививались извѣстнымъ животнымъ и т. п. Но всѣ достигнутыя такимъ путемъ видоизмѣненія имѣютъ значеніе лишь лабораторныхъ расъ; наследственнаго измѣненія здѣсь не происходитъ. Иной характеръ носятъ культурныя расы организмовъ броженія, относительно которыхъ срав. лекц. XII и XIV.

Полнаго подавленія какого-либо біологическаго свойства до сихъ поръ не удалось еще достигнуть, а данныя прежняго времени, когда техника культивирования бактерій не стояла такъ высоко, какъ теперь, не имѣютъ въ нашихъ глазахъ силы доказательности. Перевоспитаніе бациллы сибирской язвы въ безвредную сѣнную бактерію, которое когда-то надѣлало такъ много шума, не нашло себѣ подтвержденія.

Хотя на основаніи всего сказаннаго не можетъ быть больше никакихъ сомнѣній относительно того, что бактеріи точно такъ же, какъ и другіе организмы, распадаются на естественно-историческіе виды и роды, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ поставить на видъ то громадное затрудненіе, которое встрѣчается при *разграниченіи систематическихъ единицъ*. Морфологическая монотонность шаровидныхъ бактерій, значительное сходство многихъ палочковидныхъ дѣлаютъ совершенно невозможной строго морфологическую характеристику видовъ; поэтому пришлось обратить вниманіе на физиологическіе признаки, и на ряду съ внѣшней формой пользоваться еще такими свойствами, какъ ростъ на различныхъ питательныхъ субстратахъ и требованія, предъявляемыя къ питанію (лекц. VI), специфическіе продукты, каковы пигменты, свѣтъ, гранулеза, сѣра, специфическія функціи, каковы гніеніе, броженіе, болѣзни, отношеніе къ кислороду (лекц. VII) и многое другое. Экспериментальная патологія, физиологическая химія и ботаника должны дѣйствовать сообща, чтобы сдѣлать возможнымъ точное описаніе видовъ¹⁾. Это, впрочемъ, является въ настоящее время еще въ значитель-

¹⁾ Прекрасную, критически разработанную морфологически-физиологическую діагностику описанныхъ до сего времени бактерій, правда, съ сильнымъ преобладаніемъ патогенныхъ видовъ, даютъ *Lehmann* и *Neumann* въ указанномъ (примѣч. 2, стр. 2) сочиненіи, которое самымъ настоятельнымъ образомъ можно рекомендовать каждому изучающему бактеріологію.

ной части задачей будущаго. Классификаціей бактерій на основаніи ихъ особенно выдающихся функций нельзя, конечно, пренебрегать, но она приводитъ лишь къ *физиологическимъ группамъ*, изъ которыхъ наиболѣе важными оказываются слѣдующія: *сапроотенныя* или *бактеріи гніенія*, *цимоотенныя* или *бактеріи броженія*, *хромоотенныя* или *пигментныя бактеріи*, *фотоотенныя* или *фосфоресцирующія бактеріи*, *термоотенныя* или *бактеріи*, *выдѣляющія тепло*, *патоготенныя* или *болъзнетворныя бактеріи*, *нитрифицирующія бактеріи*, *сѣро и желъзо-бактеріи*, *пурпурныя бактеріи*. Но совершенно неправильно, если на основаніи физиологическихъ отправления даются названія родовъ и послѣдніе употребляются въ качествѣ равноцѣнныхъ съ морфологическими родами. Такими физиологическими родами, не имѣющими права на мѣсто въ системѣ бактерій, являются: *Photobacterium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas* и *Nitrosococcus*, *Granulobacter* для бактерій маслянокислаго броженія съ гранулезной реакціей, *Jodococcus* для бактерій полости рта, съ такой же точно реакціей, *Halibacterium* для морскихъ бактерій, *Gonococcus* для трипперныхъ кокковъ, *Proteus* для нѣкоторыхъ бактерій гніенія и другіе. Конечно, они, какъ легко запоминаемыя простыя названія, въ нѣкоторыхъ случаяхъ весьма пригодны и заслуживаютъ полнаго вниманія, но въ системѣ они должны уступить мѣсто тѣмъ родамъ, которые установлены на основаніи морфологическихъ признаковъ, такъ какъ система всѣхъ организмовъ, а слѣдовательно и бактерій, должна прежде всего создаваться на основаніи морфологическихъ признаковъ. Если же въ системѣ бактерій приходится отбрасывать чисто-морфологическіе признаки (при различеніи видовъ) и замѣнять ихъ физиологическими, то, при разграниченіи, по крайней мѣрѣ, родовъ, надо употребить всѣ усилія, чтобы провести его на морфологической основѣ. Это стремленіе разграничить морфологически роды было основнымъ принципомъ неудовлетворительной, правда, въ настоящее время системы Кона и этого принципа необходимо держаться и при всякомъ новомъ опытѣ классифицированія бактерій. *Систематикъ бактерій* приходилось страдать отъ одного обстоятельства, которому, съ другой стороны, правда, мы обязаны многостороннимъ знаніемъ этихъ организмовъ,—

это то, что надъ созиданіемъ, ея работали изслѣдователи слишкомъ уже разнородныхъ специальностей. На ряду съ медиками-бактеріологами, которымъ могутъ быть неизвѣстны строго обоснованные законы систематики, соперничали въ фабрикаціи видовъ и родовъ специалисты по техническимъ броженіямъ и біохимическимъ процессамъ въ сельскомъ хозяйствѣ и масса другихъ изслѣдователей. Мы вовсе не хотимъ этимъ сказать, что будто одна ботаника имѣетъ право на созиданіе системы бактерій; мы хотѣли бы только поставить на видъ, что и другіе изслѣдователи должны руководствоваться принципами общей систематики. Уже въ самой оцѣнкѣ тѣхъ немногихъ морфологическихъ признаковъ, какіе мы встрѣчаемъ у бактерій, царитъ до сихъ поръ еще большой произволь. Всѣ согласны лишь въ группированіи бактерій по внѣшнему виду ихъ вегетативныхъ стадій развитія на шаровидныя, палочковидныя, спиральныя и нитчатыя; раздѣленіе это было уже приведено въ системѣ К о н а ¹⁾. Однако, и при такой группировкѣ слѣдовало бы рѣзче, чѣмъ обыкновенно, подчеркнуть противоположность между нитчатыми бактеріями и остальными, вегетативная форма которыхъ выражена одной клѣткой. Нитчатая бактерія слѣдуетъ противопоставить, какъ отдѣльный *порядокъ трихобактерій*, всѣмъ остальнымъ, *панлобактеріямъ*, у которыхъ цѣпочки, состоящія изъ нѣсколькихъ клѣтокъ, или другія болѣе или менѣе рѣзко выраженыя скопленія, каковы, напр., пакетики сарцинъ, паутинныя зооглеи *Bacillus vulgaris*, встрѣчаются лишь какъ преходящія формы роста. Совершенно справедливо затѣмъ придаютъ важное систематическое значеніе подвижности и неподвижности бактерій, только недостаточно еще оцѣнивается постоянство въ расположеніи жгутовъ (монотрихіальное, лототрихіальное, перитрихіальное). Холерный вибрионъ, напр., или *Bac. ruosuaueus* несетъ всегда только одинъ жгутъ, не считая рѣдкихъ исключеній, когда ихъ бываетъ два, тифозная и сѣнная бациллы, равно какъ и многія другія, всегда имѣютъ перитрихіальное расположеніе жгутовъ, наконецъ, лототрихіальныя формы, каковы спириллы, нѣкото-

¹⁾ System der Bacterien въ Beitr. z. Biologie der Pflanz. Cohn'a, II т.

рья водныя бактеріи, *Bac. synsuaveus* синяго молока всегда несуть полярно расположенный пучекъ жгутовъ, число которыхъ приблизительно постоянно и не подвергается большимъ колебаніямъ. Если на препаратахъ встрѣчаются нѣкоторыя неправильности въ числѣ жгутовъ, то это приходится отнести на счетъ крайне сильной чувствительности легко отпадающихъ жгутовъ, но не на счетъ первоначальной неправильности въ ихъ числѣ. Какъ у *Flagellata*, такъ и у подвижныхъ бактерій число и расположеніе жгутовъ составляютъ морфологическій признакъ, имѣющій основное систематическое значеніе. Другой систематическій признакъ заключается въ формѣ спорообразующихъ палочекъ. Признакъ этотъ, вопреки мнѣнію нѣкоторыхъ изслѣдователей, считающихъ его за непостоянный и подверженный колебаніямъ, въ дѣйствительности обладаетъ такимъ постоянствомъ, какое только можно требовать отъ систематическаго отличительнаго признака. Такъ, палочки сибирской язвы во время спорообразованія всегда сохраняютъ свою цилиндрическую форму, всѣ бациллы столбняка безъ исключенія принимаютъ форму барабанныхъ палочекъ (*Plectridia*), нѣкоторыя маслянокислыя бактеріи становятся веретеновидными, за исключеніемъ крайне рѣдкихъ неправильностей. Пользуясь жгутами и формой спороносныхъ клѣтокъ, можно хаотическую массу палочковидныхъ бактерій распределить въ нѣсколько родовъ, которые притомъ можно даже соединить въ отдѣльныя подсемейства. Правда, возражаютъ на это, что у многихъ бактерій неизвѣстны еще споры. Это, конечно, вѣрно, но въ такомъ случаѣ раздѣлимъ, по крайней мѣрѣ, хотя бы вполне изученныхъ бактерій на роды, а остальныхъ размѣстимъ лишь временно. Эти менѣе извѣстныя бактеріи можно было бы, пользуясь легко опредѣляемымъ расположеніемъ жгутовъ, размѣстить среди тѣхъ родовъ, палочки которыхъ не измѣняются при спорообразованіи.

Названіе родовъ можно составить такимъ образомъ, чтобы корень слова характеризовалъ спороносную палочку, окончаніе—форму расположенія жгутовъ: *inium* для монотрихіальнаго, *illum* для лофотрихіальнаго и *idium* для перитрихіальнаго, тогда какъ слово палочка (*bactron*), веретено (*kloster*)

и барабанная палка (plectron) составляли бы корни словъ. Гораздо легче распредѣляются немногочисленныя Spirillaceae, какъ это видно изъ нижеслѣдующаго обзора. У Соссасеае роды уже принято различать по способу дѣленія, но слѣдовало только сильнѣе отгѣнить противоположность между двумя группами Номососсасеае и Аллососсасеае. У родовъ первой группы плоскости дѣленія, слѣдующія другъ за другомъ при дѣленіи, располагаются въ строго опредѣленномъ порядкѣ, тогда какъ у Аллососсасеае никакого такого порядка не наблюдается (стр. 18, 19).

Еще одно слово относительно старыхъ названій *Bacterium* и *Bacillus*. Въ обѣихъ новѣйшихъ системахъ ¹⁾ они употребляются совершенно различно. Lehmann и Neumann обозначаютъ словомъ *Bacterium* всѣ палочковидныя бактеріи, у которыхъ еще не найдено споръ, чему, конечно, не слѣдуетъ придавать какого-нибудь значенія, такъ какъ то, что не найдено сегоднѣ, можетъ быть найдено завтра. Родъ *Bacillus* охватываетъ всѣ палочки съ эндоспорами. На жгутованіе не обращается ровно никакого вниманія.

Migula, напротивъ, всѣ неподвижныя палочки причисляетъ къ роду *Bacterium*, всѣ перитрихіальныя къ роду *Bacillus*, а прочія подвижныя съ полярными жгутами къ новому роду *Pseudomonas*. Въ этой системѣ хотя справедливо и не дается никакого значенія тому, извѣстны-ли уже эндоспоры, или нѣтъ, но зато игнорируется совершенно форма спороносныхъ палочекъ, да кромѣ того въ одинъ родъ *Pseudomonas* соединяются моно-и лофотрихіальныя бактеріи.

Старый родъ *Bacterium* лучше всего, пожалуй, упразднить совершенно, такъ какъ слово *Bacterium* употребляется всѣми для обозначенія цѣлой группы особыхъ организмовъ; родъ *Bacillus* слѣдовало бы сохранить изъ почтительнаго воспоминанія о первой работѣ Коха, лучше всего для тѣхъ бакте-

¹⁾ Попытки построенія новыхъ системъ, даже съ новыми родами бактерій, были опубликованы за послѣднее время А. Fischer'омъ, Untersuchungen über Bacterien, Jahrb. f. wiss. Bot., XXVII т.; *Migula* въ Die natürlichen Pflanzenfamilien, изд. Engler'a и Prantl'я, вып. 129, и Lehmann'омъ и Neumann'омъ (примѣч. 2, стр. 2). Что касается системы, разсмотрѣнной въ текстѣ, то авторъ могъ бы рекомендовать ее дальнѣйшему вниманію и проверкѣ.

рій, которыя сходны съ бациллою сибирской язвы, т.-е. продолжительное время остаются неподвижными и при спорообразованіи не измѣняютъ своей формы.

Что касается образованія студенистыхъ оболочекъ, такъ наз. капсулъ, то, по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока относительно нихъ не имѣется точныхъ изслѣдованій, за ними нельзя признать родового значенія, при описаніи же видовъ, напротивъ, такимъ признакомъ нельзя пренебрегать.

Что касается *Trichobacteria*, то онѣ обнимаютъ еще очень небольшое число родовъ, поэтому пока достаточно соединить ихъ въ одно семейство съ классовымъ характеромъ.

Такимъ образомъ, система бактерій охватывала бы слѣдующіе классы, семейства и роды (среди послѣднихъ выпущены нѣкоторые болѣе рѣдкіе роды):

А. Классъ *Haplobacterinae*.

Вегетативная форма ^додноклѣточная, шаровидная, цилиндрическая или извитая, живущая отдѣльно или соединяющаяся въ цѣпочки и другія формы роста.

1. Семейство *Coccaceae*, шаровидныя бактеріи.

Вегетативная форма въ видѣ шариковъ.

1. Подсемейство *Allococcaceae*.

Послѣдовательности въ появленіи плоскостей дѣленія не существуетъ. Порядокъ появленія плоскостей дѣленія можетъ измѣняться, какъ угодно; отсутствуютъ рѣзко выраженные формы роста: то короткія цѣпочки, то гроздевидныя скопленія, то парныя, то одиночныя формы.

Родъ *Micrococcus* Cohn. Неподвижныя формы.

Сюда относится большинство шаровидныхъ формъ, равно какъ и медицинскіе роды *Staphilococcus*, *Gonococcus*.

Родъ *Planococcus* Migula. Подвижныя формы.

2. Подсемейство *Homococcaceae*.

Съ опредѣленной, типичной для каждаго рода послѣдовательностью дѣленія.

Родъ *Sarcina* Goodsir. Плоскости дѣленія слѣдуютъ другъ за другомъ по тремъ направленіямъ пространства, причемъ образуются пакетовидныя скопленія бактерій, неподвижныя формы.

Родъ *Planosarcina* Migula. Сходенъ съ предыдущимъ, но отличается способностью движенія; жгутованіе монотрихiальное.

Родъ *Pediococcus* Lindner. Стѣнки при дѣленіи чередуются, пересѣкаясь накрестъ въ одной плоскости; клѣтки располагаются по четыре или въ видѣ табличекъ. Сюда принадлежитъ *Micrococcus tetragenus* Koch'a и Gaffky, затѣмъ сѣро-бактерія *Thiopedia* и другія; кромѣ того, вѣроятно, еще и нѣкоторыя изъ относимыхъ обыкновенно къ роду *Micrococcus*.

Родъ *Streptococcus* (Billroth). Стѣнки дѣленія всегда остаются параллельными, идутъ въ одномъ только направленіи; ростъ въ видѣ цѣпочекъ.

Сюда относится стрептококкъ медицинскій, а также одѣтый студенью *Leuconostoc*.

II. Семейство *Bacillaceae*, палочковидныя бактеріи.

Вегетативная стадія цилиндрическая, эллипсоидальная, яйцевидная, прямая. Короткія, почти шаровидныя формы могутъ быть только съ трудомъ отличены отъ кокковъ.

Дѣленіе совершается всегда перпендикулярно къ продольной оси.

I. Подсемейство *Bacilleae*.

Палочка при спорообразованіи не мѣняетъ своей цилиндрической формы.

Родъ *Bacillus* (Cohn). Неподвижныя формы.

Сюда относятся *Bacillus Anthracis*, *tuberculosis*, *diphtheriae* и многія другія.

Родъ *Bactrinium* A. Fischer, подвижныя, монотрихiальныя, съ однимъ полярнымъ жгутомъ.

Сюда можно отнести временно всѣ монотрихiальныя палочковидныя бактеріи, у которыхъ споры еще не найдены, напр., *Bacillus pycnuaneus*.

Родъ *Bactrillum* A. Fischer, съ лофотрихiальными жгутами; сюда также можно отнести различныя формы, споры у которыхъ до сихъ поръ неизвѣстны, напр., *Bacillus syncuaneus* (cyanogenus) синяго молока.

Родъ *Bactridium* A. Fischer, подвижныя перитрихiальныя формы, со спорами и безъ споръ; сюда принадлежитъ гро-

мадная масса видовъ бактерій. Споры найдены у *Bac. subtilis*, *Bac. Megatherium*, далѣе сюда же входятъ *Bacillus vulgaris* и родственные виды (старый родъ *Proteus*), затѣмъ *Bacillus typhi*, *Bacillus coli* и др.

2. Подсемейство *Clostridieae*.

Спорообразующія палочки веретеновидной формы.

Родъ *Clostridium* (P r a z m o w s k i), подвижныя, перитрихіальныя; сюда принадлежатъ нѣкоторыя изъ бактерій маслянокислаго броженія.

Другіе роды съ монотрихіальными и лопотрихіальными жгутами еще неизвѣстны.

3. Подсемейство *Plectridieae*.

Спорообразующія клѣтки имѣютъ форму барабанныхъ палокъ.

Родъ *Plectridium* A. Fischer, подвижныя, перитрихіальныя; сюда же относятся нѣкоторыя бактеріи масляной кислоты, метановаго броженія и *Bacillus Tetani*.

Другіе роды еще неизвѣстны.

III. Семейство *Spirillaceae*, спиральныя бактеріи.

Вегетативная стадія цилиндрической формы, но спирально завитая; дѣленіе всегда перпендекулярно продольной оси.

Родъ *Vibrio* (Müller-Löffler), слабо изогнутыя въ видѣ запятой, подвижныя, монотрихіальныя формы, — *Vibrio cholerae asiaticae* и многочисленныя прѣсноводныя и морскіе вибрионы.

Родъ *Spirillum* (Ehrenberg), сильно извитыя, скрученныя въ широкіе изгибы, подвижныя, лопотрихіальныя.

Spirillum undula, *Spirillum rubum* и др.

Родъ *Spirochaete* (Ehrenberg), очень узкіе, многочисленныя спиральныя завитки, жгуты неизвѣстны; возможно, что клѣточная оболочка обладаетъ способностью сокращаться.

Spirochaete Obermaieri (возвратный тифъ).

V. Классъ *Trichobacterincae*.

Вегетативная форма представляетъ неразвѣтвленную или развѣтвленную клѣточную нить, членки которой отдѣляются въ видѣ блуждающихъ клѣтокъ (гонидій).

I. Семейство *Trichobacteriaceae*, нитчатые бактерии.

Характеръ класса.

а. Нити неподвижныя, форма ихъ постоянна, заключены во влагалища.

Родъ *Crenothrix* Cohn, нити не вѣтвятся, не содержатъ въ клѣткахъ сѣры.

Родъ *Thiothrix* Winogradsky подобна предыдущей, но въ клѣткахъ встрѣчается сѣра.

Родъ *Cladothrix* Cohn (включ. *Sphaerotilus*), нити вѣтвящіяся, псевдо-дихотомныя.

б. Нити маятникообразно и медленно ползающія, лишены влагалища.

Родъ *Beggiatoa* Trevisan съ сѣрой.

Относительно рода *Streptothrix* см. въ слѣдующей лекціи.

Достаточно, пожалуй, этого краткаго обзора системы, естественно еще сильно нуждающейся въ дальнѣйшей разработкѣ. Различеніе видовъ, приложеніе всѣхъ вышеуказанныхъ свойствъ къ каждому въ отдѣльности, — это не входитъ въ нашу задачу. Для рѣшенія такихъ вопросовъ нужно обратиться къ руководствамъ, указаннымъ въ примѣч. 2, стр. 2.

IV.

Положеніе бактерій въ системѣ организмовъ.

Другіе низшіе организмы, обладающіе патогенными свойствами.

Часто приходится встрѣчаться съ вопросомъ: что такое, собственно, представляютъ собой бактеріи? Животныя ли это, или растенія? Понятія „животное“ и „растеніе“ были выработаны тогда, когда еще не знали такихъ микроскопическихъ организмовъ, какъ бактеріи; они сложились въ умѣ обыкновеннаго человѣка для мха и наѣкомаго, для слона и дуба. Поэтому-то и оказались совершенно безплодными всѣ усилія и старанія прежняго времени провести хотя бы при помощи всевозможныхъ натяжекъ границу между животнымъ и растительнымъ царствомъ среди тѣхъ микроскопическихъ организмовъ, для которыхъ понятіе „животное“ и „растеніе“ никогда не было создано. Поэтому Геккель и многіе другіе принимаютъ на ряду съ обоими царствами животныхъ и растеній еще и третье, царство *протистовъ* или *первичныхъ организмовъ*, у которыхъ не завершилось еще дѣленіе на животныхъ и растенія и которые въ однихъ отношеніяхъ являются скорѣе животными, въ другихъ растеніями. Къ этимъ протистамъ можно отнести Protozoa, слѣдовательно, Radiolaria, Infusoria, Flagellata и другія; изъ растительнаго же царства сюда слѣдуетъ отнести синезеленныя водоросли (Cyanophyceae) и нѣкоторыя группы простѣйшихъ зеленыхъ водорослей и грибовъ. Само собой разумѣется, что и границу между протистами, съ одной стороны, животными и растеніями—съ другой можно провести тоже только искусственно. Къ этимъ-то протистамъ, которымъ приблизительно

соотвѣтствуетъ употребительное въ настоящее время названіе микроорганизмовъ, микробовъ, принадлежатъ и бактеріи.

Не рѣже, чѣмъ первый вопросъ, всплываетъ и другой: не являются-ли бактеріи грибами, что, повидимому, слѣдуетъ уже изъ самаго названія бактерій — дробящіеся грибы (Spaltpilze). Дѣйствительно, по образу жизни грибы и бактеріи вполне сходны между собой; за исключеніемъ бактерій нитрифицирующихъ и нѣкоторыхъ другихъ, бактеріи, равно какъ и грибы, не могутъ сами созидать органической матері-

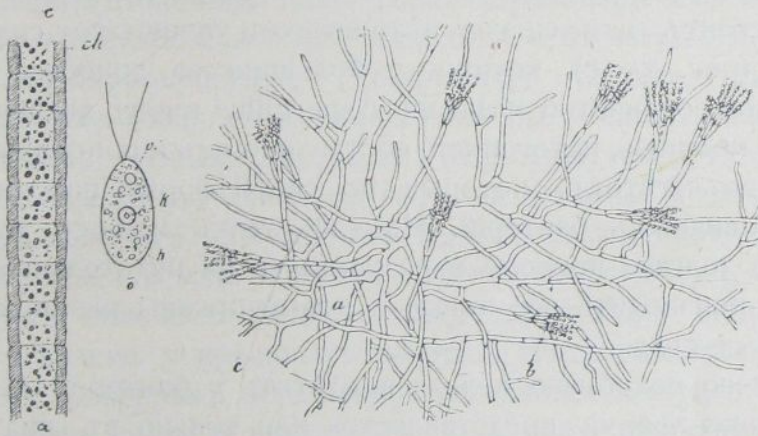


Рис. 15. а. *Oscillaria tenuis* (синезеленая водоросль), часть нити, сѣ полоцилиндрической хроматофоръ (носитель пигмента), с так.-наз. центральный тѣльца, главная масса протоплазмы, богатой мелкими вакуолями съ сильно красящимися зернышками (чернаго цвѣта), б. *Polytona uvella*, представитель *Flagellata* съ двумя жгутами на переднемъ концѣ, v пульсирующая вакуоля, k клеточное ядро, h клеточная оболочка, содержимое выполнено продуктами ассимиляціи (Paramylum, мелкіе кружечки). с. *Penicillium glaucum* (настоящій грибокъ изъ Мусомусет'овъ). Часть мицелія, образовавшаяся изъ одной проросшей конидіи (а); на особыхъ восходящихъ вѣточкахъ находятся новые кистевидные конидіеносцы съ цѣпочками конидій. Увелич. а 2250, б около 600, с (по Brefeld'у) 120.

аль изъ неорганическихъ соединений; обѣ группы являются метатрофными организмами, т.-е. питаются на счетъ тѣхъ органическихъ соединений, которыя вырабатываются высшими организмами, животными и растениями, или же онѣ являются даже паратрофными, т.-е. могутъ жить только въ другихъ организмахъ въ качествѣ паразитовъ (лекц. V).

Несмотря, однако, на все это физиологическое сходство, между обѣими группами существуетъ весьма сильное морфо-

логическое отличие. Какой бы грибок мы ни взяли, будетъ-ли то шампиньонъ или сморчекъ, ржавчинный грибок на хлѣбѣ или обыкновенный плѣсневый грибок (рис. 15 с), растущій, напр., на пометѣ, или грибок стригущаго лишая (*Herpes tonsurae*), всегда можно будетъ различить у него двѣ части: вегетативную, мицелій, и сидящія на немъ различно построенныя плодовые образования. Въ простѣйшемъ случаѣ это будутъ отдѣльныя или связанныя въ цѣпочки клѣтки (конидіи), служащія цѣлямъ размноженія, на высшей же ступени развитія сложнѣйшія плодовые тѣла шляпочныхъ грибовъ. Мицелій состоитъ изъ сильно вѣтвистаго и лучистаго сплетенія нитей (рис. 15 с), которое у большинства грибовъ, напр., у черной головчатой плѣсени (*Aspergillus niger*), являющейся, между прочимъ, патогенной, составлено изъ цилиндрическихъ члениковъ-клѣтокъ, которыя по своей формѣ походятъ на палочковидныхъ бактерій. Мицелій этотъ можетъ жить въ теченіе долгаго времени и, разрастаясь на питательныхъ средахъ, производить все новые и новые органы размноженія и плодовые тѣла.

Ничего подобнаго нельзя встрѣтить у бактерій. Ихъ вегетативная форма представляется или только въ видѣ простой клѣтки, или клѣточной нити, на которой не развивается какихъ-либо особыхъ органовъ размноженія, но которая, напротивъ, какъ, напр., *Cladotrix* (рис. 12), сама цѣликомъ распадается на гонидіи. Также и при спорообразованіи вся клѣтка бактеріи перестаетъ существовать, какъ таковая. Слѣдовательно, у бактерій, какъ у слизистыхъ грибовъ (*Mucocetes*) и многихъ другихъ протистовъ, вегетативное тѣло превращается въ органъ размноженія безъ всякаго остатка, способнаго вести еще дальнѣйшую жизнь; бактеріи, являясь въ этомъ смыслѣ организмами *голокартическими*, стоятъ еще на самой низшей ступени морфологическаго расчлененія. Грибы, напротивъ, являются организмами *экартическими*, т.-е. у нихъ одинъ и тотъ же индивидуумъ можетъ производить плодовые тѣла въ теченіе продолжительнаго времени; морфологически они, слѣдовательно, стоятъ гораздо выше, чѣмъ бактеріи. Поэтому систематическія отношенія бактерій нужно выяснять по другимъ группамъ царства протистовъ;

особенно нужно обратить вниманіе на двѣ группы: 1) на синезеленыя водоросли (Cyanophyceae) и 2) на Flagellata.

Во внѣшнемъ расчлененіи вегетативнаго тѣла простѣйшія синезеленыя водоросли сходны съ бактеріями; какъ тамъ, такъ и здѣсь мы встрѣчаемъ шаровидныя формы (Chroococcus) или палочки (Aphanothese); подобно бактеріямъ, отдѣльныя клѣтки синезеленыхъ водорослей соединяются въ пакеты (Gloeo-capsa—Sarcina) или таблички (Merismoroedia), или, наконецъ, бываютъ прямыя (Oscillaria) и спирально изогнутыя (Spirulina), неразвѣтвленныя нити. Даже образованіе влагалищъ и ложное вѣтвленіе Cladotrix находятъ себѣ аналогію у синезеленыхъ Scytonemaceae (Tolypothrix). Правда, такое же разнообразіе внѣшней формы можно было бы отыскать и у настоящихъ зеленыхъ водорослей (Chlorophyceae). Мучнистый зеленый налетъ на сѣверной сторонѣ нашихъ лѣсныхъ деревьевъ состоитъ изъ мелкихъ зеленыхъ шариковъ (Pleurococcus), зеленая вода прудовъ окрашивается иногда отъ настоящихъ палочекъ (Stichococcus), скручиваніе вибрионовъ мы встрѣчаемъ у красивыхъ рафидій. Нѣтъ недостатка такъ же и въ примѣрахъ образованія влагалищъ и студени. Нельзя, конечно, этому и удивляться, такъ какъ свободно живущія клѣтки должны принимать форму шариковъ или цилиндровъ, а простѣйшими формами ихъ взаимныхъ соединеній являются нити, таблички и пакеты. Такимъ образомъ, внѣшнее соотвѣтствіе формы указываетъ лишь на поверхностное сходство, которое еще не даетъ права на систематическое соединеніе бактерій и синезеленыхъ водорослей.

Клѣтки синезеленыхъ водорослей, безразлично, живутъ ли онѣ изолированно (Chroococcus, Aphanothese), или связаны въ нити, размножаются, какъ и всякая другая клѣтка, дѣленіемъ, т.-е. такъ же, какъ и бактеріи, и совершенно такъ же, какъ и у этихъ послѣднихъ, у изолированно живущихъ синезеленыхъ клѣтокъ дочернія особи отдѣляются другъ отъ друга, „дробятся“, почему синезеленыя водоросли, какъ дробящіяся водоросли (Schizophyceae), и соединяли съ дробящимися грибами (Schizomycetes) въ особый классъ *дробящихся растений* (Schizophytae), опираясь при этомъ, помимо поверхностнаго сходства тѣхъ и другихъ формъ, на

не менѣе поверхностное сходство „дробленія“, которое имѣть мѣсто при дѣленіи изолированно живущихъ одноклѣточныхъ организмовъ и не составляетъ specialнаго признака дробящихся растений. Такимъ образомъ, и самое предположеніе, что бактеріи представляютъ собой безцвѣтныя параллельныя формы дробящихся водорослей, являлось всегда очень слабо обоснованнымъ.

Къ тому же, различія между обѣими группами столь же значительны, какъ и указанные сходства. Синезеленыя водоросли, за исключеніемъ осциллярій, у которыхъ наблюдаются легкія колебанія и ползучія движенія, все время остаются неподвижными, между тѣмъ какъ очень большое число бактерій (вибріоны, спириллы, многія бациллы и др.) производятъ энергичныя поступательныя движенія, имѣютъ особые органы движенія, жгуты, и притомъ не только временно, въ стадіяхъ размноженія, но и въ теченіе всей своей жизни. Даже спорообразование носитъ иной характеръ; Суанорфусеае не образуютъ эндоспоръ. Здѣсь клѣтка большей частью при замѣтномъ увеличеніи своего объема цѣликомъ обращается въ спору, которая представляетъ собой настоящую артроспору.

Микроскопическое строеніе клѣтки обнаруживаетъ одно лишь сходство между Суанорфусеае и бактеріями,—это отсутствіе клѣточного ядра, тогда какъ въ остальномъ синезеленыя водоросли представляютъ уже болѣе широко развитое раздѣленіе труда. Всѣ онѣ обладаютъ особыми носителями пигмента, хроматофорами (рис. 15 а при ch), которые обыкновенно имѣютъ или полоцилиндрическую, или же у шаровидныхъ клѣтокъ шаровидную форму и такимъ образомъ облекаютъ основную массу протоплазмы съ накопившимися, сильно красящимися зернышками продуктовъ ассимиляціи (фиг. 15 а при с). Такимъ образомъ, внутри хроматофора (зеленый коровой слой) оказывается сильно окрашивающееся образованіе (центральное тѣло), которое производитъ впечатлѣніе чего-то, напоминающаго ядро, но которое представляетъ собой такое же ядро, какъ и любое окрашивающееся зернышко въ протоплазмѣ представляетъ собой ядерный хроматинъ. Что такое, собственно говоря, это зернышко въ центральномъ тѣлѣ—такъ же мало извѣстно,

какъ и природа хроматинныхъ зернышекъ у бактерій (стр. 12). Подобнаго дифференцированія протоплазмы мы не встрѣчаемъ ни у одной бактеріи, не исключая даже пигментныхъ.

Если сравнить какого-нибудь представителя изъ класса *Flagellata*, напр., часто встрѣчающуюся массама въ водѣ *Polytoma uvella* (фиг. 15 b) съ какой-нибудь изъ подвижныхъ бактерій, то съ перваго взгляда мы находимъ между ними значительное сходство, такъ какъ *Polytoma* представляетъ собой яйцевидную подвижную клѣтку съ ясной оболочкой (h), двигающуюся при помощи пары жгутовъ, расположенныхъ полярно. У другихъ *Flagellata*, какъ *Monas*, мы встрѣтили бы только одинъ жгутъ, у *Tetramitus* пучекъ изъ 4 жгутовъ, сидящій на томъ концѣ тѣла, который при движеніи направленъ впередъ. Въ пользу сближенія говорило бы затѣмъ и сходство эндоспоръ съ цистами *Flagellata*. Такъ, напр., у *Monas* большая часть содержимаго сжимается и облекается новой оболочкой, становится цистой, которая затѣмъ и освобождается при разрушеніи оставшейся части тѣла точно такъ же, какъ и эндоспора у бактеріи. Громадное, однако, различіе представляетъ внутреннее строеніе этихъ организмовъ; въ то время, какъ *Flagellata* имѣютъ клѣточное ядро, у бактерій ядра нѣтъ. Такимъ образомъ, было бы опять неправильно производить бактерій отъ *Flagellata* или рассматривать ихъ, какъ параллельную послѣднимъ группу; такъ же неосновательно, конечно, и упомянутое уже нами соединеніе ихъ съ дробящимися водорослями (*Cyanophyceae*). Въ этомъ отношеніи наиболѣе соотвѣтствующимъ нашимъ современнымъ знаніямъ будетъ допущеніе, что бактеріи составляютъ особенную группу протистовъ и притомъ самую низшую, какую мы только знаемъ. Съ одной стороны, эта группа нѣсколько напоминаетъ *Flagellata*, съ другой—*Cyanophyceae* и представляетъ собой, такъ сказать, общій корень обѣихъ послѣднихъ группамъ организмовъ. Раздѣленіе труда между хроматофоромъ и безцвѣтнымъ протопластомъ, не сопровождаемое еще образованіемъ настоящаго ядра, ведетъ къ *Cyanophyceae*, образованіе же настоящаго ядра и развитіе способности къ движенію—къ *Flagellata*. Въ самой же коренной группѣ бактерій неподвижныя и подвижныя формы

можно поставить рядомъ, какъ равнозначущіе исходные пункты для обоихъ развивающихся рядовъ. Что же касается роста въ формѣ нитей, образованія студени и влагалищъ, то они представляютъ собой первоначальныя явленія, которыя снова проявляются у *Suaporhyscae* и *Flagellata*, достигая здѣсь уже болѣе высокаго развитія.

Низшіе организмы (микроорганизмы, микробы), въ системѣ которыхъ мы пытались указать соответствующее мѣсто бактеріямъ, не только чрезвычайно разнообразны по своему виду, но и ведутъ различный образъ жизни, вызываютъ весьма разнородныя дѣйствія, которыя, разумѣется, только въ случаѣ тѣснаго общественнаго сожительства достигаютъ такой замѣтной величины, какъ у бактерій. Быстрый ростъ большинства организмовъ дѣлаетъ то, что нѣкоторые изъ нихъ могутъ даже соперничать съ бактеріями. Стоитъ, напр., вспомнить почкующіеся грибы спиртового броженія (лекц. XIV), обильно размножающіеся мицеліи плѣсневыхъ грибовъ и обусловливаемая ими энергичныя разложенія веществъ. Даже патогенныя свойства извѣстны у очень многихъ микроорганизмовъ ¹⁾, хотя только немногіе изъ нихъ являются возбудителями настоящихъ инфекціонныхъ болѣзней, большинство же изъ нихъ поселяется лишь въ единичныхъ случаяхъ въ человѣкѣ и высшихъ животныхъ и вызываетъ въ нихъ относительно рѣдкія паразитическія болѣзни.

Почкующіеся грибы (*Saccharomycetes*; лекц. XIV) лишь немного лѣтъ тому назадъ попали въ ряды патогенныхъ организмовъ. Чистыя культуры различныхъ винныхъ и пивныхъ дрожжей вспрыскивались животнымъ и такимъ путемъ у послѣднихъ вызывались тяжелыя смертельныя болѣзни (*Saccharomycosen*), симптомы и патологическая картина которыхъ, однако, не даютъ еще твердой опоры для рѣшенія того, какія болѣзни человѣка, паразитическая природа которыхъ представляется вѣроятной, могли бы обусловливаться такими почкующимися грибами. Будучи введены въ животный орга-

¹⁾ Относительно другихъ низшихъ организмовъ и грибовъ, не относящихся къ бактеріямъ, но обладающихъ также патогенными свойствами, срав. 3 изд. *Flügge* *Microorganismen*, II т.; тамъ же подробно указана литература и помѣщены рисунки.

низмъ, они обильно размножились; ихъ можно было обнаружить въ крови и почти во всѣхъ органахъ животнаго, надъ которымъ производился опытъ. Зараженіе распространеными повсюду дрожжевыми грибами, конечно, въ такой же степени возможно, какъ и бактеріями. Въ послѣднее время было высказано даже подозрѣніе, не дрожжи-ли являются причиной *рака* (Carcinom) и ему подобныхъ опухолей, въ которыхъ, по крайней мѣрѣ, на окрашенныхъ разрѣзахъ, нѣкоторые наблюдатели видѣли нѣчто вродѣ дрожжевидныхъ образований. Впрочемъ, дальше первыхъ шаговъ изслѣдованіе въ этомъ направленіи не дало еще ничего положительнаго. Многіе полагаютъ даже, что въ данномъ случаѣ за дрожжевидные паразиты были приняты лишь измѣненныя формы клѣтокъ и клѣточные фрагменты. опухоли, многіе же вообще оспариваютъ паразитное происхожденіе рака. Равнымъ образомъ къ числу почкующихся дрожжей, повидимому, принадлежит *Saccharomyces albicans*, возбудитель молочницы у грудныхъ дѣтей. Какъ настоящія дрожжи, на удлиненныя формы которыхъ по внѣшности походитъ отдѣльная клѣтка названнаго гриба, и этотъ послѣдній размножается почкованіемъ, разрастается на поверхности жидкихъ культуръ и даетъ черезъ сращаніе похожихъ на грибной мицеліи побѣговъ особую плѣсневую пленку. Кромѣ того, этотъ грибокъ вызываетъ и слабое спиртовое броженіе, напр., въ пивномъ суслѣ. Дѣйствительно-ли мицеліи, которые описывались нѣкоторыми изслѣдователями, представляютъ собой только такого рода мицеліоподобныя соединенія отдѣльныхъ побѣговъ, или же они, дѣйствительно, суть настоящіе мицеліи плѣсневыхъ грибовъ, не всегда можно рѣшить окончательно. Поэтому-то и остается сомнительнымъ, на какомъ собственно основаніи *Sacch. albicans* относится нѣкоторыми изслѣдователями къ числу настоящихъ плѣсневыхъ грибовъ (*Monilia candida*, *Oidium*). Близко родственныя съ бактеріями *Flagellata* (*Mastigophora*) попадаютъ случайно, какъ загрязненія, въ качествѣ же дѣйствительно патогенныхъ организмовъ они не наблюдались. Для человѣка можно было бы упомянуть нахождение *Trichomonas vaginalis*, которая нерѣдко живетъ метатрофно среди другихъ бактерій во влагалищной слизи

женщинъ, затѣмъ *Trichomonas intestinalis*, которая находится въ содержимомъ кишекъ при другихъ заболѣваніяхъ (*Diarrhoe*, холера), случайно также и въ легкихъ, если они поражены бактеріями. Обѣ трихомонады, конечно, только лишь водные организмы, случайно попавшіе въ организмъ человѣка.

Болѣе важное значеніе имѣеть другая группа Protozoa, это *Sarcodina*, представляющія собой голыя протоплазматическія тѣльца, которыя движутся при помощи выпуска и обратнаго втягиванія протоплазматическихъ отростковъ (псевдоподіи), измѣняя при этомъ безпрестанно свои внѣшнія очертанія. Простѣйшіе, относящіеся сюда, организмы представляютъ амёбы, отъ имени которыхъ и происходитъ терминъ амёбоидный, характеризующій особый родъ движенія. Дѣленіе ихъ крайне несложно; амёба просто разрывается на два отдѣльныхъ куска, причемъ такое размноженіе идетъ очень быстро. Покоющееся состояніе, неподвижная циста, съ присущей всѣмъ такого рода образованіямъ стойкостью, одѣта плотной оболочкой, выдѣляемой амёбой, которая передъ этимъ принимаетъ шарообразную форму и прекращаетъ выпусканіе псевдоподій. При прорастаніи содержимое цисты выходитъ наружу, совершая амёбоидныя движенія. Амёбы принадлежатъ къ числу самыхъ обыкновенныхъ обитателей всякой стоячей болотной воды, попадаютъ также и въ почвѣ, почему случайное занесеніе ихъ въ тѣло человѣка является вполне возможнымъ. Подъ названіемъ *Amoeba coli* описанъ одинъ видъ, встрѣчающійся, хотя и не всегда, при дизентеріи; повидимому, онъ можетъ находиться и въ здоровомъ кишечникѣ. Дѣйствительно-ли эта амёба является виновницей амёбной дизентеріи, это требуетъ еще дальнѣйшихъ изслѣдованій, такъ какъ чистая культура этой амёбы до сихъ поръ не получена, а вмѣстѣ съ тѣмъ поэтому нѣтъ и рѣшающихъ опытовъ съ животными.

Одинъ амёбообразный организмъ (*Cytoryctes variolae*), достовѣрность существованія котораго, однако, подвержена вполне основательному сомнѣнію, долженъ якобы находиться въ коровьей оспѣ, но что не онъ является возбудителемъ

этой болѣзни, это можно смѣло утверждать уже и теперь. Большія денежныя преміи, назначенныя за открытіе *организма коровьей оспы*, все еще ждутъ счастливаго изслѣдователя.

Близкое отношеніе къ настоящимъ амёбамъ имѣеть несомнѣнно также и *Plasmodium malariae*, называемая еще *Намагоеба*, *Laverania* и другими именами. Этотъ организмъ встрѣчается въ крови при перемежающейся лихорадкѣ. У больныхъ этой болѣзнию встрѣчаются въ крови, преимущественно въ красныхъ кровяныхъ шарикахъ, хотя также и въ кровяной жидкости, маленькія амёбоидно движущіяся тѣльца, первоначально безцвѣтныя, позднѣе нагруженныя темными зернышками (меланинъ) разложившагося кровяного пигмента. Во время новаго приступа лихорадки, слѣдовательно, смотря по роду болѣзни, спустя 3—4 дня или менѣе, правильно каждый день эти амёбы становятся особенно многочисленны: или образуютъ нѣсколько мелкихъ шариковъ, называемыхъ спорами, или же распадаются на безжизненные фрагменты. Затѣмъ до новаго приступа болѣзни число амёбъ опять возрастаетъ. Дѣйствительно-ли такъ-наз. споры заслуживаютъ этого названія,—это, какъ и многое другое, что разсказывается о паразитахъ маляріи, еще не доказано, потому что прорастаніе ихъ пока еще никѣмъ не наблюдалось. Чистую культуру *Plasmodium malariae* также еще не удалось получить до сихъ поръ, тѣмъ не менѣе врядъ-ли можно сомнѣваться, что этотъ организмъ является возбудителемъ лихорадки; такъ, вспыскивая богатую амёбами кровь, удавалось вызвать заболѣваніе этой болѣзнию. Какимъ образомъ плазмодіи попадаютъ въ организмъ, при помощи-ли, что весьма вѣроятно, мелкихъ пораненій, особенно отъ укуловъ насѣкомыхъ, или же при вдыханіи, или, наконецъ, черезъ кишечникъ, все это еще требуетъ изслѣдованія. Неизвѣстно также до сихъ поръ и мѣстопробываніе этого, судя по всему, факультативнаго паразита, который въ малярійныхъ мѣстностяхъ, конечно, можетъ существовать какъ метатрофный организмъ.

Сходные съ *Plasmodium malariae* паразиты крови, соединяемые въ одну группу *Haemosporidia*, очень часто встрѣчаютъ

ся у лягушекъ, рептилій и птицъ, но и для нихъ не имѣется еще законченной исторіи ихъ развитія, равно какъ и для вызываемой имъ болѣзни.

Паразиты лягушки (*Drepanidium ganae*), въ прежнее время называемые кровяными червячками, *Cyrtogoa*, одно время играли большую роль, такъ какъ въ нихъ видѣли не паразитовъ, но особые органы лягушки, что понятнымъ образомъ обѣщало вызвать цѣлый переворотъ въ общихъ представленіяхъ о строеніи крови. Но паразитная природа ихъ въ настоящее время получила всеобщее признаніе.

Сюда же слѣдовало бы отнести и значительное число различныхъ другихъ паразитовъ, встрѣчающихся у самыхъ разнообразныхъ животныхъ. Всѣ они принадлежатъ къ группѣ *Sporozoa* (*Gregarina*, *Coccidia*, *Sarcosporidia* и др.), но всѣ они еще недостаточно изучены, потому что ни одинъ изъ нихъ не полученъ въ чистой культурѣ.

Къ настоящимъ грибамъ слѣдуетъ отнести, конечно, небольшую медицинскую группу *Streptotricheae*. Организмы этой группы представляютъ собой чрезвычайно нѣжные, нитчатые, вѣтвистые мицеліи, изъ которыхъ нѣкоторые обладаютъ патогенными свойствами. Въ чистыхъ культурахъ эти *Streptotricheae* растутъ или въ видѣ бесплодныхъ мицеліевъ, т. е. не образуютъ никакихъ воспроизводительныхъ клѣтокъ (споры, конидіи), или же развиваютъ конидіи, сидящія то одиночно, то въ видѣ короткихъ цѣпочекъ, расположенныхъ на вѣточкахъ мицелія, слѣдовательно, представляютъ собой простѣйшихъ среди низшихъ плѣсневыхъ грибовъ (*Harptomycetes*, *Huymphomycetes*), къ которымъ они и принадлежатъ. Съ бактеріями они не имѣютъ ничего общаго. Съ этимъ родомъ *Streptothrix* (нѣкоторые называютъ его тоже *Oospora*) дѣло, повидимому, обстоитъ такъ же, какъ и съ прежнимъ родомъ *Leptomitus*, къ которому въ прежнее время относились всѣ нитчатые организмы, развивающіеся въ оставленныхъ безъ призора аптекарскихъ растворахъ, въ реактивахъ химическихъ лабораторій, въ чернилахъ и т. д. Въ настоящее же время извѣстно, что всѣ эти виды *Leptomitus* не представляютъ собой какихъ-либо особенныхъ организмовъ, а суть ничто иное, какъ мицеліи различныхъ плѣсневыхъ

грибовъ, которые, кое-какъ прозябая въ мало-мальски подходящихъ растворахъ, остаются совершенно безплодными. Именемъ *Streptothrix* называютъ въ настоящее время всѣ тѣ нѣжные нитчатые грибные мицеліи, которые развиваются безплодно на обычныхъ питательныхъ субстратахъ бактериологии и не производятъ органовъ размноженія. Ихъ принадлежность къ хорошо всѣмъ извѣстнымъ плѣсневымъ грибамъ выяснится тогда, когда для ихъ культивированія попытаются примѣнить, кромѣ общеупотребительныхъ, еще и другіе питательные субстраты. Даже наиболѣе тщательно изученный *Streptothrix Actinomyces*, носившій прежде имя *Actinomyces bovis*, — лучистый грибъ, — не обнаружилъ, повидимому, въ культурахъ еще своего полного цикла развитія. Вегетативная стадія этого организма, представленная въ видѣ тонкихъ нитей, состоящихъ, какъ и у настоящаго грибного мицелія, изъ отдѣльныхъ цилиндрическихъ члениковъ, образуетъ на твердомъ субстратѣ (агаръ, кровяная сыворотка) плотные клубочки переплетенныхъ и перепутанныхъ мицеліальныхъ нитей, изъ которыхъ вырастаетъ бѣловатый пушекъ нѣжныхъ нитей, образующихъ конидіи. Однако, это конидіальное плодоношеніе требуетъ еще дальнѣйшаго сравненія съ плодоношеніемъ другихъ *Hyphomycetes*.

Лучистый грибъ вызываетъ часто у скота, въ рѣдкихъ случаяхъ и у человѣка, гнойныя опухоли, особенно часто на челюсти, но можетъ, впрочемъ, встрѣчаться и на другихъ мѣстахъ. Зараженіе имъ, повидимому, совершается преимущественно черезъ травяную мякину и ости хлѣбныхъ растений, на которыхъ лучистый грибъ, вѣроятно, растетъ въ видѣ плѣсени. Экспериментальнымъ путемъ не удалось вызвать актиномикозъ ни чистыми культурами гриба, ни кусочками больной ткани. Въ послѣднихъ находятъ друзовидныя, густосплетенныя массы гриба, отъ которыхъ въ видѣ лучей расходятся во всѣ стороны тонкія нити мицелія, концы которыхъ булавовидно вздуваются, что придаетъ препаратамъ актиномикозныхъ друзъ ни съ чѣмъ не смѣшиваемый видъ. Вздутія, могущія развиваться также и въ болѣе старыхъ культурахъ, принимали прежде за спорангіи, но по новѣйшимъ изслѣдованіямъ они представляютъ ничто иное, какъ свое-

образныя студенистыя образованія на стѣнкахъ нитей и ихъ скорѣе слѣдуетъ разсматривать, какъ дегенеративныя явленія, чѣмъ видѣть въ нихъ особыя стадіи развитія лучистаго гриба.

Цѣлый рядъ накожныхъ болѣзней вызывается обыкновенными плѣсневыми грибами. Представляютъ ли они собой постоянныхъ паразитовъ, или же они встрѣчаются вмѣстѣ съ другими многочисленными плѣсенями въ природѣ, независимо отъ животнаго организма, это нуждается еще въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи. Изъ нихъ прежде всего можно назвать *Trichophyton tonsurans*, возбудителя *Herpes tonsurans*, особой болѣзни волосъ, сопровождаемой ихъ выпаденіемъ. Мицелій гриба находится въ чешуйкахъ и прыщахъ кожи, покрытой волосами, и въ культурахъ отшнуровываетъ цѣпочки цилиндрическихъ конидій.

При *Favus*'ѣ, паршивой накожной болѣзни, поражающей человѣка и домашнихъ животныхъ, участвуетъ другой плѣсневой грибокъ, *Achorion Schoenleinii*, который, впрочемъ, согласно новѣйшимъ взглядамъ, долженъ быть разложенъ на массу чесоточныхъ грибовъ, въ противоположность тѣмъ, кто думаетъ видѣть въ немъ всего одинъ видъ. Морфологія *Achorion*, несмотря на многочисленныя изслѣдованія, въ ботаническомъ отношеніи далеко еще не изслѣдована вполне, и въ настоящее время съ достовѣрностью только можно сказать, что *Achorion* представляетъ собой плѣсневой грибокъ изъ группы *Harpomycetes*. Кромѣ всѣхъ этихъ, случайно поселяются на человѣкѣ и красивыя плѣсени изъ рода *Aspergillus*, у котораго на ряду съ сидящими на стебелькѣ головками, посылающими во всѣ стороны конидіи въ видѣ лучей, извѣстна еще и другая форма плодоношенія (перитеціи). Плѣсени рода *Aspergillus*, на основаніи ихъ перитеціевъ, относятся къ *Ascomycetes* (спец. *Perisporiaceae*), къ которымъ часто относятъ также всѣхъ *Harpomycetes* и *Hypomycetes*, разсматривая ихъ, какъ конидіальныя формы недостаточно извѣстныхъ *Ascomycetes*. Поэтому слѣдовало бы ожидать, что и для *Achorion*, *Trichophyton* и многочисленныхъ другихъ въ будущемъ окажется возможнымъ обнаружить такіе болѣе развитые плоды, какъ аскогоны. Впрочемъ,

въ этомъ отношеніи заходятъ, конечно, слишкомъ далеко; навѣрное, существуютъ и простые плѣсневые грибы, весь циклъ развитія которыхъ ограничивается только мицеліемъ и конидіями, не теряющими способности къ прорастанію даже при высыханіи. Многіе виды *Aspergillus* также способны жить въ культурахъ въ теченіе многихъ лѣтъ въ такомъ упрощенномъ видѣ, не образуя никакихъ асковъ.

Патогенными свойствами обладаютъ изъ рода *Aspergillus*: *Aspergillus fumigatus*, *A. niger* и *A. flavus*. Первые два изъ нихъ имѣютъ пучки конидій, окрашенные въ черный и чернобурый цвѣтъ, у послѣдняго конидіи желтоватаго цвѣта. Эмульсіи споръ, вспырынутые животнымъ, вызываютъ смертельныя болѣзни, причемъ во всѣхъ органахъ тѣла находятъ маленькіе грибные мицеліи. Естественно, зараженіе чаще всего наблюдается у птицъ въ дыхательныхъ путяхъ; тѣ же самые органы поражаются иногда и у человека; встрѣчаются также пораженія ушей, глазъ, а въ единичныхъ случаяхъ и другихъ мѣстъ.

Виды *Aspergillus* не разрастаются по всему тѣлу, ограничиваясь ростомъ на мѣстахъ своего проникновенія въ организмъ. Всегда ли они являются виновниками наблюдающихся болѣзненныхъ состояній, или же для нихъ необходимы предварительная подготовка со стороны другихъ организмовъ и пораненія, все это требуетъ еще въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ особеннаго изслѣдованія. Плѣсени *Aspergillus* распространены повсюду и потому, конечно, легко могутъ появляться лишь въ качествѣ случайнаго загрязненія.

Наконецъ, остается еще нѣсколько видовъ изъ рода *Mucor*, тоже плѣсневого гриба, мицелій котораго состоитъ не изъ цилиндрическихъ члениковъ, а представляетъ собой лишенный перегородокъ, сильно вѣтвящійся мѣшокъ, отъ котораго вертикально отходятъ въ воздухъ отдѣльныя вѣтки и развиваютъ закрытые шаровидныя спорангіи. По строенію своего мицелія *Mucogineae* относятся въ большой группѣ *Phycomycetes*. *Mucor rhizopodiformis* и *Mucor coymbifer*, равно какъ и нѣкоторыя другіе виды, при вспырыкиваніи споръ кроликамъ, дѣйствуютъ подобно *Aspergillus*'у, т. - е. во всѣхъ органахъ развиваются маленькіе мицеліи. За исключеніемъ

одного случая, мукаровой микозъ у челоуѣка не наблюдается. Можно еще упомянуть, что тѣ виды *Mucor* и *Aspergillus*, которые способны развиваться въ тѣлѣ теплокровныхъ, хорошо растутъ лишь при температурѣ крови, тогда какъ масса другихъ видовъ обоихъ родовъ, предъявляющихъ меньшія требованія по отношенію къ температурѣ, въ тѣлѣ животныхъ или развиваются плохо, или не растутъ даже совсѣмъ.



V.

Распространеніе и образъ жизни бактерій; самопроизвольное зарожденіе.

Ни одно описаніе не можетъ такъ мѣтко и вмѣстѣ съ тѣмъ такъ сжато изобразить распространеніе бактерій въ природѣ, какъ слова поэта:

Der Luft, dem Wasser, wie der Erden
Entwinden tausend Keime sich,
Im Trocknen, Feuchten, Warmen, Kalten!

И даже надменные заключительныя слова въ устахъ Мефистофеля:

Hätt' ich mir nicht die Flamme vorbehalten;
Ich hätte nichts Apart's für mich.

Эти слова напоминаютъ намъ, что пламя есть самая надежная сила, какая только находится въ распоряженіи чело-вѣка въ его борьбѣ съ бактеріями, потому что огонь является самымъ вѣрнымъ, впрочемъ, не всегда примѣнимымъ, средствомъ для уничтоженія бактерій.

Изучая распространеніе бактерій въ природѣ, необходимо дѣлать строгое различіе между явленіями простого находженія жизнеспособныхъ зародышей и хорошимъ произрастаніемъ бактерій. Зародыши бактерій, какъ въ формѣ очень стойкихъ споръ, такъ и въ видѣ менѣе устойчивыхъ вегетивныхъ стадій, но все же выносящихся высушиваніе въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, встрѣчаются въ пыли, въ сухой землѣ, на всѣхъ употребительныхъ предметахъ, на нашей кожѣ и т. д., — короче говоря, повсюду. Напротивъ,

богатое развитіе и размноженіе бактерій можно встрѣтить только тамъ, гдѣ выполнены всѣ условія, необходимыя для роста бактерій, т.-е. тамъ, гдѣ, помимо соотвѣтствующей температуры, находятся вода, этотъ жизненный элементъ для всѣхъ организмовъ, и пригодныя питательныя вещества. Отсюда ясно само собой, гдѣ слѣдуетъ искать бактерій въ естественныхъ условіяхъ. Вода, загрязненная животными и растительными остатками, всегда даетъ пріютъ [несмѣтному количеству бактерій вмѣстѣ съ другими низшими организмами, далѣе навозъ и гной, влажная почва, тлѣющіе трупы на влажной лѣсной почвѣ, молоко и молочные продукты въ домашнемъ хозяйствѣ челоуѣка; затѣмъ подвергаются заселенію бактеріями недостаточно предохраняемые разнообразныя пищевые продукты. Въ большинствѣ случаевъ, это безвредныя бактеріи, которыя хорошо растутъ и размножаются въ естественныхъ условіяхъ. Главной же задачей будущей флористики бактерій будетъ открытіе въ естественныхъ условіяхъ патогенныхъ бактерій и притомъ не въ видѣ отдѣльныхъ, способныхъ къ дальнѣйшему развитію зародышей, какъ это имѣло мѣсто до сихъ поръ, а въ видѣ цѣлыхъ скопленій и колоній, находящихся въ полномъ развитіи.

Методы изслѣдованія бактерій воздуха, воды и почвы значительно усовершенствовались за послѣднее время; описаніе ихъ составляетъ предметъ методическихъ руководствъ, здѣсь же можно указать лишь общія основанія этихъ методовъ¹⁾.

Чтобы собрать самымъ простымъ образомъ зародыши изъ

1) Методы бактериологическаго изслѣдованія воздуха, воды, почвы, пищевыхъ веществъ и всевозможныхъ предметовъ потребленія, кромѣ указанныхъ въ прим. 2, стр. 2, пособій, описаны въ каждомъ учебникѣ и руководствѣ по гигиенѣ. Для того, чтобы начинающій могъ познакомиться на одномъ примѣрѣ со способомъ изслѣдованія и его результатами, слѣдуетъ указать еще на слѣдующія работы: *Hesse*, Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Keime, Mittheilung. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte, II т. 1884; *Miquel*, Des organismes vivant de l'atmosphère, Paris, 1883; *Roux*, Précis d'analyse microbiologique des eaux, Paris 1892; *Wolffügel*, Erfahrungen über den Keimgehalt brauchbarer Trink- und Nutzwässer, Mittheil. a. d. Reichsgesundheitsamt 1886; *Löffler*, Das Wasser und die Microorganismen. Handb. f. Hygiene, I т., 2 отд., 1896.

воздуха, достаточно оставить открытымъ какой-нибудь подходящій питательный субстратъ. Но для того, чтобы имѣть возможность сосчитать зародыши, носящіеся въ извѣстномъ объемѣ воздуха, воздухъ просасываютъ медленной струей черезъ длинную стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта слоемъ стерильной питательной желатины. При медленномъ протягиваніи воздуха, зародыши осаждаются на внутренней поверхности трубки и каждый развивается въ рѣзко очерченную колонію, число которыхъ теперь легко можно опредѣлить. Многочисленные другіе методы основываются на медленномъ фильтрованіи воздуха черезъ вату или песокъ, или высокій слой стеклянныхъ перловъ, причемъ задерживаются всѣ зародыши, которые и могутъ быть потомъ сосчитаны при соотвѣтствующемъ высѣиваніи въ питательную среду.

Десять литровъ воздуха въ больничныхъ покояхъ, по нѣкоторымъ опытамъ, содержали 30—110 зародышей, тогда какъ 10 литровъ наружнаго воздуха 1—5 бактерій и грибовъ, приблизительно въ одинаковыхъ количествахъ тѣхъ и другихъ. Если воздухъ продолжительное время находится въ спокойномъ состояніи, то количество зародышей уменьшается, если же при подметаніи комнаты онъ приводится въ движеніе, причемъ съ полу поднимаются вверхъ новыя частицы пыли, то число зародышей возрастаетъ, такъ какъ мельчайшія бактеріи, вслѣдствіе незначительнаго своего удѣльнаго вѣса, прежде чѣмъ снова осѣсть, могутъ еще довольно долгое время носиться въ воздухѣ. Къ такимъ частичкамъ тонкой пыли могутъ иногда присыхать микроскопическіе зародыши.

Если исключена всякая возможность того, чтобы изверженія больныхъ (туберкулезъ, дифтеритъ), по высыханіи, могли попасть въ воздухъ, то встрѣчающіеся въ немъ зародыши бываютъ обыкновенно безвреднаго характера. Нерѣдко, впрочемъ, можно найти гноеродные кокки.

Выдыхаемый нами воздухъ обыкновенно лишенъ зародышей, потому что органы дыханія по отношенію къ бактеріямъ являются до нѣкоторой степени задерживающими фильтрами. Поэтому всѣ бактеріи, которыя мы вдыхаемъ въ себя вмѣ-

стѣ съ воздухомъ, задерживаются въ тѣлѣ, причемъ онѣ осѣдаютъ отчасти уже во рту, носу и глоткѣ и лишь только самая ничтожная часть ихъ попадаетъ въ легкія. Такъ какъ взрослый человекъ въ часъ вдыхаетъ въ себя немного больше 300 литровъ воздуха, то въ организмъ на открытомъ воздухѣ при этомъ поступаетъ около 50—250 бактерій, что, конечно, не представляетъ собой особенной опасности, такъ какъ большинство этихъ бактерій совершенно безвредно, но отсюда можно видѣть, насколько опасно перенесеніе патогенныхъ бактерій въ атмосферную пыль.

Такъ какъ *водѣ* издавна приписывалось большое значеніе, какъ посреднику въ переносѣ заразныхъ болѣзней, то поэтому бактериологическія изслѣдованія ея представляютъ особенную важность. Даже обыкновенная *дистиллированная вода* нашихъ лабораторій содержитъ еще достаточныя количества питательнаго матеріала для того, чтобы дать возможность слабому развитію бактерій, что нетрудно понять, если припомнить, что 30,000 бактерій заключаютъ въ себѣ лишь $\frac{1}{100}$ миллиграма сухого вещества. *Дождевая вода* содержитъ въ себѣ тѣ самые зародыши, которые она увлекла съ собой изъ воздуха при своемъ паденіи; такъ, напр., въ одномъ изслѣдованномъ случаѣ—35 зародышей на литръ.

Весьма различно содержаніе бактерій въ *колодезной и рѣчной водахъ*, что находится въ связи съ ихъ чрезвычайно различнымъ составомъ. Дѣло въ томъ, что разъ вода загрязняется органическими веществами, какъ это бываетъ, напр., при спускѣ сточныхъ водъ въ рѣки, то въ такомъ случаѣ она оказывается не только пригодной для поддержанія жизни зародышей въ теченіе извѣстнаго времени, какъ это бываетъ съ чистой водой, но становится прямо-таки питательнымъ субстратомъ, въ которомъ обильно размножаются бактеріи. Такъ, въ водѣ рѣки Шпрее выше Берлина было найдено 6,140 въ одномъ куб. сантиметрѣ, тогда какъ ниже Берлина—343,000 бактерій. При такихъ анализахъ, разумѣется, важнѣе опредѣленіе качества бактерій, чѣмъ опредѣленіе ихъ количества, которое производится иногда слишкомъ педантично и рутинно. Дѣйствительно, массы бактерій, встрѣчающихся въ рѣчной водѣ, большей частью невиннаго характера; это

такъ-наз. *водяныя бактеріи*, для которыхъ вода является природнымъ мѣстопробываніемъ, гдѣ онѣ пожираютъ органическія вещества, загрязняющія рѣчныя воды. Только при особыхъ обстоятельствахъ въ колодцы и рѣки могутъ попадать патогенныя и жить здѣсь среди водяныхъ бактерій; разумѣется, къ такому развитію способны лишь нѣкоторыя бактеріи, напр., холерныя и тифозныя. Распространеніе ихъ въ водѣ будетъ разсмотрѣно болѣе подробно ниже (лекціи XIII и XIV). Относительно бактерій морской воды срав. отдѣлъ о свѣтящихся бактеріяхъ (лекц. VII).

Если микроскопическое испытаніе воды показало, что она содержитъ не слишкомъ много бактерій, то тогда бактериологическое изслѣдованіе довольно просто. Одинъ кубическій сантиметръ воды смѣшиваютъ съ жидкой питательной желатиной, которую выливаютъ затѣмъ тонкимъ слоемъ на стеклянную пластинку или въ стеклянную чашку. Зародыши равномѣрно распредѣляются въ субстратѣ, который при застываніи прочно фиксируетъ ихъ, такъ что потомъ очень легко сосчитать выросшія изъ зародышей колоніи. Воду, богатую бактеріями, приходится соответствующимъ образомъ разжижать, а затѣмъ поступать, какъ указано выше. При опредѣленіи различныхъ патогенныхъ зародышей (тифъ, холера) въ сравнительно чистой водѣ примѣняютъ такъ-называемый *селекціонный методъ* (Anreicherungs-methode). Къ водѣ прибавляютъ нѣкоторое количество стерилизованнаго питательнаго раствора (пептонъ-сахаръ) для того, чтобы многіе, находящіеся въ водѣ зародыши могли обильно размножиться и тѣмъ самымъ облегчить задачу полученія ихъ въ чистомъ видѣ при помощи пластинчатыхъ культуръ. Правда, этотъ методъ имѣетъ свою слабую сторону въ томъ, что и водяныя бактеріи, благодаря прибавленію питательнаго раствора, начинаютъ усиленно размножаться и легко могутъ подавить искомыя патогенныя зародыши.

Ледъ, взятый изъ рѣкъ и прудовъ, также заключаетъ въ себѣ значительное количество жизнеспособныхъ бактерій (напр., 2,000 на куб. сант.), которыя могутъ иногда выносить безъ вреда даже очень продолжительное времяпробываніе во льду.

Для опредѣленія количества бактерій въ *почвѣ* отвѣшенное количество ея смѣшиваютъ съ питательной желатиной, а далѣе поступаютъ такъ же, какъ выше указано при водѣ. Въ почвѣ всегда находится очень много бактерій, частью въ покоящемся состояніи, частью въ состояніи дѣятельнаго роста, какъ, напр., нитрифицирующія. Подобно тому, какъ въ водѣ, и въ почвѣ повышается содержаніе бактерій, разъ только въ нее попадаютъ и въ ней задерживаются органическія вещества. Такъ, въ одномъ граммѣ *садовой почвы* всегда можно найти болѣе 1.000,000 бактерій, среди которыхъ регулярно встрѣчаются и обладающія патогенными свойствами, какъ, напр., возбудители столбняка, злокачественной опухоли; кромѣ этого, постоянно встрѣчаются бактеріи броженія и гніенія, пигментныя бактеріи, нитрифицирующія бактеріи и многія другія.

Качественное бактериологическое изслѣдованіе воздуха, воды, почвы и пыли, вообще окружающей насъ обстановки, производимое въ гигиеническихъ цѣляхъ, можетъ ограничиваться только употребленіемъ хорошихъ питательныхъ субстратовъ, каковы желатина, пептонъ-сахаръ или кровяная сыворотка, на которыхъ слѣдуетъ попытаться культивировать опредѣляемыя бактеріи какъ при доступѣ воздуха, такъ и въ отсутствіе его. Къ этому слѣдуетъ еще присоединить продолжительное испытаніе отдѣльныхъ изолированныхъ формъ на ихъ патогенныя свойства. Если же качественное изслѣдованіе должно дать перечисленіе всѣхъ находящихся видовъ бактерій, то тогда приходится примѣнять уже различные субстраты, какъ болѣе питательные, такъ и менѣе питательные, ибо съ помощью одной обыкновенной желатины нельзя было бы обнаружить, напр., присутствіе въ почвѣ нитрифицирующихъ и ассимилирующихъ азотъ бактерій на ряду съ бациллами столбняка. Вообще говоря, въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ приходится дѣлать выборъ изъ питательныхъ субстратовъ сообразно тѣмъ требованіямъ, которыя предъявляетъ тотъ или другой видъ бактерій къ питательнымъ субстратамъ (срав. лекц. VI).

По образу жизни, бактерій обыкновенно раздѣляютъ на двѣ большія группы, *сапрофитовъ* и *паразитовъ*. Какъ тѣ, такъ

и другіе неспособны къ образованію органическихъ веществъ, входящихъ въ составъ ихъ тѣла, изъ неорганическаго матеріала, равно какъ и къ полученію необходимой для жизненныхъ процессовъ силы (энергіи) путемъ переработки этого матеріала; поэтому обѣ эти группы питаются на счетъ тѣхъ органическихъ соединеній, которыя доставляютъ имъ другіе организмы (животныя и растенія). Если бактеріи способны расти только тогда, когда онѣ поселяются въ какомъ-нибудь другомъ живомъ организмѣ и, такимъ образомъ, непосредственно у самаго источника усвояютъ его вещества, то ихъ называютъ паразитами; если же бактеріи довольствуются тѣми соединеніями, которыя находятся въ выдѣленіяхъ живыхъ существъ, въ ихъ экскрементахъ и секретахъ, или же, если онѣ пользуются веществами мертваго организма, то такія бактеріи являются сапрофитами. Это старое и въ настоящее время весьма распространенное дѣленіе бактерій потеряло, однако, свое значеніе со времени открытія способа питанія нитрифицирующихъ бактерій, сѣро-бактерій и ассимилирующихъ, къ которымъ навѣрное прибавятся впоследствии еще и другія. Оно могло казаться удовлетворительнымъ лишь до тѣхъ поръ, пока не подвергались никакимъ ограниченіямъ два старыя, считавшіяся неопровержимыми, положенія общей физиологіи, выраженіемъ которыхъ до извѣстной степени и являлось вышеуказанное дѣленіе. Одно изъ этихъ положеній гласило, что только зеленыя растенія (вмѣстѣ съ красными и бурными морскими водорослями) могутъ при содѣйствіи солнечнаго свѣта ассимилировать углекислоту воздуха и переводить ее въ органическія соединенія и что только этимъ путемъ угольная кислота воздуха становится доступной безцвѣтнымъ организмамъ (грибы, животныя). Этому закону должны были подчиняться также и всѣ сапрофитныя бактеріи, которыя могутъ, слѣдовательно, удовлетворять свою потребность въ углеродѣ только на счетъ углеродистыхъ продуктовъ животнаго и растительнаго организмовъ. Открытіе безцвѣтныхъ нитрифицирующихъ бактерій, могущихъ усвоить углекислоту воздуха безъ содѣйствія энергіи солнечнаго свѣта, нарушало общее значеніе вышеуказаннаго положенія. Также и другое положеніе, что свободный азотъ воздуха не

можетъ вообще служить питательнымъ матеріаломъ ни для одного организма и что азотъ селитры, хотя и пригоденъ для питанія зеленого растенія, однако, не годенъ для всѣхъ неокрашенныхъ организмовъ (животныя, грибы), слѣдовательно, и для сапрофитныхъ бактерій, должно было рушиться послѣ того, какъ было несомнѣнно доказано усвоеніе атмосфернаго азота клубеньковыми бактеріями бобовыхъ растеній и когда къ даннымъ, касающимся способа питанія плѣсневыхъ грибовъ, прибавился еще новый фактъ способности нитрифицирующихъ бактерій созидать вещества ихъ организма изъ углекислоты воздуха и азота селитры. Такимъ образомъ, среди бактерій, къ которымъ въ этомъ отношеніи при болѣе тщательномъ изысканіи несомнѣнно прибавятся еще и другіе низшіе организмы (Protozoa), выдѣляется особая группа, отличающаяся своимъ примитивнымъ обмѣномъ веществъ, ставящимъ этихъ бактерій на порогъ всей органической жизни. Этихъ скромныхъ бактерій положительно нельзя назвать сапрофитными и тѣмъ самымъ поставить на одну ступень съ притязательными возбудителями гніенія. Поэтому представляется болѣе цѣлесообразнымъ распредѣлить бактерій по образу ихъ жизни на *три біологическія группы*: *прототрофныя*, *метатрофныя* и *паратрофныя* бактеріи ¹⁾. *Прототрофныя* или совершенно не нуждаются въ органическихъ соединеніяхъ (нитрифицирующія бактеріи), даже пренебрегаютъ ими, или же могутъ, по крайней мѣрѣ, фиксировать элементарный азотъ въ присутствіи органическихъ соединеній углерода, быть можетъ, даже самага простѣйшаго строенія (бактеріи, ассимилирующія азотъ). Наконецъ, другія прототрофныя, каковы сѣро-и желѣзо-бактеріи, разлагаютъ опредѣленныя неорганическія соединенія, приобрѣтая этимъ путемъ необходимую для жизни энергію, причемъ предъявляютъ по отношенію къ питанію органическими веществами самыя скромныя требованія. Кое-что, правда, въ фізіологіи питанія этихъ организмовъ нуждается еще въ разъясненіи и подтвержденіи, къ тому же здѣсь встрѣчаются и переходы къ метатрофамъ.

¹⁾ Съ введеніемъ такого дѣленія, какъ должно было показать также примѣненіе его въ курсѣ этихъ лекцій, многія длинныя описанія оказываются излишними.

Однако, уже и въ настоящее время можно считать, что всѣмъ прототрофнымъ организмамъ свойственна способность или совершенно, или, по крайней мѣрѣ, отчасти обходиться безъ органическихъ питательныхъ веществъ, являющихся необходимыми для всѣхъ *метатрофныхъ* бактерій, требованія которыхъ къ органическимъ источникамъ азота и углерода, правда, весьма неодинаковы, какъ это будетъ показано въ слѣдующей лекціи. Метатрофныя, составляющія главную массу всѣхъ бактерій, развиваются повсюду, гдѣ только встрѣчаются органическія питательныя вещества, слѣдовательно, и въ грязной водѣ, и на разныхъ пищевыхъ «продуктахъ», равно какъ и въ доступныхъ извнѣ полостяхъ тѣла человѣка и животныхъ, въ которыхъ находятся годныя питательныя соединенія въ формѣ секретовъ и пищевыхъ остатковъ. Такія *метатрофныя* бактеріи населяютъ полость рта и носа, кишечный каналъ, женское влагалище и проч. Одна часть метатрофныхъ бактерій обуславливаетъ глубокія расщепленія органическихъ соединеній, вызывая или въ качествѣ цимогенныхъ бактерій процессы броженія, или же въ качествѣ сапрогенныхъ—явленія гніенія. Другіе метатрофные виды разлагаютъ доступныя имъ питательныя соединенія не такъ стремительно и охотно поселяются тамъ, гдѣ предшествующей дѣятельностью сапрогенныхъ бактерій образовалась пестрая смѣсь различныхъ органическихъ соединеній. Ихъ можно было бы назвать *сапрофильными*. Нѣкоторыя метатрофныя бактеріи, смотря по даннымъ условіямъ, могутъ обнаруживать различныя свойства (политрофныя), между тѣмъ какъ другія, одаренныя не столь многосторонними способностями, развиваются лишь какъ специфическіе возбудители одного какого-нибудь процесса разложенія (монотрофныя формы, лекц. III). Наконецъ, многія метатрофныя бактеріи не могутъ расти въ живомъ организмѣ; такія формы являются *исключительно* или *облигатъ-метатрофными*, иначе ихъ называютъ *облигатными сапрофитами*. Другія, хотя обыкновенно и живутъ метатрофно, но могутъ развиваться и паратрофно и являются, такимъ образомъ, возбудителями болѣзней. Это суть *факультативные паразиты* (вибріонъ холеры, бацилла сибирской язвы, быть можетъ, и тифа).

Наконецъ, *паратрофныя* бактеріи, паразиты, могутъ расти только въ другихъ живыхъ существахъ и въ естественныхъ природныхъ условіяхъ или совсѣмъ не встрѣчаются (гонококки), или же только въ формѣ высушенныхъ въ пыль покоящихся стадій (туберкулезъ, дифтеритъ). Только въ томъ случаѣ, когда устранена всякая конкуренція съ метатрофными бактеріями и всѣ условія, насколько это лишь возможно, соотвѣтствуютъ живому организму (температура крови, кровяная сыворотка), удастся вывести въ чистыхъ культурахъ и эти паратрофные виды. Другія паратрофныя бактеріи, повидимому, легко развиваются также и внѣ организма, могутъ даже жить факультативно, метатрофно. Впрочемъ, вопросъ этотъ требуетъ еще дальнѣйшаго изслѣдованія, такъ какъ онъ не можетъ быть рѣшенъ лабораторными чистыми культурами, въ которыхъ устранена всякая конкуренція отдѣльныхъ видовъ, а лишь изученіемъ флористики бактерій ¹⁾.

Такимъ образомъ, мы приходимъ къ слѣдующему дѣленію бактерій:

I. Прототрофныя бактеріи.

Нитрифицирующія бактеріи, фиксирующія азотъ бактеріи, сѣро-и желѣзо-бактеріи; онѣ встрѣчаются только въ естественныхъ условіяхъ, никогда не паразитируютъ и всегда монотрофны.

II. Метатрофныя бактеріи.

Цимогенныя, сапрогенныя и сапрофильныя бактеріи развиваются или въ естественныхъ условіяхъ, или во внутреннихъ полостяхъ животныхъ, иногда являются также паразитами (факультативные паразиты); живутъ частью монотрофно, частью политрофно.

¹⁾ Съ этимъ дѣленіемъ врядъ-ли можно согласиться. Такъ, бактеріи туберкулеза, которыхъ авторъ относитъ къ облигатъ-паратрофнымъ, могутъ, какъ это показываютъ изслѣдованія Roux, расти и на обыкновенномъ агарь-агарѣ, разъ только къ нему примѣшано извѣстное количество глицерина. Съ другой стороны, едва-ли можно согласиться съ авторомъ и въ томъ, что вопросъ о паратрофизмѣ долженъ быть разрѣшенъ изученіемъ флористики бактерій; намъ представляется вѣрнѣе обратный путь. Детальное изученіе физиологии питанія дастъ тѣ указанія, которыя объяснятъ намъ то или другое распределеніе бактерій въ природныхъ условіяхъ, а не наоборотъ. *Прим. ред.*

III. Паратрофныя бактеріи.

Встрѣчаются только внутри животныхъ, въ путяхъ передвиженія соковъ и въ тканяхъ. Настоящіе (исключительные, облигатные) паразиты.

Не лишнимъ будетъ, между прочимъ, замѣтить, что и всѣ остальные организмы можно размѣстить въ такія же три біологическія группы. Такъ, всѣ окрашенныя растенія, начиная съ одноклѣточной водоросли до самаго высокаго дерева, являются прототрофными; всѣ грибы и животныя, поскольку они только не живутъ паразитически, метатрофны.

Такъ какъ способные къ развитію зародыши метатрофныхъ бактерій находятся повсюду, то нельзя удивляться тому, что всѣ растворы, содержащіе подходящія питательныя вещества: настои сѣна и соломы, мясные бульоны и т. д., оставленные неприкрытыми, въ короткое время дѣлаются мутными вслѣдствіе обильнаго развитія поавшихъ въ нихъ зародышей. И насколько намъ это кажется теперь яснымъ, такъ какъ мы навѣрное знаемъ, что такіе невидимые зародыши дѣйствительно существуютъ и что только благодаря ихъ развитію образуется безчисленное множество бактерій (*omne vivum e vivo*), настолько же удивительнымъ и загадочнымъ должно было казаться ихъ появленіе въ прежнее время. Казалось же прежнимъ наблюдателямъ, что бактеріи могутъ развиваться изъ ничего или, говоря точнѣе, изъ безжизненныхъ элементовъ сѣнного настоя, т.-е. какъ будто онѣ возникаютъ путемъ *первичнаго зарожденія* ¹⁾ (*generatio spontanea sive aequivoca*). Это ученіе о первичномъ зарожденіи является болѣе старымъ, чѣмъ ученіе о происхожденіи видовъ, которое въ настоящее время лежитъ въ основѣ все-

1) Увлекательное изложеніе продолжительной борьбы мнѣній о первичномъ зарожденіи представляютъ *Vorlesungen* (см. прим., стр. 3) *Löffler'a*; обстоятельно также у *Lafar'a*, *Technische Mycologie*; работа *Пастёра*, *Mémoires sur les corpuscules qui existent dans l'atmosphère, Examen de la doctrine des générations spontanées, Annales de Chimie et Physique 1862, 3 серия, 64 т.*, имѣетъ рѣшающее значеніе. Также въ нѣмецкомъ переводѣ *Wieler'a* въ *Оствальдовскихъ Klassikern der exakten Naturwissenschaften, № 39, Leipzig, у Engelmann'a*.

го естествознанія. Проблема первичнаго зарожденія, т.-е. вопросъ о возникновеніи живого изъ неживого, является, въ сущности, необходимымъ слѣдствіемъ Канта-Лапласовской теоріи первоначальной исторіи нашей планеты, которая, по этой теоріи, лишь постепенно охладилась и измѣнилась настолько, что на ней могли жить организованныя существа. Откуда же появились эти первые организмы? Были-ли они въ свое время посланы черезъ міровое пространство на землю другими планетами, или же возникли на ней самой изъ единственно имѣвшагося тогда неорганическаго матеріала? Допустивъ возможность перваго случая, совершенно, впрочемъ, невѣроятнаго, мы, въ сущности, не разрѣшили бы вопроса о первичномъ зарожденіи, мы перенесли бы его только съ земли на другую планету. Гораздо вѣроятнѣе допустить, что на нашей юной землѣ самостоятельно, путемъ первичнаго зарожденія возникли первыя простѣйшія существа и что изъ нихъ путемъ непрерывнаго и послѣдовательнаго развитія образовался весь міръ организмовъ и достигъ постепенно своего настоящаго совершенства. Безъ допущенія такого однажды совершившагося первичнаго зарожденія современное ученіе о происхожденіи видовъ обойтись не можетъ. Конечно, то, что произошло однажды въ прежнія времена, могло бы повториться еще и впослѣдствіи, т. - е. на ряду съ все болѣе развивающимися организмами могли бы безпрестанно образовываться и новые путемъ первичнаго зарожденія. Такъ какъ, съ другой стороны, справедливо предполагали, что такимъ путемъ могли бы возникать лишь самыя простѣйшія существа, то становится понятнымъ, что при посредствѣ *generatio aequivoca* пытались воспроизвести такіе организмы, какъ инфузоріи и въ особенности микроскопическіе возбудители всевозможныхъ броженій (дрожжевые грибы, бактеріи). А такъ какъ даже 1—2 часовое кипяченіе не всегда оказывалось достаточнымъ для того, чтобы предотвратить помутнѣніе хорошо закрытаго настоя сѣна или сыра, то казалось, что здѣсь дѣйствительно происходитъ первичное зарожденіе организмовъ. Ибо возможность того, что зародыши живыхъ существъ могутъ обладать столь значительной силой сопротивленія по отношенію къ дѣйствию

температуры кипѣнія, противорѣчила всѣмъ наблюденіямъ надъ другими организмами. Если же настойки послѣ еще болѣе продолжительнаго кипяченія оставались прозрачными, то убѣжденные сторонники экспериментальнаго возникновенія организма полагали, что при этихъ условіяхъ сама питательная жидкость измѣняется и уже не годится болѣе для самопроизвольнаго зарожденія. Такъ какъ послѣдующее пропусканіе воздуха влекло за собой помутнѣніе кипяченаго настоя, то казалось, что какъ будто бы при помощи воздуха можно снова устранить указанное неблагоприятное измѣненіе субстрата. Вообще при экспериментальномъ изслѣдованіи этого вопроса возникали постоянно противорѣчія и сомнѣнія, которія въ равной степени приводили въ затрудненіе какъ противниковъ, такъ и приверженцевъ первичнаго зарожденія. Такъ, если воздухъ, прежде чѣмъ онъ поступалъ въ прокипяченный настой, проходилъ черезъ сѣрную кислоту или вату, или же подвергался накаливанію, то настой, въ большинствѣ случаевъ, оставался прозрачнымъ, хотя опять-таки не всегда. Въ настоящее время мы знаемъ, что бактеріи, о которыхъ здѣсь собственно идетъ рѣчь, въ настояхъ, кипятившихся даже въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, развились изъ своихъ особенно устойчивыхъ покоящихся стадій развитія — споръ, свойствами которыхъ мы еще часто будемъ заниматься въ послѣдующихъ лекціяхъ. Мы знаемъ также, что правы были и тѣ, которые думали убить зародышей накаливаніемъ воздуха или задержать ихъ посредствомъ фильтрованія черезъ сѣрную кислоту или вату и что поэтому иногда настои и оставались въ ихъ опытахъ совершенно прозрачными.

Закрытые ватой, достаточно долго кипяченые настои остаются совершенно прозрачными по цѣлымъ годамъ, причемъ никакого зарожденія не происходитъ. Подобно всѣмъ организмамъ, и бактеріи могутъ развиваться только изъ своихъ зародышей. Поэтому-то и приходится встрѣчать съ вполне законнымъ сомнѣніемъ появляющіяся время отъ времени извѣстія, иногда поистинѣ фантастическаго характера, о томъ, что будто отмирающая протоплазма высшихъ организмовъ распадается на бактеріи или что, несмотря на все вышепри-

веденное, первичное зарожденіе все-таки наблюдалось. Не меньше сомнѣнія и скептическаго отношенія заслуживаетъ и утвержденіе, что существуютъ низшіе организмы ¹⁾, лишенные азота и построенные только изъ углерода, водорода и кислорода.

Но, съ другой стороны, физиологія бактерій все же разрѣшила постепенно напрашивающійся вопросъ о первичномъ зарожденіи. До тѣхъ поръ, пока знали только метатрофныхъ бактерій, къ которымъ обыкновенно относятъ и всѣхъ инфузорій и Protozoa, при всѣхъ попыткахъ представить себѣ и объяснить первоначальное появленіе организмовъ встрѣчалось непреодолимое затрудненіе въ томъ, какимъ образомъ слѣдуетъ представлять себѣ питаніе такихъ организмовъ. Съ тѣхъ же поръ, какъ сталъ извѣстенъ примитивный обмѣнъ веществъ у прототрофныхъ бактерій, особенно нитрифицирующихъ, которыя строятъ всѣ соединенія, входящія въ составъ ихъ тѣла, изъ однихъ лишь неорганическихъ соединеній, нѣтъ болѣе недостатка и въ примѣрѣ способа питанія для такихъ первичныхъ организмовъ.

¹⁾ На такое смѣлое утвержденіе отваживается *Fermi*, Centralbl. für Bakt., 2 отд., II т., 1896.

VI.

Общія основанія питанія и культуры бактерій.

Химическій составъ бактерій ¹⁾. Подобно живому веществу всѣхъ организмовъ, тѣло бактерій состоитъ преимущественно изъ воды, около 85% (у человѣка 65% — 70%, у травянистыхъ растений 60% — 80%, у водорослей до 90%). Значительное содержаніе воды объясняется тѣмъ, что бактеріи представляютъ собой не сухопутные организмы, а обитателей воды и различныхъ жидкихъ субстратовъ. Большое содержаніе воды обнаруживается также въ тончайшей структурѣ ихъ протоплазмы, богатой клѣточнымъ сокомъ и вакуолями. Анализъ бактерій, по возможности очищенныхъ отъ примѣсей питательнаго субстрата, далъ приводимые ниже результаты; матеріаломъ служила смѣсь различныхъ подвижныхъ бактерій гніенія (Nencki) и чистая культура краснаго *Bacillus prodigiosus*.

	Бактеріи гніенія. (Nencki).	Bac. prodigiosus (Kappes).
Воды	83,42	85,45
Бѣлковыхъ веществъ.	13,96	10,33
Жировъ.	1,00	0,7
Золы.	0,78	1,75
Остатокъ.	0,84	1,57
(не изслѣдованъ).		

¹⁾ *Nencki* и *Scheffer*, Ueber die chemische Zusammensetzung der Fäulnisbakterien, въ Beiträgen z. Biol. der Spaltpilze, изд. *Nencki*, Leipzig, 1880 (отд. отд. изъ Journal f. praktische Chemie, neue Folge, XIX и XX т.), затѣмъ *Kappes*, Analyse der Massenkulturen einiger Spaltpilze und Soorhefe, Leipziger Dissertation, 1889; *Cramer*, Die Zusammensetzung der Cholerabazillen, Archiv f. Hygiene, XXII, 1895.

Понятно, что оба эти анализа могут дать лишь общее представление о составѣ бактерій; въ отдѣльныхъ случаяхъ могутъ оказаться болѣе рѣзкія различія, потому что составъ бактерій въ такой же степени обуславливается составомъ даннаго пищевого матеріала, какъ и другихъ организмовъ. Конечно, и бактеріямъ свойственна извѣстная избирательная способность по отношенію къ предлагаемымъ имъ питательнымъ соединеніямъ, общая для всѣхъ организмовъ, но понятно, что при большомъ содержаніи солей въ питательномъ субстратѣ возрастаютъ именно составные зольные элементы или, какъ въ богатыхъ пептонныхъ растворахъ, образуется больше бѣлковыхъ веществъ, чѣмъ въ малопитательныхъ растворахъ глицерина съ амміачными солями, но, несмотря на все это, чрезмѣрныя колебанія въ составѣ бактерій едва-ли могутъ встрѣчаться. Судя по двумъ приведеннымъ анализамъ, бактеріи по составу своего тѣла ни въ чемъ не представляютъ рѣзкихъ отличій отъ всѣхъ остальныхъ организмовъ.

Для полученія бѣлковъ, входящихъ въ составъ бактерій, Ненскіе обрабатывалъ послѣднихъ соляной кислотой при кипяченіи, затѣмъ обезжиривалъ спиртомъ и эфиромъ, растворялъ въ ѣдкомъ кали и высаливалъ поваренной солью. Изолированное такимъ путемъ бѣлковое вещество (*микопротейнъ*) не содержитъ сѣры и заключаетъ въ себѣ 52,39% С, 7,55% Н, 14,75% N и около 25% кислорода; оно довольно близко подходитъ къ веществу, которое Schlossberger выдѣлилъ изъ почкующихся дрожжей. Хотя и возможно допустить, что микопротейнъ дѣйствительно представляетъ собой неизмѣнную составную часть бактеріальной клѣтки, а не продуктъ распада сложныхъ протеиновыхъ веществъ, однако, отсюда еще не слѣдуетъ, что микопротейнъ, такое крайне простое бѣлковое вещество, не содержащее сѣры и фосфора, образуетъ главную массу протоплазмы бактерій, а, слѣдовательно, является носителемъ жизни. Если бы такое предположеніе было справедливо, то бактеріи и въ этомъ отношеніи оказались бы стоящими на самой низшей ступени развитія органическихъ существъ, потому что жизненныя проявленія этихъ послѣднихъ связаны съ гораздо болѣе сложными бѣлковыми веществами, нуклеинами и нуклеоаль-

буминами, содержащими значительное количество фосфора. Но такъ какъ у другихъ бактерій было доказано несомнѣнное присутствіе такихъ сложныхъ бѣлковыхъ веществъ, то необходимы дальнѣйшія изслѣдованія для выясненія значенія микопотеина у бактерій.

Къ бѣлковымъ веществамъ (въ широкомъ смыслѣ) бактеріальной протоплазмы тѣснѣе всего примыкаютъ, конечно, ядовитыя вещества, носящія названіе токсиновъ; впрочемъ, химическая природа ихъ пока совершенно неизвѣстна. Относительно значенія ихъ въ инфекціонныхъ болѣзняхъ срав. лекц. XVII.

Углеводы, конечно, можно найти во всякой бактеріи, но въ организациі ея тѣла они далеко не принимаютъ такого существеннаго участія, какъ у растений. Такъ, ранѣе уже было упомянуто, что *оболочка у большинства бактерій* состоитъ не изъ целлюлозы, а изъ протеиноподобнаго вещества. Студень одного нижеописываемаго грибка (*Leuconostoc*) и другихъ слизиобразующихъ бактерій вина и пива представляетъ собой, вѣроятно, углеводъ, декстринъ ($C^6H^{10}O^5$), сходный съ целлюлозой и продуктами ея ослизненія, встрѣчающимися у студенистыхъ водорослей.

Не встрѣчаются также, говоря вообще, углеводы и въ качествѣ составныхъ частей внутренняго содержимаго клѣтки и только гранулезная реакція (стр. 23) у маслянокислыхъ бактерій полости рта указываетъ на какой-то еще неизслѣдованный углеводъ, названный только на основаніи одного окрашиванія іодомъ гранулезой.

Относительно особыхъ включеній бактеріальной клѣтки, каковы сѣра и пигментныя вещества, было сказано уже во II лекціи.

Наконецъ, слѣдуетъ считать составными элементами бактеріальной клѣтки еще и всѣ тѣ вещества, которыя образуются въ процессахъ броженія и гніенія. Относительно многочисленныхъ соединеній такого рода срав. лекціи XI—XIV.

Эти продукты обмѣна обыкновенно не скопляются въ большихъ количествахъ въ клѣткахъ, а выдѣляются по мѣрѣ образованія наружу.

Существующіе элементарные анализы золы не даютъ дан-

ныхъ для рѣшенія вопроса, какое участіе принимаютъ минеральные элементы въ построении тѣла бактерий, потому что употреблявшіеся до сихъ поръ питательные растворы не приготовлялись специально для разрѣшенія этого вопроса.

Питательныя вещества бактерій ¹⁾. Въ минеральныхъ питательныхъ соединеніяхъ бактеріи нуждаются въ такой же степени, какъ и всѣ другіе организмы, съ той лишь разницей, что для нихъ, даже для самаго роскошнаго роста, требуется очень незначительныя количества этихъ соединеній, такъ какъ 1 миллиграммъ живыхъ бактерій, т.-е. около 30 миллиардовъ особей, при среднемъ однопроцентномъ содержаніи золы, заключаетъ $\frac{1}{100}$ миллиграмма минеральныхъ солей. Поэтому въ искусственныхъ питательныхъ субстратахъ минеральныхъ солей требуется весьма немного, примѣрно 0,1⁰/₁₀₀—0,2⁰/₁₀₀. Изъ элементовъ безусловно необходимыми оказываются: сѣра, фосфоръ, кальцій (?), магній, калий и натрій, слѣды хлора (?) и желѣза. Достаточно-ли одного только щелочнаго металла, т.-е. калия или натрія, могутъ-ли ихъ замѣнять другіе щелочные металлы, какъ рубидій и цезій, годятся-ли также, вмѣсто кальція, другіе щелочно-земельные элементы, какъ стронцій и барій,—все это еще требуетъ дальнѣйшихъ изслѣдованій, хотя, судя по новѣйшимъ опытамъ съ плѣсневыми грибами, подобная замѣна представляется маловѣроятной ²⁾.

Подробныя указанія относительно наиболѣе выгодной концентраціи минеральныхъ веществъ составляютъ пред-

¹⁾ *Naegeli*. Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen, Untersuchungen über niedere Pilze, 1882 (также Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der Münchener Akademie d. Wissensch. 1879); особенно же срав. *Beyerinck*, Over lichtvoedsel en plastisch voedsel van Lichtbakterien, Versl. en Mededel. der Amsterdamer Akad. d. Wissensch. Naturwiss. Abth. 2 серия, VII т., 1890. Здѣсь же и дѣленіе на пептонныхъ, амидныхъ и амміачныхъ бактерій; наконецъ, *Fränkel*, Beiträge z. Kenntniss des Bakterienwachstums auf eiweissfreien Nährböden, Hygienische Rundschau, IV, 1894. Таблица на стр. 96 составлена на основаніи собственныхъ опытовъ автора.

²⁾ По отношенію къ кальцію изслѣдованія *Benecke* и *Molisch*'а показали, что этотъ элементъ совершенно не нуженъ плѣсневымъ грибамъ; отсюда можно думать, что то же имѣетъ мѣсто и по отношенію къ бактеріямъ. По крайней мѣрѣ, въ прибавленіи кальція, равно какъ и хлора, нѣтъ никакой надобности даже для самаго роскошнаго развитія бактерій. *Прим. ред.*

метъ методическихъ руководствъ. Въ послѣдующемъ изложеніи, когда коротко говорится „необходимыя соли“, подразумѣваются растворы, содержащіе 0,1% фосфорнокислаго калия (K_2HPO_4), 0,02% сѣрнокислаго магнія ($MgSO_4$), 0,01% хлористаго кальція ($CaCl_2$), безъ особаго прибавленія солей натрія и желѣза, которыя всегда находятся въ достаточномъ количествѣ, если пользоваться не абсолютно чистыми химическими препаратами и водопроводной водой. Для патогенныхъ бактерій полезно бываетъ прибавлять 0, 1% или даже 0,7% поваренной соли. Впрочемъ, если питательные растворы для нихъ готовятся изъ настоя мяса или мясного экстракта, то особаго прибавленія соли не требуется.

Въ какихъ-либо другихъ минеральныхъ веществахъ, кромѣ вышеназванныхъ, бактеріи вообще не нуждаются; по отношенію же къ органическимъ соединеніямъ, углеродистымъ и азотистымъ, изъ которыхъ извлекаются важнѣйшіе элементы для образованія живого вещества, напротивъ, три различныя, біологическія группы бактерій: прототрофныхъ, метатрофныхъ и паратрофныхъ, предъявляютъ далеко не одинаковыя требованія.

Прототрофныя нитрифицирующія бактеріи, которыми мы займемся позднѣе нѣсколько подробнѣе, превосходно развиваются въ слѣдующемъ питательномъ растворѣ: 100 гр. воды; 0,05 азотистаго калия; 0,02 фосфорнокислаго калия K_2HPO_4 ; 0,03 сѣрнокислой магнезіи; 0,05 соды; 0,05 поваренной соли.

Источникомъ азота служитъ азотистая кислота, углеродъ же заимствуется не изъ соды, а изъ углекислоты воздуха.

Другіе прототрофные виды почвенныхъ бактерій, обладающіе способностью ассимилировать атмосферный азотъ, нуждаются, кромѣ необходимыхъ солей, лишь въ особомъ источникѣ углерода, каковъ, напр., сахаръ.

Ростъ метатрофныхъ бактерій въ питательныхъ субстратахъ, содержащихъ *различныя источники углерода и азота*, въ общихъ чертахъ можно наглядно представить нижеслѣдующей таблицей. Здѣсь всѣ растворы содержали одинаковое количество необходимыхъ солей, причемъ, если только нѣтъ особыхъ указаній, реакція раствора слабощелочная, потому

№	Источникъ азота.	Источникъ углерода.	Химич. реакція.	Bacillus Anthracis.	Bacillus typhi.	Bacillus coli.	Vibrio cholerae.	Bacillus subtilis.	Bacillus pyocyaneus.
1	1 ⁰ / ₀ пептона	1 ⁰ / ₀ винограда. сах.	Щелочн.	+++	+++	+++	+++	+++	+++
2	1 пептона.	(Пептонъ).	„	++	++	++	++	+	+++
3	1 аспарегина.	1 виногради. сахара.	„	0	+	+++	+++	+++	+++
4	1 аспарегина.	1 виноград. сахара.	Кисл.	0	+?	+++	0	++	+++
5	1 аспарегина.	(Аспарегинъ).	Щелочн.	0	0	++	++	+	+
6	1 аспарегина.	(Аспарегинъ).	Кисл.	0	0	+	0	+	+
7	1 виннокис. аммонія.	1 глицерина	Щелочн.	0	0	++	+	+++	+++
8	1 виннокис. аммонія.	(виннок. аммоній).	„	0	0	+?	0	0	+?
9	1 хлорис т. аммонія.	1 глицерина	Щелочн.	0	0	+++	++	++	++
10	1 хлорист. аммонія.	„	Кислая.	0	0	+++	0	++	+
11	1 калийн. селитры.	1 глицерина	Щелочн.	0	0	+	+?	++	+++
12	1 калийн. селитры.	1 глицерина	„	0	0	0	0	0	+++
13	—	1 сахара.	„	0	0	0	0	0	0?
14	1 калийн. селитры.	—	„	0	0	0	0	0	0

что свободная кислота, какъ можно видѣть изъ той же таблицы, задерживаетъ ростъ. Культуры помѣщались въ оптимальныхъ условіяхъ температуры; наблюденіе длилось въ теченіе 14 дней, во избѣжаніе того, чтобы какъ-нибудь не проглядѣть слабый запоздавшій ростъ.

Знаки въ таблицѣ выражаютъ:

- + + + = очень пышный ростъ. Жидкость или сильно мутится, или происходитъ образованіе пленокъ на поверхности субстрата (холера, *Vac. subtilis*), или, наконецъ, какъ у бактеріи сибирской язвы, на днѣ сосуда появляется большой осадокъ, тогда какъ сама жидкость остается прозрачной.
- + + = посредственный ростъ, ясно замѣтная, хотя и слабая муть, слабая пленка.
- + = незначительный ростъ; легкая муть, замѣтная лишь при осторожномъ взбалтываніи въ видѣ нѣжныхъ хлопьевъ; + ? = ростъ почти 0, едва замѣтный.
- o = отсутствіе роста.

Само собой разумѣется, что подобное обозначеніе можетъ быть только приблизительнымъ выраженіемъ интенсивности роста. Если бы мы желали опредѣлить интенсивность роста въ отдѣльныхъ случаяхъ совершенно точно, то необходимо было бы прибѣгнуть къ счету бактерій черезъ одинаковые промежутки времени, въ 1, напр., куб. сант. питательнаго раствора, при помощи того же способа, что и при опредѣленіи количества бактерій въ богатой бактеріями водѣ (стр. 81).

Первый и важный выводъ, вытекающій изъ приведенной таблицы, указываетъ на рѣзкій контрастъ между бациллой сибирской язвы и *Vac. ruosuaneus*: первая развивается только тогда, когда въ качествѣ источника азота дается пептонъ, — это, слѣдовательно, *пептонная бактерія*, тогда какъ вторая одинаково роскошно растетъ, съ той же великолѣпной флуоресценціей, какъ на пептонѣ, такъ и на калийной селитрѣ (12), слѣдовательно, она является *нитро-бактеріей*, и въ этомъ отношеніи она ближе всего подходитъ къ настоящимъ прототрофнымъ, нитрифицирующимъ бактеріямъ, отличаясь отъ нихъ лишь тѣмъ, что нуждается для своего развитія въ особомъ источникѣ углерода и неспособна ассимилировать углекислоту воздуха (14). Значительное число мета-

трофныхъ бактерій довольствуется азотомъ амміака и развивается насчетъ его, въ присутствіи подходящаго источника углерода, такъ же или почти такъ же хорошо, какъ и на счетъ пептона. Къ числу такихъ *амміачныхъ бактерій* по нашей таблицѣ относятся *Bacillus coli*, *Vibrio cholerae* и *Bac. subtilis*. Болѣе разборчивой оказывается группа *амидныхъ бактерій*, которыя, какъ, напр., тифозная бацилла, еще довольно хорошо развиваясь на счетъ амидосоединеній (аспарагинъ, лейцинъ), не могутъ уже довольствоваться амміачными солями. Распредѣляя бактерій, по ихъ отношенію къ различнымъ азотистымъ соединеніямъ, на четыре группы: *пептонныхъ*, *амидныхъ*, *амміачныхъ* и *нитро-бактерій*, не слѣдуетъ упускать изъ виду того, что одновременно вносимые въ питательный субстратъ источники углерода имѣютъ также важное значеніе для усвояемости азотистаго соединенія. Такъ, напр., амміачныя бактеріи нашей таблицы могутъ усвоить даже и азотъ селитры въ томъ случаѣ, если имъ въ качествѣ источника углерода дается сахаръ, что становится для нихъ невозможнымъ при замѣнѣ сахара, напр., глицериномъ. Безъ азота ни одна бактерія не можетъ расти, а незначительное развитіе *Bac. ruosuaneus* (13) въ чистомъ растворѣ сахара можетъ быть объяснено, пока что, незначительными загрязненіями сахара или же поглощеніемъ слѣдовъ амміака изъ воздуха лабораторіи.

Основаніе для различенія бактерій по ихъ способности перерабатывать азотистыя соединенія давно уже было положено Нёгели, который изслѣдовалъ въ этомъ отношеніи дрожжевые и плѣсневые грибы. Позднѣе Веуегіпск прослѣдилъ этотъ вопросъ еще дальше.

Въ медицинской бактериологіи никогда не примѣнялись въ широкихъ размѣрахъ жидкіе питательные субстраты съ различными по качеству источниками азота; ихъ вытѣснила шаблонная культура на желатинѣ и агарѣ съ прибавленіемъ пептона и сахара, конечно, не къ пользѣ самого дѣла, потому что примѣръ *Bac. typhi* и *coli*, изъ которыхъ одна амидная, другая амміачная, самымъ разительнымъ образомъ показываетъ, какое значеніе имѣютъ эти питательные растворы для *дифференціального діагноза* сходныхъ между собой видовъ.

Не менѣе важны и заключенія, которыя можно вывести изъ таблицы относительно существованія патогенныхъ видовъ въ естественныхъ условіяхъ, на что здѣсь, въ виду слѣдующаго ниже изложенія этого вопроса, можетъ быть лишь только обращено вниманіе. Различно сказывается также и вліяніе *химической реакціи* раствора на ростъ бактеріи въ зависимости отъ различныхъ источниковъ азота; вообще чѣмъ лучше источникъ азота, чѣмъ энергичнѣе, слѣдовательно, развиваются бактеріи, тѣмъ нечувствительнѣе онѣ къ кислой реакціи раствора. Нечувствительнымъ въ этомъ отношеніи является на таблицѣ только *Bacillus coli*, у *Bac. ruosyaneus* же ростъ задерживается кислой реакціей лишь при употребленіе хлористаго аммонія (9 и 10) въ качествѣ источника азота, тогда какъ при аспарагинѣ (3—6) она остается безъ вліянія; свободная кислота совершенно подавляетъ развитіе крайне чувствительнаго вибриона холеры (4 и 6), тогда какъ сѣнная бактерія, прекрасно вегетирующая въ слабо кисломъ настоѣ сѣна, относится къ кислой реакціи не всегда одинаково.

Наконецъ, образованіе пигментовъ у *Bac. ruosyaneus* и другихъ хромогенныхъ бактерій зависитъ также отъ качества источниковъ азота и отъ химической реакціи субстрата.

Хотя всѣ азотистыя органическія соединенія заключаютъ въ себѣ углеродъ, однако, ихъ однихъ еще недостаточно для успѣшнаго развитія бактерій, какъ это видно изъ сравненія 1 и 2, 3 и 5 номеровъ таблицы; дѣйствительно, *Bacillus subtilis* оказывается не въ состояніи усваивать углеродъ виннокислаго амміака (8), съ которымъ *Bac. coli* и *Bac. ruosyaneus* влачатъ лишь крайне жалкое существованіе. Поэтому рекомендуется всегда вводить отдѣльный источникъ углерода. Прибавленіе его имѣетъ двоякое значеніе. Во-первыхъ, избытокъ органически связаннаго углерода облегчаетъ, повидимому, созиданіе живого вѣщества, а во-вторыхъ, и, конечно, главнымъ образомъ, этотъ избыточный источникъ углерода доставляетъ матеріаль для процессовъ дыханія и броженія, сопровождающихся выдѣленіемъ свободной энергіи, которая, въ свою очередь, дѣлаетъ возможнымъ усвоеніе даже малоцѣнныхъ источниковъ азота (11 и 12). Достоинство *углеродистыхъ органическихъ*

соединений въ смыслѣ ихъ питательности для бактерій весьма неодинаково; повидимому, оно главнымъ образомъ, хотя и не исключительно зависитъ отъ теплоты горѣнія данныхъ соединений. Наиболѣе питательными оказываются виноградный сахаръ и различные виды сахара вообще; близко къ нимъ стоятъ глицеринъ и другіе многоатомные спирты, каковы маннитъ и дульцитъ; за ними слѣдуетъ значительное число, хотя еще пригодныхъ, но уже мало-питательныхъ соединений: винная кислота, янтарная, бензойная и т. п., затѣмъ одноатомные спирты и различные ихъ производныя, каковы жирныя кислоты, амины и т. п. Подробности, сильно нуждающіяся въ новыхъ изслѣдованіяхъ, можно найти у Нёгели.

Непригодны, въ качествѣ источниковъ углерода, мочевины, щевелевая кислота, т.-е. такія соединения, въ которыхъ углеродъ непосредственно связанъ съ кислородомъ, а равнымъ образомъ и азотистое соединеніе ціанъ. Такимъ образомъ, получается впечатлѣніе, что углеродъ, повидимому, оказывается наиболѣе пригоднымъ, если онъ связанъ только съ водородомъ, т.-е. въ формѣ CH_4 , нѣсколько менѣе въ формѣ CH_2 , еще меньше въ формѣ CH_3OH и совершенно непригоденъ въ формѣ CO и CN . Разумѣется, вполне правильной послѣдовательности въ этомъ отношеніи не наблюдается.

Для того, чтобы охарактеризовать какой-нибудь видъ бактерій со стороны физиологіи питанія, лучше всего брать его отношеніе къ различнымъ источникамъ азота, потому что оно представляетъ, судя по всему, болѣе глубокія различія, чѣмъ потребности бактерій въ источникахъ углерода. Наконецъ, паратрофныя бактеріи въ питательныхъ растворахъ нашей таблицы или не развиваются совсѣмъ, или только въ растворахъ пептона, слѣдовательно, онѣ ближе всего стоятъ къ метатрофнымъ пептоннымъ бактеріямъ. Иногда, однако, требованія ихъ идутъ еще дальше, такъ что ихъ культура удается лишь на субстратахъ съ альбуминомъ, напр., на застывшей кровяной сывороткѣ. Такъ, гонококки растутъ исключительно на такомъ субстратѣ, на томъ же субстратѣ лучше всего развиваются и дифтеритныя бациллы. Только одна туберкулезная бацилла, до сихъ поръ еще считающаяся настоящимъ паразитомъ, растетъ на менѣе питательныхъ субстра-

тахъ, даже на субстратъ амміачныхъ бактерій; объ этомъ, впрочемъ, сравн. лекц. XVI.

На ряду съ бульономъ въ бактериологической практикѣ пользуются обыкновенно и так. - наз. *твердыми субстратами* изъ *желатины* и *агара*. Чаще всего для ихъ приготовленія употребляютъ мясной экстрактъ (одинъ фунтъ мяса на литръ воды), къ которому прибавляютъ еще пептона и сахара, отъ 1% — 2% того и другого, затѣмъ варятъ съ 10% желатины или 1% — 2% агара и еще горячій фильтруютъ. Такимъ образомъ получается такъ-называемый твердый, прозрачный, питательный субстратъ, ибо питательный растворъ равномерно распредѣляется въ прозрачной, непитательной самой по себѣ студени желатины или агара ¹⁾. Введеніе ²⁾ подобнаго рода субстратовъ сыграло чрезвычайно важную роль въ развитіи бактериологіи, потому что только съ помощью такихъ легко разжижаемыхъ и легко застывающихъ субстратовъ явилась возможность съ успѣхомъ изолировать бактерій изъ смѣсей и получать такимъ образомъ чистыя культуры. Само собой понятно, что и всѣ питательные растворы, указанные въ таблицѣ, можно также при помощи желатины и агара обратить въ твердые субстраты и такимъ образомъ совмѣстить всѣ преимущества какъ тѣхъ, такъ и другихъ. Можно также пользоваться студенью кремневой кислоты въ качествѣ прозрачнаго субстрата, особенно въ томъ случаѣ, когда хотятъ исключить присутствіе органическихъ веществъ.

Въ приготовленіи питательныхъ субстратовъ изъ мясной воды, пептона и сахара бактериологу представляется большая свобода; почти въ каждой лабораторіи имѣется свой особенный субстратъ, прочно укоренившійся или путемъ долготѣняго опыта, или благодаря одностороннему увлеченію; иногда такіе субстраты бывають безъ нужды пересыщены питатель-

¹⁾ Последнее не совсѣмъ вѣрно по отношенію къ желатинѣ. Нѣкоторые виды пептонизирующихъ бактерій свободно могутъ развиваться на желатинѣ безъ всякаго прибавленія питательныхъ веществъ. (Прим. ред.)

²⁾ Употребленіе желатины предложилъ *Робертъ Кохъ* (Zur Untersuchung von pathogenen Organismen, Mitth. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte, I Bd., 1881); агаръ (студень красныхъ морскихъ водорослей, *Gracilaria*, *Eucheuma*), по мнѣнію *Hürpe* (Methoden der Bakterienforschung, 5 изд., стр. 250), впервые былъ примененъ *Frau Hesse*.

ными веществами. Кромѣ мясной воды, можно готовить настои изъ сѣна, соломы, картофеля и многихъ другихъ матеріаловъ, равнымъ образомъ можно прибавлять къ желатинѣ пивное сусло, отваръ чернослива и т. п. Изъ непрозрачныхъ твердыхъ субстратовъ излюбленнымъ является картофель. Словомъ, имѣется богатый выборъ питательныхъ субстратовъ, относительно приготовления которыхъ можно найти указанія въ практическихъ руководствахъ.

Различныя бактеріи, даже независимо отъ тѣхъ особенностей, которыя обуславливаются образованіемъ пигментовъ и газовъ, растутъ неодинаково на одномъ и томъ же субстратѣ, и уже благодаря этому, до извѣстной степени могутъ быть отличаемы другъ отъ друга. Впрочемъ, не слѣдуетъ, какъ это иногда случается, придавать слишкомъ большое значеніе такимъ различіямъ. Въ *питательныхъ растворахъ*, напр., въ бульонѣ, можно отличать двѣ главныя формы роста: безъ помутнѣнія и съ помутнѣніемъ жидкости. Если бульонъ остается прозрачнымъ, то это значитъ, что мы имѣемъ дѣло съ неподвижными бактеріями, растущими въ видѣ нитей и цѣпочекъ, причемъ на стѣнкахъ сосуда и особенно на днѣ его образуются клочковатая пушистая массы, которыя при встряхиваніи поднимаются въ видѣ мелкихъ хлопьевъ (бацилла сибирской язвы, стрептококки). Если такія неподвижныя формы сильно нуждаются въ свободномъ кислородѣ, какъ, напр., густо растущая бацилла туберкулеза, то надъ прозрачной жидкостью, на поверхности, образуется плотная, то болѣе гладкая, то болѣе морщинистая, складчатая или шероховатая пленка.

Всѣ изолированно живущія формы, въ особенности же подвижныя (холера, тифъ), обуславливаютъ равномерное помутнѣніе жидкости, причемъ степень помутнѣнія бываетъ неодинакова: начиная отъ непрозрачности густого молока и кончая легкимъ помутнѣніемъ, замѣтнымъ иногда лишь при взбалтываваніи жидкости по появляющимся нѣжнымъ хлопьямъ. Многія бактеріи, наконецъ, стремясь къ кислороду, скопляются на поверхности мутной жидкости и образуютъ на ней пленку (холера, *Bac. subtilis*).

Желатинныя культуры даютъ возможность распределить всѣхъ бактерій въ двѣ большія группы; къ первой принадле-

жить значительная масса бактерій, именно всѣ тѣ, которыя даже при комнатной температурѣ способны съ помощью пептонизирующаго энзима (см. ниже) въ болѣе или менѣе короткое время разжижать желатину, тогда какъ вторая, меньшая группа обнимаетъ бактерій, не обладающихъ такими свойствами (*Bac. typhi*, *coli communis*, *Streptococcus*, бактеріи молочно-кислаго броженія и др.). Для полученія дальнѣйшихъ различій въ формѣ роста на желатинѣ особенно удобны культуры на пластинкахъ и культуры уколомъ. Для полученія первыхъ небольшое количество бактерій высѣвается въ предварительно разжиженную нагрѣваніемъ желатину, которая затѣмъ и выливается тонкимъ слоемъ на стеклянную пластинку; получается прозрачный слой желатины съ мелкими, рѣзко очерченными колоніями, вырастающими изъ одного или рѣдко изъ нѣсколькихъ связанныхъ между собой зародышей бактерій, такъ-наз. *пластинчатая культура*.

Выступающія надъ поверхностью желатины колоніи, такъ-наз. поверхностныя колоніи, позволяютъ, особенно въ началѣ своего развитія, подмѣтить кое-какія характерныя отличія. На ряду съ разжиженіемъ желатины или отсутствіемъ его слѣдуетъ обращать вниманіе на окраску и на замѣтную уже при слабомъ увеличеніи структуру колоній, затѣмъ на ихъ форму и очертанія, блескъ и ихъ консистенцію. Лучше, чѣмъ перечисленіе отдѣльныхъ внѣшнихъ признаковъ, подробный обзоръ которыхъ можно найти у *Lehman-Neumann*'а ¹⁾, позволить уяснить сущность дѣла описаніе поверхностныхъ колоній у двухъ безцвѣтныхъ бактерій—сибирской язвы и холеры, различаемыхъ, правда, уже давно по формѣ ихъ отдѣльныхъ клѣтокъ.

Колоніи сибирской язвы медленно разжижаютъ желатину; онѣ круглой формы и бѣловатаго цвѣта; при слабомъ увеличеніи кудреватозавитыя, съ неровными краями, а при дальнѣйшемъ развитіи представляютъ собой неправильной, округлой формы комочки, лежащіе въ разжиженной, почти прозрачной желатинѣ; колоніи холеры, быстро разжижающія желатину, слегка окрашены въ желтоватобѣлый цвѣтъ, при слабомъ увеличеніи являются зернисто-рыхлыми, съ слегка волнистыми, не

¹⁾ *Lehmann* и *Neumann*, I т., стр. 115 (сравни прим. 2 на стр. 2).

завитыми краями; вокруг колоній, постепенно разрыхляющихся, скопляется мутная разжиженная желатина. Нельзя, однако, умолчать, что въ такого рода признакахъ наблюдаются различныя колебанія и что въ особенности сходныя между собой формы, каковы, напр., разные водяные вибрионы, съ одной стороны, и вибрионъ холеры—съ другой, или бациллу тифа и *Vac. coli communis* не всегда можно отличить другъ отъ друга на основаніи сравненія однѣхъ пластинчатыхъ культуръ.

Желатинныя культуры уколомъ въ пробиркахъ приготовляются такимъ образомъ: прямой платиновой проволочкой вертикально прокалываютъ ^{верхний} слой застывшей желатины и такимъ образомъ переносятъ въ нее довольно большое количество какихъ-либо бактерій. Сильная потребность въ кислородѣ у бактерій обнаруживается въ этихъ культурахъ въ томъ, что бактеріи развиваются замѣтно только въ верхней части, а не по всей длинѣ зараженнаго укола. Отрицательное отношеніе къ кислороду обуславливаетъ ростъ въ болѣе глубокихъ слояхъ желатины. Форма роста въ видѣ нитей и цѣпочекъ выражается въ томъ, что отъ канальца, образовавшагося при прокалываніи, вырастаютъ въ желатину горизонтально тонкія, нѣжныя нити; уколъ кажется перистымъ или тонковолосистымъ (сибирская язва). Ростъ въ видѣ отдѣльныхъ особей ограничиваетъ развитіе бактерій одной лишь внутренней поверхностью канала. У разжижающихъ формъ большое значеніе придается характеру разжиженія; оно можетъ происходить или равномернo по всей длинѣ зараженнаго канала, расширяя его на подобіе мѣшечка или сумки, или же оно сперва появляется въ верхней части укола и, медленно проникая въ глубину, приводитъ къ воронкообразнымъ расширениямъ. Конечно, здѣсь возможны сильныя колебанія, причемъ не всегда удается различить близкія родственныя формы.

Наконецъ, для *культуръ штрихомъ* (*Strichkultur*) пользуются агаромъ (или желатиной), которому даютъ застыть въ комсомъ положеніи, располагая пробирки въ наклонной плоскости; для высѣванія и здѣсь употребляется платиновая игла, съ помощью которой бактеріи распредѣляютъ по поверхности агара. Въ агарѣ разжиженія не происходитъ; окраска

же, контуры, блескъ и консистенція бактеріальныхъ массъ, вырастающихъ вдоль штриха, даютъ такіе же отличительные признаки, какъ и колоніи на пластинкахъ.

Условія питанія отдѣльныхъ біологическихъ группъ бактерій будутъ изложены въ слѣдующихъ лекціяхъ.



VI.

Дыханіе бактерій.

Аэробный и анаэробный образъ жизни; свѣтятся бактеріи, бактеріи моря вообще; сѣро-и желѣзо-бактеріи.

Старинное, забытое въ настоящее время, названіе кислорода—жизненный газъ должно было выражать собой необходимость этого газа для жизни, безъ кислорода жизнь казалась немыслимой, и то положеніе общей фізіологіи, что всѣ животныя и всѣ растенія должны дышать, т.-е. должны поглощать изъ воздуха кислородъ, чтобы при его содѣйствіи разлагать органическія соединенія и такимъ образомъ извлекать необходимую для многочисленныхъ жизненныхъ отправленій энергію, принималось за нѣчто, не допускающее возраженій; лишеніе воздуха и смерть отъ удушенія казались неразрывно связанными другъ съ другомъ. Но и въ этомъ случаѣ изученіе низшихъ организмовъ, особенно дрожжевыхъ грибовъ и бактерій броженія, послужило толчкомъ къ фундаментальному перевороту въ нашихъ представленіяхъ о жизни. Въ 1861 году ¹⁾ Пастёръ открылъ, что цимогенныя бактеріи могутъ жить въ отсутствіи кислорода и вызывать энергичныя броженія, почему онъ назвалъ ихъ анаэробными. Этотъ фактъ, кажущійся съ перваго взгляда столь поразительнымъ и невѣроятнымъ, но подтвердившійся цѣлымъ рядомъ изслѣдованій, получилъ въ настоящее время всеобщее признаніе и теперь всѣхъ бактерій дѣлятъ на двѣ біологическія группы: *аэробныхъ* и *анаэробныхъ*. Первые дышатъ, по-

¹⁾ *Pasteur*, Infusoires vivant sans gaz oxygène libre, Comptes rendus Париж. акад., 52 т., стр. 344 и 1260. 1861 г.; *Pasteur*, Etudes sur la bière, Paris, 1876, глава VI; *Nencki* въ Beiträgen, цитир. въ примѣч. на стр. 91. Число работъ объ анаэробіозѣ безконечно велико.

добно всѣмъ остальнымъ организмамъ, причемъ разлагають, въ особенности безазотистыя органическія соединенія вроде сахара, глицерина, на углекислоту и воду, поэтому такія соединенія являются необходимыми для болѣе успѣшнаго развитія аэробныхъ бактерій въ качествѣ матеріаловъ для дыханія. Кромѣ того, аэробныя бактеріи наравнѣ съ животными и растеніями могутъ потреблять въ процессѣ дыханія и азотистыя органическія вещества, напр., пептонъ, амидосоединенія, правда, не такъ легко и съ меньшимъ, повидимому, выдѣленіемъ энергіи по сравненію съ безазотистыми соединеніями. Многія изъ аэробныхъ бактерій совершенно неспособны развиваться въ отсутствіи кислорода; въ этихъ условіяхъ онѣ задыхаются такъ же, какъ задыхается, напр., мышъ въ чистомъ водородѣ. Онѣ исключительно обитатъ - аэробны и лучше всего развиваются при полномъ доступѣ кислорода. Въ разрѣженномъ воздухѣ или въ искусственныхъ газовыхъ смѣсяхъ съ различнымъ содержаніемъ кислорода онѣ растутъ тѣмъ хуже, чѣмъ меньше у нихъ въ распоряженіи „жизненнаго газа“; при этомъ ослабѣвають всѣ или какія-нибудь отдѣльныя жизненныя проявленія этихъ бактерій (уксусная, сѣнная бактерія). Такъ, напр., прежде чѣмъ помощью воздушнаго насоса будетъ достигнутъ полный вакуумъ, эти бактеріи уже перестаютъ расти.

Полную противоположность этимъ бактеріямъ представляетъ собой группа обитатъ-анаэробныхъ бактерій, къ которымъ принадлежатъ нѣкоторыя бактеріи масляно-кислаго броженія вмѣстѣ съ относящимися къ нимъ нѣсколькими патогенными видами, каковы возбудители столбняка, шумящаго карбункула и злокачественнаго отѣка. облигатные анаэробіонты растутъ только въ отсутствіи кислорода, ничтожныя количества котораго уже задерживаютъ ихъ развитіе. Громадная масса бактерій со всевозможными степенями чувствительности къ кислороду помѣщается между этими двумя крайними группами. Это — „факультативныя“ анаэробіонты; они развиваются роскошнѣе всего при доступѣ воздуха, но могутъ расти также въ разрѣженной атмосферѣ и даже при полномъ отсутствіи кислорода, иногда лишь крайне скудно и сильно ослабленные въ своихъ жизненныхъ отпра-

I

II

III
Факультативныя
аэробныя

IV

вленіяхъ. Облигатныхъ и факультативныхъ анаэробіонтовъ мы должны искать въ природѣ всюду, куда вообще не проникаетъ воздухъ или гдѣ онъ вытѣсняется другими газами,— слѣдовательно, въ глубокихъ слояхъ земли, въ черномъ илѣ рѣкъ и болотъ, въ тонкомъ илѣ морского дна, въ навозѣ, въ нашихъ экскрементахъ. Во всѣхъ этихъ мѣстахъ анаэробныя бактеріи являются иногда единственными, во всякомъ случаѣ, господствующими представителями жизни. Благодаря своей способности вызывать различные процессы броженія и гніенія, онѣ являются здѣсь главными факторами разложенія мертвыхъ растительныхъ и животныхъ организмовъ, о чемъ ниже намъ придется говорить подробнѣе. Тамъ же, при теоретическомъ объясненіи процессовъ броженія, удобнѣе будетъ рассмотретьъ и анаэробіозъ съ общей точки зрѣнія. Факультативно-анаэробными оказывается большинство гнилостныхъ бактерій, бактеріи молочно-кислаго и другихъ броженій; изъ числа патогенныхъ сюда относятся бактеріи тифа, холеры, затѣмъ многіе гнойные кокки (стрептококки и стафилококки). Способность къ анаэробной жизни, повидимому, можетъ измѣняться даже и у одного и того же вида въ зависимости отъ его происхожденія и способа культивированія. Равнымъ образомъ удаленіе кислорода неодинаково отражается на отдѣльныхъ свойствахъ бактерій. Нѣкоторыя пигментныя бактеріи, напр., темнофіолетовая *Bac. violaceus*, въ отсутствіи кислорода не образуютъ пигмента, тогда какъ *Spirillum tubicum* обратно обладаетъ способностью образовывать свой пигментъ лишь въ анаэробныхъ условіяхъ; послѣднее, впрочемъ, подтвердилось не во всѣхъ случаяхъ. Многія облигатъ-анаэробныя бактеріи, какъ, напр., нѣкоторыя изъ бактерій масляно-кислаго броженія, подвижны; необходимую энергію для этой работы, которая сама по себѣ хотя не велика, но по отношенію къ самой бактеріи все же представляетъ значительную величину, бактеріи получаютъ въ анаэробныхъ условіяхъ при посредствѣ болѣе или менѣе глубокаго расщепленія молекулы бродящаго вещества. Эти бактеріи сейчасъ же прекращаютъ свое движеніе, разъ только къ нимъ получаетъ доступъ кислородъ. Напротивъ, аэробныя бактеріи впадаютъ въ оцѣпенѣніе, если только

какимъ-нибудь путемъ будетъ удаленъ кислородъ, и вообще тѣмъ оживленнѣе движутся, чѣмъ обильнѣе доступъ кислорода. Поэтому онѣ на живыхъ препаратахъ скопляются, привлекаяемые кислородомъ, вокругъ пузырьковъ воздуха или по краямъ покровнаго стеклышка. Такими особенно жадными къ кислороду бактеріями воспользовался Энгельманнъ¹⁾ для открытія кислорода посредствомъ своего остроумнаго бактеріоскопическаго метода. Съ помощью подобнаго живого реактива удалось осуществить то, что пока невозможно еще чисто-химическимъ путемъ, а именно микрохимическое доказательство присутствія «свободнаго кислорода».

На ряду съ дыханіемъ, т.-е. поглощеніемъ кислорода и выдѣленіемъ угольной кислоты, у всѣхъ зеленыхъ растений выступаетъ еще другой обмѣнъ газовъ, сопровождающій ассимиляцію угольной кислоты воздуха и ошибочно называемый иногда также дыханіемъ. Поглощаемая изъ воздуха углекислота разлагается въ растеніи при содѣйствіи солнечнаго свѣта, причѣмъ кислородъ выдѣляется, „выдыхается“. Не всѣ лучи солнечнаго свѣта принимаютъ одинаковое участіе въ этомъ процессѣ ассимиляціи. Спектръ поглощенія раствора зеленого вещества листьевъ (хлорофилла) показываетъ, что сильнѣе всего имъ поглощаются красные лучи свѣта въ области между фраунгоферовыми линіями В и С, довольно сильно также часть фіолетовыхъ лучей. При помощи микроспектральнаго аппарата Энгельманнъ получалъ въ полѣ зрѣнія микроскопа микроспектръ, въ плоскости котораго точно устанавливались зеленыя нити водорослей или листья мха (рис. 16). При сильномъ освѣщеніи и тщательномъ устраненіи всякаго посторонняго свѣта (последнее достигается примѣненіемъ темной камеры), чувствительныя къ кислороду бактеріи, которыя вносятся вмѣстѣ съ водорослями въ препаратъ, большими массами скопляются въ тѣхъ мѣстахъ ассимилирующаго растенія, которыя лежатъ въ красной части микроспектра, т.-е. тамъ, гдѣ, главнымъ образомъ, обнаруживается поглотительная способность хлорофилла. Другое, не

¹⁾ *Engelmann*, Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen, Bot. Zeit. 1881, и Ueber Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospektrum, Bot. Zeit. 1882.

столь сильное, но все же ясно замѣтное скопление бактерий соответствуетъ поглощенію въ фіолетовой части спектра, около линіи F. Остальную часть растенія окружаетъ лишь небольшое число бактерий; здѣсь выдѣленіе кислорода происходитъ въ крайне незначительной степени, тогда какъ въ красной части спектра оно достигаетъ своего maximum'a. Въ лучахъ, сильнѣе всего поглощаемыхъ хлорофилломъ, происходитъ, слѣдовательно, наибольшее выдѣленіе кислорода, что служитъ доказательствомъ того, что красные лучи наиболѣе энергично разлагаютъ угольную кислоту. Впрочемъ, здѣсь не мѣсто входить въ разсмотрѣніе различныхъ частныхъ вопросовъ, касающихся ассимиляціи угольной кислоты;

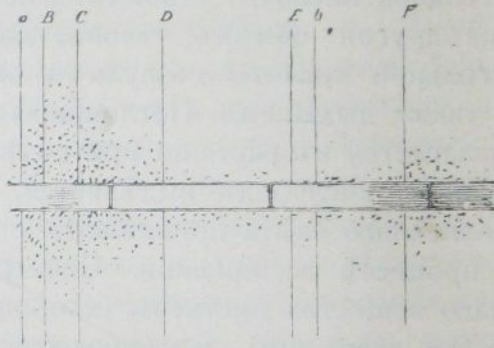


Рис. 16. *Открытие кислорода при помощи бактерий по Энгельманну.* Вертикальныя линіи а—F обозначаютъ фраунгоферовы линіи микроспектра, который отбрасывается въ поле зрѣнія микроскопа при помощи микроспектрального аппарата Энгельманна. На этотъ спектръ накладывается нитчатая водоросль (Sclorhoga), вокругъ которой между B и C и около F скопляется наибольшее количество бактерий (срав. текстъ). Увелич. 200.

рѣшеніе ихъ составляетъ задачу физиологіи растеній. Примѣненіе Энгельманновскаго метода требуетъ всегда большой осмотрительности, въ особенности же оцѣнка полученныхъ при помощи ея результатовъ, такъ какъ жгуты многихъ бактерий начинаютъ производить болѣе оживленныя движенія не только подъ вліяніемъ кислорода, но и подъ вліяніемъ хорошихъ питательныхъ веществъ или какихъ-нибудь другихъ химическихъ соединеній, какъ это имѣетъ мѣсто въ явленіяхъ хемотаксиса, частнымъ случаемъ котораго собственно является Энгельманновскій методъ¹⁾.

¹⁾ Berichte deutsch. Bot. Ges., XI, стр. 66.

Значительныя количества энергіи, освобождающейся въ процессѣ дыханія вслѣдствіе сгорания органическихъ соединений, съ высокой теплотой горѣнія, каковы углеводы, не идутъ цѣликомъ на работу, производимую организмомъ, но обнаруживаются отчасти въ повышеніи температуры тѣла (теплокровныя животныя, початки аroidныхъ). То же самое наблюдается при броженіи и гніеніи большихъ массъ органическихъ веществъ (сѣно, навозъ, хлопчатобумажные отбросы, такъ-наз. концы), которыя иногда нагрѣваются весьма значительно, до 60—70°. Такое самонагрѣваніе, которое, по мнѣнію нѣкоторыхъ, можетъ даже доходить до самовоспламененія, обусловливается энергичнымъ дыханіемъ аэробныхъ бактерій (*термогенныя бакт. К о н а*), вызывающихъ броженіе и гніеніе. Въ сырыхъ хлопчатобумажныхъ отбросахъ К о н ъ ¹⁾ нашель одного микрококка, который при доступѣ воздуха выдѣляль въ большихъ количествахъ угольную кислоту, какъ продуктъ дыханія, образуя на ряду съ ней еще и триметиль-аминъ, причеиъ нагрѣвалъ гниющую массу, при устраненіи излишнихъ потерь теплоты черезъ лучеиспусканіе, до 67°.

Часть энергіи, освобождающейся при усиленномъ дыханіи, можетъ обнаруживаться также и въ формѣ *свѣта*. Свѣтящіеся грибные мицеліи производятъ свѣченіе заброшенныхъ пастбищъ; свѣтящіеся животныя встрѣчаются какъ на сушѣ (Ивановскій червякъ), такъ и преимущественно на морѣ (огненные валы, свѣтотыя полосы и многое другое). Всѣмъ извѣстное свѣченіе моря большей частью обусловливается такими свѣтящимися животными, главнымъ же образомъ, а въ нашихъ широтахъ почти исключительно, бактеріями, *свѣтящимися бактеріями* ²⁾. Къ біологическому роду *Photobacterium*

1) *Cohn Ferdinand*, Ueber thermogene Bakterien, Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., XI, стр. 66, 1893.

2) Относительно свѣтящихся бактерій срав. *Pflüger*, Ueber die Phosphorescenz verwesender Organismen, Archiv f. d. gesamte Physiologie, XI, 1875; *Ludwig*, Die bisherigen Untersuchungen über photogene Bakterien, Bacteriol. Centralbl., II, 1887; затѣиъ *E. Fischer*, Zeitschr. f. Hygiene, I и II т., 1886, 87; *Beyerinck*, работа цитирована въ примѣч. на стр. 94, и въ Archives Néerlandaises des sciences exactes et nat., XXIII т., 1889; *E. Fischer*, Die Bakterien des Meeres. Plankton-Expedition, IV т., 1894; *Kutscher*, Deutsche mediz. Wochenschr. 1893.

принадлежать быстро движущіяся, частью прямыя, частью изогнутыя, подобно вибрионамъ, палочки; разграниченіе этого рода на отдѣльные виды недостаточно еще обосновано, такъ что такія названія, какъ *Bacterium phosphorescens*, *Bacillus luminosus*, равно какъ и свѣтящійся *Vibrio albensis*, не обозначаютъ собой какихъ-либо естественно-историческихъ видовъ. Свѣтящіяся бактеріи попадаютъ вмѣстѣ съ морскими рыбами, которыя свѣтятся очень часто, внутрь материка, случайно селятся здѣсь даже на мясѣ и тогда сообщаютъ и ему способность свѣтиться. Существуютъ-ли прѣсноводныя фотогенныя бактеріи, это остается еще подъ сомнѣніемъ; по крайней мѣрѣ, всѣ точно изслѣдованныя свѣтящіяся бактеріи вообще оказываются обитателями моря. Какъ таковыя, онѣ требуютъ прибавленія 2—3% поваренной соли къ питательному субстрату; послѣдній помимо солей долженъ содержать еще пептонъ и въ большинствѣ случаевъ особый источникъ углерода (сахаръ, глицеринъ, аспарагинъ). Такимъ образомъ, свѣтящіяся бактеріи оказываются, повидимому, пептонными. Въ морѣ онѣ живутъ на мертвыхъ животныхъ и растеніяхъ, отъ которыхъ отрываются ударами волнъ и попадаютъ, такимъ образомъ, въ безчисленныхъ количествахъ въ морскую воду. Свѣтящіяся бактеріи Сѣвернаго и Балтійскаго морей лучше всего растутъ при 18°, но могутъ расти вполне удовлетворительно и при болѣе низкой температурѣ, до 0° включительно. Въ этомъ отношеніи онѣ примыкаютъ къ обитателямъ сѣверныхъ морей. Въ отсутствіи кислорода онѣ продолжаютъ расти, хотя и медленно, но свѣтятся только при доступѣ воздуха. Выдѣленіе свѣта представляетъ собой исключительно аэробный процессъ, какъ это знаетъ, впрочемъ, всякій, кому только приходилось наблюдать свѣченіе моря. Въ спокойномъ состояніи морская вода не свѣтится, тогда какъ свѣтится каждый гребень волны; всякое колебаніе воды или влажнаго песка сейчасъ же вызываетъ свѣченіе вслѣдствіе притока воздуха.

Способность свѣтиться связана съ процессомъ дыханія; это вытекаетъ, главнымъ образомъ, изъ того, что одновременно съ прекращеніемъ дыханія, слѣдовательно, при устраненіи доступа воздуха, свѣтъ тотчасъ же угасаетъ, при оби-

ли же дыхательнаго матеріала (углеводы, глицеринъ), напротивъ, усиливается; затѣмъ свѣченіе тотчасъ же прекращается, разъ только бактеріи перестаютъ жить. Свѣченіе не зависитъ также и отъ предварительной инсоляціи: бактеріи, выросшія въ темнотѣ, свѣтятся такъ же хорошо, какъ и выведенныя на дневномъ свѣту. Слѣдовательно, фосфоресценція бактерій не имѣетъ ничего общаго съ фосфоресценціей сѣрнистыхъ соединений щелочно-земельныхъ металловъ (сѣрнистый барій, сѣрнистый стронцій и др.), которые фосфоресцируютъ только послѣ предварительной сильной инсоляціи. Наконецъ, не удалось до сихъ поръ изолировать и особаго свѣтового вещества (люциферинъ), которое продолжало бы свѣтитъ и внѣ живой клѣтки, правда, можетъ быть, только потому, что оно черезчуръ неустойчиво. Получить культуру свѣтящихся бактерій очень не трудно, стоитъ только мясо свѣжей морской рыбы (особенно хороши для этой цѣли несоленая сельди, такъ наз. grüne Heringe) облить 2—3% растворомъ поваренной соли и оставить стоять при низкой температурѣ (5—10°). Черезъ 1—2 дня начинаетъ свѣтиться не только мясо, но и самая жидкость тусклымъ, большей частью зеленоватобѣлымъ свѣтомъ, который можно въ значительной степени усилить, прибавивши къ раствору сахара или глицерина, т. е. соединений, нужныхъ для процесса дыханія. Такимъ образомъ въ короткое время возможно воспроизвести искусственнымъ путемъ свѣченіе моря. Бульонъ же изъ морской рыбы съ прибавленіемъ пептона и сахара, смѣшанный съ желатиной, даетъ возможность даже изолировать и получить чистыя культуры. Колоніи фосфоресцирующихъ бактерій испускаютъ такое количество свѣта, что, при продолжительной экспозиціи, удается даже фотографировать эти колоніи въ лучахъ ихъ собственнаго свѣта; этотъ свѣтъ состоитъ только изъ болѣе преломляемыхъ лучей спектра, именно, начиная отъ линіи D до G, что можно предполагать уже по голубоватому или зеленоватому мерцанію этого свѣта.

Въ видѣ добавленія позволю себѣ сказать здѣсь нѣсколько словъ о *бактеріяхъ моря* ¹⁾ вообще; изъ нихъ многія, хотя не

¹⁾ По *E. Fischer'y*, Plankton-Expedit., IV т., 1894.

всѣ, обладаютъ способностью свѣтиться. Во время нѣмецкой экспедиціи для изслѣдованія планктона найдены были по преимуществу короткія палочки и вибрионы, отличавшіеся быстрымъ движеніемъ, тогда какъ кокки попадались рѣдко. Распространеніе бактерій въ морѣ несомнѣно находится подъ вліяніемъ материка, такъ какъ вблизи морскихъ береговъ происходитъ наиболѣе богатое развитіе морскихъ водорослей, привлекающихъ, въ свою очередь, различныхъ животныхъ, собирающихся здѣсь въ громадныхъ количествахъ. Всѣ эти организмы, отмирая, даютъ достаточное количество органическаго матеріала для метатрофныхъ бактерій. Вліяніе береговъ сказывается на пространствѣ отъ трехъ до пяти километровъ; количество бактерій въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ морской воды значительно, мѣстами же весьма мало. Впрочемъ, количества эти какъ вблизи берега, такъ и въ открытомъ океанѣ чрезвычайно сильно колеблются; какаго-либо законмѣрнаго распредѣленія бактерій въ морѣ подмѣтить не удалось. Степень освѣщенія не оказываетъ въ данномъ случаѣ вліянія. Морская вода, взятая съ поверхности, содержитъ въ одномъ куб. сантиметрѣ, напр., на разстояніи:

1 морской мили отъ берега во время прилива	3960
(Рейдъ Плимута) " " отлива	13320
240 морскихъ миль отъ берега (Гольфштротъ)	645
450 " " " " (Саргассово море) 20, 200, 206, 168	

зародышей, которые, однако, не всѣ принадлежатъ бактеріямъ (падаютъ и плѣсневые грибы). 54% всѣхъ такихъ пробъ содержали въ кубическомъ сантиметрѣ около 100 бактерій. Въ глубокихъ слояхъ воды, на глубинѣ 800—1100 метровъ, находили лишь немного зародышей, 8—10 въ куб. сантиметрѣ.

Пробы ила съ морского дна на глубинѣ 1523 и 2406 метровъ не содержали даже въ нѣсколькихъ кубическихъ сантиметрахъ ни одной бактеріи, на глубинѣ 4099 и 5250 метровъ 1—4. Эти числа представляются слишкомъ малыми, потому что даже на этихъ глубинахъ температура воды достигаетъ 2—5°, и организмы другого типа, напр., Protozoa

(Foraminifera, Radiolaria), несомнѣнно развиваются здѣсь въ большихъ количествахъ. Конечно, на число найденныхъ бактерій долженъ былъ значительно повліять уже выборъ употребленнаго для ихъ выдѣленія питательнаго субстрата (рыбный бульонъ съ пептономъ въ желатинѣ), потому что онъ давалъ возможность культивировать только метатрофныхъ бактерій, каковы свѣтлѣющіяся, а не прототрофныхъ. На днѣ же моря слѣдовало бы поискать именно прототрофныхъ бактерій, быть можетъ, съ самымъ простѣйшимъ и небывалымъ обмѣномъ веществъ, о которомъ мы даже не сможемъ теперь составить себѣ и понятія. Вообще отъ такихъ изслѣдованій можно надѣяться получить еще много неожиданныхъ фактовъ относительно жизни моря. Между прочимъ, R u s s e l обнаружилъ въ морскомъ илѣ аэробные виды бактерій, состоящихъ изъ нитраты.

Разсмотрѣнныя до сихъ поръ аэробныя бактеріи окисляютъ органической матеріалъ въ процессѣ дыханія, въ которомъ пріобрѣтаютъ потребную для жизни энергію, анаэробныя же получаютъ ее, правда, въ значительно меньшемъ количествѣ, равнымъ образомъ также на счетъ органическихъ соединеній, способныхъ къ броженію и гніенію, т.-е., говоря коротко, всѣ эти бактеріи являются метатрофными и въ этомъ отношеніи.

Окисленіе неорганическихъ соединеній, которое можно сравнить съ процессомъ дыханія, доставляетъ, напротивъ, потребную энергію многимъ прототрофнымъ бактеріямъ, напр., нитрифицирующимъ, которыхъ мы рассмотримъ позднѣе, и удивительнымъ сѣро-бактеріямъ, которыя являются классическимъ примѣромъ *прототрофнаго дыханія*.

Сѣро-бактеріи (тіобактеріи) ¹⁾ (стр. 24) часто переполнены шаровидными блестящими массами чистой сѣры и встрѣчаются въ природѣ тамъ, гдѣ происходитъ образованіе сѣроворода, напр., въ сѣрныхъ источникахъ, въ которыхъ сѣроводородъ образуется, главнымъ образомъ, минерально-химическимъ путемъ, на днѣ стоячихъ водъ и морей (бѣлый и

¹⁾ Winogradsky, Ueber Schwefelbakterien, Bot. Zeit. 1887; ero же, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Leipzig, 1888.

красный грунтъ), гдѣ сѣроводородъ выдѣляется при гніеніи мѣртвыхъ растительныхъ и животныхъ остатковъ. Въ прежнее время сѣроводородъ принимали за продуктъ дѣятельности самихъ сѣрныхъ бактерій, почему имъ и приписывали важное участіе въ образованіи нѣкоторыхъ сѣрныхъ источниковъ. Въ настоящее же время прекрасными изслѣдованіями Виноградскаго поставлено внѣ всякаго сомнѣнія, что сѣроводородъ самъ является необходимымъ питательнымъ соединеніемъ для сѣрныхъ бактерій. Сѣрныя бактеріи въ естественныхъ условіяхъ встрѣчаются въ теченіе круглаго года, періодомъ же наилучшаго ихъ развитія является ранняя весна и поздняя осень, т.-е. тѣ времена года, когда на днѣ нашихъ стоячихъ озеръ и прудовъ растительные и животные остатки предшествующаго вегетационнаго періода разлагаются другими бактеріями съ выдѣленіемъ сѣроводорода. Въ этихъ условіяхъ мы встрѣчаемъ разлагающіеся растительные остатки, одѣтые тонкимъ, пушистымъ снѣжнобѣлымъ налетомъ; до среди нихъ встрѣчаются тамъ и сямъ красивыя темнорозовыя пятна, распространяющіяся постепенно по водѣ, то вся масса растений становится равномерно окрашенной въ грязнолиловый цвѣтъ. Безцвѣтныя и розовыя или лиловыя сѣро - бактеріи встрѣчаются всегда рядомъ другъ съ другомъ, причемъ первыя разбросаны повсюду, послѣднія же собираются лишь на мѣстахъ, опредѣленнымъ образомъ освѣщенныхъ. Безцвѣтные налеты состоятъ изъ нитчатыхъ формъ, главнымъ образомъ, изъ неподвижныхъ, тонкостѣнныхъ, неразвѣтвленныхъ нитей, плотно сидящихъ на субстратѣ и расходящихся отсюда въ видѣ лучей. Эти нити принадлежатъ роду *Thiothrix*. Среди нихъ встрѣчаются также и медленно покачивающіяся, на подобіе маятника, свободныя нити *Beggiatoa* (рис. 17 а—с), которыя иногда массами покрываютъ гніющіе остатки. Попадаютъ также отдѣльныя безцвѣтныя клѣтки, содержащія сѣру. Болѣе широкій кругъ формъ обнимаютъ красныя сѣрныя бактеріи, *пурпурныя бактеріи*. Ярkokрасныя пятнышки, особенно бросающіяся въ глаза въ извѣстныхъ мѣстахъ при сильномъ солнечномъ освѣщеніи, состоятъ изъ быстро движущихся неуклюжихъ палочекъ рода *Chromatium* (особен. Chr.

Окейи), которыя иногда сообщаютъ грязнорозовую окраску цѣлымъ прудамъ (рис. 17 d). Среди нихъ извиваются красныя сѣрныя спирали Thiospirillum и другія. Грязнорозовые налеты состоятъ большей частью изъ пестрой смѣси неподвижныхъ и цилиндрическихъ формъ: маленькія таблички шаровидныхъ клѣтокъ (Thioredia), скопленія шаровидныхъ и цилиндрическихъ формъ то въ строго опредѣленномъ порядкѣ, то въ видѣ безформенныхъ дырявыхъ зооглей (Lamprocystis; рис. 17 e). Подробное описаніе девяти родовъ, относящихся сюда, можно найти у Виноградскаго.

Скопленіе красныхъ бактерій на освѣщенныхъ мѣстахъ уже само по себѣ указываетъ на то, что между этими бак-

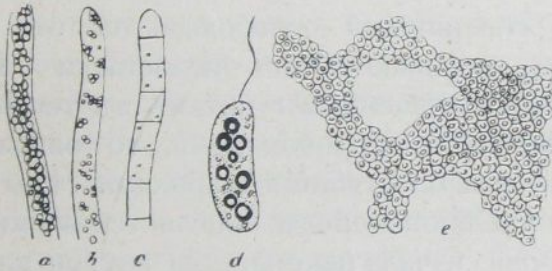


Рис. 17. *Сѣро-бактеріи*. а—с—*Beggiatoa*, ея нити, а—заполнена сплошь сѣрой (черные кружки), б—отчасти обдѣвшаая сѣрой вслѣдствіе 24-хъ часового пребыванія въ колодезной водѣ, с—почти совсѣмъ не содержащая сѣры, черезъ дальнѣйшіе 24 — 28 час. въ водѣ, не содержащей сѣроводорода. d—*Chromatium Okenii*, грязнорозовая пурпурная бактерія. Часть дырявой зооглеи *Lamprocystis roseo-persicina*. Увелич. а—е 1000, d 900, e 500; а—е по Виноградскому; d, e по Zopf'у.

теріями и свѣтомъ существуетъ опредѣленная зависимость, сказывающаяся, независимо отъ окисленія сѣроводорода, въ самомъ процессѣ питанія, но объ этомъ, впрочемъ, удобнѣе будетъ распространиться, описавъ предварительно болѣе простыхъ безцвѣтныхъ сѣро - бактерій. У этихъ послѣднихъ въ точности извѣстно, правда, лишь ихъ отношеніе къ сѣроводороду, тогда какъ ихъ, по всей вѣроятности, строго прототрофный образъ жизни еще не вполне выясненъ. Къ хорошимъ питательнымъ субстратамъ (желатина съ пептономъ и сахаромъ и т. п.) онѣ относятся совершенно равнодушно и довольствуются ничтожными количествами муравьиной и пропионовой кислотъ, въ качествѣ источника углерода, по-

требляя, съ другой стороны, амміакъ, въ качествѣ источника азота,—словомъ, пользуются все такими соединеніями, которыя постоянно образуются при процессахъ гніенія. Въ сѣрныхъ источникахъ органическія вещества найдены вообще лишь въ очень небольшихъ количествахъ, въ Вейльбахской водѣ, напр., только 0,0048 гр. въ литрѣ, и тѣмъ не менѣе сѣрныя бактеріи растутъ въ ней очень хорошо. Онѣ строго аэробны и могутъ расти въ темнотѣ, а лучше всего въ водѣ, содержащей 100 миллиграммовъ сѣроводорода въ литрѣ (Штахельбергскій источникъ — 73 миллигр.). Вода, насыщенная сѣроводородомъ (4,56 гр. $H_2 S$ на литръ), убиваетъ ихъ. Если нити, обильно накопившія въ себѣ сѣру, помѣстить въ ключевую воду, то черезъ 24—48 час. (рис. 17 а—с) онѣ совершенно освобождаются отъ сѣры и, въ концѣ-концовъ, погибаютъ отъ недостатка сѣроводорода. Если же такимъ истощеннымъ нитямъ въ теченіе извѣстнаго времени доставлять сѣроводородъ, то онѣ мало-по-малу снова наполняются блестящими шариками сѣры и снова начинаютъ расти. Сѣроводородъ окисляется этими бактеріями въ сѣру, которая сначала накапливается внутри клѣтокъ, какъ бы въ качествѣ запаснаго матеріала. Въ чистой водѣ или при случайномъ недостаткѣ сѣроводорода эта запасная сѣра окисляется еще далѣе до сѣрной кислоты, которая первоначально связывается щелочами, а затѣмъ съ известью воды даетъ гипсъ. Всѣ другія живущія въ болотѣ бактеріи, спириллы, *Cladothrix*, плѣсневые грибы, неспособны перерабатывать сѣроводородъ такимъ образомъ, поэтому онѣ страдаютъ тамъ, гдѣ прекрасно растутъ сѣро-бактеріи. Такъ какъ сѣроводородъ очень легко окисляется кислородомъ воздуха съ выдѣленіемъ сѣры, а въ присутствіи хлопчатой бумаги и другихъ пористыхъ веществъ даже и въ сѣрную кислоту, то, понятно, сѣро-бактеріи могли бы извлечь нѣкоторую пользу изъ такой легкой окисляемости, благодаря своей способности не погибать въ водѣ, содержащей сѣроводородъ. Дѣйствительно, проникающій въ нихъ сѣроводородъ окислялся бы уже подъ вліяніемъ кислорода воздуха въ сѣру, а вмѣстѣ съ тѣмъ создавался бы и обильный источникъ энергіи для дальнѣйшихъ окисленій. Такимъ

образомъ, къ вышеуказанной способности этихъ бактерій переносить присутствіе сѣроводорода пришлось бы прибавить только еще другую, а именно способность протоплазмы повышать окислительную энергію атмосфернаго кислорода, т.-е. активировать его. Количество энергіи, выдѣляющейся при этомъ, весьма значительно; 71 калорію (механ. единицъ тепла) даетъ уже окисленіе сѣроводорода въ водномъ растворѣ въ сѣру, окисленіе же сѣры въ сѣрную кислоту—2109 калорій. Что окисленіе сѣры, дѣйствительно, какъ единственный источникъ энергіи, замѣняетъ собой процессъ дыханія другихъ организмовъ, это слѣдуетъ уже изъ того, что сѣро-бактеріи совсѣмъ не нуждаются въ присутствіи органическихъ веществъ, способныхъ окисляться въ угольную кислоту, тогда какъ въ отсутствіи сѣры, матеріала дыханія, эти бактеріи погибаютъ.

Такимъ образомъ, два выдающихся физиологическихъ процесса, выражающихся, съ одной стороны, въ усвоеніи и накопленіи матеріаловъ для дыханія, съ другой — въ освобожденіи связанной въ нихъ энергіи путемъ окисленія (дыханіе) у зеленыхъ растений, метатрофныхъ бактерій и сѣробактерій могутъ быть представлены слѣдующей схемой:

I. Усвоеніе дыхательнаго матеріала:

	<i>Зеленая растенія</i>	<i>Метатроф. бак.</i>	<i>Сѣро-бактеріи</i>
Ассимиляція:	углекислота и вода, энергія солнечнаго свѣта.	органической матеріалъ, напр. сахаръ, который не подвергается дальнѣйшему измѣненію, но тотчасъ же потребляется на дыханіе.	сѣроводородъ и кислородъ.
Выдѣленіе:	кислородъ	—	вода
Накопленіе:	углеводы	—	сѣра.

II. Дыханіе, освобожденіе энергіи:

	<i>Зеленая растенія</i>	<i>Метатроф. бак.</i>	<i>Сѣро-бактеріи</i>
Источникъ энергіи:	углеводы	органической матеріалъ, напр., сахаръ.	сѣра
Ассимиляція:	кислородъ	кислородъ	кислородъ
Выдѣленіе:	углекислота и вода	углекислота и вода	сѣрная кислота
Выдѣленіе энергіи:	свыше 6000 кал.	свыше 6000 кал.	2109 кал.

Болѣе, чѣмъ простую схему, этотъ обзоръ, конечно, не даетъ, и въ тѣхъ сомнѣніяхъ, какія могутъ быть вызваны тѣми или другими ея положеніями, предоставляется разобратъ уже самому мыслящему читателю. Зеленое растеніе, какъ извѣстно, получаетъ тотъ большой запасъ энергіи, въ которомъ оно нуждается для образованія углеводовъ изъ углекислоты и воды и который въ послѣдствіи утилизируются имъ въ процессѣ дыханія, отъ солнца. Метатрофныя бактеріи нуждаются въ органическомъ веществѣ, чтобы тотчасъ же воспользоваться заключенной въ немъ энергіей при посредствѣ процесса дыханія и, наконецъ, сѣро-бактеріи усваиваютъ съ незначительной затратой энергіи сѣру. При окисленіи сѣры образуется очень много свободной энергіи, которой, конечно, болѣе, чѣмъ достаточно для поддержанія жизни тѣмъ способомъ, какимъ оно осуществляется у этихъ бактерій, т.-е. на счетъ незначительныхъ количествъ жирныхъ кислотъ и амміака, которые должны быть переработаны въ живое вещество. По отношенію къ этимъ бактеріямъ можно даже думать о другомъ еще примѣненіи энергіи, въ особенности же съ тѣхъ поръ, какъ стали извѣстны нитрифицирующія бактеріи. Дѣйствительно, послѣднія ассимилируютъ углекислоту воздуха безъ участія солнечнаго свѣта, и нѣтъ ничего невозможнаго, что такую же способность обладаютъ и сѣро-бактеріи, которыя, окисляя сѣру, приобрѣтаютъ еще больше энергіи, чѣмъ нитрифицирующія бактеріи окисленіемъ азотистыхъ соединеній. Если бы подтвердилось это предположеніе, правда, нуждающееся еще въ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ, то получилась бы еще болѣе тѣсная связь съ цвѣтными сѣро-бактеріями, т.-е. *пурпурными* ¹⁾. У этихъ бактерій къ свойствамъ безцвѣтныхъ тіобактерій присоединяются еще и тѣ, которыя связаны съ краснымъ пигментомъ, *бактеріопурпуриномъ*. Спектръ поглощенія этого пигмента по тщательнымъ изслѣдованіямъ Энгельманна представляется въ высшей степени своеобразнымъ. На ряду съ сильнымъ поглощеніемъ красныхъ лучей между спектральными линиями В и С

¹⁾ *Engelmann*, Die Purpurbakterien und ihre Beziehungen zum Lichte, *Bott. Zeit.* 1888, и *Winogradsky*, см. примѣч. на стр. 115.

особенно поражаетъ въ этомъ спектрѣ сильное поглощеніе невидимыхъ ультракрасныхъ, т.-наз. темныхъ тепловыхъ лучей съ свѣтовой волной въ 0,8—0,9 μ . Бактеріоскопическимъ методомъ (стр. 110) Энгельманну удалось доказать, что даже въ этой невидимой части спектра выдѣляется кислородъ, что, слѣдовательно, пурпурными бактеріями энергія темныхъ тепловыхъ лучей утилизируется точно такъ же, какъ и энергія видимыхъ красныхъ. Здѣсь опять неожиданное обогащеніе общей физиологіи, явившееся результатомъ изученія бактерій. Такимъ образомъ, пурпурныя бактеріи получаютъ энергію двоякимъ путемъ: во-первыхъ, черезъ окисленіе сѣры, а во-вторыхъ, черезъ поглощеніе свѣта пигментомъ. Въ біологическомъ отношеніи это должно представлять громадное преимущество, потому что при истощеніи одного источника энергіи, напр., при недостаткѣ сѣроводорода, т.-е. тогда, когда безцвѣтныя сѣро-бактеріи должны, въ концѣ-концовъ, погибнуть, у пурпурныхъ можетъ выступить, вмѣсто недостающаго, другой, при благопріятныхъ же условіяхъ, наконецъ, они могутъ функционировать даже оба вмѣстѣ. Какіе продукты являются въ результатѣ ассимиляціи угольной кислоты воздуха, покажутъ будущія изслѣдованія; что же касается крахмала, то обнаружить его не удалось.

Пурпурныя бактеріи принадлежатъ къ числу самыхъ свѣточувствительныхъ, *фототактическихъ* организмовъ, какіе только извѣстны; уже незначительное ослабленіе яркости свѣта отталкиваетъ ихъ, незначительное усиленіе привлекаетъ. При частичномъ затемненіи поля зрѣнія микроскопа, можно быстро движущихся *Chromatia* собрать въ освѣщенномъ мѣстѣ, играющемъ въ этомъ случаѣ роль своеобразной свѣтовой западни. Значеніе сѣро-бактерій въ великомъ круговоротѣ вещества въ природѣ заключается въ томъ, что онѣ переводятъ сѣру сѣроводорода, непригоднаго для питанія зеленыхъ растений, въ прекрасно усвояемыя сѣрнокислыя соли, и такимъ образомъ столь обычный продуктъ гніенія мертвыхъ организмовъ, какъ сѣроводородъ, дѣлается снова годнымъ для созиданія новой жизни.

Не менѣе замѣчательнымъ оказывается питаніе *железо-*

бактерій (Ferrobakteria) ¹⁾, правда, изученныхъ еще очень мало; по своему прототрофному дыханію онѣ примыкають къ сѣро-бактеріямъ. Стоячая вода на болотистыхъ лугахъ часто покрывается тонкимъ, съ жирнымъ блескомъ, буроватымъ налетомъ; этотъ налетъ состоитъ, главнымъ образомъ, изъ гидрата окиси желѣза, съ примѣсью органическихъ остатковъ и фосфорнокислой окиси желѣза, и отлагается въ формѣ дерновой или болотной руды. Дѣйствиємъ возстановляющихъ веществъ, образующихся при гніеніи и тлѣніи, окисныя соединенія желѣза и особенно постоянно встрѣчающійся гидратъ окиси желѣза переводятся въ закисныя, которыя при дѣйствиіи угольной кислоты, содержащейся въ водѣ, переходятъ въ растворъ въ формѣ углекислой закиси желѣза. Достаточно уже атмосфернаго кислорода, чтобы это соединеніе медленно перевести обратно въ окись и такимъ образомъ заставить его отлагаться въ формѣ гидрата окиси. Такимъ образомъ, уже и по этому представленію живые организмы принимаютъ участіе въ образованіи желѣзныхъ рудъ, такъ какъ они являются возстановляющими факторами. Но Виноградскій показалъ, что и окисленіе углекислой закиси желѣза совершается не чисто минерально-химическимъ путемъ, по крайней мѣрѣ, не исключительно имъ, а несомнѣнно при содѣйствіи бактерій, такъ-наз. желѣзо-бактерій. Въ блестящихъ желѣзныхъ отложеніяхъ болотныхъ луговъ часто встрѣчается громадное количество короткихъ трубчатыхъ обломковъ влагалищъ невѣтвящейся нитчатой бактеріи, которую, пока что, можно назвать *Leptothrix ochracea*. Эти желтобурыя влагалища окрашиваются соляной кислотой и желтой кровяной солью въ ясный синій цвѣтъ; онѣ заключаютъ въ себѣ гидратъ окиси желѣза. Болотныя руды Сибири, Швеции и сѣверно-нѣмецкой низменности содержали, однако, изъ 34 пробъ только въ 3 значительныя количества такихъ бактеріальныхъ влагалищъ.

На ряду съ пустыми влагалищами постоянно встрѣчаются роскошно вегетирующія нитчатыя сплетенія *Leptothrix*'а, влагалища которыхъ еще сплошь выполнены цилиндрическими

¹⁾ *Winogradsky*, Ueber Eisenbakterien, Bot. Zeit. 1888; *Molisch*, Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena, 1892, стр. 60.

клетками или же только отчасти вследствие выхождения нѣкоторыхъ отдѣльныхъ члениковъ въ формѣ гонидій (какъ у *Cladotrix*). Если изъ желтобурыхъ влагалищъ живыхъ нитей извлечь желѣзо водой, насыщенной CO_2 , то они тогда обезцвѣчиваются; если же затѣмъ ихъ помѣстить въ слабый растворъ углекислой закиси желѣза, какимъ является по отношенію къ желѣзу болотная вода, то влагалища окрашиваются снова, но это окрашиваніе происходитъ только въ тѣхъ нитяхъ, гдѣ еще есть живые членики, опустѣвшіе же участки влагалищъ остаются безцвѣтными. Слѣдовательно, живая клетка бактерій несомнѣнно ускоряетъ окисленіе углекислой закиси желѣза, подобно тому, какъ ускоряетъ она окисленіе сѣроводорода у сѣро - бактерій, и, подобно послѣднимъ, желѣзо - бактеріи пріобрѣтаютъ этимъ путемъ энергію, хотя и въ меньшихъ количествахъ. Такъ какъ желтое окрашиваніе влагалищъ и клеточныхъ оболочекъ черезъ отложенія окиси желѣза происходитъ и у другихъ водныхъ растений, напр., *Cladotrix* и *Crenothrix* среди бактерій, у *Conferva* (*Psichohormium*) среди нитчатыхъ водорослей, то только дальнѣйшее изслѣдованіе можетъ показать, есть-ли основаніе для выдѣленія особой біологической группы желѣзо-бактерій. Углеродистое и азотистое питаніе этихъ бактерій также нуждается еще въ болѣе точныхъ опытахъ. По всей вѣроятности, онѣ окажутся прототрофными.

Съ нѣкоторымъ правомъ сюда можно было бы присоединить уксусныхъ бактерій, но лучше рассмотреть ихъ въ связи съ остальными бактеріями броженія.

ГЛАВА VIII.

Дѣйствіе физическихъ факторовъ. Свѣтъ, электричество, давленіе, температура и высушиваніе; физическая дезинфекція.

I Единственныя бактеріи, въ процессѣ питанія которыхъ свѣтъ играетъ такую же роль, какъ и у высшихъ растений,— это красныя или пурпурныя сѣро-бактеріи; въ самомъ дѣлѣ, при культурованіи въ комнатѣ, онѣ фототактически располагаются на освѣщенной сторонѣ стекляннаго сосуда, образуя здѣсь окрашенные налеты. Всѣ же остальные пигментныя бактеріи, являющіяся въ большинствѣ случаевъ лишь хромопарными (стр. 22), хотя и поглощаютъ своими пигментами опредѣленные лучи солнечнаго свѣта, тѣмъ не менѣе совершенно лишены способности ассимилировать угольную кислоту воздуха. У этихъ бактерій пигменты представляютъ собой только „случайно“ окрашенные продукты обмѣна веществъ и образуются въ равной степени какъ въ темнотѣ, такъ и на свѣту. Помѣщенные въ темноту такія пигментныя бактеріи не этиолируются, не обезцвѣчиваются, изъ чего уже одного можно заключить, что пигменты здѣсь не играютъ роли хроофилла.

Всѣ безцвѣтныя бактеріи растутъ одинаково хорошо какъ въ темнотѣ, такъ и при слабомъ освѣщеніи; если же освѣщеніе переходитъ извѣстный предѣлъ, то ростъ бактерій замедляется, и, наконецъ, продолжительное освѣщеніе можетъ даже вредно отразиться на развитіи бактерій въ нашихъ культурахъ. При оцѣнкѣ такихъ, производившихся въ большомъ количествѣ, опытовъ ¹⁾, не слѣдуетъ, однако, упускать изъ виду того, что въ искусственныхъ культу-

¹⁾ Цѣлый рядъ опытовъ относительно вліянія свѣта на бациллы тифа опубликовалъ *Janowski*, *Zur Biologie der Typhusbazillen*, *Centralbl. f. Bakter.*, VIII т., 1890; затѣмъ *Buchner*, *ibid.*, XI и XII.

рахъ, безразлично, будутъ-ли онѣ производиться съ жидкими или твердыми субстратами, въ стеклянныхъ сосудахъ или жестяныхъ ящикахъ, бактеріи лишены возможности скрыться отъ неподходящаго для нихъ освѣщенія и потому постепенно отмираютъ. Напротивъ, въ естественныхъ условіяхъ всѣ подвижныя бактеріи легко могутъ находить мѣста съ подходящимъ для нихъ освѣщеніемъ, такъ какъ уже микроскопическое водное растеніе (клѣтка водорослей), мельчайшая частичка ила даетъ обильное для нихъ затѣненіе. Такимъ образомъ, въ естественныхъ условіяхъ разсѣянный свѣтъ можетъ считаться совершенно безвреднымъ. Даже прямой солнечный свѣтъ, который дѣйствуетъ на бактеріи въ культурахъ гораздо сильнѣе, чѣмъ диффузный, и тотъ въ естественныхъ условіяхъ можетъ лишь ослаблять ростъ бактеріи и воспрепятствовать ихъ развитію въ мѣстахъ, совершенно незатѣненныхъ, вѣрнѣе сказать, незатѣненныхъ для бактеріи, или же лишь удалить ихъ отсюда, но не можетъ, во всякомъ случаѣ, оказать смертельныхъ дѣйствій въ такихъ широкихъ размѣрахъ, какъ это, напр., необходимо было бы при такъ-наз. самоочищеніи рѣкъ ¹⁾. Непосредственное освѣщеніе культуръ убиваетъ клѣтки и споры бактеріи уже въ теченіе немногихъ часовъ, причемъ активную роль играетъ здѣсь не теплота, а именно свѣтъ. Что это дѣйствительно такъ, можно видѣть изъ опытовъ съ двустѣнными колоколами, наполненными или растворомъ двуххромокалиевой соли для устраненія болѣе преломляемыхъ лучей, или амміачнымъ растворомъ окиси мѣди для поглощенія желтыхъ и красныхъ лучей. Подъ колоколомъ съ растворомъ двуххромоксида калия питательный бульонъ, только-что зараженный тифозными бактеріями и подвергнутый прямому дѣйствию солнечнаго свѣта, уже черезъ 8 часовъ оказывался сильно помутившимся,

¹⁾ По мнѣнію *Буэнера* (Centralbl. f. Bakt., XI, стр. 782), дѣйствіе свѣта на бактеріи, важныхъ въ гигиеническомъ отношеніи (тифа, холеры, возбудители гніенія), имѣетъ рѣшающее значеніе при самоочищеніи рѣкъ и озеръ. *Буэнеръ* предлагаетъ даже особые цементированные водоемы, въ которыхъ слѣдуетъ дезинфицировать солнечнымъ свѣтомъ городскія сточныя воды, прежде чѣмъ спускать ихъ въ рѣки. Но въ такомъ случаѣ пришлось бы устранить возможность затѣненія бактеріи, хотя бы оно обуславливалось трещинами и неровностями цементнаго слоя.

тогда какъ въ синихъ лучахъ, прошедшихъ черезъ амміачную окись мѣди, онъ черезъ 5 дней оставался совершенно прозрачнымъ. Слѣдовательно, вредное дѣйствіе инсоляціи и свѣта вообще обусловливается, если исключить встрѣчающіяся случайно неблагоприятныя измѣненія субстрата, болѣе преломляемыми лучами, обладающими рѣзко выраженными фотохимическими свойствами. Эти же лучи препятствуютъ образованию споръ и у одного изъ самыхъ обыкновенныхъ плѣсневыхъ грибовъ (*Botrytis cinerea*), почему онъ можетъ развивать ихъ только ночью. Другіе же грибы, напротивъ, для образования споръ нуждаются въ свѣтѣ; въ темнотѣ они этиолируются подобно зеленымъ растеніямъ, таковы, напр., постоянно встрѣчающійся на лошадиномъ пометѣ, достигающій величины 1—2 mm *Pilobolus*, отличающійся способностью отбрасывать свои созрѣвшіе спорангіи иногда на высоту болѣе одного метра, и появляющійся на томъ же навозѣ, но всегда позднѣе, такъ-наз. черный пластиночникъ (*Coprinus*). Отсюда слѣдуетъ, что нельзя установить какихъ-либо общихъ законовъ относительно дѣйствія свѣта на безцвѣтные грибы ¹⁾. Возможно, что и помимо пурпурныхъ бактерій вмѣстѣ съ принадлежащей къ нимъ чрезвычайно чувствительной къ свѣту *Bacterium photometricum* Энгельманна существуютъ еще и другія любящія свѣтъ бактеріи. Во всякомъ случаѣ, искусственныя культуры бактерій слѣдуетъ помѣщать или въ темноту, или же, по крайней мѣрѣ, защищать ихъ отъ слишкомъ яркаго освѣщенія; слабый дневной свѣтъ не вреденъ. Для дезинфекціонныхъ же цѣлей въ широкихъ размѣрахъ свѣтъ, даже прямой солнечный, оказывается непригоднымъ.

Сильные электрическіе токи ²⁾ убиваютъ бактеріи, причемъ протоплазма несомнѣнно претерпѣваетъ такія же измѣненія, какъ и протоплазма другихъ растительныхъ клѣтокъ. Электрическій токъ на ряду съ такимъ непосредственнымъ дѣй-

¹⁾ Относительно вліянія свѣта на грибы ср. ав.: *Klein*, Ueber die Ursachen der ausschliesslich nächtlichen Sporenbildung *Botrytis cinerea*, Bot. Zeit. 1885. *Brefeld*, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, 3 Heft, стр. 87 (*Coprinus*); 4 Heft, стр. 76 (*Pilobolus*).

²⁾ *Cohn* и *Mendelsohn*, Ueber die Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Vermehrung der Bakterien Beitr. Z. Biol., III, 1883.

ствиемъ можетъ, кромѣ того, оказать вредное вліяніе на бактерій соотвѣтствующимъ повышеніемъ температуры, въ особенности же электролитическимъ разложеніемъ питательной среды. Эти побочныя дѣйствія представляютъ большія затрудненія въ смыслѣ примѣненія электрическаго тока для дезинфекціи пищевыхъ веществъ; не вполне они устранены и въ винокуренномъ производствѣ ¹⁾, въ которомъ съ цѣлью подавить дѣятельность бактерій, не повреждая въ то же время самихъ алкогольныхъ дрожжей, пытались примѣнять токъ около 5 амперъ.

Относительно слабыхъ токовъ можно предполагать, что дѣйствіе ихъ на подвижныхъ бактерій то же, что и на инфузорій и другихъ подвижныхъ организмовъ ²⁾, которые подъ вліяніемъ такихъ токовъ гальванотропически скопляются на катодѣ (отрицательный полюсъ). Если при помощи коммутатора измѣнить направленіе тока, то инфузоріи съ большей или меньшей быстротой поворачиваются на 180°, помѣщаются своей осью по направленію тока и спѣшатъ къ новому отрицательному полюсу. Специальныхъ опытовъ съ бактеріями, для которыхъ точное наблюденіе явленій гальванотропизма чрезвычайно затрудняется незначительностью ихъ размѣровъ, произведено не было совсѣмъ.

Рентгеновскіе лучи ³⁾ въ точныхъ опытахъ не оказывали никакого дѣйствія на бактерій, не задерживали даже развитія ихъ и преждевременные толки о возможности внутренней дезинфекціи больного организма X-лучами такъ и остались пустыми разговорами; даже по отношенію къ высшимъ растениямъ до сихъ поръ не наблюдалось какихъ-либо опредѣленныхъ дѣйствій рентгеновскихъ лучей.

Высокое давленіе ⁴⁾, доведенное даже до 600 атмосферъ, не въ состояніи было ни убить, ни ослабить споры бактерій

1) *Moller*, рефераты въ *Centralbl. f. Bakt.*, 2 отд., I т., стр. 294 и 753, и оригиналь, *ibid.*, III т., 1897.

2) Справ. *Verworn*, *Psycho-physiologische Protistenstudien*. Jena, 1889.

3) *Wittlin*, *Centralbl. f. Bakterien*, 2 отд., II т., 1896, стр. 676.

4) *Certes*, *De l'action des hautes pressions sur les phénomènes de la putréfaction et sur la vitalité des microorganismes d'eau douce et d'eau de mer*. *Comptes rendus* Париж. акад. 1884, 99. т., стр. 385. (*Рэф. Bot. Zeit.* 1885).

сибирской язвы въ теченіе 24 часовъ. Спиртовое броженіе и гненіе происходило еще при 300—500 атмосферахъ давленія. Если вычислить давленіе, которое при этомъ приходится на одну бактерію сибирской язвы (длина ея 5 μ , ширина 1 μ), то получаютъ поразительно малыя числа: при 500 атмосферахъ давленіе на одну клѣтку равняется лишь около 80 миллиграммовъ. На самой значительной морской глубинѣ (7086 метровъ) одинъ коккъ съ діаметромъ въ 2 μ находился бы подъ давленіемъ около 90 миллиграммовъ. Вообще говоря, и невозможно составить себѣ яснаго представленія о томъ, насколько данными, полученными изъ опытовъ съ крупными животными, можно руководствоваться при оцѣнкѣ явленій въ царствѣ безконечно малыхъ существъ. Пока что, повидимому, нѣтъ основанія приписывать бактеріямъ особенно большой выносливости по отношенію къ давленію. Сила тяжести не оказываетъ на бактерій какого-нибудь дѣйствія, которое соотвѣтствовало бы явленіямъ геотропизма и геотаксиса высшихъ растений.

Подобно растеніямъ и холоднокровнымъ животнымъ, бактеріи принадлежатъ къ числу организмовъ, температура тѣла которыхъ соотвѣтствуетъ приблизительно температурѣ окружающей среды, повышаясь и понижаясь вмѣстѣ съ ней; въ этомъ смыслѣ бактеріи являются организмами *пойкилотермическими*. Что касается зависимости бактерій отъ *температуры*¹⁾, то она выражается и у нихъ тѣми тремя *кардинальными* точками: *minimum*, *optimum*, *maximum*, которыя вообще можно установить для каждаго организма, въ томъ числѣ и для теплокровныхъ. Различныя жизненныя отправленія, одна-

1) Литература, касающаяся отношенія бактерій къ температурѣ, разрослась до необычайныхъ размѣровъ, такъ какъ почти каждая работа, въ которой упоминаются новыя формы бактерій, указываетъ также требованія, предъявляемыя бактеріями къ температурѣ. Начало для этихъ изслѣдованій положилъ ботаникъ *Конъ* (Untersuchungen über Bakterien, IV, въ Beitr. Z. Biol., II т., 1876), который, опираясь, въ свою очередь, на старые опыты изслѣдователей по вопросамъ первичнаго зарожденія и физиологіи растений, впервые экспериментальнымъ путемъ доказалъ устойчивость бактеріальныхъ споръ (сѣвной бактеріи) по отношенію къ кипяченію. Благодаря *Роберту Коху*, возрѣнія растительной физиологіи перешли также въ бактеріологію медицинскую (Beitr. Z. Biol., II т.).

ко, зависятъ не въ одинаковой мѣрѣ отъ температуры; одно требуетъ болѣе высокой, другое болѣе низкой. Такимъ образомъ, для роста, движенія, спорообразования и прорастанія споръ, для броженія и образования токсиновъ у бактерій можно было бы установить свои кардинальныя точки. Хорошее представленіе даетъ соотношеніе между температурой и ростомъ, который у одноклѣточныхъ организмовъ, каковы бактеріи, совпадаетъ съ размноженіемъ. Приводимыя ниже кардинальныя точки относятся къ росту. Minimum'омъ называется та низшая температура, при которой бактеріи только-что начинаютъ расти, хотя бы и очень скудно и медленно. Optimum выражаетъ температуру наилучшей вегетации. Наконецъ, maximum представляетъ собой высшую температуру, которая можетъ еще переноситься бактеріями безъ полного прекращенія роста. Само собой разумѣется, что приведенныя ниже цифровыя данныя могутъ подвергаться небольшимъ колебаніямъ.

	Minimum.	Optimum.	Maximum.
Проростки пшеницы	5—7°C.	20°C.	42,5°C.
„ тыквы.	13,7	33,7	46,2
Bacillus Anthracis.	14	37	45
Туберкулезная бацилла	30	38	42
Bacillus thermophilus	42	63—70	72
Bacillus subtilis.	6	30	50
Bacillus fluorescens liquaefaciens.	5—6	20—25	38
Bacillus phosphorescens.	0	20	38

Проростки пшеницы и встрѣчающіяся у насъ въ естественныхъ условіяхъ метатрофныя бактеріи (*Bac. subtilis*, *liquaefaciens*) предъявляютъ приблизительно одинаковыя требованія къ температурѣ, тогда какъ повышение кардинальной точки у тыквы указываетъ на ея болѣе теплую, правда, до сихъ поръ точно неизвѣстную родину. Довольно близко къ ней стоятъ *Bac. Anthracis* и вибрионъ холеры (optim. 30—40°). Очень низко лежитъ minimum у свѣтящихся бактерій, которыя, какъ обитатели сѣверныхъ морей (Балтійское море), и не могли бы жить здѣсь, будь онѣ болѣе требовательны къ температурѣ. Прямую противоположность этимъ бактеріямъ представляетъ собой въ высшей степени удивительный *Bacillus thermophilus*,

являющийся представителемъ новой біологической группы — термофильныхъ бактерій. Въ самыхъ тѣсныхъ предѣлахъ температуры заключенъ ростъ туберкулезной бациллы; ея minimum и maximum отдѣлены промежуткомъ лишь въ 12°; выражаясь языкомъ, принятымъ въ біологіи животныхъ, ее слѣдуетъ назвать *стенотермической*. Всѣ настоящіе паразиты теплокровныхъ животныхъ, какъ возбудители дифтерита, триппера, оказываются *стенотермическими* организмами. Напротивъ того, всѣ метатрофныя бактеріи принадлежатъ къ *эвритермическимъ* организмамъ, т.-е. онѣ живутъ даже при значительныхъ отклоненіяхъ отъ оптимальной температуры; интервалъ между maximum'омъ и minimum'омъ достигаетъ у нихъ 30° и болѣе. Если какая-нибудь бактерія, патогенная по отношенію къ теплокровнымъ животнымъ, оказывается эвритермической, какъ, напр., *Bacillus Anthracis*, то является вообще весьма вѣроятнымъ, что она въ нашемъ климатѣ живетъ также и метатрофно.

На первый взглядъ представляется весьма страннымъ, что *термофильныя* ¹⁾ бактеріи широко распространены у насъ; такъ, было выдѣлено большое количество отдѣльныхъ видовъ изъ почвы, изъ сточныхъ и kloачныхъ водъ. Теперь является вопросъ, гдѣ находятъ эти столь требовательныя, большей частью неподвижныя палочки съ хорошо выраженнымъ спорообразованіемъ подходящія условія для своего развитія? Прежде всего слѣдуетъ указать на то, что при продолжительной инсоляціи почва нагрѣвается даже въ нашемъ климатѣ иногда до 70°, что, конечно, можетъ способствовать временному размноженію термофильныхъ бактерій. Чаше же эти удивительные организмы находятъ условія, позволяющія имъ развиваться въ гниющемъ навозѣ, который при своемъ разложеніи сильно нагрѣвается, равно какъ и при броженіяхъ другихъ веществъ. Но, несмотря на все это, термофильныя бактеріи, понятнымъ образомъ, часто бывають обречены на очень продолжительный періодъ покоя. Maximum и даже opti-

¹⁾ *Miquel, P.*, Annaires de l'observatoire de Montsouris 1881 и Monographie d'un bacille vivant au delà de 70 centigrades (*Bac. thermophilus*) въ Annales de Micrographie, I, 1888 (реф. Centralbl. f. Bact., 5 т., 1889.); затѣмъ *Globig*, Zeitschr. f. Hygiene, III т., 1888, *Rabinowitsch*, ibid., XX т.

мин температуры для *Bac. thermophilus* равняется температурѣ свертыванія нѣкоторыхъ бѣлковыхъ веществъ. Такъ какъ для того же бѣлка эта температура колеблется въ широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ реакціи раствора и нѣкоторыхъ другихъ условій, то съ этой точки зрѣнія термофильныя бактеріи принадлежатъ къ числу совершенно непонятныхъ чудесъ природы. Въ горячихъ источникахъ Искіи, въ fumarоллахъ близъ Неаполя при 60°С и выше живутъ низшіе организмы; въ стокахъ Карлсбадскаго Шпруделя при 54° развивается плотный налетъ безцвѣтныхъ нитчатыхъ бактерій (*Leptothrix*), въ сообществѣ съ зелеными осцилляріями. Слѣдовательно, „приспособленность“ къ высокимъ температурамъ не ограничивается однѣми термофильными бактеріями; кромѣ того, извѣстны также ракообразныя и личинки насекомыхъ въ качествѣ весьма оживленныхъ обитателей источниковъ съ температурой выше 60°.

Въ зависимости отъ высоты оптимальной температуры всѣ бактеріи распадаются на двѣ большія группы: первую составляютъ бактеріи, которыя лучше всего растутъ при комнатной температурѣ (20°С) (*Bac. fluorescens*, *phosphorescens*, *prodigiosus* и многія другія изъ метатрофныхъ), и вторую — тѣ, которыя требуютъ болѣе высокой температуры. Для полученія постоянной температуры пользуются особыми нагрѣвательными шкафами, которые въ настоящее время можно имѣть въ большомъ разнообразіи и совершенствѣ, съ *терморегуляторами*; они допускаютъ весьма точную установку желаемой температуры и даютъ колебанія только въ 0,1—0,5°. Еще большія удобства представляетъ комната съ постоянной высокой температурой (37,5°). Эти практическіе вопросы обстоятельно разбираются въ руководствахъ, указанныхъ въ примѣчаніи на стр. 2.

Когда температура приближается къ *minimum*'у или *maximum*'у, тогда не только сильно понижается ростъ, но и всѣ функции ослабѣваютъ. Въ особенности продолжительное культивированіе около максимальной температуры причиняетъ тяжелья поврежденія, отъ которыхъ бактеріи оправляются лишь очень медленно, даже если ихъ снова помѣстить въ оптимальныя условія. Ослабленіе патогенныхъ бактерій въ цѣляхъ

иммунизации (ср. лекц. III и XVII) представляет примѣръ такого дѣйствія повышенной температуры.

Всѣ пойкилотермическіе организмы могутъ очень хорошо переносить *низкія температуры*, даже лежащія значительно ниже *minimum'a*, причемъ эти организмы впадаютъ въ оцѣпенѣніе, зимній покой. Въ свою очередь, и бактерии выносятъ, можно почти сказать, какую угодно температуру ниже 0° . Палочки сибирской язвы, не содержащія споръ, отмираютъ только послѣ непрерывнаго пребыванія при $-26,8^{\circ}$ въ теченіе болѣе чѣмъ 12 дней, споры же сибирской язвы не теряли еще своей способности прорастанія и сохраняли свои патогенныя свойства даже послѣ того, какъ подвергались въ теченіе 20 часовъ дѣйствію температуры -130° . Продолжительное пребываніе во льду, повторное оттаиваніе и замораживаніе бактерий могутъ переносить въ продолженіе недѣль и мѣсяцевъ; въ этомъ отношеніи онѣ не представляютъ чего-либо особеннаго по сравненію съ водными растеніями (водоросли и т. п.). Поэтому нашъ зимній холодъ недостаточенъ для уничтоженія бактерий, и самая низкія, искусственно получаемыя температуры непримѣнимы для дезинфекціи ¹⁾.

Повышеніе температуры за тахітит быстро влечетъ за собой смерть, главнымъ образомъ, вслѣдствіе свертыванія протоплазмы. Поэтому достаточно уже 10-ти минутнаго нагрѣванія до $50-60^{\circ}$ для того, чтобы уничтожить богатыя сокомъ клѣтки всѣхъ бактерий безъ споръ. При 70° онѣ погибаютъ уже черезъ 5 минутъ. На этомъ основывается т.-наз. *пастеризація* (нагрѣваніе до 70° въ теченіе 30 минутъ), примѣняемая въ широкихъ размѣрахъ на практикѣ для консервированія пищевыхъ средствъ и напитковъ, а также и при приготовленіи пива и вина. Подобно пастеризации, и фракціонированная стерилизація такихъ питательныхъ субстратовъ, которые не могутъ быть нагрѣты безъ вреда до 100° , какова, напр., кровяная сыворотка, стремится уничтожить только клѣтки, не содержащія споръ. При такомъ способѣ стерилизаціи необходимо лишь заботиться о томъ, чтобы не убитыя

¹⁾ Относительно низкихъ, искусственно получаемыхъ температуръ и ихъ дѣйствія на различные организмы ср. *Welter*, Die tiefen Temperaturen, ihre künstliche Erzeugung и т. д., Krefeld, 1895.

споры успѣли прорасти и чтобы ихъ свободное отъ споръ потомство могло быть уничтожено при одномъ изъ послѣдующихъ нагрѣваній, пока, въ концѣ-концовъ, быть можетъ, послѣ 5—6 разъ не будетъ достигнута полная стерильность.

Гораздо устойчивѣе оказываются споры ¹⁾, и тѣмъ устойчивѣе, чѣмъ онѣ суше. Впрочемъ, въ послѣднемъ обстоятельстве не слѣдуетъ искать какихъ-либо своеобразныхъ особенностей бактеріальныхъ споръ, потому что всякая покоящаяся протоплазма при незначительномъ содержаніи воды оказывается очень устойчивой. Хлѣбныя зерна, высушенные подъ эксикаторомъ до постоянного вѣса, переносили въ теченіе нѣсколькихъ часовъ дѣйствіе сухого жара въ 100—110°, не теряя при этомъ своей всхожести. Въ этомъ отношеніи они немного уступаютъ абсолютно сухимъ спорамъ сибирской язвы, которыя погибаютъ лишь послѣ трехчасового нагрѣванія до 140°. Если бы съ помощью сухого жара мы захотѣли при стерилизаціи или дезинфекціи уничтожить всѣ споры, то это оказалось бы, конечно, совершенно невозможнымъ безъ поврежденія или полнаго уничтоженія многихъ вещей. Сухой жаръ съ хорошимъ результатомъ примѣняется, главнымъ образомъ, для стерилизаціи стеклянныхъ приборовъ, предназначенныхъ для культивированія бактерій, тогда какъ для стерилизаціи хирургическихъ инструментовъ и перевязочныхъ средствъ приходится предпочитать кипящую воду и текучій паръ. Въ настоящее время сотни стерилизаціонныхъ аппаратовъ ежедневно работаютъ въ интересахъ страждущаго человѣчества (Asepsis, стр. 153).

Споры погибаютъ быстрѣе, если онѣ нагрѣваются въ жидкостяхъ; правда, чтобы быть увѣреннымъ въ томъ, что споры такихъ стойкихъ бактерій, каковы сѣнная бактерія и родственные ей виды, окончательно уничтожены, приходится вести нагрѣваніе въ теченіе довольно продолжительнаго времени (болѣе 1 часа), если только мы хотимъ стерилизацію произвести температурой кипящей воды. Споры сибирской язвы безусловно погибаютъ въ кипящей водѣ въ тече-

¹⁾ См. примѣч. на стр. 128.

ніе 2—5 минутъ, хотя не слѣдуетъ упускать изъ виду, что нѣкоторыя споры отмираютъ лишь спустя 10—12 минутъ.

Влажные сѣмена растений погибаютъ во всякомъ случаѣ гораздо скорѣе, и притомъ при температурахъ, лежащихъ ниже температуры кипѣнія воды. Чѣмъ обуславливается такое свойство бактеріальныхъ споръ, это не вполне еще извѣстно; по всей вѣроятности, оно обуславливается значительной вязкостью какъ самой протоплазмы, такъ и весьма малой проницаемостью оболочки споръ. Если послѣднее вѣрно, то споры набухаютъ въ кипящей жидкости весьма медленно, и ихъ протоплазма лишь постепенно настолько пропитывается водой, что не въ состояніи уже выдерживать дѣйствія высокой температуры. Въ этомъ отношеніи споры первое время въ кипящей водѣ остаются до извѣстной степени сухими. Этотъ взглядъ пріобрѣтаетъ нѣкоторую вѣроятность, если мы вспомнимъ, что споры сѣнной бактеріи безъ особой предварительной обработки прорастаютъ очень медленно, такъ что проходитъ много часовъ, прежде чѣмъ онѣ, впитывая въ себя воду, набухаютъ и утрачиваютъ свой блескъ. Быстрѣе протекаетъ эта первая стадія прорастанія, если споры предварительно были прокипячены въ теченіе 5 минутъ. Отсюда слѣдуетъ, что оболочка, повидимому, весьма малопроницаема для воды. То же самое извѣстно относительно оболочекъ покоящихся споръ у грибовъ и водорослей. Покоящіеся стадіи другихъ низшихъ организмовъ, каковы амёбы, инфузоріи и Flagellata, которыя съ этой точки зрѣнія еще не были изслѣдованы, навѣрное, будутъ относиться точно такъ же, какъ и споры бактерій.

Стерилизація кипяченіемъ различныхъ вареныхъ въ сахарѣ фруктовъ, сохраняемыхъ въ сосудахъ, плотно закупоренныхъ, общеизвѣстна и примѣняется уже съ прошлаго столѣтія. Здѣсь не мѣсто входить въ разсмотрѣніе разнообразныхъ усовершенствованій, каковы, напр., примѣненіе текучаго пара въ коховскомъ паровомъ котлѣ, примѣненіе сжатого пара, который при 140° уничтожаетъ самыя устойчивыя споры въ одну минуту. Этими аппаратами пользуются въ бактеріологической technikѣ для стерилизаціи питательныхъ субстратовъ. Какого высо-

каго развитія достигли эти физическіе методы стерилизаціи, служащіе различнымъ санитарно-полицейскимъ цѣлямъ, можно узнать изъ любого руководства по гигиенѣ.

Съ недостаткомъ воды и полнымъ высыханіемъ приходится бороться различнымъ растеніямъ не только въ степяхъ и пустыняхъ, но и въ нашей флорѣ. Такъ, мхи и лишай, поселившіеся на обнаженныхъ скалахъ, высыхаютъ до степени хрупкихъ, растирающихся въ порошокъ массъ и впадаютъ въ состояніе покоя (*Trockenruhe*), однако, сохраняя способность къ дальнѣйшему развитію въ теченіе нѣсколькихъ недѣль. Водоросли въ нашихъ болотахъ или на періодически увлажняемой почвѣ могутъ также по недѣлямъ и мѣсяцамъ противостоятъ засухѣ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ у мховъ, лишайевъ и водорослей, у степныхъ и пустынныхъ растеній впадаетъ въ состояніе покоя цѣликомъ все вегетативное тѣло (вегетативный покой). Это состояніе они могутъ переносить безъ ущерба въ теченіе продолжительнаго времени, хотя и не слишкомъ долго. Даже животныя организмы, какъ коловратки (*Rotatoria*), тихоходки (*Tardigrada*) и мелкіе черви (*Anguillula*), могутъ по недѣлямъ и мѣсяцамъ лежать въ высушенномъ видѣ, а при увлажненіи снова пробуждаются къ жизни.

Гораздо надежнѣе, однако, борются организмы съ продолжающейся долгое время засухой при помощи особыхъ покоящихся состояній, каковы споры, цисты и сѣмена, т.е. находясь въ стадіи сѣменного покоя. Такъ, споры хлѣбной головни (*Ustilago carbo*) не теряютъ способности къ прорастанію въ водѣ и послѣ 7—10-ти лѣтняго лежанія въ сухомъ видѣ въ гербаріяхъ; хлѣбныя зерна прорастаютъ очень хорошо спустя 10 лѣтъ, а многія сохраняютъ эту способность даже въ теченіе 20 лѣтъ, если только они тщательно были защищаемы отъ случайнаго увлажненія. Но это покоящееся состояніе сѣмянъ, однако, не безпредѣльно; и пресловутое прорастаніе пшеницы, пролежавшей тысячи лѣтъ въ египетскихъ усыпальницахъ, на которое смотрѣли съ удивленіемъ, какъ на чудо, относится къ области фантазіи.

Подобно этому, и споры бактерій, напр., сибирской язвы, еще прорастали, пролежавши въ сухомъ видѣ въ тече-

ніе 20 лѣтъ. Слѣдовательно, покоющееся состояніе сѣмянъ, правильнѣе споръ, распространяется и у бактерій на такіе же періоды, какъ и у сѣмянъ растений, и точно такъ же, какъ у нихъ, сокращается вслѣдствіе увлаженія или сырости окружающей атмосферы.

Въ стадіи вегетативнаго покоя ¹⁾ бактеріи также могутъ противостоятъ высушиванію; высушенные на воздухѣ палочки туберкулеза сохраняютъ способность развитія въ теченіе цѣлыхъ недѣль, равно какъ палочки дифтерита и тифа и высушенные въ пыль гнойные кокки (стафилококки). Напротивъ, настоящія водяныя бактеріи, каковъ, напр., вибрионъ азиатской холеры, могутъ противостоятъ недостатку воды лишь короткое время, 2—5 часовъ. Относительно значенія этого болѣе короткаго или болѣе продолжительнаго вегетативнаго покоя высушенныхъ въ пыль бактерій для инфекціонныхъ болѣзней ср. лекціи XV и XVI.

Для искусственной дезинфекціи высушиваніе не годится, тогда какъ въ природной дезинфекціи, напротивъ, оно является главнымъ факторомъ, мало-по-малу уничтожающимъ безчисленныя, высушенныя въ пыль тѣла бактерій. Если бактеріи въ такомъ высушенномъ состояніи, при случайномъ, продолжающемся нѣсколько дней увлажненіи, находятъ себѣ нужныя питательныя вещества, тогда онѣ снова размножаются, чтобы потомъ снова впасть въ состояніе вегетативнаго покоя. Поэтому, въ естественныхъ условіяхъ, высохшія выдѣленія больныхъ, почва, загрязненная органическими веществами, съ трудомъ или совершенно недоступны естественной дезинфекціи черезъ высыханіе.

¹⁾ Опытовъ съ высушиваніемъ патогенныхъ бактерій было произведено очень много; въ основѣ ихъ лежатъ также изслѣдованія *Кона* въ области физиологіи растений въ Beitr. z. Biol., а также *Eidam'a*, Die Einwirkung verschiedener Temperaturen und des Eintrocknens auf die Entwicklung von Bacterium termo, Beitr. z. Biol. I т., 1875.

IX.

Дѣйствіе химическихъ реактивовъ.

Хемотаксисъ и химическая "дезинфекція".

Изслѣдуя загнившую воду, не рѣдко можно видѣть, какъ бактеріи и различныя Protozoa (Infusoria, Flagellata) густыми роями собираются вокругъ мелкихъ кусковъ и клочьевъ гнѣющихъ веществъ, какъ будто ихъ привлекаютъ эти остатки, дающіе имъ различныя питательныя вещества, — словомъ, здѣсь наблюдается явленіе, сходное съ тѣмъ, когда рыбы поспѣшно направляются къ кускамъ брошеннаго хлѣба или когда муравьи разыскиваютъ тлей. То, что у этихъ животныхъ обозначается словомъ „инстинктъ“ и подъ этимъ именемъ находитъ благосклонный пріемъ даже у антропоморфиста, то же самое и съ такой же пунктуальностью выполняютъ одноклѣточные бактеріи. Можетъ быть, и у нихъ есть инстинктъ? Это было бы во всякомъ случаѣ удивительно.

Точнѣе такого рода свойства низшихъ организмовъ впервые были изучены Сталемъ ¹⁾ на плазмодіяхъ слизистыхъ грибовъ (Mucomycetes). Оказалось, что одностороннимъ притокомъ питательныхъ веществъ можно привлекать значительныя массы голой протоплазмы, другими словами, протоплазма оказалась способной къ трофотропизму. Названіе трофотропизмъ, т.-е. привлеченіе питательнымъ субстратомъ, казалось вполне подходящимъ выраженіемъ для такого рода явленій. Одновременно съ этимъ Пфефферъ ²⁾ изслѣдовалъ съ болѣе об-

¹⁾ *Stahl*, Zur Biologie der Mucomyceten, Bot. Zeit. 1884 (стр. 156, трофотропизмъ).

²⁾ *Pfeffer*, W., Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische

щей точки зрѣнія аналогичныя явленія раздраженія химическими реактивами на бактеріяхъ, Protozoa и сперматозоидахъ высшихъ тайнобрачныхъ (мхи, папоротники). Въ результатѣ онъ установилъ, что степень питательности веществъ не всегда и не исключительно является опредѣляющимъ факторомъ, но что рѣшающее значеніе могутъ имѣть здѣсь свойства, коренящіяся въ химической природѣ дѣйствующаго вещества и, пока что, недоступныя еще дальнѣйшему расчлененію, и ввелъ общеупотребительное нынѣ обозначеніе *хемотаксисъ* для такого рода явленій.

Для того, чтобы быстро и безошибочно вызвать хемотаксисъ бактерій, пользуются слѣдующимъ методомъ Пфеффера: короткую ($\frac{1}{2}$ —1 сант.) капиллярную трубочку, запаянную съ одного конца, наполняютъ до половины испытуемымъ растворомъ, напр., 5% слабощелочнымъ растворомъ либиховскаго экстракта или пептона, и, тщательно обмывши ее снаружи, вносятъ въ открытую каплю воды, въ которой находится такое количество хорошо движущихся бактерій, что она кажется слегка мутной. Уже по прошествіи очень короткаго времени, 5—10 секундъ, бактеріи начинаютъ собираться около отверстія капиллярной трубочки, а черезъ нѣсколько минутъ количество ихъ возрастаетъ до того, что около отверстія образуется сплошная масса бактерій, а затѣмъ онѣ начинаютъ проникать даже и внутрь самой трубочки (рис. 18 а). Движеніе бактерій, разъ только онѣ попадаютъ въ область диффузіи пептона, становится оживленнѣе и около входа въ капилляръ переходитъ въ безтолковое круженіе. Питательное вещество сообщаетъ силу для оживленныхъ колебаній жгутовъ. Если затѣмъ наложить на каплю воды покровное стеклышко и тѣмъ самымъ преградить доступъ воздуха, тогда представляется случай наблюдать другой видъ хемотаксиса, а именно проникшія въ капилляръ бактеріи мало-по-малу начинаютъ пробираться въ передній его конецъ, куда привлекаетъ ихъ воздухъ, заключающійся въ верхней

Reize, Untersuchungen aus dem botan. Institut Tübingen, 1 т., 1884, и Ueber chemotaktische Bewegungen von Bacterien, Flagellaten und Volvocineen, ibid., II т., 1888. Въ указанныхъ двухъ основныхъ работахъ находится также подробное разсмотрѣніе закона Вебера и явленій хемотаксиса.

части капиллярной трубочки. Примерно через полчаса верхний слой пептонного раствора, соприкасающийся съ воздухомъ, находящимся въ капиллярѣ, плотно закупоривается пробкой, состоящей изъ оживленно двигающихся бактерій (рис. 18 б). Оба явленія, наблюдаемые въ этомъ опытѣ, т.-е. притягивающее дѣйствіе воздуха и такое же дѣйствіе мясного экстракта или пептона, можно было бы толковать, какъ случай трофотропизма, такъ какъ хемотаксисъ выражается здѣсь еще не вполне ясно. Однако, такое же направляющее дѣйствіе и въ такой же степени обнаруживаютъ и чистые растворы солей, напр., 1,9% хлористаго калия, и также увлекаютъ бактерій въ капилляры; въ слабой степени это дѣйствіе

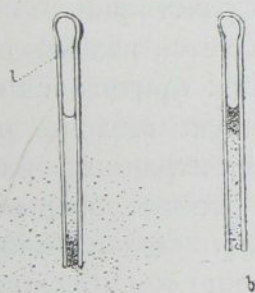


Рис. 18. Хемотаксисъ. а Часть капли воды съ *Bacillus fluorescens liquefaciens* и съ запаяннымъ сверху капилляромъ, отчасти наполненнымъ 5% слабо-щелочнымъ растворомъ пептона; при 1 пузырекъ воздуха. Приблизительно 4 мин. спустя послѣ внесенія капилляра, сильное положительное хемотактическое скопление бактерій въ отверстіи капилляра, б $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ часа позднѣе, самая густая масса бактерій, вслѣдствіе потребности въ кислородѣ, собралась около пузырька воздуха въ верхней части капилляра. Съ натуры. Увелич. 50

сказывается даже при разжиженіи растворовъ до содержанія КСІ въ 0,019%. Изъ щелочей самый сильный хемотаксисъ вызываетъ калий, за нимъ слѣдуетъ натрій, рубидій и т. д. Слабѣе дѣйствуютъ окиси щелочно-земельныхъ металловъ. Главную роль въ хемотактическомъ дѣйствіи солей играетъ ихъ электроположительная часть, тогда какъ дѣйствіе кислоты отступаетъ на второй планъ. Ближайшее знакомство съ этими и многими интересными частностями можно найти въ работѣ Пфелфера.

Между органическими соединеніями, являющимися одновременно и прекрасными питательными веществами, и хоро-

шими источниками энергіи, очень сильно привлекаетъ бактерій пептонъ, аспарагинъ, между тѣмъ какъ сахаръ, занимающій, какъ источникъ энергіи, первое мѣсто, дѣйствуетъ лишь очень слабо. На глицеринъ точнѣе изслѣдованныя въ этомъ отношеніи бактеріи не реагируютъ совсѣмъ. Прямо противоположнымъ разсматриваемому нами до сихъ поръ притяженію, *положительному хемотаксису*, является иногда даже очень энергичное отталкиваніе, *отрицательный хемотаксисъ*. Такъ, уже въ соляхъ металлъ можетъ дѣйствовать положительно, кислота отрицательно (одноосновная калийная соль фосфорной кислоты при 3,48%, углекислый аммоній при 1,76%). Въ этихъ случаяхъ бактеріи располагаются въ извѣстномъ разстояніи отъ отверстія капилляра; разстояніе это опредѣляется взаимодействіемъ двухъ противоположныхъ силъ: притяженія и отталкиванія. Свободную кислоту и свободную щелочь, равно какъ и спиртъ, притомъ во всѣхъ концентраціяхъ, бактеріи „инстинктивно“ избѣгаютъ, капилляръ остается совершенно пустымъ. Подобно тому, какъ питательность какого-нибудь химическаго соединенія сама по себѣ еще не обуславливаетъ его хемотактического притяженія, такъ и ядовитость не влечетъ еще непременно за собой хемотактического отталкиванія. Растворъ 0,019 хлористаго калия + 0,01 сулемы привлекаетъ бактерій съ силой, соотвѣтствующей содержанію калия; бактеріи устремляются въ капилляръ, въ которомъ быстро и погибаютъ. Слѣдовательно, хемотаксисъ, какъ бы полезенъ онъ ни былъ при отысканіи питательныхъ веществъ, можетъ оказаться и гибельнымъ для бактерій, хотя само собой разумѣется, что въ естественныхъ условіяхъ бактеріямъ и не приходится встрѣчаться съ столь коварно приготовленными капиллярами.

Если этими фактами, легко наблюдаемыми въ экспериментальной обстановкѣ, желаютъ воспользоваться для характеристики жизни бактерій въ ихъ природныхъ мѣстообитаніяхъ, въ болотной водѣ, въ больномъ организмѣ, то необходимо принимать во вниманіе еще нѣкоторые пункты. Во-первыхъ, хемотаксисъ можетъ встрѣчаться только у подвижныхъ бактерій и въ подходящей для движенія средѣ, т. е. въ жидкостяхъ. Далѣе различные виды бактерій неодина-

ково относятся къ одному и тому же веществу. Въ-третьихъ, если сфера вліянія капилляра не слишкомъ велика, то не удастся уловить въ него всѣхъ бактерій, помѣщающихся въ капль воды, не удалось бы это и въ томъ случаѣ, если бы продиффундировавшее изъ капиллярной трубки вещество въ нихъ вводилось снова, на подобіе того, какъ въ прудовомъ илѣ какая-нибудь гніюшая частичка въ продолженіе довольно долгаго времени отдѣляется отъ себя все новыя и новыя количества вещества. Какъ только часть раздражающихъ веществъ перешла въ каплю воды, то такого раздраженія, какъ прежде, даже и при возобновленіи въ капиллярѣ первоначальной концентрации, получить нельзя. Дѣло въ томъ, что бактеріи теперь были бы уже нѣсколько раздражены продиффундировавшими веществами, а потому для полученія полнаго хемотактического движенія потребовалась бы болѣе высокая концентрація, чѣмъ прежде, когда бактеріи находились въ чистой водѣ. Веберовскій законъ (психофизическій законъ Фехнера), выражающій собою отношеніе между величиной раздраженія и степенью ощущенія нашихъ чувственныхъ воспріятій, сохраняетъ свое значеніе и по отношенію къ хемотактическимъ движеніямъ мельчайшихъ бактерій. По закону Вебера, дѣйствующая извнѣ сила, вызвавшая въ насъ извѣстное ощущеніе, должна возрастать въ опредѣленномъ отношеніи, чтобы мы могли испытать ощущеніе, одинаковое съ тѣмъ, что и въ первый разъ. Если я, напр., кладу себѣ на руку 1 граммъ, то я ощущаю извѣстное давленіе; это ощущеніе я могу вновь вызвать лишь въ томъ случаѣ, если прибавлю еще $\frac{1}{3}$ грамма, то граммъ должны быть увлечены также на $\frac{1}{3}$, т.-е. до 1,33 гр., чтобы мы вновь ощущали давленіе. Для теплого раздраженія повышеніе достигаетъ $\frac{1}{30}$ раньше дѣйствовавшей силы раздраженія, для свѣта $\frac{1}{100}$.

Такимъ же образомъ и у одной очень распространенной бактеріи гніенія потребовалось даже пятикратное увеліченіе раздраженія, чтобы опять вызвать замѣтное хемотактическое дѣйствіе. Слѣдовательно, чтобы вызвать одинаковое хемотактическое раздраженіе у бактерій, находящихся въ 0,1% и 1% растворѣ мясного экстракта, потребуется въ первомъ случаѣ капилляръ съ 0,5% и во второмъ съ 5% содержаніемъ

экстракта; болѣе же сильное дѣйствіе могло бы обнаружиться только при гораздо болѣе сильномъ повышеніи концентрации, пожалуй, въ 10—20 разъ. Это обстоятельство не слѣдуетъ упускать изъ виду при всѣхъ попыткахъ объясненія хемотаксисомъ скопленія бактерій въ больномъ организмѣ или собранія лейкоцитовъ ¹⁾ вокругъ бактерій. Точное опредѣленіе играющихъ здѣсь роль факторовъ невозможно ни въ одномъ опредѣленномъ случаѣ, такъ какъ ни составъ соковъ тѣла, ни содержаніе въ нихъ тѣхъ веществъ, которымъ приписываются хемотактическія вліянія, не представляютъ собой точно извѣстныхъ величинъ. Поэтому нельзя не рекомендовать нѣкоторой осторожности въ обращеніи съ столь излюбленнымъ за послѣднее время хемотаксисомъ (см. лекц. XVII).

Абсолютное количество вещества, достаточное для того, чтобы вызвать едва замѣтную реакцію для нѣкоторыхъ соединений, напр., пептона, весьма не велико: Пфефферъ вычислилъ, что въ капиллярѣ, наполненномъ 0,01% растворомъ пептона, вызывавшимъ какъ разъ замѣтное раздраженіе плавающихъ въ водѣ бактерій, содержалось лишь $\frac{1}{200}$ миллионная часть миллиграмма пептона,—количество, правда, въ виду незначительности бактерій (стр. 7), представляющее все же достаточную величину.

Сущность хемотаксиса еще очень туманна, впрочемъ, какъ и все, сводящееся въ послѣдней инстанціи къ жизнедѣятельности клѣтки. Все, что можно еще сказать для дальнѣйшаго уясненія хемотаксиса, сводится къ тому, что бактеріи направляются опредѣленнымъ образомъ относительно выступающихъ изъ капилляровъ веществъ (поэтому Chemo-Taxis) и располагаются своей осью параллельно диффузионному току, причемъ онѣ движутся или противъ него (положительный хемотаксисъ), или же слѣдуютъ за нимъ (отрицательный хемотаксисъ). Но почему одно вещество

¹⁾ Относительно хемотаксиса лейкоцитовъ ср.: *Massart et Bordet*, Recherches sur l'irritabilité des leucocytes, Société royal des sc. nat. de Bruxelles, 1890. *Габричевскій* въ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890; *Buchner*, Berl. klin. Wochenschr. 1890, затѣмъ изложеніе у *Rieder'a*, Beiträge zur Kenntniss der Leukocytose. Leipzig, 1892.

дѣйствуетъ положительно, другое отрицательно, этого объяснить мы не можемъ. Болѣе подробныя детали, касающіяся хемотаксиса, потребовали бы такого длиннаго изложенія, для котораго здѣсь не хватаетъ мѣста, да къ тому же все онѣ и не имѣютъ существеннаго значенія.

Даже тѣ вещества, которыя въ слабомъ растворѣ возбуждаютъ положительный хемотаксисъ, продолжаютъ иногда и въ болѣе сильной концентраціи дѣйствовать такимъ же образомъ (напр., хлористый калий 19⁰/₀), въ другихъ же случаяхъ начинаютъ дѣйствовать отгалкивающимъ образомъ. Такія нейтральныя вещества, какъ хлористый калий, хлористый натрій, часто переносятся бактеріями и въ высокихъ концентраціяхъ, напр., сѣнная бактерія еще хорошо растетъ въ настоѣ сѣна съ 9⁰/₀ поваренной соли, 5⁰/₀ хлористаго аммонія, 11⁰/₀ хлористаго калия, 10⁰/₀ калийной селитры. Эти нейтральныя соли не ядовиты и, если и подавляютъ, въ концѣ-концовъ, ростъ, то только вслѣдствіе высокаго осмотическаго давленія.

Изученіе дѣйствія *ядовитыхъ химическихъ реактивовъ*, нарушающихъ уже въ небольшихъ количествахъ жизнеспособность клѣтки, представляетъ большой практической интересъ. Эти ядовитыя соединенія не представляютъ собой какихъ-либо специфическихъ бактерійныхъ ядовъ и ядовитость ихъ для бактерій часто бываетъ не больше, чѣмъ для клѣтокъ остальныхъ организмовъ. Такъ, напр., 0,1⁰/₀ растворъ сулемы убиваетъ туберкулезныхъ бациллъ въ 10 минутъ и также скоро, пожалуй, даже еще скорѣе, какую угодно клѣтку водорослей; въ 1⁰/₀ растворѣ карболовой кислоты, который уничтожаетъ туберкулезныхъ бациллъ въ 1 минуту, умираютъ въ такое же время и растительныя клѣтки. Протоплазма всѣхъ организмовъ, не считая единичныхъ колебаній и исключеній, разрушается болѣе сильными изъ этихъ ядовъ приблизительно одинаково быстро.

Къ уничтоженію бактерій ядами или, выражаясь иначе, къ *химической дезинфекціи* ¹⁾ или стерилизаціи приходится

¹⁾ Относительно химической дезинфекціи медицинская литература представляетъ чрезвычайно богатый матеріалъ; обстоятельную обработку можно найти у Behring'a, Bekämpfung der Infektionskrankheiten, 1894. Основной ра-

прибѣгать во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ непримѣнима описанная въ послѣдней лекціи стерилизація при помощи высокой температуры, напр., въ случаѣ возможной порчи отъ дѣйствія высокой температуры дезинфицируемыхъ предметовъ.

Степень устойчивости бактерій по отношенію къ химическимъ соединеніямъ не только не одинакова у различныхъ видовъ, но колеблется въ зависимости отъ различныхъ условій даже и для одного и того же вида, вообще же бываетъ она наибольшей тогда, когда бактеріи находятся въ наилучшихъ условіяхъ произрастанія, т.-е. когда питательная среда, температура и всѣ прочія условія находятся въ состояніи *optimum'a*. Дѣло въ томъ, что бактеріи суть такіе же организмы, какъ и всѣ прочіе, а потому онѣ, оказываются наиболѣе выносливыми и способными къ сопротивленію, если живутъ въ наилучшихъ условіяхъ. Обыкновенно замѣчается большое различіе въ степени сопротивленія между спорами и значительно болѣе чувствительными клѣтками безъ споръ, такъ что какое-нибудь дезинфекціонное средство можетъ считаться надежнымъ только въ томъ случаѣ, если оно оказалось сильно дѣйствующимъ и по отношенію къ спорамъ. Разумѣется, въ частныхъ случаяхъ, встрѣчаемыхъ на практикѣ, могутъ быть и отступленія отъ этого требованія.

Каждое дезинфекціонное средство слѣдовало бы гитѣ испытать въ слѣдующихъ трехъ отношеніяхъ:

1. Въ какой концентраціи его нужно прибавить къ опредѣленному субстрату, чтобы, не убивая посѣянныхъ бактерій, воспрепятствовать ихъ развитію и размноженію; эта величина даетъ *задерживающую дозу*.

2. Въ какое самое короткое время, при средней, не причиняющей какго-нибудь другого вреда концентраціи и при комнатной температурѣ, данное средство убиваетъ въ водѣ лишенныхъ споръ бактерій; эта величина даетъ *малую ядовитую дозу*.

ботой являлось изслѣдованіе *R. Koch'a* Ueber Desinfektion въ Mittheilungen des kaiserl. Gesundheitsamtes, I т., 1881; затѣмъ слѣдуетъ упомянуть: *Gerpert*, Die Wirkung des Sublimates auf Milzbrandsporen, Deutsche mediz. Wochenschr., XVII т., 1890. *Yersin*, De l'action de quelques antiseptiques et de la chaleur sur la bacille de la tuberculose, Annales de l'Institut Pasteur 1888.

3. Въ какое самое короткое время, при тѣхъ же самыхъ условіяхъ, что и во второмъ случаѣ, умерщвляются споры—*большая ядовитая доза.*

Много кропотливаго труда было положено для опредѣленія этихъ трехъ дозъ для всѣхъ классовъ неорганическихъ и органическихъ соединений, такъ что въ настоящее время мы имѣемъ большой выборъ хорошо испытанныхъ средствъ, особенно пригодныхъ для дезинфекціи. Нѣкоторые примѣры приводятся въ слѣдующихъ таблицахъ, дальнѣйшія же данныя можно найти въ литературѣ, указанной въ примѣчаніяхъ на стр. 2, 3, 143 и 144.

I. *Задерживающія дозы для бациллъ сибирской язвы въ коровьей сывороткѣ.*

Данныя взяты изъ опытовъ Беринга. Приведенныя въ таблицѣ числа указываютъ, на какое количество кубическихъ сантиметровъ сыворотки прибавлялся одинъ граммъ твердаго или 1 кубическій сантиметръ жидкаго дезинфицирующаго средства; такъ что, напр., сулема 10000=1 граммъ $HgCl_2$ на 10000 куб. сантиметровъ сыворотки.

Ціанинъ или малахитовая зелень	40000.
Ляписъ	30000.
Сулема	10000.
Треххлористый іодъ	1500.
Ѣдкій натръ	1500.
Кадаверинъ (бактеріальн. токсинъ)	1500.
Солянокислый хининъ	500.
Карболовая кислота	500.
Тимоль	250.
Салициловый натръ	150.
Спиртъ	15.
Поваренная соль	15.

Поразительно малыя количества, въ какихъ нѣкоторыя соединенія оказываются пригодными для достиженія, какъ иногда говорятъ, асепсіи,—отсутствія гніенія,—не могутъ, конечно, убить посѣянныхъ бактерій; они только задерживаютъ ихъ размноженіе.

II. *Смертельные дозы для туберкулезныхъ бациллъ, не содержащихъ споръ.*

Малая ядовитая доза; указано время, по Герсену, въ которое погибали туберкулезныя бациллы, взятыя изъ культуръ и свободныя отъ мокроты.

Карболовая кислота	5 ⁰ / ₀ .	30 секундъ.
" " 	1 ⁰ / ₀ .	1 минута.
Абсолютный спиртъ		5 минутъ.
Иодоформъ	1 ⁰ / ₀ .	5 минутъ.
Эфиръ		10 "
Сулема	0,1 ⁰ / ₀ .	10 "
Тимоль	0,3 ⁰ / ₀ .	3 часа.
Салициловая кислота	0,25 ⁰ / ₀ .	6 часовъ.

Для того, чтобы убить бактерій въ изверженіяхъ туберкулезныхъ больныхъ, вышеуказанныя концентраціи должны дѣйствовать гораздо болѣе продолжительное время въ виду задерживающаго вліянія мокроты, напр., 10⁰/₀ лизоль 12 часовъ. Приведенныя числа получены слѣдующимъ путемъ: туберкулезныя бациллы изъ жизнеспособной чистой культуры смѣшивались съ дезинфицирующимъ средствомъ и затѣмъ время отъ времени брались пробы и дѣлались посѣвы. Приведенныя дозы имѣютъ значеніе вообще для всѣхъ не содержащихъ споръ бактеріальныхъ клѣтокъ, чувствительность которыхъ достаточно наглядно выясняется уже однимъ этимъ примѣромъ.

III. *Смертельныя дозы для споръ сибирской язвы.*

По опытамъ Paul'a и Krönig'a ¹⁾.

Время дѣйствія при 18⁰.

Сулема	1,7 ⁰ / ₀ (16 литровъ)	12—14 минутъ.
" " 	0,84 ⁰ / ₀ (32 ")	24—30 "
" " 	0,42 ⁰ / ₀ (64 ")	45—60 "

¹⁾ Paul und Krönig, Ueber das Verhalten der Bacterien zu chemischen Reagentien, Zeitschr. f. phys. Chemie, XXI, 1896, и Münchener Mediz. Wochenschr. 1897. Далѣе: Die chemische Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion, Zeitsch. f. Hygiene, XXV, 1897. Въ этихъ работахъ въ первый разъ съ строго естественно-исторической точки зрѣнія было изложено отношеніе между ядовитостью раствора и его диссоціаціей.

„	0, 2 ⁰ / ₀ (128	„)	60—80	„
„	0, 1 ⁰ / ₀ (256	„)	свыше 120	минуть.
Ляписъ	4, 25 ⁰ / ₀ (4	„)	15—60	минуть.
„	0, 08 ⁰ / ₀ (200	„)	еще не убив.	въ 10 ¹ / ₂ ч.
Мѣдн. купоросъ .	16 ⁰ / ₀ (1	литръ)	еще не убив.	въ 10 ¹ / ₂ д.
Свинц. сахаръ .	32, 5 ⁰ / ₀ (1	„)	„ „ „ „	7 „
Сѣрн. кислота .	4, 9 ⁰ / ₀ (2	„)	„ „ „ „	30 час.
Ѣдк. кали . . .	5, 6 ⁰ / ₀ (1	„)	спустя 18	часовъ.
Марганц. кис. кал.	3, 95 ⁰ / ₀ (4	„)	въ 40	минуть.
Двухром. калий .	7, 4 ⁰ / ₀ (4	„)	еще не убиваль	въ 4 дня.
Марганцов. кисл. калий	8	литровъ + 8	солян. кисл.	въ 5 минутъ.
Хлорная вода . .	0, 22 ⁰ / ₀ (32	литра)	въ 2	минуты.
Бромная „ . . .	0, 5 ⁰ / ₀ (32	„)	въ 2	„
Карболовая „ . .	5 ⁰ / ₀	не убиваетъ	въ 24	часа.
Формалинь . . .	5 ⁰ / ₀	въ 120	минуть.	

Смертельные дозы для споръ опредѣляются такимъ образомъ: споры, высушенные на шелковыхъ нитяхъ, стеклянныхъ палочкахъ, а лучше всего на тщательно вычищенныхъ гранатахъ, помѣщаютъ въ растворъ и по временамъ вынимаютъ пробы и дѣлаютъ посѣвы. Для того, чтобы ядъ не переносился въ культуры, шелковыя нити, гранаты и т. п. необходимо предварительно тщательно очистить; такъ какъ обмываніе одной дистиллированной водой недостаточно для этой цѣли, то необходимо растворимыя соли металловъ осаждаютъ сѣрнистымъ аммоніемъ. Только въ такомъ случаѣ можно быть увѣреннымъ въ томъ, что мы получаемъ истинное представленіе о дезинфицирующей силѣ какого-нибудь яда, такъ какъ даже незначительное количество яда, приставшее къ спорамъ, было бы достаточно, чтобы умертвить, быть можетъ, вовсе еще не убитыя споры или въ первой стадіи прорастанія, или даже въ періодъ набуханія, а если и не эти стадіи, то уже навѣрное выросшія затѣмъ молодыя палочки. Въ опытахъ, приведенныхъ въ III таблицѣ, въ указанные промежутки времени погибало 15000—20000 споръ (Концентрація приведена въ процентахъ, въ скобкахъ же она выражена въ молекулярныхъ единицахъ, напр., 16 литровъ при сулемѣ означаетъ, что въ 16 литрахъ раствора содержится граммъ-молекула хлорной ртути 271, слѣдовательно, въ

100 сс. раствора $\frac{271}{160} = 1,71$ гр. Это обычное въ современной физической химіи опредѣленіе концентраціи дано потому, что оно позволяетъ болѣе быстрое сравненіе растворовъ различныхъ солей.

Таблицу можно еще пополнить указаніемъ, что, по опытамъ Коха, абсолютный спиртъ, концентрированный глицеринъ, концентрированный растворъ поваренной соли, дистиллированная вода не умерщвляютъ споръ бактерій сибирской язвы даже при дѣйствіи въ теченіе цѣлаго мѣсяца. Изъ таблицы видно, что галоиды (хлоръ, бромъ), а изъ солей сулема оказываются самыми ядовитыми. Азотнокислое серебро оказываетъ еще кое-какое дѣйствіе въ смыслѣ дезинфекціи, тогда какъ сѣрнокислая мѣдь и свинцовый сахаръ, напротивъ, являются почти-что не дѣйствующими совсѣмъ. Что же касается свободныхъ кислотъ и свободныхъ щелочей, то для умерщвленія споръ онѣ требуются уже въ значительныхъ количествахъ, равно какъ и двуххромокислый калий, этотъ сильный окислитель, между тѣмъ какъ марганцовокислый калий, окислительная способность котораго слабѣе, при той же самой концентраціи, дѣйствуетъ очень сильно.

Громадную разницу между спорами и лишенными споръ клѣтками хорошо иллюстрируютъ таблицы II и III; стоитъ, напр., только обратить вниманіе на 5% карболовую кислоту, которая убиваетъ туберкулезныхъ бациллъ въ 30 секундъ, тогда какъ не убиваетъ споръ сибирской язвы даже и въ 24 часа, или 0,1% сулему, убивающую бактерій и споръ въ 10 мин. и 60--80 мин., или абсолютный спиртъ. Эта особенность споръ зависитъ, конечно, главнымъ образомъ, отъ крайне малой проницаемости, почти даже полной непроницаемости оболочекъ по отношенію ко всевозможнымъ раствореннымъ веществамъ, — свойство, которымъ обладаютъ, впрочемъ, также покровы и оболочки покоющихся стадій и другихъ низшихъ организмовъ, и это свойство присуще также и оболочкамъ растительныхъ сѣмянъ. Безъ такой защиты вообще было бы совершенно невысказимо какое-либо состояніе, рассчитанное на болѣе или менѣе продолжительный промежутокъ покоя. У сѣмянъ растений и споръ водорослей непроницаемость оболочки обусловливается отложеніемъ въ

нихъ жировыхъ и смолистыхъ веществъ; возможное дѣло, что подобнымъ же образомъ пропитывается и оболочка бактериальныхъ споръ. Затѣмъ къ этимъ свойствамъ оболочки присоединяется еще и бѣльшая устойчивость покоящейся протоплазмы, болѣе бѣдной содержаніемъ воды.

Всѣмъ извѣстная сильная ядовитость сулемы на первый взглядъ представляется лишь специальнымъ случаемъ ядовитости всѣхъ ртутныхъ солей; полагали, что всѣмъ ртутнымъ солямъ слѣдуетъ приписать одинаково сильное ядовитое дѣйствіе, разъ только растворы содержатъ одинаковое количество ядовитаго металла,—другими словами, что эквивалентные растворы должны дезинфицировать одинаково хорошо. Этотъ взглядъ, однако, не подтвердился изслѣдованіями ¹⁾, опирающимися на новую физико-химическую теорію растворовъ; напротивъ, оказалось, что, по всей вѣроятности, ядовитыя свойства солей мѣняются въ зависимости отъ ихъ диссоціаціи. Диссоціаціонная теорія учитъ, что растворъ какой-нибудь соли содержитъ въ себѣ не только цѣлыя молекулы соли, какъ, напр., въ случаѣ сулемы HgCl_2 , но нѣкоторая часть соли разлагается на электрически активные компоненты, іоны, на электроположительный металлическій іонъ (каціонъ) Hg и отрицательный кислотный іонъ (аніонъ) Cl , на ряду съ которыми существуетъ еще нѣкоторый остатокъ неразложившихся молекулъ HgCl_2 . Величина диссоціаціи, т.е. отношеніе между неразложившимися и разложившимися молекулами, измѣняется въ зависимости отъ концентраціи раствора, температуры, растворителя и отъ другихъ условій, останавливаться на которыхъ здѣсь не мѣсто; различныя соли одного и того же металла диссоціируютъ съ различной силой. Отъ степени диссоціаціи раствора зависятъ также многія изъ его физическихъ свойствъ, каковы электропроводность, температура кипѣнія, температура замерзанія, осмотическое давленіе. Вѣроятно, къ такимъ свойствамъ принадлежитъ и ядовитость. Теперь, такъ какъ ртутныя соли диссоціируютъ въ водномъ растворѣ не-

¹⁾ Относительно новой теоріи растворовъ (теорія диссоціаціи) см. Ostwald, Grundriss der allgemeinen Chemie, 2 изд. (есть на русскомъ языкѣ), и очень подробно въ его обширномъ Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2 изд.

одинаково, то, какъ и слѣдуетъ ожидать, соответственно этому различно будетъ выражаться и ихъ ядовитость. И дѣйствительно, оказывается, что чрезвычайно слабо, почти совсѣмъ не диссоціирующая цианистая ртуть въ 16 литрахъ (1,58%) не уничтожаетъ стафилококковъ въ теченіе 3 минутъ, между тѣмъ какъ въ это же самое время вчетверо болѣе слабый растворъ сулемы, именно въ 64 литрахъ (0,4%), вызывалъ отмираніе ихъ всѣхъ; споры сибирской язвы въ этомъ растворѣ сулемы въ теченіе 20 минутъ отмирали за исключеніемъ немногихъ (выросло 7 колоній), между тѣмъ какъ выросло безчисленное множество колоній, если споры подвергались дѣйствию цианистой ртути (16 литровъ) въ теченіе такого же промежутка времени.

Такимъ образомъ, сравненіе различно диссоціирующихъ ртутныхъ солей ясно обнаруживаетъ связь ядовитаго дѣйствія съ диссоціаціей. Это соотношеніе выступаетъ еще нагляднѣе, если примѣнять одинъ и тотъ же растворъ соли въ различныхъ степеняхъ диссоціаціи. Такъ какъ въ данномъ растворѣ какой-нибудь соли, напр., сулемы, отношеніе диссоціировавшей части къ недиссоціировавшей остается постояннымъ, слѣдовательно, напр., отношеніе хлорныхъ іоновъ къ неразложившимся молекуламъ сулемы HgCl_2 , то, вводя другіе хлорные іоны, напр., іоны сильнѣе диссоціирующей поваренной соли, можно ослабить диссоціацію сулемы настолько, насколько диссоціація поваренной соли сильнѣе диссоціаціи сулемы. Если 16-ти литровый растворъ этой соли, допустимъ, содержитъ x хлорныхъ іоновъ и y неразложенныхъ молекулъ, то $\frac{x}{y} = c$ есть величина постоянная. Если я теперь внесу еще такое количество поваренной соли, чтобы оно сооѣтствовало также 16-ти литровому раствору, то это даетъ, вслѣдствіе болѣе высокой диссоціаціи поваренной соли, $x+m$ хлорныхъ іоновъ NaCl . Для чистаго раствора сулемы $x = cy$, съ прибавленіемъ NaCl , $x + (x + m) = cy$ или $x = \frac{cy - m}{2}$, слѣдовательно, число хлорныхъ іоновъ сулемы уменьшается, диссоціація сулемы ослабляется.

Въ такой же степени уменьшается ядовитое дѣйствіе, какъ можно видѣть изъ слѣдующей таблицы, въ которой

приведено число колоній, выросшихъ изъ приблизительно одинаковаго числа споръ, подвергнутыхъ 6-ти минутному дѣйствію сулемы ¹⁾.

Сулема 16 литр. 8 колоній

"	"	"	+	1 пов. соли	32	"
"	"	"	+	2 " "	124	"
"	"	"	+	3 " "	282	"
"	"	"	+	4 " "	382	"
"	"	"	+	4,6 " "	410	"
"	"	"	+	6 " "	803	"
"	"	"	+	10 " "	1087	"

Уменьшеніе ядовитости здѣсь очевидно и не нуждается въ дальнѣйшихъ комментаріяхъ.

При оцѣнкѣ дезинфицирующей способности сулемы въ субстратахъ, содержащихъ поваренную соль, каковы кровяной серумъ или бульонъ, въ которыхъ содержится около 0,7% (8 литровъ) поваренной соли, слѣдуетъ, конечно, обращать вниманіе на указанныя явленія; для полной дезинфекціи здѣсь потребуется болѣе значительная прибавка сулемы. Необходимо, кромѣ того, еще нѣкоторое повышеніе дозы и потому, что сулема вступаетъ въ нерастворимыя соединенія съ бѣлковыми веществами сыворотки и пептономъ пептоннаго бульона, вслѣдствіе чего ея ядовитость также понижается.

Такъ какъ диссоціація зависитъ отъ температуры и растворителя, то соотвѣтственно этому измѣняется также и дезинфицирующая способность; но, разумѣется, повышеніе ея вмѣстѣ съ повышеніемъ температуры нельзя сводить къ одному этому обстоятельству. Хотя этими новыми опытами пока ничего и не измѣняется въ дезинфекціонной практикѣ, тѣмъ не менѣе они представляютъ высокій научный интересъ, который, конечно, сумѣетъ оцѣнить всякій мыслящій читатель.

Помимо разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ тѣлъ, еще многія другія обнаруживаютъ болѣе или менѣе сильныя ядовитыя свойства, которыя могли бы быть использованы въ цѣляхъ дезинфекціи, каковы, напр., многія анилиновыя краски (метил-виолетовая), эфирныя масла, многочисленныя соединенія ароматическаго ряда, которыя, однако, здѣсь можно только ука-

¹⁾ См. прим. на стр. 146.

зять. Кромѣ того, чуть-ли не каждый день появляются новыя дезинфекціонныя средства, которыя сначала прославляются съ большимъ шумомъ, а затѣмъ безславно исчезаютъ.

Газы, угольная кислота, окись углерода, водородъ, закись азота, окись азота, сѣроводородъ, сѣрнистая кислота, свѣтильный газъ, хотя и дѣйствуютъ задерживающимъ образомъ на развитіе бактерій, если ихъ пропускать медленной струей надъ культурами въ агарѣ, но для дезинфекціи оказываются непригодными. Также и содержаніе озона въ воздухѣ, даже въ самыхъ богатыхъ озономъ курортахъ, возрастаетъ не настолько, чтобы могло дѣйствовать дезинфицирующимъ образомъ.)

Такъ какъ тысячи бактерій ежедневно проходятъ черезъ наши органы пищеваренія, то спрашивается, можетъ-ли составъ соковъ этихъ органовъ служить естественной дезинфекціей? Слюна и сокъ поджелудочной железы имѣютъ слабощелочную реакцію и не могутъ вредить бактеріямъ; послѣдній даже является хорошимъ питательнымъ субстратомъ вслѣдствіе содержанія бѣлка. Задерживающимъ образомъ вліяютъ желудочныя кислоты, но только лишь свободная кислота (2—3%) желудочнаго сока можетъ убить бактерій, само собою разумѣется, не содержащихъ споръ, да и этихъ, впрочемъ, не сполна. Нормальный желудочный сокъ уничтожалъ въ пробиркѣ ¹⁾ въ $\frac{1}{2}$ часа бактерій холеры, тифа и сапа, гнойныхъ кокковъ и палочки сибирской язвы и столбняка (безъ споръ). Споры проходятъ желудокъ безъ поврежденія, потому что для умерщвленія споръ, напр., сибирской язвы требуется, по крайней мѣрѣ, шестичасовое дѣйствіе 2% соляной кислоты; при незначительномъ же содержаніи соляной кислоты (0,2%) въ желудочномъ сокѣ, послѣдній не въ состояніи умертвить споръ, дѣйствуя даже въ теченіе цѣлаго дня. Не имѣетъ онъ особаго значенія въ качествѣ предохранительнаго средства и противъ бактерій, лишенныхъ споръ, какъ это можно было бы предполагать на основаніи вышеприведенныхъ данныхъ, такъ какъ у животныхъ, надъ которыми дѣлались

¹⁾ Рефератъ русской работы Курлова и Валлера: О дѣйствіи желудочнаго сока человѣка на болѣзнетворные зародыши, въ Centralbl. f. Bact., 7 т., 1890, затѣмъ Hamburger, Ueber die Wirkung des Magensaftes auf pathogene Bacterien, Centralbl. f. klinische Medic. 1880.

опыты кормленія пищей, смѣшанной съ бактеріями (Вас. ruosuaeus), съ кровью сибиреязвенныхъ животныхъ, туберкулезными матеріалами, проглоченныя бактеріи не вполне были уничтожены даже спустя 6—8 часовъ ¹⁾.

Химическая дезинфекція пораженныхъ органовъ невозможна, такъ какъ дѣйствіе химическихъ веществъ, направленное на бактеріи, неизбежно распространяется также на клѣтки самихъ органовъ. Даже раны, въ которыхъ завелись бактеріи, не могутъ быть очищены съ помощью химической дезинфекціи; въ этомъ смыслѣ антисептика, уничтоженіе бактерій въ ранѣ, является невозможной. Въ такихъ случаяхъ, когда невозможно оперативное очищеніе ранъ, слѣдуетъ предоставить борьбу съ бактеріями самому организму, и ему помочь можно только асепсіей, т. е. поддержаніемъ чистоты. Асепсія при уходѣ за ранами сводится исключительно къ употребленію обезпложенныхъ стерилизованныхъ инструментовъ и перевязочныхъ матеріаловъ, безъ примѣненія въ то же время какихъ-либо убивающихъ бактеріи химическихъ средствъ. Одной асепсіи совершенно достаточно, чтобы предохранить отъ бактерій и вылѣчить свѣжія еще, не зараженныя бактеріями раны, каковы, напр., оперативныя.

На чемъ основывается смертельное дѣйствіе дезинфицирующаго средства, это, въ большинствѣ случаевъ, неизвѣстно совсѣмъ. Соли тяжелыхъ металловъ (сулема, ляписъ) осаждаютъ бѣлковыя вещества и могутъ вызвать прекращеніе жизни уже тѣмъ, что изъ чрезвычайно сложной по составу протоплазмы онѣ изолируютъ отдѣльныя вещества. Другія соединенія, какъ щелочи и кислоты, могутъ разрушать структуру протоплазмы также вслѣдствіе частичнаго растворенія бѣлковыхъ веществъ. Кромѣ того, и самая переменна химической реакціи могла бы повести къ выпаденію отдѣльныхъ составныхъ частей протоплазмы. Въ большинствѣ случаевъ, разумѣется, нельзя дать никакого объясненія, потому что самая жизнедѣятельность протоплазмы обусловливается ея структурой, пока еще совершенно неизвѣстной.

¹⁾ *Cadéac et Bournay, Rôle microbicide des sucs digestifs et contagion par les matières fécales (La province médicale, VIII, 1893, рефер. въ Centralbl. f. Bact., 16 т., 1894, стр. 672).*

Бактеріи и круговоротъ азота.

Введеніе; ассимиляція свободного азота въ клубенькахъ бобовыхъ растений и почвенными бактеріями.

Не считая нѣкоторыхъ уже описанныхъ проявленій жизнедѣятельности бактерій, каковы образованіе пигментовъ и фосфоресценція, своеобразный обмѣнъ вещества у сѣро- и желѣзо-бактерій, дѣятельность ихъ въ природѣ охватываетъ три большія области:

1. *Круговоротъ азота* въ процессахъ гніенія и тлѣнія, нитрификаціи или образованія селитры и ассимиляціи атмосфернаго азота.

2. *Круговоротъ уольной кислоты* въ процессахъ броженія углеводовъ и другихъ безазотистыхъ веществъ животнаго и растительнаго организма.

3. *Возбужденіе болъзней* въ другихъ организмахъ, въ особенности у человѣкаи теплокровныхъ животныхъ.

Животные и растительные организмы имѣють въ своемъ распоряженіи въ природѣ пять источниковъ азота: 1) свободный азотъ воздуха, въ которомъ его содержится около 79⁰/₁₀₀ по объему; 2) азотнокислыя соли почвы и незначительныя количества азотистой кислоты, которая образуется въ воздухѣ во время грозы; 3) амміачный азотъ, находящійся въ очень незначительныхъ количествахъ въ воздухѣ, но въ изобиліи образующійся въ почвѣ при гніеніи и тлѣніи мертвыхъ организмовъ; 4) азотъ экскрементовъ животныхъ въ видѣ самыхъ разнообразныхъ органическихъ соединеній, до амміака включительно; 5) азотъ животныхъ и растительныхъ тканей

Такъ какъ всѣ животныя удовлетворяютъ свою потребность въ азотѣ или непосредственно, какъ травоядныя, при помощи растений, или же усвояютъ его лишь обходнымъ путемъ, питаясь другими животными, то указанные подь 1—3 источники азота не имѣютъ для нихъ значенія. Въ противоположность этому для растений азотъ, повидимому, доступенъ въ одной изъ этихъ формъ. Растительная физиологія пришла къ тому взгляду, что растеніе въ естественныхъ условіяхъ воспринимаетъ изъ почвы только азотъ въ формѣ селитры и имъ покрываетъ всю свою потребность въ азотѣ. Хотя азотъ амміачныхъ солей въ экспериментальной обстановкѣ и могъ вполне воспитать зеленое растеніе,—воспринимался растеніями при соответствующей постановкѣ опыта и газообразный амміакъ,—однако, амміакъ не составляетъ естественнаго источника азота для питанія растений.

Только болѣе точное изслѣдованіе бобовыхъ или мотыльковыхъ растений, которыя давно уже были извѣстны какъ растенія, способныя превосходно произрастать и безъ особаго азотистаго удобренія, даже на почвѣ, завѣдомо бѣдной азотомъ, выяснило ту роль, которую играетъ атмосферный азотъ въ питаніи растений, особенно культурныхъ. Тотъ азотъ, который бобовыя, въ качествѣ накапливающихъ азотъ растений¹⁾, вносятъ въ почву, въ особенности если они запахиваются въ видѣ зеленого удобренія, беретъ свое начало изъ атмосферы. Всѣ другія культурныя растенія, корнеплоды, злаки, маслянистыя растенія, являются, напротивъ, потребителями азота почвы, такъ какъ, будучи лишены способности ассимилировать азотъ воздуха, они могутъ питаться только азотомъ селитры. Обѣ группы растений существенно различаются между собой также и своимъ содержаніемъ азота; напр., сѣмена люпина содержатъ 5,7% азота, сѣмена пшеницы только 2,1%, солома перваго 0,94, послѣдней лишь 0,5%. Въ одномъ опытѣ съ горохомъ, сѣмена котораго содержали 16 миллиграммовъ N, было получено въ растеніяхъ 499 миллиграммовъ N, кромѣ того, количество азота

¹⁾ *Hellriegel und Willfahrt*, Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen, 1888. Beilageheft zu der Zeitschr. d. Vereins f. d. Rübenzucker-Industrie d. D. R.

въ 4 кило почвы увеличилось съ 22 миллиграммовъ до 57 миллиграммовъ, такъ что въ совокупности прибыль азота выразилась въ 518 миллиграмахъ. Если перенести эти экспериментальныя данныя на тѣ площади, съ которыми имѣеть дѣло сельскій хозяинъ, то мы получимъ весьма почтенныя цифры; такъ, напр., ежегодная прибыль для 1 гектара лупина выразится 227 килограммами азота. Такъ какъ путемъ космическаго связыванія атмосфернаго азота, состоящаго въ его окисленіи во время грозъ въ азотистую и азотную кислоту, одинъ гектаръ почвы получилъ бы въ теченіе года лишь только 0,09—1,8 килогр. азота, то понятно, что собиратели азота могутъ получать его лишь изъ обильнаго запаса атмосферы.

Такъ какъ всѣ другія культурныя растенія, даже бѣлая горчица, неспособны накоплять въ почвѣ азотъ, то эта на первый взглядъ въ высшей степени странная способность, по видимому, принадлежитъ лишь бобовымъ, къ которымъ, можетъ быть, примыкаютъ еще ольха и тополь съ ихъ корневыми клубеньками. Конечно, было бы ошибочно искать эту особенность въ томъ, что бобовыя растенія сами ассимилируютъ азотъ воздуха. Сами по себѣ бобовыя относятся къ азоту такъ же, какъ и всякое другое растеніе, и лишь благодаря соединенію съ бактеріями, обильно развивающимися въ такъ-наз. *корневыхъ клубенькахъ*, онѣ становятся поставщиками азота въ сельскомъ хозяйствѣ. Клубеньки ¹⁾ возникаютъ на корняхъ молодыхъ проростковъ, возрастъ которыхъ обыкновенно не превышаетъ нѣсколькихъ недѣль, въ видѣ незначительныхъ, бѣловатыхъ или розоватыхъ желвачковъ, которые скоро увеличиваются, причемъ корни, смотря по растенію, болѣе или менѣе сильно деформируются (рис. 19 а и в),

¹⁾ Относительно анатомическаго строенія и развитія клубеньковъ слѣдуетъ сравнить: *Woronin*, Ueber die bei der Schwarzerle und der gewöhnlichen Lupine auftretenden Wurzelanschwellungen, Mémoires de l'Acad. imp. Petersbuzg, 7. Serie, X. т., 1866. *Beyerinck*, Die Bacterien der Papilionaceenknöllchen, Bot. Zeit. 1888, также Centralbl. f. Bact., XV Bd., 1894. *Frank*, B., Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen, Landwirthsch. Jahrb. 1890. *Prazmowski*, Landwirthsch. Versuchsstation, 1890, XXXVII и XXXVIII. т. *Gonnermann*, Die Bacterien in den Wurzelknöllchen der Leguminose, Landwirthsch. Jahrb., XXIII, 1894.

и принимаютъ видъ какъ бы обросшихъ *грибными орѣшками* (Pilzgalle). Первоначально клубеньки упруги и тверды, но по мѣрѣ того, какъ растеніе становится богаче листьями и начинаютъ образовываться плоды, клубеньки дѣлаются морщинистыми и съжимаются все болѣе и болѣе, пока, наконецъ, при созрѣваніи сѣмянъ, не сдѣлаются хрупкими и не потрескаются. Оставаясь въ почвѣ вмѣстѣ съ корнями бобовыхъ, они, какъ и само растеніе, въ концѣ-концовъ, подвергаются полному разрушенію.

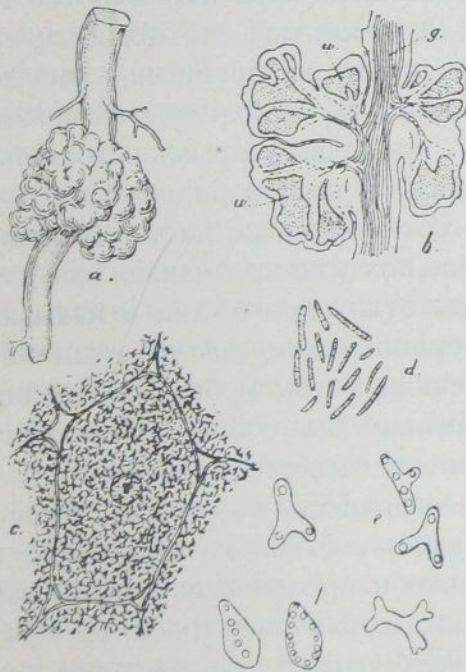


Рис. 19. Корневые клубеньки бобовыхъ. а Корневые клубеньки лупина въ натуральную величину (Ворошиль). б Продольный разрѣзъ корня лупина съ клубенькомъ; g сосудистый пучекъ корня, отъ котораго во всю массу клубенька и къ отдѣльнымъ группамъ кѣлокъ (w), занятыхъ бактеріями, отходятъ тонкія вѣточки (сильное увеличеніе лупы, Ворошиль). с Отдѣльная кѣтка клубенька лупина, сплошь наполненная бактеріями (чернаго цвѣта); среди нихъ виденъ болѣе нѣжный остовъ кѣточной протоплазмы. У краевъ кѣтокъ межкѣточные пространства (бѣлаго цвѣта). Съ разрѣза микротомъ. (Фиксировано растворомъ *Flemming'a*, окрашено по *Gram'y*). d клубеньковые бактеріи лупина, сохранившія свою внѣшнюю форму. e и f Бактеріиды *Vicia villosa* бѣлаго лупина (по *Morck'y*). Увелич. с 600, d—f около 1500.

Клубеньки сидятъ на корнѣ или съ боку и тогда связаны съ его сосудистымъ пучкомъ при помощи отвѣтвленнаго сосудистаго пучечка, или же самое тѣло корня мѣстами возбуждаетъ клубневидно. Въ обоихъ случаяхъ кѣтки клубенька,

содержащія бактерій, находятся въ самой тѣсной связи съ путями передвиженія веществъ въ бобовыхъ растеніяхъ (рис. 19 b). На поперечномъ разрѣзѣ очень молодого, еще упругаго клубенька, который при сдавливаніи выдѣляетъ молочно-мутный сокъ, попадаютъ большія клѣтки, плотно наполненныя тонко штрихованнымъ содержимымъ. Эти клѣтки, по старому обыкновенію, еще и теперь обозначаютъ именемъ *бактероидной ткани* (рис. 19 b при w, 19 c); иногда на поперечномъ разрѣзѣ клубенька разбросано нѣсколько отдѣльныхъ гнѣздъ такихъ клѣтокъ, иногда же онѣ связываются въ болѣе крупные комплексы. Эти клѣтки, которыя представляютъ собой ничто иное, какъ увеличенныя, гипертрофированныя клѣтки корней бобовыхъ, наполнены нѣжными, тонкими палочками (рис. 19 d), природа которыхъ истолковывалась въ разное время различно. Первый наблюдатель (Воронинъ, 1866) считалъ ихъ за обособленныя части паразитирующаго въ клубенькахъ гриба, позднѣе признавали ихъ за безжизненные кристаллоподобныя отложенія бѣлка и называли по причинѣ сходства съ бактеріями *бактероидами*. Если бы это было правильно, то клубеньки не были бы болѣзненными образованіями, а представляли бы собой особые органы бобовыхъ, до извѣстной степени бѣлковая картофелины, въ которыхъ отлагаются образовавшіеся на счетъ атмосфернаго азота бѣлки въ видѣ бактероидовъ. Въ настоящее время окончательно доказано, что непрозрачныя клѣтки клубеньковъ на полняются живыми бактеріями (рис. 19 c—1). Только въ болѣе молодыхъ клубенькахъ эти бактеріи тонки и здоровы, способны равномерно окрашиваться анилиновыми красками, подобно прочимъ бактеріямъ. Но очень скоро онѣ принимаютъ всевозможныя уродливыя формы, то неравномерно трехконечную, напоминающую латинское Y, то веретенообразно-набухшую, то въ видѣ широко-овальнаго тѣльца съ неравномерно притупленными краями. Эти уродливыя формы бактерій еще называютъ въ настоящее время бактероидами (рис. 19 e, f); это, собственно, такъ-наз. инволюціонныя формы, которыя способны образовывать самыя разнообразныя бактеріи при неблагоприятныхъ условіяхъ, напр., искусныя бактеріи при извѣстномъ содержаніи въ растворѣ искусной кислоты, палочки дифтерита и туберкулеза въ болѣе

старыхъ культурахъ и т. д. (стр. 46). На ряду съ наружными измѣненіями формы наступаетъ также уменьшеніе содержи- маго, часто остается лишь одно или нѣсколько зернышекъ, способныхъ окрашиваться, иногда же кажется, что окраси- лась какъ будто одна только, лишенная уже внутренняго содер- жимаго, оболочка. Короче, превращеніе бактерій въ бак- тероиды является признакомъ отмиранія и переработки ихъ со стороны бобоваго растенія, которое и начинаетъ сильнѣе расти съ того момента, какъ появляются бактери- оиды. При созрѣваніи сѣмянъ, сморщившіеся и почти уже пустые клубеньки вмѣстѣ съ безчисленными обломками бак- тероидовъ заключаютъ въ себѣ еще также нѣкоторое количе- ство нетронутыхъ здоровыхъ палочекъ, которыя переходятъ въ почву въ качествѣ посѣвнаго матеріала для слѣдующаго года.

Такъ какъ въ клубенькахъ всѣхъ бобовыхъ (*Papilionaceae*, *Mimosaceae*, *Caesalpinaceae*) наблюдались бактеріи и бактери- оиды, клубеньковъ же безъ бактерій не бываетъ, и такъ какъ далѣе бобовыя растенія, лишенная клубеньковъ, не накопи- аютъ азота, и балансъ азота у нихъ таковъ же, какъ у дру- гихъ растеній, то ясно, что собственно собирателями азота являются бактеріи. Благодаря интереснымъ изслѣдованіямъ Гелльригеля и Вилльфарта, сдѣлавшимъ новую эпоху въ вопросѣ объ усвоеніи азота и несомнѣнно доказавшимъ, что атмосферный азотъ усваивается бобовыми растеніями, имѣю- щими клубеньки, вышеприведенное возрѣніе, уже давно, такъ сказать, носившееся въ воздухѣ, получило прочное обосно- ваніе. Чтобы доказать его, необходимо было вырастить бо- бовое безъ клубеньковъ изъ стерильныхъ сѣмянъ въ сте- рилизованной почвѣ, т.-е. въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ защищать культуру отъ проникновенія бактерій, затѣмъ не- обходимо было показать, что бобовыя и безъ азотистаго удобренія могутъ роскошно расти и накапливать въ себѣ азотъ, разъ только они находятъ въ почвѣ бактерій для образова- нія клубеньковъ или же сами заражены вытяжкой изъ почвы, на которой прежде росли бобовыя растенія, и только тогда, когда это было доказано, могло рѣзко выступить особен- ное отношеніе бобовыхъ къ атмосферному азоту по срав- ненію съ растеніями, потребляющими связанный азотъ, напр., овсомъ. Изъ многочисленныхъ кропотливыхъ опытовъ

Гелльригеля и Вилльфарта позволимъ себѣ привести здѣсь слѣдующіе результаты:

	Содержаніе азота въ сѣменахъ и почвѣ.	Азотъ урожая.	Балансъ азота въ урожаѣ.
I. Не стерилизовано, не заражено.			
а) Безъ особеннаго азотистаго удобренія.			
Овесь	0,027 gr.	0,007 gr.	—0,020 gr.
Горохъ	0,041 "	1,283 "	+ 1,242 "
б) Удобрено азотнокислой известью (N = 0,112 g).			
Овесь	0,139 "	0,09 "	—0,049 "
Горохъ	0,153 "	0,700 "	+ 0,547 "
II. Заражено почвенной вытяжкой, не стерилизовано.			
а) Безъ особеннаго азотистаго удобренія.			
Овесь	0,027 "	0,007 "	—0,020 "
Горохъ	0,038 "	0,459 "	+ 0,421 "
б) Съ известковой селитрой (N = 0,112 g).			
Овесь	0,139 "	0,088 "	—0,051 "
Горохъ	0,150 "	0,220 "	+ 0,070 "
III. Заражено и затѣмъ стерилизовано.			
а) Безъ особеннаго N—удобренія.			
Горохъ	0,038 "	0,015 "	—0,023 "
б) Съ N—удобреніемъ (N = 0,112 g).			
Горохъ	0,045 "	0,014 "	—0,031 "

Таблица эта нуждается лишь въ немногихъ замѣчаніяхъ. Горохъ относится къ связанному азоту одинаково съ овсомъ только въ томъ случаѣ, если онъ культивируется стерильно (III), безъ клубеньковъ, тогда какъ, имѣя хорошо развитые клубеньки, онъ накапливаетъ атмосферный азотъ совершенно независимо отъ того, получила-ли почва особое азотистое удобрение или нѣтъ; и въ то время какъ овесъ, въ присутствіи связаннаго азота, становится гораздо богаче азотомъ (I b и II b), на бобовое растение это прибавленіе азотистыхъ соединеній не оказываетъ никакого дѣйствія (III a и b). Напротивъ, благопріятное дѣйствіе замѣчается и на бобовомъ растеніи при всякомъ иномъ удобреніи, съ которымъ въ почву вносятся другія необходимыя питательныя вещества, въ особенности же фосфорнокислый калий. Зараженіе же бактеріями почвы для овса, который, какъ и всѣ злаковыя, не несетъ клубеньковъ, остается безъ всякаго результата (II).

Въ дальнѣйшемъ возникла новая задача: попытаться получить культуру *клубеньковыхъ бактерій* и испытать ихъ отношеніе къ атмосферному азоту. Первое легко удастся въ отварѣ бобовыхъ, къ которому прибавлено $\frac{1}{2}\%$ аспарагина и 2% сахара; въ этомъ субстратѣ очень хорошо растутъ перенесенныя стерильно изъ клубеньковъ бактеріи, сначала на счетъ аспарагиноваго азота, въ видѣ длинныхъ, нѣжныхъ подвижныхъ аэробныхъ палочекъ, которыя, въ свою очередь, обнаруживаютъ склонность къ образованію бактериоидовъ. Черезъ два мѣсяца въ литрѣ такой культуры оказалась прибыль азота въ 9—18 миллигр., который могъ быть полученъ только изъ атмосферы (Beyerinck); лучшую прибыль азота получилъ, измѣнивъ незначительно условія культуры, Mazé, именно въ одномъ опытѣ въ 15 дней—47,5 миллиграмовъ, въ другомъ въ 18 дней—23,4 миллиграма атмосфернаго азота. Хотя и желательны еще дальнѣйшія изслѣдованія въ этомъ направленіи, однако, и приведенныя уже данныя не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что чистыя культуры клубеньковыхъ бактерій ассимилируютъ азотъ воздуха¹⁾.

1) *Beyerinck*, Over ophooping van atmospherische stickstof in culturen *Bacillus radicecola*, Akad. d. Wissensch., Amsterdam, 1891, реферировано въ *Jahresbericht Koха*, III. т., стр. 205; *Mazé*, Fixation de l'azote libre par le bacille des nodosités des Légumineuses, *Annales Pasteur*, XI, 1897.

Бактеріи въ чистыхъ культурахъ, полученныхъ изъ различныхъ бобовыхъ, представляются намъ совершенно одинаковыми, да и ростъ ихъ на желатинѣ, на которой всѣ эти бактеріи растутъ, не разжижая ея, не обнаруживаютъ какихъ-нибудь достойныхъ вниманія отличій. Не даютъ такихъ отличій и бактериоиды, чего, впрочемъ, врядъ-ли можно было и ожидать, разъ бактериоиды оказываются лишь инволюціонными формами. Такимъ образомъ, казалось, будто всѣ клубеньки бобовыхъ растений населены однимъ и тѣмъ же видомъ. Этотъ видъ получилъ названіе *Bacillus radicolica* Beijerinck'a (*Rhizobium Leguminosarum* V. Frank).

Если стерильныя культуры какихъ-либо бобовыхъ, напр., клевера, гороха и вики, заразить культурой бактерій, полученныхъ въ чистомъ видѣ изъ клубеньковъ гороха, то только на корняхъ гороха и вики возникаютъ многочисленные клубеньки, на корняхъ же клевера они образуются или лишь въ небольшомъ количествѣ, или даже не образуются совсѣмъ, вслѣдствіе чего и развитіе клевера идетъ въ этихъ условіяхъ значительно хуже другихъ бобовыхъ. Наоборотъ, клеверныя бактеріи не оказываютъ никакого вліянія на развитіе гороха и вики. Nobbe и Hiltner ¹⁾, которые производили подобные опыты съ не всегда, правда, свободнымъ отъ противорѣчій результатомъ, придерживаются взгляда, что клубеньковыя бактеріи допускаютъ взаимный обмѣнъ хозяевъ - растений лишь между родственными видами естественныхъ группъ мотыльковыхъ, напр., отъ клевера къ другимъ клеверовымъ, каковы люцерна и донникъ, но не къ фасолевымъ (*Phaseolus*, *Lupinus*) и виковымъ (*Vicia*, *Ervum*, *Pisum*), обратно отъ этихъ послѣднихъ къ клеверовымъ.

Если это вѣрно, то, можетъ быть, существуютъ культурныя расы одного вида бактеріи (*Bacillus radicolica*), которыя были выведены постепенно и совершенно непредназначенно

¹⁾ Nobbe, Hiltner und Schmid, Versuche ueber die Biologie der Knöllchenbakterien der Leguminosen, insbesondere über die Frage der Arteinheit derselben, Landwirtsch. Versuchsst., 45 т., 1895. Nobbe und Hiltner, Ueber die Anpassungsfähigkeit der Knöllchenbakterien ungleichen Ursprungs an verschiedene Leguminosengattungen, *ibid.*, 47 т., 1896. Въ этихъ работахъ находятся экспериментальныя данныя относительно нитрагина.

со стороны сельскаго хозяина, благодаря постоянной культурѣ бобовыхъ растений, подобно тому, какъ это имѣло мѣсто съ расами дрожжей въ техникѣ броженія или съ установленными Эрихсономъ расами хлѣбной ржавчины (*Ruccinia graminis*).

Nobbe и Hiltner сдѣлали даже попытку практически приложить эти, нуждающіяся въ дальнѣйшей провѣркѣ, воззрѣнія къ воздѣльванію растений введеніемъ *нитрагина*, изготовленіе и продажу котораго предпринялъ химическій заводъ въ Гехстѣ. Въ настоящее время имѣется 8 различныхъ нитрагиновъ для гороха, бобовъ, лупиновъ и др. Нитрагинъ, представляя собой чистую культуру клубеньковыхъ бактерій, является до извѣстной степени удобриельнымъ средствомъ изъ живыхъ организмовъ, которое или примѣшивается къ посѣвному матеріалу, или, предварительно смѣшанное съ землей, разбрасывается на полѣ. Нитрагинъ долженъ въ особенности облегчить воздѣльваніе бобовыхъ растений на тощей дѣвственной почвѣ, напр., при культивированіи торфяныхъ болотъ или же тамъ, гдѣ въ продолженіи многихъ лѣтъ не воздѣльвались бобовыя и гдѣ поэтому можно предположить обѣдненіе почвы клубеньковыми бактеріями. Результаты примѣненія нитрагина на практикѣ, правда, весьма различны и часто съ трудомъ поддаются объясненію, такъ что нечего удивляться, если одинъ превозносить до небесъ дѣйствіе нитрагина, другой же презрительно отрицаетъ всякое его дѣйствіе. Въмѣсто нитрагина, съ успѣхомъ примѣняется также и прививка „бобовой почвы“.

Удивительное соотношеніе между бобовыми растениями и клубеньковыми бактеріями рассматриваютъ обыкновенно, какъ симбіозъ, какъ совмѣстную жизнь, отъ которой обѣ стороны получаютъ выгоду, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто въ сожительствѣ водоросли и гриба въ формѣ лишая. Этотъ послѣдній, какъ извѣстно, состоитъ изъ безцвѣтныхъ, сплетенныхъ въ плотный войлокъ нитей гриба и лежащихъ среди нихъ окрашенныхъ въ зеленый, синезеленый или бурый цвѣтъ клѣтокъ водоросли (рис. 20); здѣсь водоросль должна готовить для метатрофнаго гриба нужныя органическія питательныя вещества и взамѣнъ этого полу-

чать отъ гриба воду, минеральную пищу и, кромѣ того, вообще находить въ грибѣ защиту. Такъ, по крайней мѣрѣ, говорятъ тѣ, кто, слѣдуя модному направленію повсюду усматривать симбіозъ, считаютъ даже тѣло лишая, какъ примѣръ симбіоза. Но вѣдь водоросли, даже замкнутыя въ лишай, могутъ жить совершенно самостоятельно, воспринимать воду и минеральныя вещества; для этого онѣ не нуждаются въ грибѣ и, находясь въ тѣлѣ лишая, легко всасывающаго въ себя воду, ровно ничего не получаютъ отъ него. Даже едва-ли онѣ находятъ здѣсь защиту, ибо грибныя нити обвиваютъ водоросли со всѣхъ сторонъ, вѣдряются въ нихъ въ видѣ короткихъ сосательныхъ отростковъ, короче, ведутъ себя, какъ паразиты, живущіе на

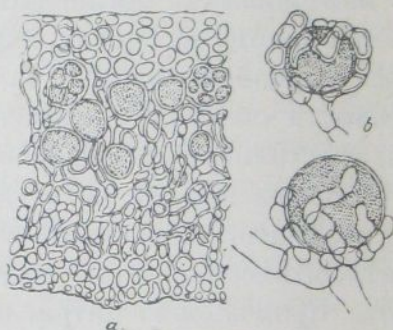


Рис. 20. Паразитизмъ лишаевъ. Разрѣзъ таллома *Xanthoria parietina* (по Schwendener'у). Въ клѣтки водоросли, обвитыя тонкими нитями лишайнаго гриба *Cladonia furcata* (по Bagnet'у). Зеленыя клѣтки водоросли обозначены черными точками. Увелич. а 500, б 950.

водоросляхъ. Если грибъ съ своимъ широко развѣтвляющимся мицеліемъ желаетъ паразитировать на мелкой водоросли, то, конечно, онъ не можетъ проникнуть въ нее, подобно тому, какъ это дѣлаетъ ленточный червь по отношенію къ человѣку, но долженъ обвить и опутать со всѣхъ сторонъ, оставляя только въ сплетеніи своего мицелія (талломъ лишая) для водоросли небольшое мѣстечко, куда бы могъ проникать воздухъ и свѣтъ. Такимъ образомъ, странное явленіе сожителства водоросли и гриба объясняется очень просто: паразитный грибъ окружаетъ своего хозяина, т-е. маленькую водоросль, и образуетъ такимъ образомъ тѣло лишая.

Подобный, кажущійся съ перваго взгляда весьма парадоксальнымъ *паразитизмъ* представляетъ намъ также и отно-

шеніе между бобовыми растеніями и клубеньковыми бактеріями; бобовое растеніе паразитируетъ на бактеріяхъ. Чтобы сдѣлать такое воззрѣніе болѣе понятнымъ, попробуемъ прослѣдить поближе развитіе клубеньковъ. Тонкіе корневые волоски, роль которыхъ состоитъ въ всасываніи воды и минеральныхъ солей молодого, еще лишеннаго клубеньковъ бобоваго растенія, подвигаясь въ почвѣ, пробираются повсюду между ея частичками, причемъ они выдѣляютъ особья вещества, могущія растворять частички почвы, плотно прикрѣпляющіяся къ корневымъ волоскамъ. Такимъ образомъ, уже неповрежденная поверхность корней постоянно выдѣляетъ хемотактически дѣйствующія вещества. Къ этому хемотактическому дѣйствию присоединяется еще и то, которое происходитъ отъ поврежденія многочисленныхъ корневыхъ волосковъ или другихъ легкихъ пораненій корней. Вслѣдствіе этого, корни будутъ дѣйствовать привлекающимъ образомъ на клубеньковыхъ бактерій, если послѣднія находятся въ выполненныхъ водой промежуткахъ между частичками почвы. Чѣмъ питаются здѣсь бактеріи, этотъ вопросъ требуетъ еще дальнѣйшаго изслѣдованія, такъ какъ ясно, что здѣсь бактеріи должны довольствоваться болѣе скромными источниками углерода и азота, чѣмъ въ чистой культурѣ съ аспарагиномъ и сахаромъ. Именно эти вещества, особенно же хемотактически весьма дѣятельный аспарагинъ, всегда находятся въ изобиліи въ прорастающихъ бобовыхъ растеніяхъ и, конечно, выступаютъ наружу при каждомъ пораненіи корня, такъ что аспарагину, дѣйствительно, могла бы принадлежать роль вещества, привлекающаго клубеньковыхъ бактерій, которыя направлялись бы къ пораненному корневому волоску совершенно такимъ же образомъ, какъ онѣ направляются въ капилляръ, наполненный растворомъ аспарагина (рис. 21 в). Кромѣ того, даже кажется, будто бобовыя черезъ разрыхленіе клѣточныхъ стѣнокъ на нѣкоторыхъ корневыхъ волоскахъ и т. д. готовятъ приманку для бактерій. Во всякомъ случаѣ не подлежитъ сомнѣнію, что бактеріи привлекаются хемотактически и, попадая въ лучшія условія питанія, начинаютъ сильно размножаться. Тѣсно сплоченными массами онѣ пробираются отъ поверхности корня внутрь его, причемъ опять - таки бобовое растеніе,

повидимому, облегчаетъ имъ путь тѣмъ, что нѣсколько разрыхляетъ трудно проницаемыя клѣточные стѣнки. Широкими полосами, въ видѣ такъ-наз. *инфекціоннаго мѣшка* (рис. 21 а и в), пробираются бактеріальныя зооглеи внутрь корня отъ одной клѣтки къ другой. Въ это же время начинается также видимая реакція и со стороны бобоваго растенія. Оно расширяетъ многія изъ своихъ корневыхъ клѣтокъ, снабжаетъ ихъ въ изобиліи углеводами и аспарагиномъ, притекающими изъ надземнаго стебля, и готовитъ, такимъ обра-

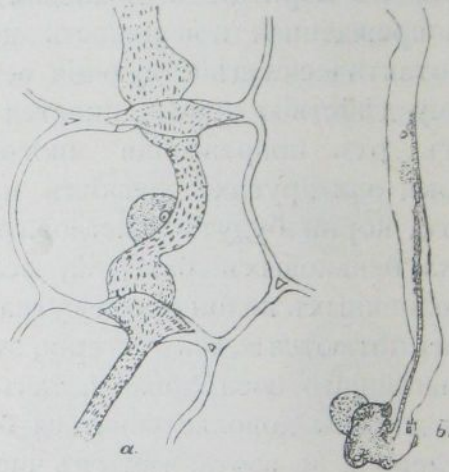


Рис. 21. Проникновеніе бактерій въ корни бобовыхъ; а Клѣтка изъ коры корня гороха съ клѣточнымъ ядромъ и такъ наз. инфекціоннымъ мѣшкомъ, съ широкой полосой плотной бактеріальной зооглеи, которая пробивается черезъ клѣточные стѣнки (Празмовскій). б Конецъ корневого волоска у гороха, на верхушкѣ котораго приклеилось нѣсколько мелкихъ частичекъ почвы (справа) и скопились бактеріи (слѣва). Внутри верхушки плотная протоплазма перемѣшана съ бактеріями, которыя въ видѣ нитчатой зооглеи (инфекціонная нить) проникаютъ внутрь волоска (по Frank'y). Увелич. а 650, б 175.

зомъ, для роста бактерій помѣщенія, наполненныя питательными веществами и замѣтныя уже снаружи по быстро развивающимся клубенькамъ.

Въ этихъ клубенькахъ бобовое растеніе подготовляетъ для себя просто-на-просто культуру бактерій. Здѣсь бактеріи размножаются сначала на счетъ бобоваго растенія. Но скоро онѣ начинаютъ работать самостоятельно и ассимилировать азотъ воздуха, тогда какъ потребность ихъ въ углеродѣ въ теченіе всего лѣта, конечно, должна покрываться заготовленнымъ въ изобиліи крахмаломъ, который мало-по-

малу, можетъ быть, даже самимъ бобовымъ растеніемъ превращается въ сахаръ. Теперь клубенекъ находится въ періодѣ полной дѣятельности; воздухъ оmyваетъ со всѣхъ сторонъ при посредствѣ мелкихъ межклеточныхъ пространствъ¹⁾ богатая бактеріями клетка (рис. 19 с), въ которыхъ и фиксируется азотъ. Вскорѣ затѣмъ начинаютъ появляться первые бактериоды, а вмѣстѣ съ тѣмъ начинается и истребленіе богатыхъ бѣлкомъ бактерій паразитомъ — бобовымъ растеніемъ; оно мало-по-малу переводитъ въ сѣмена азотъ клубеньковъ, котораго, напр., у цвѣтушаго лупина, клубеньки содержатъ до 5,2%. Вслѣдствіе этого, содержаніе азота въ клубенькахъ при созрѣваніи сѣмянъ падаетъ до 1,7%, т. е. приблизительно то же количество, которое содержатъ корневые участки, лишенные клубеньковъ. Выдѣляетъ-ли для расторенія бактерій бобовое растеніе пептонизирующій энзимъ, это нуждается еще въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи, но такое выдѣленіе, впрочемъ, весьма вѣроятно. Лишь небольшая часть бактерій переходитъ неповрежденной въ культивируемую почву, главная же масса буквально пожирается бобовымъ растеніемъ, — симбіоза, такимъ образомъ, не оказывается. Въдъ аспарагинъ и углеводы, которые даютъ бобовыя привлеченнымъ бактеріямъ, являются все же лишь только коварно выданной ссудой, которая позднѣе съ лихвой взимается обратно въ видѣ драгоцѣннаго азота. Такимъ образомъ, тотъ взглядъ, что бобовое есть паразитъ клубеньковыхъ бактерій, не представляется намъ страннымъ. Бобовое растеніе, паразитируя, должно заключать въ себѣ несравненно меньшаго хозяина, совершенно такъ, какъ это дѣлаетъ грибокъ съ водорослью въ тѣлѣ лишая. Но если въ послѣднемъ случаѣ мы встрѣчаемся съ полнымъ паразитомъ, то бобовыя представляютъ намъ примѣръ *полупаразитизма*,

1) Если бы справедливъ былъ взглядъ, представителемъ котораго является *Фраукъ*, что въ бактериодную ткань не видряются межклеточныя пространства и что поэтому сюда не имѣетъ доступа свободный азотъ, тогда въдъ и кислородъ воздуха не проникалъ бы въ эти части корневого клубенька, которая жили бы въ условіяхъ анаэробіоза. Внимательное разсмотрѣніе любого поперечнаго разрѣза черезъ клубенекъ показываетъ обратное, что собственно понятно само собой.

они—паразиты лишь настолько, насколько нуждаются въ азотѣ, котораго не могутъ получить ни изъ атмосферы, ни изъ селитры почвы въ достаточномъ количествѣ (стр. 160, таб. III), тогда какъ объ ассимиляціи углекислоты и о минеральныхъ соляхъ бобовыя растенія заботятся сами. Въ этомъ отношеніи они примыкаютъ къ другимъ зеленымъ полупаразитамъ, каковы *Thesium*, *Rhinathaceae* и др., относительно которыхъ неизвѣстно еще, какія именно питательныя вещества они отнимаютъ у растеній - хозяевъ, съ которыми они сплетаются своими корнями.

Такъ какъ на каждомъ полѣ, засѣваемомъ бобовыми, даже почти въ каждой почвѣ находятся клубеньковыя бактеріи, то не лишней была бы попытка получить ихъ въ чистой культурѣ непосредственно изъ почвы. Не лишнимъ было бы также изслѣдованіе вопроса о томъ, живутъ-ли клубеньковыя бактеріи въ свободномъ видѣ въ почвѣ и могутъ-ли онѣ въ ней размножаться, или же онѣ находятся лишь въ стадіи вегетативнаго покоя (споры неизвѣстны) и переходятъ въ дѣятельное состояніе лишь подъ вліяніемъ корней бобовыхъ растеній.

Изолированіе клубеньковыхъ бактерій изъ культурной почвы еще не удалось, но Виноградскій нашель другую почвенную бактерію, которая ассимилируетъ атмосферный азотъ ¹⁾. Она называется *Clostridium Pasteurianum* и принадлежитъ къ числу бактерій, образующихъ масляную кислоту. Чистая культура ея удавалась въ питательномъ растворѣ, который, кромѣ минеральныхъ солей, само собой разумѣется, безъ всякихъ азотистыхъ соединеній, содержалъ лишь сахаръ, какъ источникъ углерода. Этотъ послѣдній перебраживался въ масляную кислоту, уксусную и угольную кислоту, водородъ и нѣкоторые неопредѣленные побочные продукты. Броженіе сопровождалось связываніемъ азота и притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше было въ растворѣ сахара, т.-е. чѣмъ энергичнѣе протекало броженіе. Напримѣръ:

¹⁾ *Winogradsky*, Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes. Comptes rendus Парижской Академіи, 1893, 116 т., стр. 1385, 1894, 118 т., стр. 353, и подробное изложеніе въ „Архивѣ биологическихъ наукъ“, 3 т. Петербургъ, 1895. (рефериров. въ *Bot. Zeit.* 1895).

Содержаніе декстрозы въ питательномъ растворѣ въ граммахъ.	Азотъ питательнаго раствора.	Полученный азотъ въ миллиграммахъ.
1	0	3,0
2	0	2,9
3	0	8,1
6	0	12,8.

Возможное дѣло, что азотъ связывается водородомъ въ моментъ его выдѣленія, такъ что первымъ продуктомъ ассимиляціи могъ бы быть амміакъ. Выведенная въ чистой культурѣ бактерія представляетъ собой крупный, анаэробный, растущій въ слизистыхъ массахъ и оживленно движущійся *Bacillus*, который существенно отличается отъ тонкихъ и стройныхъ клубеньковыхъ бактерій. Онъ образуетъ споры въ веретенообразно набухающихъ палочкахъ (поэтому *Clostridium*) и, подобно другимъ маслянокислымъ бактеріямъ, даетъ съ іодомъ гранулезную реакцію.

При какихъ условіяхъ развивается въ естественной обстановкѣ *Clostridium Pasteurianum*, на счетъ какого источника углерода, въ особенности почвы, онъ живетъ, это нуждается еще въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи. Если бы для него оказалось необходимымъ присутствіе сахара, какъ способнаго бродить вещества, то, конечно, онъ врядъ-ли могъ бы жить въ неудобренной почвѣ, но могъ бы встрѣчаться повсюду, гдѣ разыгрываются въ пестромъ взаимодействіи процессы броженія и гніенія. Ассимилируютъ-ли атмосферный азотъ также и другія, описываемыя ниже, бактеріи маслянокислаго броженія, остается неизвѣстнымъ. Но, конечно, слѣдуетъ допустить, что существуютъ еще и другія, быть можетъ, вполне прототрофныя почвенныя бактеріи, обладающія этой способностью.

Въ особенности слѣдуетъ обратить вниманіе на лѣса, которые никогда не удобряются и все-таки каждый годъ отлагаютъ неимовѣрныя количества азота въ видѣ органическаго вещества; въ лѣсной почвѣ нужно будетъ искать бактерій, ассимилирующихъ азотъ воздуха, правда, съ необходимой критикой, такъ какъ постоянно выплывающая въ сельско-хозяйственныхъ кругахъ мысль, что все

почвенныя бактеріи связываютъ азотъ, не имѣть достаточнаго основанія. Зеленяя и синезеленяя водоросли, которымъ прежде приписывали это свойство, какъ показываютъ новѣйшія изслѣдованія, не обладаютъ таковымъ ¹⁾. Утверждаютъ, правда, что плѣсневые грибы связываютъ свободный азотъ, но это не доказано, если принять во вниманіе всѣ источники ошибки. Быть можетъ, современемъ нитрагинъ будетъ замѣненъ чистыми культурами свободно живущихъ въ почвѣ и связывающихъ азотъ бактерій, которыя можно было бы употреблять, до известной степени, какъ промежуточный посѣвъ между потребляющими азотъ культурными растениями.

¹⁾ Относительно этого спорнаго вопроса работа *Коссовича* Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff assimilieren, Bot. Zeit. 1894, дала новое объясненіе. Здѣсь же критически разобраны опыты *Шлезинга* и *Лорана* (Annales de l' Institut Pasteur 1892).

XI.

Бактеріи и круговоротъ азота.

Отщепленіе и минерализація органическаго азота въ процессахъ гніенія и нитрификаціи.

Разъ только азотъ, войдя въ составъ растительнаго организма, химически связывается въ формѣ бѣлковыхъ тѣлъ, всякаго рода ядовитыхъ и неядовитыхъ растительныхъ веществъ (напр., алкалоиды), хлорофилла и другихъ красящихъ веществъ (напр., индиго), то принимать участіе въ новомъ круговоротѣ онъ становится способнымъ лишь послѣ смерти растенія, и то благодаря лишь процессамъ гніенія и тлѣнія, потому что растеніе во время своей жизни ни въ какой формѣ не выдѣляетъ азота изъ своего тѣла и въ живомъ состояніи можетъ служить источникомъ азота только для паразитовъ и растеніеядныхъ животныхъ.

Въ животномъ тѣлѣ азотъ находится, главнымъ образомъ, въ бѣлковыхъ тѣлахъ въ самомъ широкомъ смыслѣ этого слова, равно какъ и въ ихъ производныхъ, въ такъ-наз. альбуминоидахъ, каковы муцинъ (слизистое вещество), глютинъ (клеевое вещество), кератинъ (роговое вещество), эластинъ (эластическое вещество), далѣе въ чрезвычайно сложныхъ веществахъ, каковы гемоглобинъ, нуклеинъ, хитинъ, лецитинъ и мн. другія. Изъ всѣхъ этихъ соединеній азотъ лишь послѣ смерти животнаго переводится въ процессахъ гніенія и тлѣнія въ болѣе простыя химическія тѣла. Правда, животные регулярно отдають часть своего азота отчасти въ видѣ секретовъ, каково, напр., молоко, отчасти въ видѣ экскрементовъ: мочи и помета. Этотъ азотъ экскрементовъ, плюсъ азотъ подстилочной соломы стойлъ, и является именно тѣмъ азо-

томъ, который придаетъ высокую цѣнность удобренію навозомъ нашихъ домашнихъ животныхъ. Но въ свѣжемъ навозѣ азотъ не представляетъ еще той формы, въ которой онъ могъ бы служить питательнымъ веществомъ для растений.

Въ мочѣ травоядныхъ азотъ встрѣчается преимущественно въ видѣ гиппуровой кислоты, въ мочѣ же челоуѣка въ видѣ мочевины, мочевой кислоты и нѣкоторыхъ другихъ производныхъ мочевины. Въ экскрементахъ на ряду съ оставшимися бѣлками непереваренной пищи находятся многочисленныя, богатые азотомъ продукты начинающагося уже въ кишечномъ каналѣ и вызываемаго дѣятельностью бактерій гніенія остатковъ пищи, каковы индолъ, скатолъ, лейцинъ, тирозинъ и такъ далѣе вплоть до амміака. Ни одно изъ этихъ соединений, даже амміакъ, не пригодно для того, чтобы служить пищей зеленымъ растеніямъ, дѣятельностью которыхъ и поддерживается весь круговоротъ азота. Только въ процессѣ гніенія освобождается весь азотъ, связанный въ сложныхъ молекулахъ органическихъ соединений, только въ процессѣ нитрификаціи онъ снова минерализуется и въ формѣ азота селитры становится пригоднымъ для питанія растений.

Только въ томъ случаѣ, когда оказываются налицо всѣ условія, благопріятныя для развитія живыхъ организмовъ, наступаетъ *гниеніе*; это, слѣдовательно, процессъ біохимическій. Дѣйствительно, если температура понижается до извѣстнаго предѣла, трупы животныхъ вообще перестаютъ гнить, какъ свидѣтельствуемъ объ этомъ поразительный случай нахожденія совершенно сохранившагося трупа мамонта въ великой ледяной области природы, Сѣверной Сибири; его мясо такъ мало измѣнилось, что охотно пожиралось собаками, а между тѣмъ оно пролежало многія тысячелѣтія. Точно также гніеніе не происходитъ; когда нѣтъ другого жизненнаго фактора, влаги; именно высушенное мясо не подвергается гніенію. Иногда сухость и низкая температура одновременно противодѣйствуютъ наступленію гніенія; такъ это наблюдается въ церковныхъ склепахъ, гдѣ изумленному посѣтителю нерѣдко показываютъ прекрасно сохранившіеся небальзамированныя трупы давно умершихъ людей. Дальнѣйшимъ средствомъ,

предупреждающимъ гніеніе, является уже разсмотрѣнная химическая и физическая дезинфекція; первой, т.-е. химической, пользуются для бальзамированія труповъ, для консервированія пищевыхъ средствъ. Гніеніе (*Putrescenz, Putrefactio*) обусловливается исключительно живыми организмами, а именно такъ-наз. сапрогенными бактеріями, *бактеріями гніенія*, поэтому можно сказать, что гніеніе есть разложение азотистыхъ продуктовъ животной и растительной жизни, въ особенности *бѣлковъ*, вызываемое дѣятельностью *бактерій*.

Бактеріи не могутъ развиваться въ бѣдныхъ бѣлками, но богатыхъ растительными кислотами плодахъ (фрукты, виноградъ, апельсины), такъ какъ эти кислоты ослабляютъ ихъ. Гніеніе этихъ плодовъ вызывается различнаго рода плѣсневыми грибами (*Penicillium, Mucor, Botrytis* ¹).

Разложение отмершихъ животныхъ и растительныхъ организмовъ, животныхъ экскрементовъ и навознаго удобрения въ сельскомъ хозяйствѣ не представляетъ, правда, исключительно процесса гніенія, такъ какъ одновременно съ процессомъ гніенія идутъ еще и разнообразныя процессы броженія безазотистыхъ продуктовъ, равно какъ и другіе біохимическіе процессы, напр., нитрификация. Слѣдовательно, разложение труповъ и навоза представляетъ собой пеструю смѣсь различныхъ дѣйствій бактерій, такъ что подчасъ становится невозможнымъ въ точности разобрать участіе каждаго вида бактерій въ отдѣльности. Мѣстами гніенія, помимо кишечника у человѣка, животныхъ труповъ и навозныхъ кучъ, являются всѣ сточныя канавы и шлюзы, илистое дно прудовъ и рѣкъ, морское дно,—короче говоря, всякое мѣсто, гдѣ азотистыя, органическія тѣла предоставлены самимъ себѣ, т.-е. дѣятельности бактерій, при условіи, конечно, соответствующей температуры и влажности.

Гніюція бѣлковая тѣла распадаются на большое число разнообразныхъ, частью азотистыхъ, частью безазотистыхъ соединений, одинаковыхъ съ тѣми, которыя получаютъ при искусственномъ разложеніи бѣлка (въ лабораторіи) или кипяченіемъ съ соляной кислотой и гидратомъ окиси барія,

¹) *Wehmer*, Untersuchungen über die Fäulniss der Früchte, въ Beiträgen zur Kenntniss einheimischer Pilze. 2 Heft. Jena, 1895.

или сплавленіемъ съ ѣдкимъ кали. Среди продуктовъ разложенія можно различать слѣдующія 5 группъ:

1. *Альбумозы и пептоны* — тѣла, растворимыя въ водѣ и стоящія еще очень близко къ бѣлку; происходятъ также при пищевареніи и образуются бактеріями при помощи особеннаго энзима, соотвѣтствующаго пепсину нашего желудка.

2. *Ароматическія соединенія* въ громадномъ количествѣ; среди нихъ содержащіе азотъ индолъ и скатолъ, главнѣйшія вонючія вещества человѣческихъ экскрементовъ; на ряду съ ними и безазотистыя, каковы феноль, фенил - уксусная, фенил-пропіоновая кислоты.

3. *Амидосоединенія* всѣ содержатъ азотъ: лейцинъ, тирозинъ, аспарагиновая кислота, гликоколь.

4. *Жирныя и карбоновыя кислоты*, вообще безазотистыя и потому не имѣющія значенія для круговорота азота, каковы уксусная кислота, масляная, валерьяновая, янтарная и др.

5. *Неорганическіе, конечные продукты гніенія*: свободный азотъ, амміакъ, свободный водородъ, метанъ (болотный газъ), угольная кислота, метил - меркаптанъ, сѣроводородъ. Происходитъ-ли при гніеніи фосфористый водородъ, окисляющійся тотчасъ же кислородомъ воздуха, хотя и не доказано, но, конечно, весьма вѣроятно.

Къ этимъ продуктамъ разложенія гнѣющаго бѣлка, образующимся по большей части и при химическомъ расщепленіи бѣлка, присоединяется еще шестая группа тѣлъ, которая можно разсматривать, какъ специфическія вещества гніенія; это такъ-наз. *птомаины* или *алкалоиды гніенія* ¹⁾ — азотистыя соединенія, принадлежащія къ аминовымъ основаніямъ. Въ настоящее время уже описано довольно большое количество такихъ тѣлъ, изъ которыхъ нѣкоторыя весьма ядовиты, другія же совершенно безвредны, но изучено боль-

¹⁾ *Selmi* въ Sitzungsber. d. Akad. zu Bologna, 1872 и 73., затѣмъ *Alcaloidi cadaverici*, Bologna 1881. *Brieger*, Ueber Ptomaine, Berlin, 1885—86, *Untersuchungen über Bacteriengifte* въ Berliner klinische Wochenschrift 1890 и много другихъ статей. Срав. также *Kobert*, Lehrbuch der Intoxikationen, 1893.

шинство изъ нихъ еще недостаточно полно въ виду трудности полученія ихъ въ чистомъ видѣ. Изъ гнѣющаго мяса (млекопитающихъ, человѣческихъ труповъ, рыбы) и клея Бригеромъ были изолированы нейридинъ ($C_5H_{14}N_2$), триметиламинъ (C_3H_9N), кадаверинъ (пентаметилендіаминъ $C_5H_{14}N_2$), затѣмъ путресцинъ, діаминъ метиленоваго ряда ($C_4H_{12}N_2$). Всѣ эти соединенія или совершенно неядовиты, или же ядовиты только въ томъ случаѣ, если они введены въ организмъ въ большихъ количествахъ. Въ противоположность только что названнымъ весьма ядовитыми являются нѣкоторыя вещества, получаемыя изъ испортившихся, гнѣющихъ пищевыхъ продуктовъ; они вызываютъ очень тяжелые случаи отравленія, какъ, напр., колбасный ядъ (птоматропинъ), сырный ядъ (тиротоксинъ). Въ прежнее время всѣ ядовитыя аминокислоты основанія обозначались обыкновенно именемъ *токсиновъ* (гнилостные и трупные яды), въ настоящее же время это названіе распространили на всѣ ядовитые продукты жизнедѣятельности бактерій, независимо отъ ихъ химической природы. Такимъ образомъ, именемъ токсиновъ обозначаются также и ниже упоминаемые яды (лекц. XVII) патогенныхъ бактерій (токсинъ дифтерита, токсинъ тетануса и др.).

Для круговорота азота имѣютъ важное значеніе одни конечные продукты гнѣенія, свободный азотъ и амміакъ, которые получаютъ, въ концѣ-концовъ, при постепенномъ разложеніи всѣхъ промежуточныхъ азотистыхъ продуктовъ гнѣенія; такъ, напр., лейцинъ при продолжающемся гнѣеніи даетъ: валерьяновую кислоту, амміакъ, угольную кислоту и водородъ; тирозинъ при доступѣ воздуха давалъ гидро-р-кумаровую кислоту, р-оксифенил-уксусную, р-крезолъ-феноль, амміакъ, угольную кислоту; безъ доступа воздуха, при анаэробномъ гнѣеніи, индолъ, угольную кислоту, водородъ.

Этотъ перечень ни въ какомъ случаѣ не охватываетъ собой всѣхъ возможныхъ продуктовъ гнѣенія, потому что даже качественное изслѣдованіе такого сложнаго процесса, какъ гнѣеніе, еще очень далеко отъ своего окончанія, а количественное является пока даже совершенно невозможнымъ. Такимъ образомъ, напр., мы совсѣмъ еще не знаемъ,

при какихъ условіяхъ является преобладающимъ тотъ или другой промежуточный продуктъ.)

Подробнѣе изучено лишь вліяніе кислорода ¹⁾. Если гніеніе происходитъ *аэробно*, то оно часто протекаетъ совершенно безъ запаха, потому что кислородъ воздуха въ этихъ условіяхъ окисляетъ пахучіе, конечные продукты, каковы амміакъ и сѣроводородъ съ образованіемъ нитратовъ и сульфатовъ. Эта минерализація совершается отчасти также аэробными бактеріями, каковы нитрифицирующія и сѣро-бактеріи. Далѣе при аэробномъ гніеніи совсѣмъ не происходитъ накопленія сильно вонючихъ промежуточныхъ продуктовъ, каковы индолъ и скатолъ. Такое гніеніе безъ рѣзкаго запаха называютъ обыкновенно *т.т.и.е.м.*; оно происходитъ на поверхности навозныхъ кучъ и труповъ, въ хорошо продуваемой почвѣ.

Анаэробное гніеніе вызываетъ, какъ и анаэробное броженіе, менѣе глубокое расщепленіе бѣлковой молекулы, почему здѣсь и накаплиются различные вонючіе промежуточные продукты, каковы индолъ и скатолъ, затѣмъ и амидосоединенія (лейцинъ, тирозинъ и др.), напр., въ экскрементахъ, къ тому же эти конечные продукты анаэробнаго гніенія не могутъ тотчасъ окисляться. Отсюда слѣдуетъ, что анаэробное гніеніе протекаетъ съ рѣзкимъ запахомъ, какъ это знаетъ всякій, кому приходилось прокалывать гніющую и вздувшуюся отъ газообразныхъ продуктовъ разложенія падаль или вытаскивать на поверхность нижніе слои гніющаго пудового пла.

Такимъ образомъ, теченіе процесса гніенія существенно зависитъ отъ доступа воздуха, но конечные продукты, въ концѣ-концовъ, одинаковы: свободный азотъ, амміакъ, метанъ, угольная кислота, сѣроводородъ, свободный водородъ. Человѣческій трупъ также, въ концѣ-концовъ, сгниваетъ въ эти вещества.

¹⁾ *Hoppe-Seiler*, Ueber die Einwirkung von Sauerstoff auf die Lebensthätigkeit niederer Organismen, *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, 1884, VIII т. *Hencki*, Ueber den chemischen Mechanismus der Fäulnis, *Journal f. prakt. Chemie*, XVII т. *Bienstock*, Ueber die Bacterien der Faeces, *Zeitschr. f. klinische Medicin*, 8 т. *Herfeld*, Die Bacterien des Stalldüngers und ihre Wirkung, *Centralbl. f. Baet.*, 2 отд., 1 т., 1895.

Упомянемъ еще вкратцѣ, что *прѣіемъ* называютъ разложеніе бѣдныхъ бѣлкомъ, но богатыхъ клѣтчаткой растительныхъ веществъ, причемъ образуются многочисленныя гуминовыя вещества. Этотъ процессъ ¹⁾, біохимическій характеръ котораго едва-ли можетъ быть подвергнутъ сомнѣнію, по отношенію къ вызывающимъ его бактеріямъ еще не изслѣдованъ въ точности.

Въ качествѣ бактерій гніенія *rag excellence* считалась прежде *Bacterium termo*, по описанію Кона слабо флуоресцирующая, оживленно движущаяся, коротко-яйцевидная палочка, принадлежность которой къ какому-либо изъ точно описанныхъ въ настоящее время видовъ бактерій опредѣлить невозможно (рис. 22 а). *Bacterium termo* въ настоящее время представляетъ собой лишь собирательное имя для встрѣчающихся въ гніющихъ субстратахъ подвижныхъ и въ другихъ отношеніяхъ мало изслѣдованныхъ бактерій, и то, что теперь еще слыветъ подъ этимъ именемъ, можетъ быть крайне разнообразно. Въ богатой флорѣ бактерій ²⁾ гніющей жидкости прежде всего можно различать двѣ біологическія группы бактерій: настоящихъ возбудителей гніенія, *сапрогенныхъ бактерій* и *сапрофильныхъ*, питающихся продуктами первыхъ. Сапрофильными, напр., оказываются сѣробактеріи на днѣ прудовъ и морей, гдѣ онѣ покрываютъ гніющія массы растительныхъ остатковъ; далѣе нитрифицирующія бактеріи, если онѣ окисляютъ амміакъ, образовавшійся въ процессѣ гніенія. Способностью къ сапрофильной жизни обладаютъ вообще очень многія метатрофныя бактеріи, затѣмъ патогенныя, а также и крупныя спириллы воды (*Spirillum undula*). Сапрофильныя бактеріи сами по себѣ не въ состояніи, такъ сказать, атаковать бѣлковую молекулу и вызвать ея распада-

¹⁾ *Wollny*, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen mit Rücksicht auf die Bodenkultur. Heidelberg, 1897.

²⁾ Морфологіей бактерій гніенія спеціально занимаются: *Cohn*, Beiträge z. Biol., I т., 1872; *Hauser*, Ueber Fäulnisbakterien und deren Beziehungen zur Septikämie, Leipzig, 1885; *Bienstock* (прим. на стр. 176); *Kuhn*, Morphol. Beiträge zur Leichenfäulnis, Archiv f. Hygiene, XIII т., 1891. Относительно сапрогенныхъ свойствъ, въ особенности же относительно образованія индола у патогенныхъ бактерій, медицинская литература даетъ очень много указаній, которыя собраны также въ сочиненіяхъ *Flügge* и *Lehmann* и *Neumann*'а, указанныхъ въ прим. на стр. 2.

ніе. Это свойство характерно для сапрогенныхъ. Поэтому, если всѣхъ бактерій, появляющихся въ гніющемъ субстратѣ, обозначаютъ именемъ сапрофитовъ, то этимъ собственно ровно ничего не говорятъ.

Сапрогенныя свойства извѣстны для очень большого числа бактерій, изъ которыхъ однѣ оказываются весьма энергичными возбудителями гніенія, какъ, напр., *Bac. vulgaris* (*Proteus* *Heuser's*), тогда какъ другія могутъ разлагать молекулу бѣлка лишь медленно. Специфическихъ продуктовъ гніенія, которые могли бы служить для характеристики отдѣльныхъ сапрогенныхъ видовъ, не считая нѣкоторыхъ токсиновъ, не образуется. Такъ, всѣ сапрогенные вибрионы (рис. 22 b), а не только одинъ вибрионъ холеры, кромѣ *Bacillus coli communis*, и многія другія бактеріи образуютъ индолъ и сѣроводородъ и т. д. Къ этимъ патогеннымъ бактеріямъ съ сапрогенными свойствами примыкаютъ изъ біологическихъ группъ еще многія флуоресцирующія и фосфоресцирующія бактеріи.

Легко изолируемая изъ воды *Bacillus fluorescens liquae-faciens*, — оживленно движущаяся палочка, — образуетъ изъ бѣлка: пептонъ, жирныя кислоты и другіе продукты гніенія. Выдѣленная изъ кишечнаго канала палочкообразная бактерія, извѣстная въ прежнее время подъ именемъ *Bacillus putrificus coli*, набухающая при спорообразованіи на одномъ концѣ въ видѣ головки, доставляетъ пептонъ, индолъ, скатолъ, амидовещества, въ концѣ-концовъ, амміакъ. Подобно ей, относится къ бѣлку и мясу и *Bacillus vulgaris* (*Proteus vulgaris*) съ родственными формами, которая также производитъ въ изобиліи токсины. *Bacillus vulgaris* появляется почти регулярно, если мясной бульонъ оставить открытымъ. Это тонкая палочка, 1,5—4 μ длины, около 0,5 μ ширины, съ рѣзко выраженнымъ образованіемъ цѣпочекъ; она весьма оживленно движется при помощи многочисленныхъ перитрихіальныхъ жгутовъ. Къ ней примыкаетъ морфологически едва отдѣлимая родственная форма (можетъ быть, ихъ можно было бы соединять въ одинъ видъ *Bactridium Proteus*) съ рѣзкими сапрогенными свойствами: *Bacterium Zopfii* *Kurth's* и нѣкоторыя другія, соединенныя *Heuser's* въ старый родъ *Proteus* въ виду разнообразной формы, которую принимаютъ на же-

латинѣ ихъ колоніи. Онѣ образуютъ здѣсь сильно вѣтвящіяся зооглеи, напоминающія грибной мицелій, и такимъ образомъ застилаютъ всю желатиновую пластинку. Нити, подобныя грибамъ, состоятъ изъ неправильно расположенныхъ, отдѣльныхъ индивидуумовъ, соединенныхъ между собой студенью (рис. 22 d—h).

Но даже на этихъ, повидимому, специфическихъ возбудителей гніенія нельзя все-таки смотрѣть, какъ на исключительно таковыхъ, вродѣ сѣро-бактерій или нитрифицирующихъ бактерій, представляющихъ только одну форму обмѣна веществъ и развивающихся лишь тогда, когда можетъ совершаться именно этотъ обмѣнъ. Къ сапрогеннымъ свойствамъ, напр., у видовъ *Proteus*, прибавляются также цимогенныя; эти виды могутъ даже перебраживать углеводы съ образованіемъ газовъ и кислотъ; то же относится и къ *Bacillus coli communis*.

Понадобятся еще очень тщательныя химическіе опыты съ чистыми культурами, чтобы внести лучшій порядокъ въ этотъ хаосъ различныхъ свойствъ. Современному состоянію знанія, конечно, лучше всего будетъ соответствовать, если мы понятіе „возбудитель гніенія“ будемъ толковать нѣсколько шире и относить къ возбудителямъ гніенія всѣхъ бактерій съ сапрогенными свойствами, не придавая значенія тому, на этихъ-ли однихъ свойствахъ основывается питаніе данныхъ бактерій, или же онѣ при другомъ субстратѣ могутъ проявить другія плеотрофныя свойства, напр., цимогенныя.

Несомнѣнно только то, что многія бактеріи, напр., почти всѣ кокки и очень многія пигментныя бактеріи, не обладаютъ совершенно сапрогенными свойствами.

Сапрогенныя бактеріи могутъ разлагать бѣлковые вещества всякаго рода и во всякой морфологической формѣ въ видѣ клѣточной протоплазмы, въ видѣ мяса мускуловъ, во всякомъ органѣ мертваго организма. Насколько сапрогенныя свойства патогенныхъ бактерій принимаютъ участіе въ возбужденіи болѣзней, будетъ вкратцѣ упомянуто поздиѣ.

Подобно тому, какъ на прежнюю *Bacterium termo* смотрѣли, какъ на единственнаго возбудителя гніенія, точно также и открытый Пастѣромъ *Micrococcus ureae*, короткая,

почти шаровидная неподвижная палочка (0,8—1,2 μ въ поперечникѣ), растущая большей частью попарно, а также и цѣпочками, считался долгое время специфическимъ возбудителемъ такъ-наз. *гнилостнаго броженія мочи* ¹⁾ (рис. 22 с). Нормальная человѣческая моча вытекаетъ свободной отъ

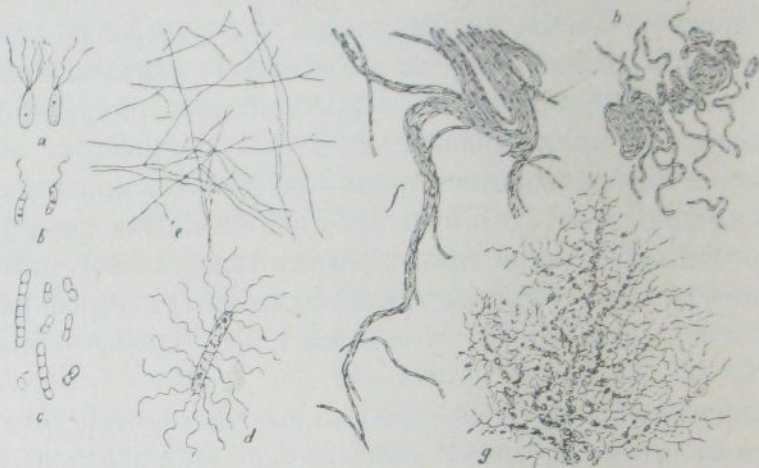


Рис. 22. *Гнилостныя бактеріи*. а *Bacillus pseudoterminus*, лучше всего соответствующій прежнему *Bacterium termo*, который былъ описанъ Кономъ. б *Vibrio*, изъ гниющей воды, похожій на вибриона холеры. с *Bacillus ureae*, самый обыкновенный возбудитель гниенія мочи. d—h *Bacillus proteus* (*Bacillus vulgaris*, *Bacterium Zopfii*, *Proteus vulgaris* и т. д.), d перитрохальная палочка, e ростъ на желатинѣ, въ видѣ нѣжной паутины или тонко-нитчатого мицелія (*Zoogloea*), очень слабое увеличеніе (50 разъ), f при болѣе сильномъ увеличеніи (300), извитыя нити и нитчатыя сплетенія такихъ мицелиеподобныхъ массъ, g прекрасный древовидный ростъ на желатинѣ, 50 разъ увеличенія, h отдѣльные участки предыдущаго, увеличеніе 300 разъ. Увелич. а—d около 1500, e и g 50, f и h 300.

бактерій. При продолжительномъ стояніи она теряетъ свою кислую реакцію. Мочевина путемъ гидратации превращается въ углекислый аммоній. Съ нѣкоторыми промежуточными продуктами совершается перегруппировка и гиппуровой кислоты въ мочѣ травоядныхъ, равно какъ и мочевой кислоты въ тотъ же углекислый аммоній. Возбудителемъ этого біо-

¹⁾ Pasteur и Joubert, Sur la fermentation de l'urine. Comptes rendus Парижской Академіи, 1876, 83 т. Miquel, P., Etude sur la fermentation ammoniacale et sur les ferments de l'urée. Annales de micrographie 1889—1893, т. I—III, V. Въ работахъ Микеля весьма обстоятельныя описанія, касающіяся находенія, вида и дѣятельности многочисленныхъ бактерій мочи (прекрасные рефераты въ Jahresber. Коха, I, II, IV).

химического процесса, играющего столь же важную роль въ круговоротѣ азота, какъ и бѣлковое гніеніе, хотя и очень часто бываетъ *Micrococcus ureae* Пастѣра, но все же не исключительно. Почти бо (?) различныхъ видовъ съ подобными способностями встрѣчаются въ навозѣ и разлагающейся мочѣ; сюда же относятся также *Bacillus vulgaris* и, кромѣ того, еще одна флуоресцирующая палочка.

Неспособными превращать мочевины въ углекислый аммоній оказываются, напр., *Bac. subtilis*, возбудители сибирской язвы, тифа и холеры, гнилостные кокки, а также и нѣкоторыя сапрогенныя бактеріи. Наоборотъ, бактеріи мочевины не могутъ разлагать бѣлка, чему нельзя удивляться въ виду слишкомъ большого различія этихъ двухъ процессовъ.

Зародыши мочевыхъ бактерій находятся повсюду: въ навозѣ, мочѣ, землѣ, воздухѣ; всякая моча, остающаяся на открытомъ воздухѣ, подвергается дѣйствию этихъ бактерій. Какъ велико то количество азота, которое, благодаря дѣятельности этихъ бактерій, превращается въ углекислый аммоній и такимъ образомъ подготавливается для нитрификации и новаго круговорота при помощи растений, видно изъ того, что въ такомъ городѣ, какъ Лейпцигъ, въ теченіе одного дня выдѣляется вмѣстѣ съ мочей приблизительно 4200 килограммовъ азота.

Описанными процессами, въ концѣ-концовъ, главная масса всего органически связаннаго азота, понятно, и азота запахиваемого зеленого удобрения, и азота остающихся въ почвѣ остатковъ урожая, превращается въ амміакъ, за исключеніемъ незначительной части, выдѣляемой въ видѣ свободного азота. Послѣдній непосредственно доступенъ клубеньковымъ бактеріямъ, а также и другимъ почвеннымъ бактеріямъ, а *амміачный азотъ*, наравнѣ съ азотомъ часто употребляемаго въ качествѣ удобрения сѣрнокислаго аммонія газовыхъ заводовъ, чтобы стать годнымъ для питанія азотъ потребляющихъ растений, долженъ еще превратиться въ азотную кислоту. Этотъ процессъ *нитрификации* рассматривался прежде какъ чисто-химическое окисленіе амміака кислородомъ воздуха. Однако, мало-по-малу были обнаружены такіе признаки, которые указывали на то, что и здѣсь мы имѣемъ дѣло съ био-

химическимъ процессомъ, вызываемымъ дѣятельностью бактерій. Послѣ многочисленныхъ напрасныхъ усилій различныхъ ученыхъ изолировать и культивировать этихъ нитрифицирующихъ бактерій удалось, наконецъ, русскому естествоиспытателю Виноградскому разъяснить своеобразный, вполне прототрофный образъ жизни нитрифицирующихъ бактерій ¹⁾ и получить ихъ въ чистой культурѣ. Наука обязана этимъ работамъ Виноградскаго не только объясненіемъ нитрификаціи, какъ біохимическаго процесса, но одновременно и про-

¹⁾ Многочисленныя работы *Варинтона*, *Мюнтца* и другихъ, касающіяся нитрификаціи, дѣйствительно, въ значительной степени способствовали уясненію задачи, однако, сущность процесса разрѣшилъ только *Виноградскій*, *Recherches sur les organismes de la nitrification*, 1—5 memoire, 1889—1891, *Annales de l'Institut Pasteur* IV, V, и *Contributions à la morphologie des organismes de la nitrification*, Архивъ біологич. наукъ, публик. Императ. Инстит. экспериментальной медицины въ Петербургѣ, I, 1892, наконецъ, *Zur Mikrobiologie des Nitrifikationsprocesses*, *Centralbl. f. Bact.*, 2 от., II., 1896. Въ позднѣйшее время опубликовали *Stutzer* и *Harleb* новыя *Untersuchungen über den Salpeterpilz* (*Centralbl. f. Bact.*, 2 от., III, 1897), которыя годятся развѣ для того, чтобы вводить въ заблужденіе читателей, малосвѣдущихъ въ микологіи. Изъ бактерій якобы образуется грибной мицелій, цѣлая масса разнообразныхъ формъ плодоношенія, — короче говоря, *Stutzer* и *Harleb* снова переносятъ насъ въ блаженной памяти времена самаго бессмысленнаго плеоморфизма. Изслѣдованія названныхъ господъ совершенно неудовлетворительны и неполны; въ нихъ отсутствуютъ какія-либо доказательства тѣхъ абсурдныхъ утвержденій, которыя послѣ работъ *Брефельда* не должны бы больше появляться. Настоящія нитрифицирующія бактеріи оказываются бактеріями, какъ и всякія другія, и на этомъ читатель можетъ успокоиться.

Въ 1899 г. появилась работа *Виноградскаго* и *Омельянскаго*: *Einfluss der organischen Substanzen auf die Arbeit nitrifizierenden Microbien* (*Centrll. f. Bact.*, 2 отд., V, 1899, 329, 377, 429). Цѣлымъ рядомъ опытовъ авторы показали, что различныя органическія соединенія, азотистыя и безазотистыя, которыя въ бактеріологіи считаются самыми лучшими источниками углерода и азота, задерживаютъ или даже подавляютъ совсѣмъ работу нитрификаціи, будучи внесены въ крайне незначительныхъ дозахъ. Такъ, глюкоза и пептонъ задерживаютъ развитіе нитрифицирующихъ бактерій въ растворѣ 1 : 4000 и совершенно подавляютъ въ растворѣ 2 : 1000; по своему дѣйствію на нитрифицирующихъ бактерій эти вещества напоминаютъ различныя антисептическія средства. Между прочимъ, интересно дѣйствіе амміака, который не только считается вообще безвреднымъ, но даже годится для питанія многихъ бактерій; онъ задерживаетъ развитіе нитратныхъ бактерій (т.-е. переводящихъ азотистую кислоту въ азотную) въ концентраціи 5 : 100000 и совершенно подавляетъ развитіе въ растворѣ 15 : 100000. *Прим. ред.*

никновеніемъ въ простѣйшія условія жизни низшихъ организмовъ. Повсюду въ природѣ: въ обрабатываемой почвѣ, въ дѣвственныхъ некультурныхъ земляхъ, въ верхнемъ слое навозной кучи неутомимо работаютъ нитрифицирующія бактеріи. Въ большомъ масштабѣ разводили этихъ бактерій, не подозрѣвая объ ихъ существованіи, уже столѣтія тому назадъ въ селитряницахъ, въ которыхъ способный къ гніенію матеріалъ (навозъ, животные отбросы всякаго рода, остатки кожи и клея и т. д.) смѣшивался съ землей, богатой известью, и насыпался слоями въ кучи.

Огромныя залежи селитры въ Чили обязаны своимъ происхожденіемъ дѣятельности нитрифицирующихъ бактерій въ одинъ изъ предшествующихъ періодовъ жизни нашей планеты, въ четвертичный, и произошли, вѣроятно, черезъ наносъ вмѣстѣ съ водой въ прибрежную, бездождную полосу селитры, образовавшейся въ различныхъ мѣстахъ изъ гніющихъ организмовъ.

Изолированіе нитрифицирующихъ бактерій изъ полевой почвы не удастся при помощи обычныхъ питательныхъ субстратовъ съ пептономъ и сахаромъ, на которыхъ эти неприязательнѣйшія бактеріи вообще не растутъ. Онѣ съ презрѣніемъ отказываются отъ всякой органической пищи и являются прототрофными въ полномъ смыслѣ этого слова. Чтобы развести ихъ сначала *en gros*, пользуются слѣдующимъ питательнымъ растворомъ, который прибиваютъ къ нѣкоторому количеству земли:

- 1 литръ воды
- 0,2 г. фосфорнокислой соли калия
(K_2HPO_4)
- 0,3 „ сѣрнокислой магнезій
- 6,5 „ соды (или углекислой магнезій)
- 0,5 „ поваренной соли

и прибавляютъ сначала лишь немного, приблизительно 20—50 миллигр., сѣрнокислаго аммонія, котораго затѣмъ позднѣе, спустя 8 дней, слѣдуетъ прибавлять по мѣрѣ его потребленія бѣльшими порціями въ 1 граммъ. Питательный растворъ содержитъ единственный источникъ азота—амміакъ; углеродъ же усваивается не изъ соды или углекислой магнезій, которыя прибавляются только для связыванія образовавшейся азо-

тистой или азотной кислоты, но изъ углекислоты воздуха. Поваренная соль пока еще необъясненнымъ образомъ способствуетъ процессу.

Азотъ амміака не тотчасъ же окисляется въ азотную кислоту, какъ это принимали раньше, а сначала въ азотистую, которая затѣмъ уже переходитъ въ азотную. Весь процессъ распадается, согласно этому, на два частныхъ процесса: образованіе *нитритовъ* изъ амміака и образованіе *нитратовъ* изъ нитритовъ. Каждый изъ этихъ двухъ процессовъ обуславливается особыми бактеріями; однѣ *нитритныя бактеріи* могутъ лишь перерабатывать амміакъ въ азотистую кислоту, другія *нитратныя бактеріи*—азотистую въ азотную. Оба вида бактерій встрѣчаются въ почвѣ на ряду другъ съ другомъ и такъ какъ одинъ тотчасъ же перерабатываетъ дальше то, что образовалъ другой, то азотистая кислота совсѣмъ не накапливается, и въ почвѣ является лишь конечный продуктъ обоихъ частныхъ процессовъ—азотная кислота.

Лишь въ опытѣ съ чистыми культурами можно въ отдѣльности прослѣдить оба процесса. Оба протекаютъ здѣсь довольно медленно; такъ, напр., въ 16-дневной культурѣ ежедневно 60 миллигр. сѣрнокислаго аммонія превращалось въ азотную кислоту, въ другой, шестинедѣльной культурѣ, ежедневно 64 миллигр. азотистокислаго калия перерабатывалось въ азотную кислоту. Въ природѣ нитрифицирующія бактеріи растутъ во всякомъ случаѣ при болѣе благоприятныхъ условіяхъ, которыхъ не удается реализовать вполне удачно въ опытѣ, поэтому процессъ нитрификации долженъ протекать быстрѣе.

Для того, чтобы изъ вышеописанной грубой культуры изолировать оба рода бактерій, Виноградскій пользовался извѣстнымъ методомъ пластинчатыхъ культуръ, причемъ въ качествѣ твердаго прозрачнаго *matrix* для питательнаго раствора употреблялъ не желатину, а студень кремневой кислоты, о приготовленіи которой можно найти указанія въ указанныхъ работахъ. Годится для изолированія также и тщательно промытый агаръ. Для нитритныхъ бактерій прибавляютъ къ питательному раствору сѣрнокислаго аммонія въ вышеуказанномъ количествѣ, для нитратныхъ бактерій—азотистокислаго калия.

Нитритныя бактеріи, соединенныя Виноградскимъ въ биологическіе роды нитрозококковъ и нитрозомонадъ, оказываются частью неподвижными шарообразными бактеріями до 3μ въ поперечникѣ (нитрозококкъ изъ южно-американской и австралійской почвы), частью оживленно-подвижными, очень короткими эллипсоидальными палочками (нитрозомонада). Между послѣдними слѣдуетъ въ особенности указать два вида: *Nitrosomonas europaea* (рис. 23 а), найденная повсюду въ почвѣ Европы, Африки и Японіи, $0,9-1 \mu$ шириной, $1, 2-1, 8 \mu$ длиной, съ однимъ короткимъ жгутомъ; *Nitrosomonas javanensis* изъ Buitenzorg'a (рис. 23 б), почти шаровидная,

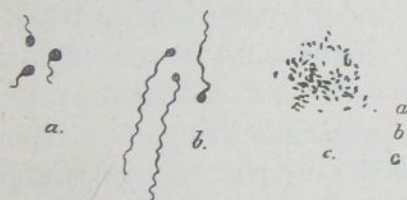


Рис. 23. *Нитрифицирующія* бактеріи по Виноградскому. а *Nitrosomonas europaea* (нитритная бактерія изъ Цюриха). б *Nitrosomonas javanensis* (нитритная бактерія съ Явы). с *Nitrobacter* (нитратная бактерія изъ Квито). Увелич. 1000.

$0,5-0,6 \mu$ въ поперечникѣ съ однимъ жгутомъ, 30μ длиной; это самый длинный жгутъ, какой только до сихъ поръ находили у бактеріи. Спорообразованія еще не наблюдалось. Нитритныя бактеріи легко вызываютъ помутнѣніе въ питательномъ растворѣ (пока онѣ подвижны), но, кромѣ того, образуютъ и зооглеи, которыя при прибавленіи углекислой магнезій скопляются вокругъ ея нерастворимыхъ кристалликовъ, причѣмъ бактеріи глубоко въѣдаются въ эти кристаллики магнезій, связывающей кислоту, подобно лишая, въѣдряющемуся въ камень.

Ставшія до сихъ поръ извѣстными нитратныя бактеріи (*Nitrobacter*, рис. 23 с) являются незначительными, неподвижными палочками ($0,5 \mu$ длины и $0,25 \mu$ ширины), совсѣмъ не даютъ мути въ питательномъ растворѣ и образуютъ тонкія, нѣжныя пленочки на днѣ и стѣнкахъ сосудовъ, въ которыхъ онѣ культивируются. Споръ и здѣсь еще не приходилось наблюдать.

Всѣ нитрифицирующія бактеріи растутъ только при доступѣ воздуха, что не представляетъ ничего удивительнаго,

если принимать во вниманіе ихъ окислительное дѣйствіе; въ свѣтъ не нуждаются, несмотря на то, что онѣ ассимилируютъ углекислоту воздуха. Этотъ фактъ составляетъ одно изъ важнѣйшихъ открытій въ области новѣйшей физиологіи, на что было указано раньше (стр. 84). Въ трехъ опытахъ, въ которыхъ первоначальный, питательный растворъ содержалъ 6 mgr. угольной кислоты въ формѣ углекислой магнезіи, спустя нѣсколько недѣль выросшія бактеріи дали 37,6, 26, 17,5 mgr. угольной кислоты, которая, какъ это позднѣе доказалъ специальными опытами Годлевскій ¹⁾, была поглощена изъ воздуха, причѣмъ ассимиляція ея шла безъ участія свѣта и хлорофилла. Азотъ, какъ уже упомянуто, отнимается у окисляемаго матеріала, амміака или азотистой кислоты, и даже выдѣляется немного азота въ свободномъ видѣ. Такимъ образомъ, элементами, служащими для построенія организованнаго вещества прототрофныхъ нитрифицирующихъ бактерій, являются простѣйшія соединенія: углекислота, амміакъ или азотистая кислота вмѣстѣ съ необходимыми минеральными солями. Это, несомнѣнно, самый примитивный синтезъ бѣлковыхъ тѣлъ, какой только можно себѣ представить. Источникомъ энергіи для этихъ процессовъ является окисленіе амміака и азотистой кислоты.

Азотная кислота, произведенная нитрифицирующими бактеріями, не вся идетъ на питаніе потребляющихъ азотъ растений, такъ какъ въ почвѣ и навозѣ находятся такія бактеріи, которыя разрушаютъ то, что создано другими.

Эти бактеріи, возстановляющія нитраты, хотя и могутъ вызывать потерю селитрянаго азота въ почвѣ, не могутъ, однако, считаться слишкомъ опасными для сельскаго хозяйства. По крайней мѣрѣ, пока страхъ передъ ними представляется излишнимъ, хотя, конечно, эта денитрификація ²⁾ омрачаетъ чрезвычайно стройную и ясную картину, въ которой обыкновенно рисуютъ круговоротъ азота.

¹⁾ Годлевскій, О нитрификаціи амміака и источникахъ углерода для питанія нитрифицирующихъ ферментовъ. (На польскомъ языкѣ). Рефератъ въ Centralbl. f. Bact., 2 от., II, стр. 458.

²⁾ Burri и Stutzer, Ueber Nitratzerstörende Bacterien und den durch dieselben bewirkten Stickstoffverlust, Centralbl. f. Bact., 2 отд., I, 1895.

Въ настоящее время изолировано уже нѣсколько видовъ такихъ редуцирующихъ, понятно, анаэробныхъ бактерій изъ навоза. Онѣ росли въ питательномъ растворѣ, который содержалъ 0,3% азотнокислаго натра, 0,3% сахара и необходимыхъ соли. Изъ находившагося въ субстратѣ связаннаго азота было выдѣлено въ элементарной формѣ 82,7%, у одного вида даже 99%, тогда какъ остатокъ пошелъ на построение веществъ самого тѣла бактерій.

Подобно тому, какъ эти бактеріи являются антагонистами азотныхъ бактерій, такъ и десульфурierende играютъ ту же роль по отношенію къ сѣрнымъ бактеріямъ. Изъ клоакъ и загрязненныхъ канавъ выдѣленъ одинъ такой же анаэробный организмъ (*Spirillum desulfuricans*), который образуетъ сѣроводородъ изъ сѣрнокислыхъ солей. Исторія жизни этой спириллы ¹⁾ еще не вполне изучена.

Вообще можно допустить, что подобные біохимическіе процессы разыгрываются еще и во многихъ другихъ случаяхъ, и минеральной химіи, конечно, придется считаться еще не разъ съ дѣятельностью бактерій. Быть можетъ, удастся даже открыть прототрофныхъ бактерій, жизнь которыхъ связана съ потребленіемъ силикатовъ. Впрочемъ, дальнѣйшія размышленія о подобныхъ возможностяхъ предоставляются самому читателю.

О денитрификаціи см. в тѣхъ же
лекц. Бардаха

¹⁾ *Beyerinck*, Ueber *Spirillum desulfuricans* als Ursache der Sulfatreduktion, Centralbl. f. Bact., 2 отд., I, 1895.

ХІІ.

Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

I. Введеніе, *Fermentum vivum* и энзимъ, расы возбудителей броженія, броженіе спиртовъ и кислотъ, оптическія расщепленія.

Единственнымъ источникомъ, изъ котораго всѣ организмы непосредственно или косвеннымъ путемъ получаютъ углеродъ, является угольная кислота, въ круговоротъ которой бактеріи принимаютъ не менѣе глубокое и всестороннее участіе, чѣмъ въ круговоротъ азота. Какъ извѣстно, животныя не обладаютъ способностью превращать угольную кислоту въ органическія соединенія, и потому необходимый для нихъ углеродъ они получаютъ при посредствѣ растеній. Среди послѣднихъ способны ассимилировать углекислоту воздуха только окрашенныя растенія, а именно: зеленныя наземныя и водныя растенія, затѣмъ зеленныя, красныя и бурныя водоросли, какъ прѣсноводныя, такъ и морскія. Для усвоенія углекислоты они нуждаются въ энергіи солнечнаго свѣта, поглощаемого ихъ пигментами. Единственное исключеніе изъ этого закона среди всѣхъ организмовъ представляютъ лишь прототрофныя нитрифицирующія бактеріи.

Многочисленныя органическія соединенія, азотистыя и безазотистыя, которыя образуются растеніемъ изъ угольной кислоты воздуха, являются основой всей животной жизни на нашей планетѣ, и обратная отдача въ атмосферу органически связаннаго углерода въ формѣ угольной кислоты является необходимой для дальнѣйшаго продолженія жизни на землѣ. Объ этомъ освобожденіи угольной кислоты заботятся отчасти

всѣ живые организмы, какъ животныя, такъ и растенія; уже самымъ процессомъ дыханія, при которомъ органически связанная углекислота, снабженная растеніемъ солнечной энергіей, лишается этой энергіи, идущей для поддержанія жизни, и снова возвращается въ атмосферу.

Все же остальное количество углекислоты, которая не была выдѣлена въ процессѣ дыханія и которая въ видѣ органическихъ соединеній пошла на построение тѣла организмовъ, освобождается лишь послѣ смерти организма при его разложеніи. Поскольку углеродъ соединенъ вмѣстѣ съ азотомъ въ формѣ бѣлковъ и другихъ перечисленныхъ на стр. 174 и 175 веществъ, онъ выдѣляется въ формѣ угольной кислоты при процессахъ гніенія. Безчисленное же количество безазотистыхъ органическихъ соединеній животного и растительнаго тѣла, каковы углеводы (сахаръ, крахмалъ, клѣтчатка), глюкозиды, одноатомные и многоатомные спирты, органическія кислоты и жиры, къ гніенію неспособно; они разлагаются въ процессахъ броженія, причѣмъ конечнымъ продуктомъ оказывается опять-таки угольная кислота. Слѣдуетъ, впрочемъ, замѣтить, что относительно перебраживанія глюкозидовъ не имѣется до сихъ поръ никакихъ опытовъ; относительно же біохимическаго расщепленія жировъ ¹⁾ имѣются лишь предварительные опыты, на основаніи которыхъ оказывается, что нѣкоторыя бактеріи, какъ, напр., вибрионъ холеры, бацилла тифа, *Bacillus ruosyanicus*, разлагаютъ оливковое масло и жиры на глицеринъ и жирныя кислоты и, такимъ образомъ, превращаютъ ихъ въ способный къ броженію матеріалъ.

Процессы броженія въ природѣ еще болѣе распространены, чѣмъ процессы гніенія, вмѣстѣ съ которыми они производятъ работу разрушенія труповъ животныхъ и растеній. Кромѣ того, они служатъ для полученія многочисленныхъ питательныхъ и вкусовыхъ средствъ (простокваша, сыръ, кислая капуста, хлѣбъ, спиртъ); иногда же они являются далеко не желательными, вызывая порчу молока, масла, вина, пива и пр., и, наконецъ, они принимаютъ участіе также

1) v. *Sommaruga*, Ueber Stoffwechselprodukte von Microorganismen, III, Zeitschr. f. Hygiene, XVIII т., 1894.

во многихъ техническихъ производствахъ, являясь то полезными, то вредными дѣятелями ¹⁾.

Относительно опредѣленія понятія броженія (*Fermentatio*) воззрѣнія сильно расходятся. Иногда обозначаютъ словомъ броженіе всякое „разложеніе или превращеніе разнаго рода веществъ, обусловливаемое жизнедѣятельностью грибовъ“, и тогда причисляютъ сюда и гніеніе, и нитрификацію, и окисленіе сѣроводорода,—короче, всѣ біохимическіе процессы. Отъ такого толкованія всего только одинъ шагъ къ тому, чтобы и жизнь человѣка разсматривать, какъ броженіе. По моему мнѣнію, необходимо болѣе узко ограничить понятіе броженія, какъ въ виду ясности, такъ и въ виду историческаго и филологическаго развитія этого понятія. Броженіемъ, по примѣру многихъ авторовъ, мы будемъ называть здѣсь біохимическое разложеніе безазотистыхъ органическихъ соединений, въ особенности углеводовъ, при содѣйствіи особыхъ возбуждителей броженія, организованныхъ ферментовъ.

Условіями для броженія, помимо растворимаго, способнаго бродить матеріала, являются необходимыя питательныя вещества и прежде всего особый источникъ азота, далѣе подходящая температура и влажность, т.-е. тѣ же условія, что и при гніеніи. Хотя давно уже знали, что въ растворъ должно быть внесено извѣстное нѣчто, ферментъ, чтобы наступило броженіе, однако, только Пастёру ²⁾ удалось доказать, что всякое броженіе возбуждается при посредствѣ *Fermentum*

¹⁾ Сравнительно новую компиляцію данныхъ, относящихся къ техническому примѣненію бактерій, представляетъ *Lafar*, Technische Mykologie 1897; можно рекомендовать также *Duclaux*, Chimie biologique. Paris, 1883.

²⁾ Руководящія изслѣдованія Пастёра относительно организмовъ броженія начались экспериментальной провѣркой вопроса о самопроизвольномъ зарожденіи и были изложены, кромѣ приведенной въ примѣч. на стр. 87 работѣ, еще въ большемъ числѣ другихъ статей. Къ числу таковыхъ, касающихся анаэробіоза (прим. на стр., 106) слѣдуетъ еще прибавить: Mémoire sur la fermentation acétique (*Annales de l'École normale supérieure*, I, 1864); Mémoire sur la fermentation appelée lactique (*Annales de chimie et de physique*, 3 сер., 52 т.); многочисленныя указанія относительно болѣзней вина и пива въ *Étude sur le vin* 1866, *Étude sur la bière* 1876. Работы Пастёра, касающіяся физиологій броженія, занимаютъ первый періодъ его блестящихъ научныхъ изслѣдованій, къ которому, какъ къ своему основанію, примыкаетъ второй періодъ съ изученіемъ патогенныхъ организмовъ.

См. стр. 1/3.

vivum живого организма, а не химическаго фермента, энзима, какъ это предполагали раньше.

Энцимамъ ¹⁾, химическимъ веществамъ, производимымъ живыми организмами, и *возбудителямъ броженія* свойственна способность вызывать специфическія превращенія, т.-е. всегда лишь какое-нибудь опредѣленное, узко ограниченное и никакое другое. Далѣе химическій ферментъ и живой организмъ сходны въ томъ, что своеобразные процессы, которые они вызываютъ, повидимому, безъ особой затраты энергіи и которые поэтому разыгрываются какъ бы сами собой, въ лабораторіи воспроизводятся только при помощи сильно дѣйствующихъ средствъ, высокой температурой или сильными химическими реагентами или даже до сихъ поръ совсѣмъ произведены не могли быть. Наконецъ, ни энзимъ, ни *Fermentum vivum* не исчезаютъ, тогда какъ химическое вещество при любой реакціи перестаетъ существовать, какъ таковое, появляясь въ формѣ какого-нибудь новаго соединенія, вслѣдствіе чего внесенное нѣчто можетъ превратить специфическимъ образомъ количество вещества, въ сто тысячъ разъ превосходящее его собственный вѣсъ. Мы можемъ, напримѣръ, осахарить крахмалъ кипяченіемъ съ соляной кислотой; въ растеніи эту роль исполняетъ энзимъ-діастазъ, который можетъ производить исключительно эту реакцію и никакой другой, тогда какъ кипяченіемъ съ соляной кислотой можно произвести множество химическихъ реакцій. Такъ, молочную кислоту можно приготовить изъ сахара нагрѣваніемъ со щелочами, а бактеріи молочной кислоты могутъ производить ее въ процессѣ молочнокислаго броженія, но не могутъ образовать другой кислоты, ма-

¹⁾ Относительно энзимовъ и ихъ значенія для питанія животныхъ и растеній даютъ свѣдѣнія и литературныя указанія всѣ руководства по физиологіи и физиологической химіи. Теоретическая часть у *E. Fischer'a*, Ueber den Einfluss der Konfiguration auf die Wirkung der Enzyme, I—III. Ber. deutsch. chem. Gesellschaft., XXVII—XXVIII т., 1894—95 г.

Изъ новѣйшихъ сочиненій по энцимамъ можно указать: *Duclaux*, Traité de Microbiologie, t. II. Diastases, toxines et venins. Paris, 1899; *C. Oppenheimer*, Die Fermente und ihre Wirkungen. Leipzig, 1900. На русскомъ языкѣ есть небольшая монографія *Буткевича*: „Энзимы и ихъ распространеніе въ растительномъ царствѣ“. *Прим. ред.*

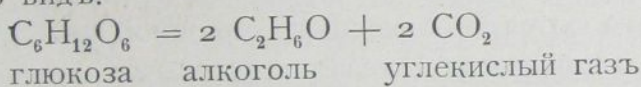
сляной. Получить алкоголь изъ сахара въ лабораторіи вообще еще не удалось ¹⁾).

Но самое большое различіе, которое существуетъ между энцимами и организмами броженія и обусловливаетъ многіе менѣе рѣзкіе контрасты, заключается въ томъ, что возбуди-тели броженія растутъ и увеличиваются въ массѣ, разъ только у насъ есть въ распоряженіи бродильный и пита-тельный матеріаль, между тѣмъ энцимъ неспособенъ къ этому. Такимъ образомъ, послѣдній, несмотря на нѣко-торыя свойства, напоминающія живое существо, остается все-таки безжизненнымъ веществомъ, обладающимъ во вся-комъ случаѣ непрочной конституціей, что мы наблюдаемъ и у бѣлковыхъ веществъ, и, помимо всего этого, имѣетъ съ ними очень много общаго. Растворенные въ водѣ энцимы ста-новятся недѣятельными уже отъ непродолжительнаго нагрѣ-ванія до 50⁰—60⁰, т. - е. при температурѣ, смертельной для клѣтокъ, лишенныхъ споръ, а слѣдовательно, и для всѣхъ возбудителей броженія; нѣкоторые энцимы выносятъ, правда, и болѣе высокую температуру. По отношенію къ ядамъ энцимы гораздо менѣе чувствительны. Такъ, въ присутствіи такихъ количествъ мышьяковистой кислоты, фенола, салици-ловой кислоты, хлороформа и др., которыя подавляютъ жизне-дѣятельность возбудителей броженія, дѣйствіе энцимовъ про-должается безъ ослабленія. Впрочемъ, хлороформъ, повиди-мому, понижаетъ дѣятельность нѣкоторыхъ энцимовъ.

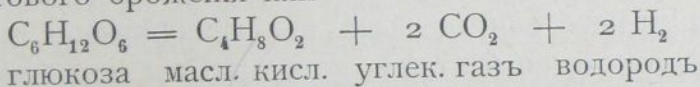
Наконецъ, весьма существенная разница наблюдается въ са-момъ характерѣ химическаго дѣйствія. Энцимы вызываютъ лишь только так.-наз. гидролитическіе процессы, т.-е. превра-щаютъ путемъ присоединенія воды нерастворимыя вещества въ растворимыя, разумѣется, имѣющія новую химическую кон-ституцію, но безъ побочныхъ продуктовъ, безъ выдѣленія га-зовъ; совершается простое превращеніе, легко выражаемое химической формулой. Такъ, діастазъ гидролитически превра-щаетъ одну молекулу крахмала въ одну молекулу винограднаго

¹⁾ Последнее, строго говоря, невѣрно. *E. Duclaux* и *W. Seckamp* показали, что стерильные растворы глюкозы и лактозы, въ присутствіи щелочи, дѣйствіемъ солнечнаго свѣта медленно разлагаются на спиртъ и угольную кислоту.

сахара ($C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$) ¹⁾; равнымъ образомъ инвертинъ, энзимъ пивныхъ дрожжей, расщепляетъ одну молекулу тростниковаго сахара на глюкозу и фруктозу, по одной молекуль каждой ($C_{12}H_{22}O_{10} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$). Пепсинъ желудка превращаетъ нерастворимыя бѣлковыя вещества въ растворимыя альбумозы и пептоны. Совершенно иначе работаютъ организмы броженія; они вызываютъ глупо идуція разложенія, причемъ образуется одинъ или даже нѣсколько главныхъ продуктовъ, кромѣ того, обыкновенно различные газы и побочные продукты. Поэтому, для броженія невозможно дать краткую формулу въ такомъ примѣрно видѣ:



для спиртового броженія или



для маслянокислаго броженія, потому что въ такомъ уравненіи нѣтъ мѣста для многочисленныхъ, ниже приводимыхъ побочныхъ продуктовъ. Такъ какъ угольная кислота является главнымъ газообразнымъ продуктомъ всякаго броженія, то виды броженія обозначаютъ по другимъ главнымъ продуктамъ, какъ это показываютъ вышеприведенные примѣры. Побочный продуктъ одного броженія, напр., уксусная кислота при спиртовомъ броженіи, можетъ оказаться главнымъ продуктомъ какого-нибудь другого.

Для возбудителей броженія часто употребляютъ также выраженіе *дрожжи*, и тогда различаютъ *дробящіяся дрожжи*, бактеріи броженія, *почкующіяся дрожжи*, почкующіеся грибы (*Saccharomycetes*), возбудителей спиртового броженія сахара, называемыхъ въ обыденной жизни просто дрожжами, и, наконецъ, *плѣсневыя дрожжи*, плѣсневые грибы, которые играютъ роль въ спиртовомъ броженіи лишь въ видѣ исключенія, напр., мукоровыя дрожжи, встрѣчающіяся какъ загрязненіе вина.

¹⁾ Правильнѣе было бы писать уравненіе гидролитическаго расщепленія крахмала въ такомъ видѣ: $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$. Прим. пер.

Такъ-наз. плѣсневые дрожжи (*Aspergillus*) примѣняются въ Китаѣ и Японіи для приготовленія рисоваго вина (*Saké*) и для полученія сои; они дѣйствуютъ только своими энзимами, тогда какъ встрѣчающіяся вмѣстѣ съ ними настоящія дрожжи обуславливаютъ алкогольное броженіе, напр., при приготовленіи *Saké*. Точно также и *Ragi*, дрожжи, употребляемая при фабрикаціи аррака, представляютъ собой смѣсь почкующагося грибка, который производитъ спиртъ, съ плѣсневыми дрожжами, въ особенности же съ принадлежащими къ семейству *Mucogineae* (*Rhizopus Oryzae*), которыя диастазоподобнымъ энзимомъ осахариваютъ рисовый крахмалъ и дѣлаютъ его доступнымъ почкующимся грибамъ ¹⁾. Сюда же, пожалуй, относится и образованіе лимонной кислоты ²⁾.

Въ то время, когда Пастёръ приводилъ доказательства въ пользу того, что большинство броженій вызывается бактеріями, у него еще не было въ распоряженіи тѣхъ методовъ изолированія бактерій, которыми мы пользуемся въ настоящее время, а потому, конечно, для него невозможно было различеніе близкихъ, родственныхъ видовъ бактерій. Такимъ образомъ, на первое время приходилось довольствоваться допущеніемъ, что каждое броженіе вызывается однимъ только специфическимъ возбудителемъ; такъ, укуснокислое броженіе—*Bacterium acetii*, маслянокислое—*Bacterium butyricum* (*Vibrio butyrique*) и т. д.; такимъ же образомъ и по отношенію къ дрожжамъ до изслѣдованій Ганзена, радикально измѣнившихъ наши воззрѣнія на этотъ счетъ, различали лишь немногіе виды почкующихся дрожжей: *Saccharomyces cerevisiae* въ пивовареніи, *Sacchar. ellipsoideus* въ винодѣліи и нѣкоторыя другія. Въ настоящее время различаютъ сотни *дрожжевыхъ расъ*, какъ прежняго вида *Saccharomyces cerevisiae*, такъ и винныхъ дрожжей. Въ этихъ техническихъ броженіяхъ, которыя такъ же стары, какъ и сама человѣческая культура, въ теченіе многихъ тысячелѣтій съ неизвѣстными

¹⁾ Относительно так.-наз. дрожжей *Aspergillus* см. *Centralbl. f. Bact.*, 2 отд., I *Wehmer* (стр. 150, 565), *Went und Prinsen Geerligs* (стр. 501); II *Wehmer* (стр. 140).

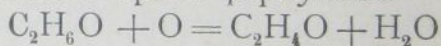
²⁾ Въ настоящее время лимонная кислота технически получается изъ винограднаго сахара дѣйствіемъ двухъ видовъ плѣсневыхъ грибовъ.

организмами броженія было произведено то же самое, что мы преднамѣренно стараемся вызвать у нашихъ культурныхъ растеній и животныхъ, а именно образованіе породъ. Но насколько легко различать породы нашихъ культурныхъ растеній, настолько, однако, трудно отыскать отличительные признаки для дрожжевыхъ расъ, которыя въ морфологическомъ отношеніи съ трудомъ или даже совершенно неразличимы. Здѣсь приходится уже призывать на помощь физиологическіе признаки, каковы, напр., отношеніе къ температурѣ (различный optimum), специфическая способность броженія, родъ побочныхъ продуктовъ и ихъ отношеніе въ смѣси и многое другое; опредѣленіе расъ, вообще говоря, задача не легкая. Не надо упускать изъ вида также и того обстоятельства, что образованіе расъ идетъ безостановочно впередъ, что старыя расы вымираютъ, а на ихъ мѣсто выступаютъ новыя, благодаря измѣненію условій производства. Насколько быстро, въ относительно короткое время, могутъ возникать культурныя породы, показываетъ уже подчиняющееся модѣ цвѣтоводство (*Chrysanthemum*); то же самое показываетъ намъ картофель съ своими болѣе, чѣмъ 500 сортами, различающимися и по виду, и по цвѣту, и содержанію крахмала и бѣлка, вкусу и пр.; всѣ эти породы произошли, однако, лишь въ теченіе 2 — 3-хъ столѣтій. Подобно почкующимся дрожжамъ, и многія бактеріи оказываются возбудителями очень древнихъ броженій, напр., броженій, имѣющихъ мѣсто при приготовленіи сыра, при уксусномъ броженіи; подобно дрожжамъ, и здѣсь возникли многія расы, которыя въ настоящее время въ интересахъ сельскаго хозяйства разводятся въ специальныхъ лабораторіяхъ въ чистыхъ культурахъ.

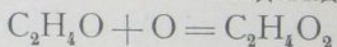
Къ этому слѣдуетъ прибавить еще и то, что многіе морфологически уже хорошо различимые виды бактерій обладаютъ одинаковыми цимогенными свойствами; такъ, извѣстенъ не одинъ, а 10—12 болѣе или менѣе хорошо опредѣленныхъ видовъ бактерій, вызывающихъ молочно-кислое броженіе. Правда, такъ какъ описанія отдѣльныхъ видовъ бактерій производятся не всегда съ одинаковою тщательностью, то навѣрное въ настоящее время суще-

ствуесть видовыхъ названій для бактерій броженія больше, чѣмъ имѣется въ дѣйствительности видовъ, но выбрать изъ этого лабиринта не поможетъ и нить Ариадны. Поэтому, въ дальнѣйшемъ изложеніи я долженъ ограничиться только немногими видами; равнымъ образомъ я не могу вдаваться и въ описаніе расъ. Нѣкоторыя бактеріи броженія могутъ быть одновременно и патогенными; таковы, напр., двѣ анаэробныя бактеріи масляной кислоты изъ почвы, изъ которыхъ одна вызываетъ шумящій карбункулъ (*Bacillus Chauvoei*), другая — злокачественный отекъ. Также и много разъ уже упомянутый *Bacillus coli communis* перебраживаетъ виноградный сахаръ, а именно въ молочную кислоту, янтарную, этиловый и пропиловый спирты и углекислоту. Большая же часть бактерій броженія безвредна, что при той массѣ бактерій, которую мы ежедневно принимаемъ въ себя въ молоко, сырѣ и другихъ пищевыхъ веществахъ, можетъ служить для насъ, конечно, утѣшеніемъ.

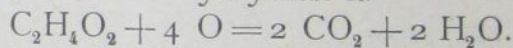
Легко прослѣдить химическую сторону броженія только въ такъ-наз. *окислительныхъ броженіяхъ*, къ числу которыхъ принадлежитъ *уксуснокислое броженіе*. Здѣсь при содѣйствіи кислорода воздуха спиртъ окисляется сначала въ альдегидъ, затѣмъ въ уксусную кислоту, которая, въ концѣ-концовъ, если процессъ идетъ непрерывно, сгораетъ даже въ углекислоту и воду. Такимъ образомъ, уксуснокислое броженіе можетъ быть выражено тремя формулами:



альдегидъ



уксусная к.



Это броженіе, слѣдовательно, тѣсно примыкаетъ къ процессу дыханія и сходнымъ окислительнымъ процессамъ нитрифицирующихъ и сѣрныхъ бактерій. Оно отличается отъ другихъ видовъ броженія отсутствіемъ побочныхъ продуктовъ. Но въ круговоротѣ угольной кислоты уксуснокислое броженіе принимаетъ такое же участіе, какъ и такъ-наз. *броженія съ расщепленіемъ*. Химизмъ этихъ броженій сильно затемняется многочисленными побочными продуктами, вслѣд-

ствіе чего онъ и неизвѣстенъ въ точности ни для одного броженія. Кое-что объ этомъ добавить теорія броженія (лекц. XIV).

Среди броженій одноатомныхъ спиртовъ практическое значеніе имѣетъ только одно, именно упомянутое уже уксуснокислое броженіе этилового спирта ¹⁾. Жидкости, содержащія спиртъ, каковы пиво, вино, при долгомъ стояніи на воздухѣ и при высокой температурѣ, покрываются нѣжной бѣловатой пленкой и становятся кислыми. Пленка состоитъ изъ уксусныхъ бактерій; впрочемъ, не всегда бываетъ такъ. Иногда, вмѣсто нихъ, появляются такъ-наз. почкующіяся дрож-

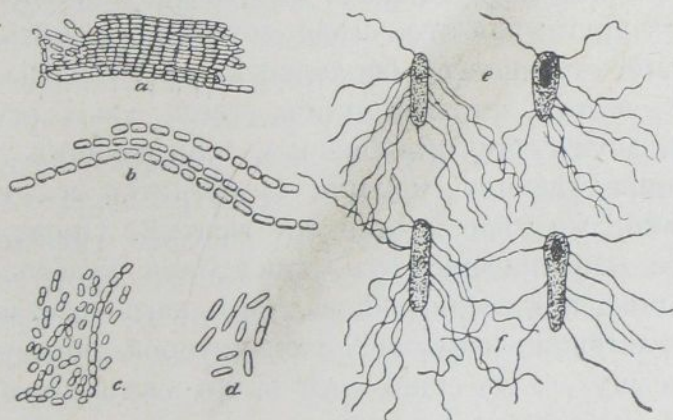


Рис. 24. Бактеріи броженія. а—с уксусныя бактеріи по E. Ch. Hansen'у. а *Bacillus aceti*. б *Bac. Pasteurianus*. в *Bacillus Kützingianus*. д *Bacillus acidilactici*, самый обыкновенный возбудитель молочнокислаго броженія. е *Clostridium butyricum*, одинъ изъ анаэробныхъ видовъ возбудителей маслянокислаго броженія съ гранулезной реакціей, вправо споры въ веретеновидныхъ палочкахъ. ф *Plectridium paludosum*, анаэробная бактерія изъ болотной воды, по формѣ соответствующая бактеріямъ метановаго и маслянокислаго броженія. Увеличеніе а—f 1000.

жи (*Saccharomyces Mycoderma*), которыя окисляютъ спиртъ непосредственно въ угольную кислоту и воду; послѣднія получаютъ и при дѣйствіи уксусныхъ бактерій, но только медленно, какъ продукты окисленія трудно окисляемой промежуточной стадии уксусной кислоты. Въ жидкостяхъ съ

¹⁾ Hansen, Recherches sur les bactéries acétifiantes, Annales de Micrographie 1894, также Travaux du laboratoire de Carlsberg, III т. (Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet, Kopenhagen); предметомъ этихъ работъ является, главнымъ образомъ, морфологія уксуснаго броженія, химизмъ котораго разъясненъ уже работами Пастера и многими другими практическими опытами.

процентнымъ содержаніемъ спирта выше 14% уксусныя бактеріи расти не могутъ. Старый видъ *Bact. aceti*, благодаря изслѣдованіямъ Hansen'a, разложенъ въ настоящее время на три вида: *Bacillus aceti*, *Bacillus Pasteurianus* и *Bac. Kützingerianus* (рис. 24 а—с). Морфологически эти три вида стоятъ очень близко другъ къ другу; они представляютъ собой палочковидныхъ бактерій средней величины, склонныхъ къ образованію цѣпочекъ. Въ уксусной пленкѣ они и встрѣчаются въ видѣ длинныхъ извитыхъ цѣпочекъ, чередующихся съ отдѣльными клѣтками. Пользуясь ихъ различнымъ отношеніемъ къ максимальнымъ температурамъ и нѣкоторыми болѣе тонкими различіями въ формѣ, ихъ можно хорошо отличать другъ отъ друга; для этой цѣли можетъ служить также и окрашиваніе студенистой оболочки іодомъ. *Bacillus aceti* красится въ чистый желтый цвѣтъ, тогда какъ студенистая оболочка двухъ другихъ видовъ, придающихъ уксусной пленкѣ опредѣленную прочность, красится въ синеватый цвѣтъ, самое же тѣло клѣтки въ желтый. Происходитъ-ли это синее окрашиваніе отъ присутствія углеводовъ, это остается пока подъ сомнѣніемъ, такъ какъ составъ самой оболочки, внѣшніе набухшіе слои которой образуютъ студень, красящюся въ синій цвѣтъ, до сихъ поръ еще неизвѣстенъ. Клѣтчатка не входитъ въ составъ оболочки.

Optimum уксуснокислаго броженія лежитъ при 34°, minimum—при 4—7°, maximum—42°. При приближеніи къ максимальной температурѣ, въ культурахъ при 40—40,5° три вышеназванныя бактеріи уксуснокислаго броженія образуютъ разнообразныя инволюціонныя формы (рис. 14 с. d, стр. 47). Границы сосѣднихъ клѣтокъ становятся неясными, отдѣльные членики вздуваются шаровидно или грушевидно или вытягиваются веретеновидно, на спутанныхъ извитыхъ нитяхъ появляются также короткія боковыя вѣточки вродѣ того, какъ у бактериоидовъ. Тѣ же самыя разнообразныя инволюціонныя формы образуются также и при оптимальной температурѣ, коль скоро содержаніе уксусной кислоты достигаетъ извѣстной высоты и вызываетъ болѣзненность бактерій. При содержаніи уксусной кислоты около 14% бактеріи совершенно перестаютъ расти и, въ концѣ-концовъ, умираютъ.

Чтобы на какомъ-нибудь частномъ примѣрѣ ¹⁾ охарактеризовать ихъ дѣятельность, укажемъ, что *Bacillus Pasteurianus* въ 125 куб. центм. выдержаннаго пива съ содержаніемъ 3,7 % спирта по объему, при 34° С черезъ 7 дней образовалъ 4,2 гр. уксусной кислоты. Спиртъ совершенно исчезъ; мало-по-малу, вслѣдствіе дальнѣйшаго окисленія, исчезла и уксусная кислота. Въ параллельной культурѣ черезъ 21 день можно было еще обнаружить только 0,7 гр. кислоты.

Поэтому, во избѣжаніе потерь въ техническомъ производствѣ уксуса необходимо образовавшійся уксусъ отводить въ сторону, чтобы онъ не успѣвалъ сгорать далѣе до углекислоты. На каждой фабрикѣ, производящей уксусъ, существуетъ такъ-наз. уксусная матка, возбудитель броженія, состоящій изъ описанныхъ уксусныхъ бактерій, отъ которыхъ, вѣроятно, будетъ выведено еще много культурныхъ расъ. Самые употребительные методы, которые берутъ свое начало еще съ того времени, когда образованіе уксуса объясняли лишь дѣйствіемъ воздуха, т.-е. его кислорода, преслѣдуютъ, поэтому, ту цѣль, чтобы спиртовую жидкость по возможности привести въ соприкосновеніе съ воздухомъ, или въ громадныхъ бочкахъ, или, при скорой фабрикаціи уксуса, заставляя жидкость медленно протекать черезъ толстые слои скрученныхъ древесныхъ стружекъ. Легкій доступъ воздуха, въ самомъ дѣлѣ, способствуетъ образованію уксуса, но лишь косвенно, благодаря тому, что онъ обильно омываетъ растущія на древесныхъ стружкахъ уксусныя бактеріи. Въ качествѣ уксуснаго суслу, т.-е. бродящей спиртовой жидкости, можно употреблять ягодное и плодовое вино, слабую водку, короче—разведенный спиртъ какого угодно происхожденія. Родъ суслу сообщаетъ уксусу всегда особенный вкусъ, благодаря неизмѣненнымъ при броженіи составнымъ его частямъ. Въ качествѣ побочнаго продукта уксусная кислота появляется при гніеніи и многочисленныхъ броженіяхъ, напр., спиртовомъ, молочнокисломъ, маслянокисломъ и др.

Въ субстратахъ, лишенныхъ алкоголя, уксусныя бактеріи не развиваются даже при наличности самыхъ лучшихъ пи-

¹⁾ По *Lafar'y*, Physiologische Studien über Essiggährung und Schnelllessigfabrikation, Centralbl. f. Bact., 2 отд., I, 1895.

тательныхъ веществъ; азотъ онѣ могутъ усваивать и изъ амміачныхъ солей, въ укусномъ же суслѣ онѣ доставляется имъ, однако, всегда въ видѣ протеиновыхъ веществъ. Необходимъ-ли спиртъ, какъ единственный источникъ углерода, или только какъ поставщикъ энергіи, это требуетъ еще дальнѣйшихъ изслѣдованій. Другія броженія одноатомныхъ спиртовъ еще не описаны, но навѣрное встрѣчаются въ природѣ.

Броженіе многоатомныхъ алкоолей ¹⁾ обуславливаетъ изолированный изъ овечьяго помета, подвижной, растущій или отдѣльными клѣтками, или цѣпочками *Bacillus ethaceticus*. Черезъ 3 мѣсяца изъ 60 граммъ глицерина образовалось:

7,52	гр.	этиловаго	алкоголя
3,88	„	укусной	кислоты
0,06	„	янтарной	кислоты.

Слѣды муравьиной кислоты. Углекислота и водородъ.

Осталось неразложеннымъ 24,19 гр. глицерина. Та же бактерія подобнымъ же образомъ разлагала маннитъ, но не изомерный дульцитъ. Такъ-наз. капсульная бацилла пневмоніи *Friedländer's* перебраживаетъ маннитъ въ подобные продукты, но опять-таки не дульцитъ.

Другой, изолированный также изъ помета и сходный съ предыдущимъ *Bacillus (ethacetosuccinicus)* перебраживалъ какъ маннитъ, такъ и дульцитъ, причемъ въ культурахъ съ необходимыми питательными веществами изъ 8 гр. бродящаго вещества въ теченіе 85 дней образовалось:

	изъ дульцита	изъ маннита
Этиловаго алкоголя	1,011 гр.	1,03 гр.
Муравьиной кисл.	0,128 „	0,263 „
Укусной кислоты.	0,322 „	0,308 „
Янтарной кислоты.	0,264 „	0,29 „
Угольной кислоты.	1,05 „	1,1 „
Водорода	0,04 „	0,03 „
Непероб. остатокъ	2,62 „	3,20 „

Эти точные анализы интересны въ томъ отношеніи, что

¹⁾ Рефератъ о работахъ *Франкланда* и различныхъ его сотрудниковъ въ *Jahresb. Коха*, III, 1892, стр. 230—32.

рѣзко отмѣчаютъ главные продукты, этиловый алкоголь и угольную кислоту, среди весьма многочисленныхъ побочныхъ продуктовъ. Далѣе въ особенности заслуживаетъ вниманія то, что этиловый алкоголь, приготовленіе котораго можно было бы считать почти монополіей почкующихся дрожжей, все же можетъ образоваться и при содѣйствіи бактерій, напр., кромѣ названныхъ, еще одной, развивавшейся на сѣнномъ настоѣ (*Vac. Fitzianus*).

Глицеринъ можетъ перебраживаться бактеріями далѣе въ различные продукты; среди нихъ, какъ главные, извѣстны: бутиловый алкоголь, масляная кислота (*Vacillus orthobutylicus*, лекц. XIII).

Какъ примѣры броженія *жирныхъ и карбоновыхъ кислотъ*, даваемыхъ бактеріямъ въ видѣ нейтральныхъ солей, можно упомянуть слѣдующія. Уксусная кислота самими своими производителями, уксусными бактеріями, перерабатывается далѣе въ угольную кислоту и воду. Винная кислота (правая винная) вина распадается при содѣйствіи различныхъ бактерій на нѣсколько кислотъ, напр., муравьиную, уксусную, пропионовую и масляную, а вмѣстѣ съ ними образуется янтарная и молочная. Подобнымъ дѣйствіемъ, правда, еще не вполне изслѣдованныхъ бактерій обуславливается большей частью уменьшеніе кислотности вина при его созрѣваніи, а также одна болѣзнь вина, такъ-наз. *Umschlagen*, сводится, главнымъ образомъ, къ тому же разложенію винной кислоты.

Подобнымъ же образомъ дѣло обстоитъ въ яблочномъ винѣ съ яблочной кислотой, которая разлагается на уксусную, пропионовую, масляную, угольную и водородъ. Разложеніе подобнаго рода далѣе извѣстно для лимонной кислоты, янтарной и другихъ, но для всѣхъ этихъ случаевъ недостаетъ еще, однако, бактеріохимическихъ анализовъ. Молочная кислота, сама по себѣ являющаяся продуктомъ многочисленныхъ броженій углеводовъ, перебраживается маслянокислыми бактеріями (лекц. XIII) въ масляную кислоту, угольную и водородъ.

Особенно заслуживаютъ вниманія *оптическія расщепленія* ¹⁾

¹⁾ *Pasteur*, Comptes rendus Париж. Акад. 1860, 51 т., стр. 298 (виноградная кислота); *Lewkowitsch*, Bericht. deut. chem. Ges., 16 т. (миндальная кислота);

тѣхъ недѣятельныхъ, т.-е. не вращающихъ поляризованный лучъ свѣта, кислотъ, которыя состоятъ изъ равныхъ частей право-и лѣво-вращающихъ, такъ-наз. стереоизомерныхъ компонентовъ. Эти расщепленія обусловливаются также бактеріями, еще не полученными въ чистыхъ культурахъ. Такъ, изъ амміачной соли оптически недѣятельной виноградной кислоты выдѣляется въ замѣтныхъ количествахъ лишь лѣвая винная кислота, соответствующее же ей количество правой винной кислоты потребляется бактеріями. Аналогичнымъ образомъ дѣйствуютъ и плѣсневые грибы. Точно также и оптически недѣятельныя молочная и миндальная кислоты могутъ быть разложены біохимическимъ путемъ на свои оптически дѣятельные компоненты. Въ этихъ случаяхъ только съ перваго взгляда можетъ показаться, что дѣло идетъ о болѣе глубокомъ химическомъ расщепленіи; въ дѣйствительности же здѣсь перерабатывается только одна изъ двухъ дѣятельныхъ составныхъ частей, такъ какъ въ растворѣ вѣдь одновременно находятся и та, и другая кислота. Это только элективный процессъ усвоенія вещества. Такъ, напр., фумаровая кислота потребляется одной слизиобразующей бактеріей, стереоизомерная ей—малеиновая—остається нетронутой.

Къ подобной группѣ явленій принадлежитъ также и тотъ фактъ, что одна раса *Bacillus coli communis* производитъ изъ винограднаго сахара, въ зависимости отъ источника азота, оптически различно относящіяся молочныя кислоты. При фосфорнокисломъ амміакѣ происходитъ лѣвая молочная, при питаніи пептономъ, наоборотъ, правая молочная, между тѣмъ какъ обыкновенно образующаяся при броженіи молочная кислота броженія оптически недѣятельна.

Въ такомъ видѣ приходится пока принять факты, такъ какъ объясненіе ихъ невозможно. Стереохимическія гипотезы, съ помощью которыхъ новѣйшая химія пытается придать смыслъ этимъ изомернымъ соединеніямъ, пока еще непригодны для того, чтобы біохимическій процессъ сдѣлать болѣе доступнымъ нашему пониманію.

ХШ.

Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

2. Броженія углеводовъ, вызываемыя бактеріями.

1. Во всей природѣ повсюду широко распространено молочнокислое броженіе; оно играетъ важную роль не только въ молочномъ хозяйствѣ, но принимаетъ участіе и во многихъ другихъ процессахъ, то какъ необходимый помощникъ, то какъ страшный непрощенный гость. Годными для этого броженія являются тростниковый сахаръ, виноградный сахаръ, молочный сахаръ; другіе виды сахаровъ, напр., мальтоза и такіе углеводы, какъ крахмаль, целлюлеза, сперва должны быть переведены при помощи энзимовъ въ форму, способную къ броженію, для чего уже требуется содѣйствіе другихъ организмовъ, такъ какъ молочнокислыя бактеріи не выдѣляютъ такихъ энзимовъ.

Молочнокислое броженіе представляетъ собой аэробный процессъ. Optimum его лежитъ между $30-35^{\circ}$, для нѣкоторыхъ видовъ при $47-52^{\circ}$, и продолжается оно болѣе или менѣе продолжительное время только въ томъ случаѣ, если прибавленіемъ углекислыхъ солей, напр., углекислой извести, нейтрализуется образовавшаяся кислота, такъ какъ достаточно уже $0,15\%$ свободной молочной кислоты, чтобы прекратить броженіе. Главнѣйшимъ продуктомъ этого броженія является такъ-наз. молочная кислота броженія, оптически недѣятельная, этилиден-молочная, въ которую превращается около 80% перебродившаго сахара; на ряду съ молочной кислотой образуются, кромѣ того, въ измѣняющихся количествахъ уксусная кислота, оптически дѣятельная молочная кислота и другіе побочные продукты и, наконецъ, угольная кислота.

Весьма значительное число бактерій обладаетъ способностью образовывать молочную кислоту изъ сахара; такъ, почти всѣ вибрионы, даже вибрионъ холеры, далѣе красный *Bacillus prodigiosus*, бактеріи изъ молочныхъ испражнений грудныхъ дѣтей, виды *Sarcina* на пивоваренныхъ заводахъ и многія другія. Отъ этихъ бактерій, однако, мы должны отличать специфическихъ возбудителей молочнокислаго броженія, т.-е. тѣ самыя бактеріи, которыя въ сельско-хозяйственномъ производствѣ вызываютъ самопроизвольное скисаніе молока и въ прежнее время были извѣстны подъ названіемъ *Bacterium acidi lactici* ¹⁾. Конечно, этому виду пришлось погибнуть, какъ только изъ кислаго молока было выдѣлено большее число молочнокислыхъ бактерій, причемъ въ однихъ случаяхъ является главнымъ возбудителемъ броженія одинъ видъ, въ другихъ другой. Очень часто встрѣчаются въ скисшемъ молокѣ неподвижныя палочки 2 μ длины, 0,5 μ ширины (споры неизвѣстны), которыя не разжижаютъ желатину, растутъ факультативно анаэробно (рис. 24 d). Онѣ извѣстны подъ различными названіями, *Bacillus aerogenes*, *Bacillus acidi lactici* и другія, и стоятъ очень близко другъ къ другу, представляя собой расы, быть можетъ, лишь одного первоначальнаго вида. Этихъ бактерій можно назвать типическими возбудителями молочнокислаго броженія. Среди нихъ, иногда даже въ значительномъ количествѣ, встрѣчаются шаровидныя или очень коротко-эллипсоидальныя бактеріи, обуславливающія створаживаніе молока. Наконецъ, не подлежитъ сомнѣнію, что молочнокислое броженіе, которое, напр., въ винокурении предшествуетъ спиртовому броженію, вызывается не тѣми бактеріями, что при скисаніи молока, но болѣе крупными палочками (*Bacillus acidificans longissimus*), имѣющими

¹⁾ *Pasteur*, прим. на стр. 100; *Huppe*, Untersuchungen über die Zersetzung der Milch durch Microorganismen, Mitteilung a. d. Reichsgesundheitsamt, II, 1884; *Escherich*, Darmbakterien des Säuglings, Stuttgart, 1886; затѣмъ *Kramer*, Die Bacteriologie in ihren Reziehungen zur Landwirthschaft, 2 часть, Wien, 1892; *Duclaux*, Le lait, Paris, 1887, 3. Содержаніе бактерій въ молокѣ и сырѣ, напр., въ работѣ *Freudenreich*, Ueber den Einfluss der beim Nachwärmen des Käses angewandten Temperatur auf die Bacterienzahl in der Milch und im Käse, Landwirthsch. Jahrbuch, d. Schweiz, IX т. (рефератъ въ Centralblatt f. Bact., 2 отд., I т., 1895).

ширину около 1μ и длину болѣе $2,5 \mu$ ¹⁾. Короче говоря, число молочнокислыхъ бактерій весьма значительно, и разграниченіе отдѣльныхъ видовъ затруднительно и здѣсь.

Будетъ не лишнимъ, если мы попытаемся теперь выяснитъ многостороннее значеніе молочнокислаго броженія на нѣкоторыхъ отдѣльныхъ примѣрахъ.

Молоко и продукты молочнаго производства. Коровье молоко съ нейтральной реакціей, съ 4—5% молочнаго сахара, 4% казеина и 0,7% необходимыхъ минеральныхъ солей, представляетъ отличную питательную среду для всякаго рода бактерій, и дѣйствительно, продажное молоко всегда содержитъ очень много бактерій, число которыхъ, конечно, обуславливается степенью чистоты, соблюдаемой при доеніи, главнымъ же образомъ, дальнѣйшимъ обращеніемъ съ молокомъ, почему и колеблется въ широкихъ предѣлахъ. Число зародышей въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ колеблется между 100—600000 и даже большимъ числомъ. Поэтому, стерилизація молока, въ особенности же молока, предназначеннаго для дѣтей, сдѣлалась важнымъ общественнымъ дѣломъ; изобрѣтены самые разнообразныя аппараты для возможно лучшей стерилизаціи молока. И, однако, даже послѣ $1\frac{1}{2}$ часового кипяченія въ Сокслетовскомъ аппаратѣ остаются еще нѣкоторые неистребимыя споры, такъ что совершенная стерилизація молока безъ измѣненія его свойствъ оказывается невозможнымъ дѣломъ. Такъ какъ главная масса бактерій молока представляетъ собой клѣтки безъ споръ, которыя уже въ короткое время, при 5—10 минутномъ кипяченіи, погибаютъ навѣрняка, то въ послѣднее время мало-по-малу²⁾ возвращаются снова къ давно испытанному приему хозяекъ добраго стараго времени: ставятъ прокипяченное молоко въ достаточно холодное мѣсто съ цѣлью устранить прорастаніе оставшихся въ живыхъ споръ.

На ряду съ этими значительно преобладающими молочнокислыми бактеріями, въ рыночномъ молокѣ всегда можно

¹⁾ *Lafar*, Die künstliche Säuerung des Hefegutes der Brennereien, Centralbl. f. Bact., 2 отд., II т., 1896.

²⁾ *Flügge*, Die Aufgaben und Leistungen der Milchsterilisierung gegenüber den Darmkrankheiten der Säuglinge, Zeitschr. f. Hygiene, XVII т., 1894.

найти также и бактерий, выделяющих сычужный ферментъ, и часто отдѣльныхъ зародышей хромогенныхъ слизиобразующихъ бактерий. Такъ какъ загрязненіе молока патогенными бактеріями ¹⁾ можетъ представлять серьезную опасность, то отношеніе ихъ къ молоку было испытано экспериментальнымъ путемъ. Бактеріи тифа, сибирской язвы и сапа, туберкулеза, дифтерита и холеры растутъ очень хорошо въ молокѣ, не вызывая замѣтныхъ измѣненій въ его внѣшнемъ видѣ, какъ не вызываютъ его и многія другія; вѣдь, смотря на свѣжее рыночное молоко, не замѣтишь, что въ немъ кишатъ милліоны бактерий. Только спустя болѣе продолжительное время молоко измѣняется: оно свертывается вслѣдствіе образованія кислоты; бацилла сибирской язвы образуетъ укусную кислоту и капроновую. Переходятъ-ли въ молоко больныхъ коровъ, независимо отъ сторонняго загрязненія, патогенныя бактеріи, еще не было установлено точно во всѣхъ случаяхъ, у туберкулезныхъ же (жемчужная болѣзнь) такой переходъ не подлежитъ сомнѣнію.

Скисаніе молока для приготовленія простокваши обуславливается названными уже молочнокислыми бактеріями; вслѣдствіе образованія кислоты, выпадаетъ казеинъ, молоко свертывается. Тотъ же самый результатъ (приготовленіе творога при помощи сычуга) достигается и безъ образованія кислоты, съ помощью особаго фермента, именно энцима изъ втораго желудка жвачныхъ. Тѣмъ или другимъ способомъ осажденный казеинъ и освобожденный отъ молочной жидкости (сыворожка), представляя собою творогъ (Bruch), даетъ основную массу для приготовленія сыра.

Многочисленныя *болѣзни молока* оказываются также дѣломъ бактерий. Такъ, нерѣдко случается, что молоко, даже не скисаясь, свертывается само по себѣ; это происходитъ подъ вліяніемъ бактерий сычужнаго фермента, которыя выделяютъ энзимъ, одинаковый съ ферментомъ втораго желудка; въ особенности встрѣчаются онѣ въ сырѣ (виды *Thirothrix*). Часто

¹⁾ *Heim*, Ueber das Verhalten der Krankheitserreger der Cholera, des Unterleibstypus und der Tuberkulose in Milch, Butter, Molken und Käse, Mitteil. Reichsgesundheitsamt 1889; *Obermüller*, Ueber Tuberkelbazillenbefunde in der Marktmilch, Hygienische Rundschau 1895.

молоко окрашивается многочисленными пигментными бактериями; такъ, красное молоко происходитъ при заселеніи его *Bacillus prodigiosus* и однимъ изъ видовъ *Sarcina*; голубой цвѣтъ молока вызываетъ безвредный *Bacillus cyanogenus* — маленькая подвижная палочка, которая на агарѣ въ зависимости отъ присутствующихъ питательныхъ веществъ растеть или въ видѣ слегка сѣроголубыхъ, или же въ видѣ красивыхъ темноглубыхъ налетовъ. Изъ желтаго молока выведено было также нѣсколько пигментныхъ бактерій. Цвѣтное молоко при этомъ становится также болѣе или менѣе кислымъ. Ослизлое, тянущееся въ нити молоко является результатомъ слизевого броженія, которое будетъ описано позднѣе. Наконецъ, горькимъ молоко становится, главнымъ образомъ, благодаря накопленію пептона, который образуется бактеріями съ весьма устойчивыми спорами (стр. 205).

Масло содержитъ всегда много бактерій, напр., мюнхенское сливочное масло въ одномъ граммѣ 6—25 миллионновъ бактерій, которыя могутъ вызвать его измѣненія, благодаря образованію молочной и масляной кислотъ, такъ какъ масло содержитъ еще $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}\%$ молочнаго сахара, а также и другія необходимыя питательныя вещества. Въ такомъ случаѣ масло имѣеть острый и прогорклый вкусъ; впрочемъ, прогорклость масла является преимущественно результатомъ чисто-химическаго окисленія заключающихся въ маслѣ жировъ въ жирныя кислоты (масляная, также молочная); это окисленіе обусловливается кислородомъ воздуха, иногда же, ускоряется дневнымъ свѣтомъ. Своеобразный ароматъ, дѣлающій особенно вкуснымъ нѣкоторые сорта масла, также представляетъ собой продуктъ жизнедѣятельности особенныхъ бактерій, такъ наз. ароматныхъ бактерій, которыя въ настоящее время культивируются въ чистомъ видѣ въ лабораторіяхъ молочнаго хозяйства и которыхъ прибавляютъ къ свѣжему маслу ¹⁾.

Весьма сложный и весьма трудно разложимый на отдѣльныя фазы процессъ, производимый пестрой смѣсью бактерій

¹⁾ Conn, The relation of pure cultures to the acid, flavor and aroma of butter, Centralbl. f. Bact., 2 отд., II, 1896; III, 1897.

представляет собой *созрѣваніе сыра* ¹⁾, поэтому сыръ всегда содержитъ громадныя количества бактерій. Въ одномъ граммѣ домашняго сыра находили 5—6 миллионовъ зародышей, въ одномъ граммѣ швейцарскаго сыра около 1 миллиона, въ другихъ сортахъ еще болѣе. Въстѣ съ бактеріями при приготовленіи сыра рокфора съ заплѣсневѣвшимъ хлѣбомъ вносятся въ сырную массу еще плѣсневые грибы (*Penicillium glaucum*); они-то и образуютъ извѣстныя зеленыя гнѣзда рокфора; въ другихъ случаяхъ принимаютъ участіе другіе плѣсневые грибы (*Oidium lactis*) и даже дрожжевые грибы.

Не всѣ *бактеріи сыра* въ одинаковой мѣрѣ способствуютъ его созрѣванію; многія оказываются лишь бездѣтельными поселенцами на благопріятномъ питательномъ субстратѣ, другія, можетъ быть, опредѣляютъ лишь тонкіе ньюансы во вкусѣ, третьи, наконецъ, исполняютъ главную работу. Къ послѣднимъ принадлежатъ молочно-и маслянокислыя бактеріи, между тѣмъ виды, описанныя какъ специально сырные бактеріи (*Tyroglyphus* Дюкло), подобные сѣннымъ бацилламъ, не играютъ той важной роли, какую имъ приписывали раньше. Насколько затруднительно опредѣлить участіе каждаго вида, видно будетъ уже изъ того, что въ одномъ сырѣ было найдено не менѣе 19 различныхъ видовъ бактерій и, кромѣ того, еще 3 дрожжевыхъ гриба; въ другихъ флора даже еще богаче по числу отдѣльныхъ видовъ и сверхъ того измѣняется въ различныхъ стадіяхъ созрѣванія сыра. Такимъ образомъ объясняется тотъ фактъ, что, несмотря на многочисленныя и тщательно произведенныя работы, біохимія сыра достигла лишь немногихъ и къ тому же еще противорѣчивыхъ результатовъ. Даже качественный составъ сортовъ сыра чрезвычайно колеблется, количественный же анализъ и здѣсь, подобно тому, какъ и при процессахъ гніенія, приходится пока предоставить будущему. Какъ примѣръ, можно было бы упо-

¹⁾ *Kramer, Duclaux* въ прим. на стр. 204; затѣмъ въ *Centralbl. f. Bact.*, 2 от., I т. 1895; *Freudenreich*, *Bacteriologische Untersuchungen über den Reifungsprozess des Emmentaler Käses*, I. c., II т., 1896; *Klecki*, *Ueber den Reifungsprozess des Käses; Einen neuen Buttersäuregärungserreger (Bac. saccharobutyricus) und dessen Beziehungen zur Reifung und Lochung des Quargelkäses*; *Weizmann*, *Ueber den jetzigen Stand etc. des Käsereifungsprozesses*.

мянуть, что вызрѣвшій эментальскій сыръ содержитъ: молочную кислоту, масляную кислоту, лейцинъ, тирозинъ, фенил-амидо-пропіоновую кислоту, амміакъ, далѣе казеинъ, частью не измѣнившійся, частью въ видѣ растворимыхъ альбумозъ, наконецъ, молочный жиръ и, конечно, еще многое другое, напр., жирныя кислоты (уксусная кислота, валериановая). Свѣжій творогъ (Bruch), первоначальная масса сыра, содержитъ три главныя составныя части, измѣненіе которыхъ составляетъ процессъ созрѣванія сыра: 1) углеводъ: молочный сахаръ; 2) бѣлковыя вещества: казеинъ и параказеинъ; 3) жиръ. Молочный сахаръ уже въ началѣ разлагается молочнокислыми бактеріями, а вскорѣ также и маслянокислыми; помимо возникающихъ при этомъ кислотъ, образуются здѣсь также и угольная кислота, и свободный водородъ, которые, скопляясь въ сырной массѣ, вспучиваютъ ее, обуславливая „ноздреватость“ сыра. Казеинъ прежде всего превращается энзимами бактерій въ альбумозоподобныя тѣла (неудачно обозначаемый казеоглютинъ) и распадается позднѣе отчасти на тирозинъ, лейцинъ, фенил-амидо-пропіоновую кислоту, амміакъ. Настоящіе продукты гніенія, каковы индолъ, скатолъ, не встрѣчаются, такъ что разложеніе казеина, при которомъ происходитъ и образованіе жирныхъ кислотъ, можно разсматривать какъ процессъ, только схожій съ гніеніемъ. Такимъ образомъ, во время созрѣванія количество неразложившагося казеина все болѣе и болѣе уменьшается, и когда сыръ готовъ (ist „durch“), то исчезаетъ совсѣмъ. Какія бактеріи производятъ этотъ главный процессъ созрѣванія сыра, превращеніе казеина, еще не установлено опредѣленно. Жиръ изъ казеина не образуется, содержащійся же въ свѣжей сырной массѣ масляный жиръ сначала мало подвергается измѣненію и лишь въ очень старыхъ сырахъ, повидимому, расщепляется въ большихъ количествахъ на глицеринъ и жирныя кислоты. Двумя важнѣйшими химическими превращеніями, которыя совершаются во время созрѣванія сыра, являются поэтому перебразиваніе молочнаго сахара и распаденіе казеина.

Другой молочный продуктъ, *кефиръ*, слабо спиртной, сильно пѣнящійся напитокъ изъ коровьяго и кобыльяго молока,

происходить подъ вліяніемъ совмѣстнаго дѣйствія молочно-кислыхъ бактерій и одного дрожжеваго гриба (*Saccharomyces*). Оба вмѣстѣ образуютъ продажныя зерна кефира, которыя издавна употребляются въ качествѣ возбудителей кефирнаго броженія. Дрожжевой грибокъ при помощи особеннаго, свойственнаго ему энзима (лактазъ) способенъ превращать молочный сахаръ въ виноградный и перебразиваетъ его въ спиртъ и угольную кислоту; молочнокислыя бактеріи, благодаря своему продукту (молочная кислота), сообщаютъ напитку кисловатый вкусъ и способствуютъ выпаденію казеина въ формѣ очень мелкихъ, легко переваримыхъ хлопьевъ. Какъ побочные продукты комбинированнаго кефирнаго броженія, можно назвать еще уксусную и янтарную ¹⁾ кислоты.

2) Въ *винокуренномъ производствѣ* ²⁾ въ прежнее время при приготовленіи дрожжеваго затора изъ зеленаго солода очень часто приходилось опасаться развитія маслянокислыхъ бактерій, споры которыхъ, несмотря на двухчасовое нагрѣваніе до 70°, не погибаютъ, пока путемъ практическаго наблюденія не пришли къ тому заключенію, что извѣстная степень кислотности затора подавляетъ развитіе этихъ опасныхъ маслянокислыхъ бактерій, не вредя въ то же время самимъ дрожжамъ. Болѣе точное изслѣдованіе этого практическаго открытія выяснило, что дрожжевой заторъ подкисляется молочнокислыми бактеріями. Въ настоящее время такое молочнокислое броженіе, вызываемое крупнымъ *Vacillus acidificans*, предпосылаютъ культивированію дрожжей, прибавляемыхъ позднѣе въ большіе бродильные чаны, причемъ для этой цѣли заражаютъ дрожжевой заторъ чистыми культурами кислотообразователей и держатъ при 50°, т.-е. оптимальной температурѣ для этихъ молочнокислыхъ бактерій. Въ этихъ условіяхъ образуется до 1% молочной кислоты, которая со-

¹⁾ v. *Freudenreich*, Bacteriologische Untersuchungen über den Kefir, Centralbl. f. Bact., 2 отд., III т., 1897.

²⁾ Ср. прим. на стр. 205; затѣмъ *Lafar*, Technische Mykologie, I т. Многочисленныя работы *Effroni*'а реферированы въ Jahresbericht *Koха*; *Rothebach*, Die Anwendung spaltpilzfeindlicher Agentien im Brennereibetriebe mit besonderer Berücksichtigung der Kunsthefeführung, Zeitschr. f. Spiritusindustrie, 1896.

вершено подавляетъ развитіе маслянокислыхъ бактерій. Кромѣ того, бактеріи масляной кислоты, такъ какъ ихъ optimum лежитъ около 40°, не выдерживаютъ конкуренціи молочнокислыхъ бактерій уже по причинѣ болѣе высокой температуры, при которой идетъ культивированіе молочнокислыхъ бактерій.

Это важное примѣненіе молочнокислаго броженія въ послѣднее время вытѣсняется гораздо болѣе простымъ средствомъ уничтоженія бактерій, а именно методомъ Э ф ф р о н а, состоящимъ въ пользованіи плавиковою кислотой. Дрожжевые грибы вообще гораздо менѣе чувствительны къ свободнымъ кислотамъ, чѣмъ бактеріи, и выносятъ незначительныя количества плавиковою кислоты. Путемъ же продолжительной культуры съ возрастающимъ содержаніемъ плавиковою кислоты можно приучить дрожжевые грибы даже къ такимъ высокимъ дозамъ плавиковою кислоты, которыя или совершенно подавляютъ развитіе бактерій, или, по крайней мѣрѣ, уменьшаютъ ихъ количество до совершенно безвреднаго минимума. Спиртовыя дрожжи въ теченіе немногихъ мѣсяцевъ можно приучить къ 30 гр. плавиковою кислоты въ гектолитрѣ сусла, десяти же граммъ уже достаточно, чтобы устранить бактерій. Были испробованы еще и другіе яды, и формальдегидъ является, пожалуй, еще лучшимъ средствомъ, чѣмъ плавиковая кислота. Относительно стерилизаціи сусла электризаціей ср. стр. 126.

3) *Порча напитковъ и питательныхъ средствъ*, вслѣдствіе появленія молочнокислаго броженія, встрѣчается часто. Помутненіе пива, которое становится невозможнымъ лишь при содержаніи свыше 7% спирта, основывается на дѣйствіи молочнокислыхъ бактерій, которыя, дѣлая его все болѣе и болѣе мутнымъ, сообщаютъ ему противный вкусъ. Иногда вино (*Zickender Wein*) содержитъ болѣе 2% молочной кислоты, которая образуется бактеріями изъ плодоваго сахара. Этотъ „порокъ“ (*Milchsäurestich*), правда, встрѣчается нерѣдко, но все-таки не такъ часто, какъ уксуснокислый, который вызывается уксуснокислыми бактеріями. Вареные овощи очень часто становятся „кислыми“, благодаря бактеріямъ мо-

лочной кислоты; въ этомъ принимаетъ участіе и маслянокислое броженіе.

4) Различные способы приготоуленія кормовъ ¹⁾, каковы бурое сѣно, силось, зеленый прессованный кормъ (Sweet ensilage), основываются на молочнокисломъ броженіи, благодаря которому кормъ становится, съ одной стороны, прочнѣе, съ другой—вкуснѣе. Сюда слѣдуетъ отнести также кислую капусту. На ряду съ молочнокислымъ броженіемъ во всѣхъ этихъ случаяхъ происходитъ также и ниже описываемое маслянокислое броженіе.

II. Маслянокислое броженіе ²⁾, представляя собою преимущественно строго анаэробный процессъ, о значеніи котораго для общей теоріи броженія будетъ трактовать слѣдующая лекція, распространено въ природѣ не менѣе, чѣмъ молочнокислое броженіе. Получить маслянокислое броженіе, правда, не вполне чистое, можно различнымъ образомъ. Такое не вполне чистое маслянокислое броженіе можетъ затѣмъ служить для чистой разводки анаэробныхъ возбудителей подъ безвоздушными или наполненными индифферентнымъ газомъ (водородъ) колоколами. Достаточно, напр., для этой цѣли бросить въ питательный растворъ, содержащій сахаръ, нѣсколько горошинъ, заткнуть стеклянную колбу пробкой и черезъ нее провести газоотводную трубку, открывающуюся въ стоящемъ рядомъ сосудѣ съ водой. При 30—40° черезъ 1—2 дня наступаетъ энергичное броженіе, сильное развитіе газовъ и запахъ масляной кислоты. По другому методу кипятятъ смѣсь 5 гр. винограднаго сахара и 5 гр. размолотаго фибрина въ 100 куб. центим. воды и во время кипяченія за-

1) Подобиѣ у *Lafar'a*, Technische Mykologie, I т., стр. 232.

2) *Pasteur*, прим. на стр. 106; *Van Tieghem*, Sur le Bacillus amylobacter, *Bullet. soc. botan.*, XXIV, 1887, и *Identité du Bacillus amylobacter et du vibriion butyrique de Pasteur*, *Comptes rendus*, Paris, 1879, 89 т.; *Prazmowski*, прим. на стр. 35; *Grimbert*, Fermentation anaérobie produite par le Bacillus orthobutylicus, ses variations sous certaines influences biologiques, *Annales Pasteur*, VII, 1893; *Beyerinck*, Ueber die Butylalkoholgährung u. das Butylferment, *Verhandlungen der kgl. Akad. Amsterdam*, 2, Sekt. I, 1893, и *Centralbl. f. Bact.*, 2 отд., II, стр. 699; *Klecki*, Ein neuer Buttersäuregärungserreger (*Bac. saccharobutyricus*), *ibid.*; *Baier*, Ueber Buttersäuregärung, подробный обзоръ, *ibid.*, 2 отд., I, 1895.

ражаютъ нѣкоторымъ количествомъ садовой почвы. При 35°, спустя 24—48 час., броженіе въ ходу, будучи вызвано почти чистой культурой *Granulobacter saccharabutyricus* (Beyerinck):

Прежде единственнымъ возбудителемъ маслянокислаго броженія считался *Vibrio butyrique* Пастера или *Amylobacter butyricus* Ванъ-Тигема, который, однако, и въ морфологическомъ, и въ фізіологическомъ отношеніи представляетъ коллективный видъ; такимъ же является и *Clostridium butyricum* Празмовскаго. Въ настоящее время точно описано около 20 различныхъ *маслянокислыхъ бактерій*, которыя, конечно, можно было бы соединить въ небольшое число видовъ. Многія изъ нихъ даютъ описанную на стр. 13 гранулезную реакцію (отсюда біологическій родъ *Granulobacter* Beyerinck'a); всѣмъ имъ далѣе свойственно общее измѣненіе формы палочекъ при спорообразованіи (рис. 24, e и f), которое наступаетъ здѣсь съ большой правильностью къ концу броженія. Обыкновенно наблюдается веретенообразное вздутіе (*Clostridium*), однако, нѣкоторые виды вздуваются головчато (*Plectridium*). Почти всѣ маслянокислыя бактеріи движутся при помощи перитрихіальныхъ жгутовъ; по величинѣ онѣ относительно крупны, 0,5—1 μ ширины, 3—5 и даже 10 μ длины (рис. 24 e и f).

При броженіи, значительныя количества масляной кислоты, далѣе углекислоты и водорода, кромѣ того, уксусной кислоты и незначительныя количества другихъ жирныхъ кислотъ даютъ слѣдующіе виды:

<i>Granulobac. saccharobutyrg.</i>	анаэроб.	<i>Clostridium</i>	съ гранулезой
„	<i>lactobutyrg.</i>	„	„
<i>Bacillus orthobutylicus</i>	„	„	безъ „

Послѣдній перебраживаетъ различнаго рода вещества: глицеринъ, маннитъ, глюкозу, инвертированный сахаръ, тростниковый сахаръ, мальтозу, молочный сахаръ, арабинозу, крахмалъ, декстринъ, инулинъ, нѣкоторые изъ нихъ, само собой разумѣется, послѣ предварительнаго дѣйствія энзимовъ, но не перебраживаютъ трегалозу, эритритъ, аравійскій гумми. Два другіе, какъ уже выражаютъ ихъ спеціальныя названія, разборчивы, предпочитая другимъ углево-

дамъ, на ряду съ винограднымъ сахаромъ, тростниковый и молочный сахаръ.

Bacillus orthobutylicus перебродилъ, напр., 2,4 глюкозы въ 20 дней и при этомъ далъ:

0,842 гр. масляной кислоты (нормальной)

0,264 „ бутиловаго алкоголя

0,229 „ уксусной кислоты.

Кромѣ того, водородъ и угольную кислоту, количество которыхъ при болѣе продолжительномъ броженіи все болѣе и болѣе увеличивалось, изъ чего, конечно, слѣдуетъ, что и сами продукты броженія расщепляются еще далѣе вплоть до угольной кислоты.

Кромѣ этихъ бактерій, слѣдуетъ еще упомянуть объ одномъ анаэробномъ *Clostridium*'ѣ съ гранулезой, который хотя и не даетъ, при броженіи мальтозы, масляной кислоты, но все же соединеніе, принадлежащее къ той же бутиловой группѣ, а именно бутиловый алкоголь, кромѣ того, еще угольную кислоту и водородъ. Эта встрѣчающаяся въ почвѣ бактерія названа была *Beuering's*комъ [*Granulobacter butilycus*].

Масляная кислота, какъ уже было упомянуто, образуется часто и при процессахъ гніенія; есть даже основаніе думать, что нѣкоторыя маслянокислыя бактеріи обладаютъ одновременно сапрогенными свойствами, т.-е. способны расщеплять молекулу бѣлкового вещества (*Bacillus butyricus* Hürpe), тогда какъ другія, *Bacillus orthobutylicus*, не могутъ образовывать масляной кислоты изъ однихъ пептоновъ при полномъ отсутствіи одного изъ вышеупомянутыхъ безазотистыхъ соединений. Кислое молоко при болѣе долгомъ стояніи подвергается маслянокислому броженію, которое развивается какъ на счетъ оставшагося молочнаго сахара, такъ и на счетъ молочной кислоты. Въ чистомъ видѣ это дѣйствіе маслянокислыхъ бактерій обнаруживается при перебраживаніи молочнокислой извести, причемъ изъ молочной кислоты образуется масляная. Относительно участія маслянокислыхъ бактерій въ созрѣваніи сыра см. стр. 208, относительно же нахожденія этихъ анаэробовъ въ природѣ—стр. 235, наконецъ, ср. еще ассимиляцію азота почвенными бактеріями, образующими масляную кислоту (стр. 170).

III. На ряду съ маслянокислымъ броженіемъ и анаэробное метановое броженіе ¹⁾ клѣтчатка играетъ также большую роль при уничтоженіи богатыхъ клѣтчаткой растительныхъ остатковъ на днѣ прѣсноводныхъ рѣкъ, озеръ, на днѣ моря и въ навозѣ. Въ одинаковой степени и въ кишечномъ каналѣ жвачныхъ и человека метановыя бактеріи обнаруживаютъ свою, обильную газообразными продуктами, дѣятельность. Целлюлеза сначала осахаривается энзимомъ ($C_6 H_{10} O_5 + H_2O = C_6 H_{12} O_6$) и затѣмъ перебращивается въ метанъ (CH_4) и угольную кислоту, а также побочные продукты жирнаго ряда. Въ смѣси съ угольной кислотой и азотомъ этотъ метанъ выдѣляется наружу въ видѣ болотнаго газа, если проткнуть палкой слой болотнаго ила, въ которомъ идутъ энергичные процессы гніенія и броженія.

Метановыхъ бактерій, повидимому, существуетъ значительное число; такъ, вѣроятно, *Vibrio rugula* (анаэробный съ гранулезной реакціей) относится сюда; далѣе изъ ила клоачныхъ водъ была изолирована нѣжная палочка (анаэробная, быстро подвижная *Plectridium*), которая въ короткое время приводила фильтровальную бумагу въ энергичное броженіе. Размягчившаяся бумага сперва становится прозрачной, начинаетъ размазываться и, въ концѣ-концовъ, почти нацѣло растворяется.

IV. *Слизевому броженію* ²⁾ подвергаются очень часто вино, пиво, молоко, причемъ они становятся клейкими и тянутся въ нити. Ослизняются также вареные овощи.

Опять-таки и здѣсь бактеріи являются виновниками этого слизевого броженія углеводовъ, которое даетъ въ качествѣ главнаго продукта слизь, затѣмъ угольную кислоту и водородъ и на ряду съ ними неизбѣжныя жирныя кислоты. Во-

¹⁾ *Van Tieghem*, Sur le Bacillus amylobacter et son rôle dans le putréfaction de la cellulose, Comptes rendus, Paris, 88 т., 1879; *Hoppe-Seyler*, Zeitschrift für physiologische Chemie, 10 т.; *Omelianski*, Sur la fermentation de la cellulose, Comptes rendus 1895.

²⁾ *Pasteur*, Étude sur le vin, 1866; *van Laer*, Note sur la fermentation visqueuse, Mémoires couronnés бельгийской академии, Brüssel, 43 т., 1889; *Kramer*, Studien über die schleimige Gärung, Sitzungsber. Wiener Akad. d. Wiss. Natur.-Cl., 1889; *Leichmann*, Ueber eine schleimige Gärung der Milch. Landwirtschaftl. Versuchstat, 43 т.

дородъ *in statu nascendi* соединяется иногда съ декстрозой въ маннитъ, который въ такомъ случаѣ является продуктомъ этого „маннитоваго броженія“. Слизь есть углеводъ, близко стоящій къ другимъ растительнымъ слизямъ и видамъ гумми, состава ($C_6 H_{10} O_5$), и не является продуктомъ броженія въ томъ смыслѣ, въ какомъ масляная кислота, молочная кислота и другія, возникающія въ протоплазмѣ возбудителей броженія, какъ непосредственные продукты обмѣна. Напротивъ, слизь эта — продуктъ измѣненія оболочекъ, которыя у слизевыхъ бактерій весьма склонны къ образованію студени и въ сахарѣ вина, пива, молока, повидимому, находятъ богатый матеріалъ для чрезмѣрнаго развитія слизи. Стоило бы труда точно изслѣдовать химическую природу не ослизневшаго внутренняго слоя оболочки; быть можетъ, онъ состоитъ изъ углевода, похожаго на целлюлезу.

Число слизевыхъ бактерій должно быть велико, ибо различные виды сахара имѣютъ своихъ особыхъ слизеобразователей; такъ, *Bacillus viscosus sacchari* дѣлаетъ „тягучими“ лишь жидкости, содержащія тростниковый сахаръ, другой уживается лишь въ кислыхъ растворахъ винограднаго сахара (вино), третій (*lactici*) требуетъ молочнаго сахара.

V. *Особенныя техническія броженія.* Коль скоро способный бродить матеріалъ подвергается обработкѣ въ крупныхъ размѣрахъ, то является также и опасность, что въ немъ могутъ найти себѣ мѣсто бактеріи броженія. Но, съ другой стороны, въ такого рода производствѣ не слѣдуетъ забывать, что иной процессъ, однажды заведенный и, повидимому, въ дальнѣйшемъ протекающій самъ собой и эксплуатируемый съ давнихъ поръ, на самомъ дѣлѣ является результатомъ дѣятельности бактерій. Каждый въ состояніи будетъ даже самъ представить области, гдѣ бактериологъ можетъ отыскать такіе нерегламентированные наукой процессы; въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр., относительно дубленія (скисаніе дубильныхъ настоевъ), имѣются уже руководящія изслѣдованія. О нѣкоторыхъ другихъ придется сказать нѣсколько словъ.

Волокнистыя растенія, каковы ленъ, конопля, съ цѣлью освободить волокна отъ облекающихъ ихъ тканей, подвер-

гають такъ - называемой мочкѣ¹⁾; ихъ помѣщаютъ на довольно продолжительное время въ воду и здѣсь они начинаютъ бродить. Ткань при этомъ разрыхляется вслѣдствіе растворенія сходнаго съ углеводами пектинового вещества (пектинокислая известь) въ видѣ срединной пластинки, связывающаго стѣнки клѣтокъ, и послѣ того легко можетъ быть отдѣлена отъ волоконъ механически трепаніемъ и чесаніемъ. До сихъ поръ наиболѣе точно извѣстна одна бактерія, которая вызываетъ броженіе пектиновыхъ веществъ при мочкѣ, а именно *Plectridium* (10—15 μ длины, 0,8 μ ширины), анаэробная, которая легко образуетъ споры, довольствуется амміакомъ, какъ источникомъ азота, и перебраживаетъ приготовленныя изъ льна, груши, рѣпы пектиновыя вещества. Но целлюлозы и гуммиарабика она не трогаетъ. Если же давать въ качествѣ источника азота пептонъ, то она можетъ перебраживать также и другіе углеводы. Относительно продуктовъ пектинового броженія ничего еще нельзя сказать, но, вѣроятно, это — угольная кислота, жирныя кислоты, какъ и при другихъ броженіяхъ. Броженіе целлюлозы, за которое прежде принимали вымачиваніе волокнистыхъ растений, навѣрное, здѣсь не имѣетъ мѣста.

При *полученіи индиго*²⁾ равнымъ образомъ начинаютъ съ броженія, которому подвергаютъ въ особыхъ цистернахъ индиговыя растенія (*Indigofera tinctoria* и др.). Растенія эти содержатъ глюкозидъ, индиканъ, который вслѣдствіе анаэробнаго броженія при 25—35° въ 8—15 часовъ разлагается анаэробно протекающимъ броженіемъ на бѣлое индиго и особый сахаръ (индиго-глюцинъ). И лишь только на поверхности бродильныхъ чановъ зеленоватожелтая жидкость принимаетъ голубоватое окрашиваніе, дальнѣйшее образованіе синяго индиго ведутъ путемъ постояннаго „Schlagen“, помѣшиванія жидкости, т.-е. заставляя ее соприкасаться съ кислородомъ воздуха. Ближе химизмъ индиговаго броженія еще не прослѣженъ. Находили короткую палочку (*B. indigenus*) съ ясною сли-

¹⁾ *Winogradski*, Sur le rouissage du linet et son agent microbien. Comptes rendus, Paris, 1895.

²⁾ *Alvarez*, Sur un nouveau microbe, determinant la fermentation indigotique et la production de l'indigobleu. Comptes rendus, Paris, 105 т., 1887.

зистой оболочкой, безъ прибавленія которой стерилизованные экстракты изъ индиговыхъ деревьевъ не образовывали красящаго вещества.

Даже въ *табачной индустри* ¹⁾ бактеріальныя броженія играютъ большую роль. Высушенные листья табаку снова увлажняются и въ громадныхъ кучахъ „ферментируются“, подвергаются процессу броженія, причемъ углеводы, никотинъ и растительныя кислоты отчасти перерабатываются въ угольную кислоту, масляную кислоту, янтарную и еще неизвѣстныя вещества; на ряду съ этимъ разлагаются также и „ароматическія“ вещества. Бѣлокъ табачныхъ листьевъ не подвергается разложенію. Различныя бактеріи уже были изолированы изъ бродящихъ кучъ табаку, причемъ изъ гаванскихъ сортовъ табаку были выдѣлены инныя, нежели изъ пфальцскаго, такъ что съ нѣкоторымъ успѣхомъ этотъ послѣдній оказалось возможнымъ облагородить съ помощью гаванскихъ бактерій. Правда, вполне ли удастся пфальцскимъ сигарамъ путемъ броженія придать пріятный запахъ гаванны, это еще вопросъ, такъ какъ вмѣстѣ съ цимогенными ароматическими веществами все-таки нужно принять въ расчетъ еще и вещество самихъ листьевъ, самого сорта табаку. То же явленіе представляетъ собой облагораживаніе низкопробныхъ виноградныхъ суслъ съ помощью лучшихъ расъ дрожжей (лекц. XIV).

Въ свекловичномъ сокѣ на сахарныхъ фабрикахъ ²⁾, а также на сахарорафинадныхъ заводахъ появляется иногда страшный бичъ, такъ-называемый грибокъ лягушечьей икры (*Leuconostoc mesenteroides*; рис. 7 b—d, стр. 10), бактерія слизевого броженія. Это броженіе носить специальное названіе декстрановаго броженія, потому что образующаяся въ неимовѣрныхъ количествахъ слизь сходна съ углеводомъ

1) *Behrens*, Die Beziehungen der Microorganismen zum Tabakbau und zur Tabakfabrikation. Centralbl. f. Bact., 2 отд., II, 1896.

2) *Van Tieghem*; *Leuconostoc mesenteroides*, Annales d. sc. natur. Botanique, 6 Serie, VII т.; *Liesenberg* und *Zopf*, Ueber den sogenannten Froschlaichpilz, Beitr. zur Physiol. u. Morphol. niederer Organismen, herausgegeben von *Zopf*, 1 т., 1892; *Koch*, *A.*, и *Hosaeus*, Ueber einen neuen Froschlaichpilz der Zuckerfabriken, Centralbl. f. Bact., XVI, 1894.

изъ сахарной свекловицы, съ декстраномъ; это, впрочемъ, нуждается еще въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи. При оптимальной температурѣ (30—35°) грибокъ лягушечьей икры растетъ необычайно быстро; такъ, въ одномъ случаѣ онъ заполонилъ въ теченіе 12 час. чанъ съ 49 гектолитрами 10% сахара и наполнилъ его своими сплошными массами, подобными лягушечьей икрѣ. вмѣстѣ съ слизью найдено было немного молочной кислоты и угольной кислоты; болѣе глубокихъ расщепленій въ широкихъ размѣрахъ здѣсь не оказывается. Бактерія принадлежитъ къ числу шаровидныхъ, дѣлящихся опредѣленно ориентированными плоскостями дѣленія и образуетъ неразвѣтвленные, безцвѣтные цѣпочки, которыя погружены въ студень подобно четковиднымъ сине-зеленымъ нитямъ ностока (поэтому *Leuconostoc*). Нѣкоторые допускаютъ существованіе у нихъ артроспоръ, нѣсколько увеличенныхъ блестящихъ клѣтокъ, но это сомнительно. Тростниковый и виноградный сахаръ необходимъ для образованія слизи, поэтому на питательныхъ субстратахъ, не содержащихъ этихъ видовъ сахара, *Leuconostoc* растетъ въ видѣ стрептокока, т.е. въ видѣ цѣпочекъ, лишенныхъ слизи (рис. 76).

При приготовленіи хлѣба ¹⁾ человекъ также не можетъ обойтись безъ участія микроорганизмовъ; только благодаря ихъ дѣятельности, можно сдѣлать питательную муку вкусной и съѣдобной. Дрожжи, которыя прибавляются въ тѣсто и заставляютъ его „подниматься“, представляютъ собой смѣсь дрожжевыхъ грибовъ спиртового броженія и различныхъ бактерій, которыя, съ одной стороны, образуя кислоты (молочная, уксусная и др.), а съ другой, выделяя энзимы, осаживаютъ крахмалъ и принимаютъ такимъ образомъ участіе въ алкогольномъ броженіи хлѣба. Последнее производитъ на килограммъ хлѣба около 2,5 гр. спирта и 2,7 гр. угольной кислоты, благодаря которой хлѣбъ и становится рыхлымъ и вондрен-

¹⁾ *Lehmann*, Ueber die Sauerteiggärung und die Beziehungen des *Bac. evans* zum *Bac. coli*, *Centralbl. f. Bact.*, XV, 1894; *Popoff*, Sur un bacille anaërobie de la fermentation panaire, *Annales Pasteur*, 1890; *Peters*, Die Organismen des Sauerteiges und ihre Bedeutung für die Brotgährung, *Botan. Zeit.* 1889.

ватымъ. При печеніи онъ еще поднимается, благодаря расширенію угольной кислоты, спирта и водяныхъ паровъ. Часть продуктовъ броженія содержится даже и въ выпеченномъ хлѣбѣ и существеннымъ образомъ способствуетъ его вкусу.

Бактеріи и круговоротъ угольной кислоты.

3. Дрожжевые грибы и спиртовое броженіе. Теорія броженія и анаэробіоза. Заключительный обзоръ круговорота азота и угольной кислоты.

Хотя нѣкоторыя бактеріи и образуютъ этиловый алкоголь (Вас. Aethaceticus), но настоящее *алкогольное броженіе*¹⁾, применяемое технически въ винокурении и въ производствѣ вина и пива, возбуждается другими низшими организмами, *дрожжевыми грибами*²⁾ (Blastomycetes, Saccharomycetes). Всегда неподвижное вегетативное тѣло этихъ грибовъ представляетъ собой клѣтку въ общепринятомъ значеніи этого слова. Форма дрожжевыхъ клѣтокъ представляется не въ видѣ палочки или шарика, а въ видѣ эллипса, то болѣе короткаго—яйцевиднаго, то сильно вытянутаго (рис. 25). Форма клѣтокъ служитъ важнымъ признакомъ для характеристики,

¹⁾ Интересный очеркъ исторіи алкогольнаго броженія, которая въ большей своей части совпадаетъ съ исторіей вопроса о самопроизвольномъ зароженіи, даетъ *Mayer, Adolf, Lehrbuch der Gärungschemie, 3 Aufl. Heidelberg, 1879.*

²⁾ *Reess, Botanische Untersuchungen über die Alkoholgärungspilze 1870.* Неожиданный прогрессъ въ морфологій и физиологій дрожжей и ихъ техническомъ примѣненіи и утилизаціи вызванъ былъ многочисленными работами датскаго изслѣдователя *Emil Christian Hansen'a*, опубликованными въ *Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet in Kopenhagen, I—III т., 1878—1894*, и въ *Untersuchungen aus der Praxis der Gärungsindustrie, Heft I, 3 Aufl., 1895. Heft I, 1892.* По примѣру *Hansen'a*, который изслѣдовалъ преимущественно пивныя дрожжи, позднѣе разработали также и винныя дрожжи *Wortmann, Untersuchungen über reine Hefen, Landwirtsch. Jahrb. 1892, 1894; Aderhold, Müller-Thurgau* и другіе.

и здѣсь лишь съ трудомъ различаемыхъ видовъ и расъ (стр. 194). При поверхностномъ наблюденіи она кажется болѣе неправильной, чѣмъ на самомъ дѣлѣ, благодаря своеобразному способу размноженія клѣтокъ, такъ - наз. *почкованію*. Дѣло въ томъ, что у дрожжей размноженіе клѣтокъ происходитъ не путемъ дѣленія клѣтки на двѣ равныя половины, какъ это бываетъ у бактерій и обыкновенныхъ растительныхъ клѣтокъ, а на любомъ мѣстѣ дрожжевой клѣтки вырастаетъ сначала небольшой головчатый бугорокъ, благодаря которому дрожжевая клѣтка принимаетъ новую форму, а именно форму (рис. 25) взрослой дрожжевой клѣтки съ небольшимъ шаровиднымъ придаткомъ. Послѣдній увеличивается все болѣе и болѣе и еще задолго до того, какъ онъ разрастается до величины материнской клѣтки, отдѣляется отъ нея клѣточной стѣнкой и, благодаря этому, становится новымъ самостоятельнымъ поколѣніемъ клѣтокъ, которое опять можетъ почковаться и давать отростки. Отличіе этого процесса отъ процесса дѣленія весьма рѣзко. При дѣленіи на каждую клѣтку новой генерации достается половина старой клѣтки, которая, какъ таковая, перестаетъ существовать. При почкованіи, напротивъ, отъ старой клѣтки отдѣляется лишь молодой отростокъ, материнская же клѣтка живетъ дальше и можетъ произвести еще многочисленныя новыя почки. Почкованіе совершается быстро; въ теченіе 2-хъ часовъ образуется новое поколѣніе, такъ что дрожжевыя клѣтки размножаются лишь немного медленнѣе, чѣмъ бактеріи, и подобно тому, какъ у бактерій различныя поколѣнія остаются связанными въ цѣпочки, такъ и почки остаются соединенными другъ съ другомъ и образуютъ болѣе или менѣе растянутыя *колоніи почекъ* (рис. 25). Но эти послѣднія вѣтвятся не только въ плоскости, но и въ пространствѣ, такъ какъ новыя отростки почекъ могутъ появляться на какомъ угодно мѣстѣ клѣтки безъ соблюденія какой-либо закономерности. Такія колоніи почкующихся клѣтокъ, мелкихъ, крупныхъ, взрослыхъ и лишь только-что появляющихся въ видѣ бугорковъ, возникаютъ какъ на поверхности жидкости, такъ и въ ней самой. На поверхности эти колоніи почекъ разрастаются часто въ болѣе крупные

кожистые налеты (плѣсневая пленка), причемъ иногда одновременно клѣтки нѣсколько вытягиваются, вслѣдствіе чего получается въ общемъ нѣкоторое сходство съ грибнымъ мицеліемъ (фиг. 25 е и f) (*дрожжевой мицелій*). Несмотря, однако, на это сходство, сплетеніе почкующихся клѣтокъ представляетъ по своему происхожденію лишь особую

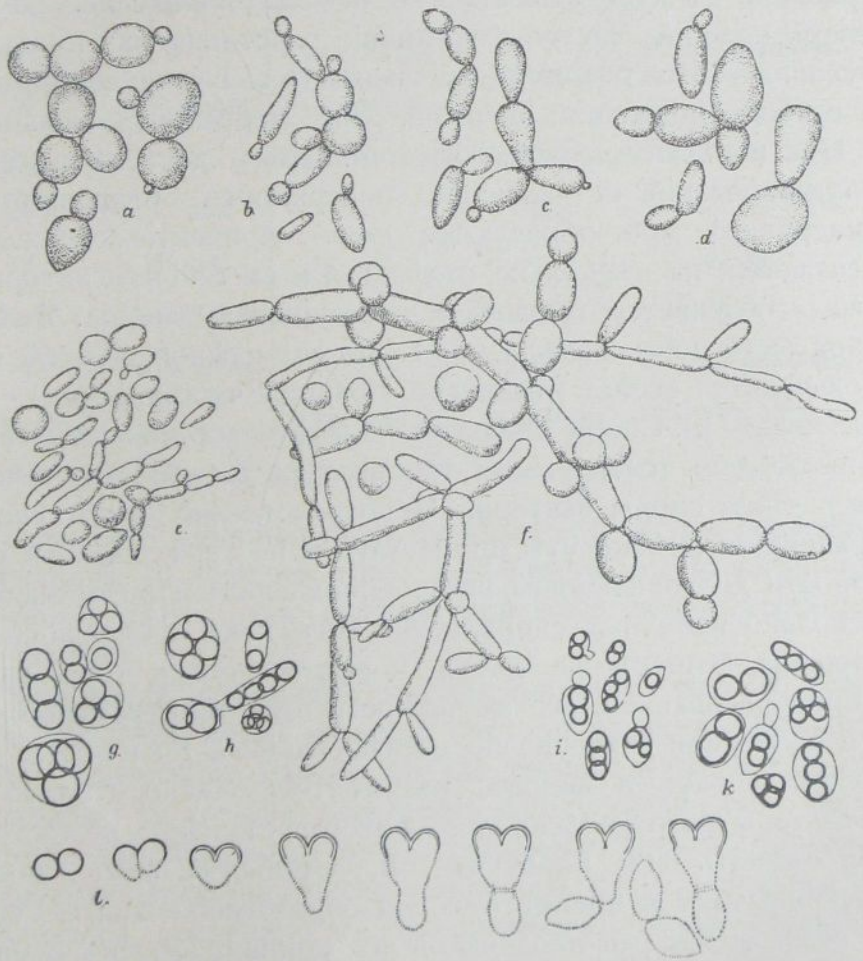


Рис. 25. *Saccharomycetes* (почкующіеся грибы). а *Saccharomyces cerevisiae* № I. б. *Sacch. Pasteurianus* № III. с. *Sacch. ellipsoideus* (винныя дрожжи) № I. д. *Sacch. ellips.* № II. е и f пленка *Sacch. ellipsoideus* № I, е при 34°—20° или 6°—7°, f при 15°—30° (почкующійся мицелій). г—к спорозоенныя клѣтки. г. *Sacch. cerevisiae* I, h *Sacch. Pasteur.* I. i и к. *Sacch. ellipsoid.* I и II. l проростаніе двухъ свободныхъ споръ *Sacch. Ludwigiі* при 18°—20°, считая слѣва черезъ 18, 20, 26, 28, 29, 30½ и 33 часа. Всѣ культуры въ пивномъ суслѣ по *E. Ch. Hansen*'у увел. 1000.

форму роста. Отдѣльная *дрожжевая клетка* облечена оболочкой и имѣетъ обычное протоплазматическое содержимое, въ которыхъ, повидимому, находится клѣточное ядро. Дрожжевые грибки хотя и очень малы по своей величинѣ, но все-таки больше, чѣмъ бактеріи, приблизительно 8—10 μ въ поперечникѣ. Всѣ технически важныя дрожжи безцвѣтны и растутъ въ культурахъ въ видѣ бѣлыхъ или слабо желтоватыхъ колоній. Частое загрязненіе пластинчатыхъ культуръ обусловливается розовыми дрожжами (*Saccharomyces glutinis*) съ слабой бродительной энергіей, рѣже черными дрожжами.

При извѣстныхъ условіяхъ (обильномъ доступѣ воздуха, культивированіи на влажной поверхности, благопріятной температурѣ 25°) образуются *споры*, причѣмъ содержимое распадается на нѣсколько отдѣльныхъ частей, изъ которыхъ каждая облекается оболочкой и становится спорой. Въмѣсто одной эндоспоры, какъ у бактерій, въ каждой клѣткѣ воспроизводится всегда нѣсколько: большей частью 2—4 (1—10) (рис. 25 g—k). Споры обладаютъ значительно меньшей силой сопротивленія (смертельная температура 62—70° въ теченіе 5 м.), чѣмъ споры бактерій. Непосредственно послѣ своего образованія онѣ могутъ прорасти и не теряютъ этой способности долгое время въ высушенномъ видѣ. Прорастающая, нѣсколько набухшая спора, послѣ того, какъ оболочка споры сброшена, тотчасъ же даетъ новые отростки (рис. 25 e). Спорообразованіе и его зависимость отъ температуры имѣютъ особенное значеніе, по изслѣдованіямъ Ганзена, для различенія расъ и видовъ, разумѣется, однако, только въ рукахъ опытнаго изслѣдователя, который съумѣетъ по достоинству оцѣнить всѣ побочныя обстоятельства, какъ способствующія, такъ и препятствующія образованію споръ. Различіе сказывается въ неодинаковыхъ optimum'ахъ, въ особенности же въ maximum'ахъ температуры для спорообразованія; ниже приводятся числовыя данныя, полученные для одного вида верхнихъ дрожжей (*Sach. cerevisiae*), для двухъ расъ дикихъ дрожжей (*Sach. Pasterianus*), найденныхъ въ воздухѣ пивовареннаго завода, и для одной расы винныхъ дрожжей (*Sacch. ellipsoideus*), и указывается, въ теченіе какого времени оканчивалось спорообразованіе.

Температура С	S. cerevisiae.	S. Pasteurianus.		S. ellipsoideus.
		I.	II.	
37,5	Споръ нѣтъ	—	—	—
36—37	29 ч. maxim.	—	—	—
35	25 час.	—	—	—
31,5	—	Споръ нѣтъ.	—	36 час. maximum.
30	20 ч. optim.	30 ч. maxim.	—	—
27,5	—	24 ч. optim.	34 ч. maxim.	—
25	23 час.	—	25 ч. optim.	21 час. optimum.
18	50 час.	35 час.	36 час.	33 час.
11—12	10 дней min.	—	77 час.	—
7	Споръ нѣтъ.	7 дней.	7 дней.	11 дней minimum.
3—4	„	14 дн. minim.	17 дн. minim.	Споръ нѣтъ.

Положеніе кардинальныхъ точекъ температуры приведены въ таблицѣ, и, конечно, нѣтъ надобности въ дальнѣйшихъ указаніяхъ на то, какіе цѣнные признаки можно заимствовать отсюда.

Приходится принимать въ соображеніе еще и болѣе тонкія различія; когда же дѣло идетъ о близкихъ, родственныхъ техническихъ расахъ, то для точнаго опредѣленія ихъ необходимо тщательно установить форму почкованія, форму клѣтокъ, кардинальныя точки почкованія, энергію броженія, бродильную способность по отношенію къ различнымъ видамъ сахара, особенно къ соединеніямъ, близко стоящимъ къ этой химической группѣ, и многое другое. Такъ какъ у нѣкоторыхъ изъ природныхъ дрожжевыхъ расъ невозможно вызвать образованіе споръ, — онѣ, повидимому, совершаютъ свой жизненный циклъ безъ нихъ, — то Ганзенъ ¹⁾, попытался искусственнымъ путемъ подавить эту способность

¹⁾ Hansen, E. Ch., Experimental studies on the variation of yeast-cells, Annals of Botany IX. 1895.

у расъ, хорошо воспроизводящихъ споры, примѣняя для этой цѣли то самое средство, которое дало аспорогенныхъ бациллъ сибирской язвы (стр. 50), т.-е. повышая температуру выше максимума. Въ этихъ условіяхъ спорообразованіе прекращалось и не возобновлялось при дальнѣйшемъ культивированіи даже и въ оптимальныхъ условіяхъ, при этомъ измѣнялась также нѣсколько и энергія броженія. Дѣйствительно-ли здѣсь удалось, наконецъ, осуществить тотъ экспериментъ, способный составить цѣлую эпоху, который, казалось былъ осуществленъ по отношенію къ бактеріямъ сибирской язвы? *Аспорогенныя разновидности* винныхъ дрожжей погибали въ почвѣ уже спустя 1 годъ, тогда какъ спорогенная, въ другихъ отношеніяхъ тождественная раса, могла выживать въ ней 3 года. Это одно уже указываетъ на извѣстное вырожденіе аспорогенныхъ расъ; есть еще и другія указанія, которыхъ не выразить въ двухъ словахъ,—указанія въ пользу того, что новыя аспорогенныя расы являются вообще ослабленными, точно такъ, какъ и аспорогенная сибирская язва. Но если до сихъ поръ, такимъ образомъ, полученіе искусственныхъ расъ съ новыми морфологическими свойствами (потеря споръ) не можетъ считаться безусловно удавшимся, то измѣненіе фізіологическихъ свойствъ оказывается дѣломъ возможнымъ; такъ, можно вліять на характеръ броженія, выращивать новыя, болѣе стойкія расы, дающія большее или меньшее количество спирта и, особенно, образующія побочные продукты броженія въ иныхъ составныхъ отношеніяхъ, и даже, наконецъ, новые продукты броженія. Въ пивоваренномъ производствѣ ¹⁾ постепенно возникли сотни такихъ расъ, обуславливающихъ специфическій вкусъ различныхъ сортовъ пива. Для того, чтобы имѣть возможность съ увѣренностью достигать такихъ результа-

¹⁾ Представленіе о той области, которую охватила въ технику микробиология, даетъ *Lindner*, *Microbiologische Betriebskontrolle in dem Gärungsgerbe*, Berlin, 1895; о приготовленіи вина въ популярной формѣ—*Wortmann*, *Anwendung und Wirkung reiner Hefen in der Weinbereitung*, Berlin, 1895; послѣдняя брошюра имѣется на русскомъ языкѣ, въ пер. *В. Вилера*: „Примѣненіе и дѣйствіе чистыхъ дрожжей въ винодѣліи“. Спб., 1896 г.

товъ и варіировать ихъ по собственному желанію, въ пивовареніи по почину Ганзена введены чистыя культуры.

Въ свою очередь *винныя дрожжи* распадаются также на многочисленныя расы; почти каждый сортъ вина имѣетъ свои собственныя расы, которыя, подобно тому какъ въ пивовареніи, способствуютъ приготовленію отдѣльныхъ сортовъ вина, въ зависимости отъ количества производимаго спирта и побочныхъ продуктовъ, особенно же веществъ такъ-наз. вторичнаго букета (букетъ броженія). Разумѣется, виноградная лоза сама по себѣ имѣетъ рѣшающее значеніе, благодаря присущимъ ей различнымъ свойствамъ, среди которыхъ не послѣднее мѣсто занимаютъ вещества первичнаго букета (естественный букетъ), которыя, такъ же какъ вторичныя, относятся къ эфирамъ, соединеніямъ органическихъ кислотъ со спиртами. Такимъ образомъ, ожидать слишкомъ многого отъ облагораживанія низкопробныхъ сортовъ сусла чистыми культурами дрожжей, полученными изъ самыхъ лучшихъ винъ, нельзя; мессинское кислое вино нельзя улучшить дрожжами Иоганнесберга до степени кабинетнаго вина, но несомнѣнно, что примѣненіе чистыхъ дрожжей опредѣленнаго рода броженія представляетъ собой существенный прогрессъ винодѣлія. При старомъ способѣ приготовленія вина рассчитывали на дрожжи, „сами собой“ развивающіяся въ суслѣ; это тѣ самыя дрожжи, которыя въ громадномъ количествѣ постоянно встрѣчаются на ягодахъ винограда; на потрескавшихся и надѣденныхъ ягодахъ онѣ размножаются на самой виноградной лозѣ и еще на стеблѣ; при содѣйствіи ось онѣ разносятся по всему винограднику, заражая его, такимъ образомъ, естественнымъ путемъ. Послѣ сбора винограда дрожжи въ громадномъ количествѣ остаются въ виноградникѣ и здѣсь перезимовываютъ въ почвѣ. Если нужно провести броженіе сусла съ чистыми дрожжами, то для этого нѣтъ надобности кипяченіемъ убивать дикія дрожжи, достаточно лишь прибавить къ суслу значительное количество чистой культуры и вызвать такимъ образомъ конкуренцію, въ которой почти безъ исключенія всегда погибаютъ дикія дрожжи виноградника, именно по ихъ относительной малочисленности.

Что касается опредѣленія *понятія вида* у дрожжей, то

нѣтъ основанія подъ именемъ вида подразумѣвать у дрожжей что-либо иное, чѣмъ у бактерій и другихъ организмовъ; не слѣдуетъ только забывать, что такія древнія культурныя растенія, каковы винныя и пивныя дрожжи, должны были образовывать многочисленныя расы. Такимъ образомъ, и теперь еще мы должны принимать *Saccharomyces cerevisiae*, какъ естественно-историческій видъ, богатый расами, дѣйствующій при винокурений и пивоварений; на ряду съ нимъ, впрочемъ, въ этомъ броженіи принимаютъ участіе и нѣкоторыя другіе, а для винныхъ дрожжей—*Saccharomyces ellipsoideus*; послѣдній нѣсколько уже и меньше перваго (рис. 25 а, с и d.). Къ этимъ двумъ можно было бы добавить еще громадное число новыхъ видовъ.

Своеобразный способъ размноженія почкованіемъ уже одинъ въ достаточной степени характеризуетъ дрожжевые грибы, какъ вполне опредѣленную систематическую группу низшихъ организмовъ, самостоятельность которой не подлежала бы сомнѣнію, если бы подобнаго рода почкованіе не наблюдалось еще и у другихъ грибовъ ¹⁾. Споры головневыхъ грибовъ (*Ustilagineae*), высѣянныя на навозной жижѣ, при прорастаніи даютъ сначала нить, состоящую изъ небольшого числа клѣтокъ, которая въ скоромъ времени образуетъ боковые отростки. Эти одноклѣточные отростки (споридии) въ навозной жижѣ продолжаютъ непрерывно размножаться почкованіемъ, образуя комплексы отростковъ, до такой степени похожіе на настоящія почкующія дрожжи, что по внѣшнему виду ихъ легко можно смѣшать съ послѣдними; они, однако, не вызываютъ спиртового броженія. Этой способностью, хотя и въ слабой степени, обладаютъ, однако, такъ-наз. мукоровыя дрожжи, представляющія собой шарообразныя клѣтки, размножающіяся почкованіемъ. Такія дрожжи получаютъ при распаденіи нитчататаго мицелія нѣкоторыхъ плѣсневыхъ гри-

¹⁾ *Brefeld*, Botanische Untersuchungen über Hefepilze V. 1883 (*Ustilagineae*); *Brefeld*, Landwirthsch. Jahrb. V. 1876. (*Mucorhefe*); *de Bary*, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze 1884, стр. 286 (*Excascus* und Verwandtschaft mit *Saccharomyces*). *Klöcker* и *Schönning*, Experiment. Unters. über die vermeintliche Umbildung verschiedener Schimmelpilze in *Saccharomyces*, Centralbl. f. Bact. 2 Abt. II, 1896, и *Que savons-nous de l'origine des Saccharomyces*, Meddelelser fra Carlsb. Labor. 4. 1896.

бовъ (*Mucor racemosus, erectus, circinelloides*), если культивировать ихъ, погрузивъ въ питательный растворъ, содержащій сахаръ ¹⁾. Наконецъ, нѣкоторые сумчатые грибы (*Euroascus*) соединяютъ въ себѣ со способностью почкованія способъ спорообразования (аскоспоры), слегка напоминающій образование споръ у дрожжей, такъ какъ и у нихъ въ мѣшковидной клѣткѣ (*Ascus*) образуется извѣстное число споръ. Все это казалось достаточнымъ основаніемъ для того, чтобы усумниться въ самостоятельности дрожжей и видѣть въ нихъ лишь потомковъ одной изъ этихъ высшихъ группъ грибовъ, утратившихъ способность образовать высшія стадіи развитія своихъ прародителей. Дѣло въ томъ, что настоящія дрожжи ничего другого не образуютъ, кромѣ соединенія почкующихся клѣтокъ и споръ, и всѣ утверждения, не исключая даже появившихся въ новѣйшее время, что будто удалось вывести настоящія спиртовые дрожжи изъ другихъ формъ грибовъ, при провѣркѣ оказывались основанными на какой-нибудь ошибкѣ. На мой взглядъ, недостаточно обоснованными являются и попытки вывести филогинетически изъ какихъ бы то ни было высшихъ грибовъ, мукоровыхъ, головневыхъ или даже отъ *Euroasci*, отъ которыхъ ихъ съ особенной настойчивостью производили не разъ, разсматривая дрожжи, какъ низшіе сумчатые грибы (отсюда и назв. дрожжевой аскъ (*Hefeascus*) для спороносныхъ клѣтокъ дрожжей). Дѣло въ томъ, что почкованіе само по себѣ указываетъ только на извѣстное внѣшнее сходство въ способѣ размноженія клѣтокъ, который могъ возникнуть у разныхъ грибовъ совершенно независимо. Поэтому, конечно, вполне справедливо считать *почкующіеся грибы* за *самостоятельную группу* низшихъ организмовъ, группу *Saccharomycetes*.

Дрожжевые грибы метатрофны и требуютъ такого же питанія, какъ и многія бактеріи. Въ качествѣ источника азота на первомъ мѣстѣ стоитъ пептонъ, затѣмъ аспара-

1) Въ послѣднее время большое вниманіе обращено на изученіе мукоровыхъ грибовъ, съ тѣхъ поръ какъ *Кальметъ* описалъ одинъ видъ, выдѣленный изъ китайскихъ дрожжей, который онъ назвалъ въ честь *Roux*—*Amylomyces Rouxii* (*Ann. d. l'Inst. Pasteur*, 1892, стр. 604); затѣмъ *Wehmer*, *Centralbl. f. Bact.* 1900).

гинъ, впрочемъ, и амміачныя соли годятся еще въ качествѣ источника азота для питанія дрожжей. Источникомъ углевода служатъ способныя къ броженію соединенія (виды сахара, не свыше 35%, optimum 2—4 или 20%—25%), которыя могутъ быть, однако, замѣнены глицериномъ или маннитомъ, если дѣло идетъ только о разведеніи дрожжей. Реакція раствора можетъ быть кислой, даже довольно сильной, свободныя же щелочи задерживаютъ развитіе дрожжей. Благодаря этому, является возможнымъ ограничить развитіе многихъ бактерій, относящихся къ реакціи раствора прямо противоположно, или даже совершенно устранить ихъ (стр. 210).

Непосредственно могутъ подвергаться броженію только моносахариды, простѣйшіе виды сахара, состава $C_6H_{12}O_6$, какъ глюкоза (виноградный сахаръ) и фруктоза (плодовый сахаръ), затѣмъ галактоза и другіе. Болѣе детальную послѣдовательность многочисленныхъ полученныхъ въ новѣйшее время видовъ сахара относительно ихъ бродильной способности можно даже вывести на основаніи новѣйшихъ воззрѣній на строеніе этихъ сахаровъ. Но на это здѣсь можетъ быть лишь только указано ¹⁾.

Всѣ другіе виды сахара, относящіяся къ полисахаридамъ, слѣдовательно, три чаще всего встрѣчающіяся дисахарида ($C_{12}H_{22}O_{11}$): тростниковый сахаръ (сахароза), ячменный сахаръ (мальтоза), молочный сахаръ (лактоза), не могутъ быть непосредственно перебраживаемы, а должны раньше при посредствѣ энзимовъ ²⁾ распасться на моносахариды, причемъ дрож-

¹⁾ *E. Fischer*, Einfluss der Configuration auf die Wirkung der Enzyme I. Ber. d. deut. Chem. Gesellsch. XXVII, стр. 2985, XXVII, стр. 3251, XXVIII, стр. 1434. Авторъ полагаетъ, что энзимы въ виду ихъ сходства съ бѣлковыми веществами имѣютъ, вѣроятно, асимметрическое строеніе. Употребляя картинное сравненіе энзима и расщепляемаго имъ соединенія съ ключомъ и замкомъ, *Фишеръ* высказываетъ мнѣніе, что дѣйствіе энзима на какое-нибудь вещество возможно только при извѣстномъ соответствіи въ геометрическомъ строеніи ихъ молекулъ, — соответствіи, допускающемъ такое ихъ сближеніе, при которомъ возможно химическое взаимодействіе. Прим. пер.

²⁾ Относительно бродильной способности и различныхъ энзимовъ дрожжей и ихъ расъ сравни *E. Fischer* и *Lindner*, Ueber Enzyme einiger Hefen, Wochenschr. f. Brauerei 1895; затѣмъ *E. Fischer* въ прим. на стр. 191; *Beyerinck*, Ueber Nachweis und Verbreitung der Glukase, das Enzym der Maltose, Centralbl. f. Bact. 2 Abt. I. 1895.

жи сами могутъ выдѣлять эти энзимы. Пивныя и винныя дрожжи при помощи одного энзима (инвертинъ) превращаютъ тростниковый сахаръ въ инвертированный (стр. 193), при помощи другого (мальтаза или дрожжевая глюкоза)—ячменный сахаръ въ глюкозу, но не могутъ энзиматически перерабатывать молочный сахаръ, а потому онъ и не можетъ перебразиваться дрожжами. Другія дрожжи, напр., встрѣчающіяся въ кефирныхъ зернахъ (стр. 210), при помощи особаго энзима (лактаза) инвертируютъ молочный сахаръ. Каждый видъ дрожжей имѣетъ свои особенныя энзиматическія свойства.

Сахаро-коллоиды, какъ целлюлеза, крахмалъ, декстринъ и виды гумми, вообще недоступны дѣйствию *Saccharomycet*’овъ и должны быть сперва осахарены энзимомъ какого-нибудь иного происхожденія, напр., при приготовленіи пива крахмалъ ячменнаго зерна при помощи находящагося въ зернѣ энзима діастаза превращается въ мальтозу¹⁾.

¹⁾ Диастатическіе ферменты, растворяющіе крахмалъ и декстрины, широко распространены среди плѣсневыхъ грибовъ. Въ этомъ отношеніи заслуживаютъ особеннаго вниманія вышеупомянутый *Amylomyces Rouxii* и другіе мукоровые грибы (*Mucor* α , β и γ), описанные *Буаденомъ*; эти грибы, хотя и въ слабой степени, обладаютъ способностью разлагать виноградный сахаръ на спиртъ и угольную кислоту; слѣдовательно, крахмалъ и декстрины, при посредствѣ названныхъ организмовъ, могутъ непосредственно перебразиваться въ спиртъ; понятно, какое громадное преимущество въ практическомъ отношеніи по сравненію съ дрожжами могли бы имѣть эти организмы; при винокурении не приходилось бы прибѣгать къ солоду для предварительнаго превращенія крахмала въ растворимые углеводы, какъ это дѣлается на винокуренныхъ заводахъ; дѣло только въ томъ, что *Amylomyces* и *Mucor*’ы быстро осахариваютъ крахмалъ, но спиртъ образуютъ медленно; тѣмъ не менѣе названные грибы уже нашли себѣ техническое примѣненіе при томъ же винокурении; нѣсколько заграничныхъ заводовъ пользуются ими въ качествѣ диастатическихъ ферментовъ, обходясь, такимъ образомъ, безъ солода; когда грибы, внесенные въ заторъ, развились и растворили крахмалъ, дальнѣйшую работу, т.-е. образованіе спирта, предоставляютъ дрожжамъ. Преимущество такого способа: устраненіе солода и возможность стерилизовать сусло, что неудобно при употребленіи солода, потому что діастазъ солода разрушается высокой температурой; стерилизація, т.-е. устраненіе бактерій, приводитъ къ тому, что получаемый спиртъ содержитъ мало побочныхъ продуктовъ и выходы спирта повышаются почти до теоретическихъ количествъ; практика иностранныхъ заводовъ, засвидѣтельствованная акцизнымъ вѣдомствомъ, показала, что количество выкуриваемаго изъ крахмала спирта доходитъ до 98% возможнаго по теоріи.

Прим. пер.

Многочисленные продукты, которые образуются на ряду съ этиловымъ алкоголемъ и угольной кислотой, этими главными продуктами броженія, можно иллюстрировать слѣдующимъ *анализомъ броженія*. Изъ 1000 гр. винограднаго сахара при дѣйстви винныхъ дрожжей, правда, не въ чистой культурѣ въ современномъ значеніи, образовалось ¹⁾:

слѣды	альдегида
506,15 гр.	этиловаго спирта
0,02	„ нормальнаго пропиловаго спирта
0,015	„ изобутиловаго спирта
0,51	„ амиловаго спирта
0,02	„ энантиловаго эфира
1,58	„ изобутиленъ-гликоля
21,2	„ глицерина
2,05	„ уксусной кислоты
4,52	„ янтарной кислоты
или около:	
506	„ спирта
30	„ побочныхъ продуктовъ.

Къ этому слѣдуетъ прибавить еще 450 гр. угольной кислоты. Приблизительно 1% сахара израсходованъ на питаніе дрожжей. Среди побочныхъ продуктовъ первое мѣсто занимаетъ глицеринъ, свыше 2%; содержаніе его оказываетъ болѣе сильное вліяніе на вкусовыя качества вина, чѣмъ это можно было предполагать. Затѣмъ слѣдуетъ уксусная кислота и янтарная. Вышеприведенный анализъ представляетъ собой, конечно, лишь частный случай, который нельзя считать за общую норму для всѣхъ случаевъ броженія, потому что при различныхъ техническихъ броженіяхъ, главнымъ образомъ, измѣняется именно качественный и количественный составъ побочныхъ продуктовъ. При винокурениіи появляются высшіе спирты (сивушное масло), съ еще большимъ молекулярнымъ вѣсомъ, чѣмъ приведенные выше; при винномъ броженіи — букетныя вещества (сложные эфиры), въ такомъ незначительномъ количествѣ, что обнаружить и въ

¹⁾ *Claudon* и *Morin*, Comptes rendus, Paris, 105. 1887; реф. въ Centralbl. f. Bact. 2 Bd.

особенности изолировать их представляется невозможным; и тѣмъ не менѣ именно букетныя вещества броженія и виноградной лозы даже въ гомеопатическихъ разжиженіяхъ опредѣляютъ вкусъ и ароматъ, т.-е. такъ-наз. букетъ вина.

Броженіе прекращается, коль скоро переработанъ сполна весь сахаръ; необходимо только, чтобы содержаніе спирта не превышало 12—14⁰/₀, иначе процессъ останавливается раньше, чѣмъ разложится весь сахаръ. Спиртовая жидкость остается въ такомъ случаѣ еще сладкой, какъ многія южныя вина, которыя для большей прочности, кромѣ того, сдабриваются еще спиртомъ (?).

Спиртовое броженіе (optimum 25⁰—30⁰, minimum около 0⁰, maximum приблизительно 53⁰) можетъ совершаться аэробно и анаэробно; въ первомъ случаѣ, при *доступъ воздуха*, дрожжевыя клѣтки чрезвычайно обильно размножаются, но ихъ *энергія броженія*, т.-е. количество сахара, которое перебраживается единицей дрожжей, незначительно. Наоборотъ, недостатокъ кислорода повышаетъ энергію броженія, но понижаетъ скорость роста. Для того, чтобы перебродить 300 куб. сант. винограднаго сока, потребовалось 23 дня, все равно при доступѣ воздуха или безъ него, но число дрожжевыхъ клѣтокъ, которыя произвели эту работу, оказалось далеко неодинаково. При аэраціи 1 куб. сант. перебродившаго сока содержалъ 4.454.800 клѣтокъ, въ отсутствіи воздуха лишь 50.160 клѣтокъ съ соотвѣтственно большимъ бродильнымъ эффектомъ ¹⁾.

Всѣ техническія броженія (вино, пиво, водка), протекаютъ анаэробно, потому что, хотя въ началѣ воздухъ находится въ жидкости и свободно можетъ поступать въ нее, но скоро потребляется на ростъ дрожжевыхъ клѣтокъ, затѣмъ образовавшаяся угольная кислота располагается надъ бродящей массой и совершенно замыкаетъ ее отъ доступа воздуха. Благодаря этому, дрожжевыя клѣтки проявляютъ maximum своей бродильной энергіи и доставляютъ максимальное количество

¹⁾ Wortmann, Untersuchungen über den Einfluss des Lüftens, sowie den der dauernden Gärthätigkeit auf den Charakter der Hefe; Weinbau u Weinhandel, 1895, №№ 25—27.

спирта. Напротивъ если желаютъ, какъ, напр., на дрожжевыхъ заводахъ, при данномъ количествѣ сахара развести какъ можно больше дрожжей, въ такомъ случаѣ слѣдуетъ позаботиться о достаточной аэраціи жидкости.

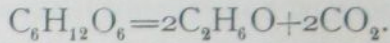
Теоретическое объясненіе броженія и іженія ¹⁾ на первый взглядъ казалось бы можно было видѣть въ томъ фактѣ, что многія броженія протекаютъ анаэробно, въ отсутствіи воздуха. Но если даже выдѣлить такъ-наз. окислительныя броженія, каково образованіе уксусной кислоты, которыя могутъ совершаться лишь аэробно, то все же не всѣ броженія съ расщепленіемъ являются анаэробными процессами. Строго анаэробно протекаетъ большая часть маслянокислыхъ броженій, метановое; даже спиртовое броженіе, при приготовленіи вина и пива, проходитъ преимущественно безъ доступа воздуха и только въ этомъ случаѣ достигаетъ своего maximum'a; однако, оно можетъ совершаться даже при обильной аэраціи бродящей жидкости только лишь нѣсколько медленнѣе. Такимъ образомъ, спиртовое броженіе, подобно многимъ броженіямъ съ расщепленіемъ, можно назвать только факультативно анаэробнымъ, т.-е. оно можетъ происходить при доступѣ воздуха и въ отсутствіи его.

Для пониманія этого явленія слѣдуетъ остановиться на такъ-наз. интрамолекулярномъ *дыханіи* высшихъ животныхъ и растений, которыя въ бескислородномъ пространствѣ, напр., въ атмосферѣ водорода, выдѣляютъ угольную кислоту и въ своихъ тканяхъ образуютъ даже нѣкоторое количество спирта, правда, въ теченіе лишь короткаго времени, а затѣмъ отмираютъ. Такимъ образомъ, казалось бы, что и живому веществу вообще присуща способность жить въ отсутствіи кислорода (фа-

¹⁾ Важнѣйшими работами по теоріи броженія являются: *Traube*, Theorie der Fermentwirkungen, Berlin, 1858; *Pasteur*, Etude sur la bière 1876, глава VI: Théorie physiologique de la Fermentation, впервые высказанная въ 1861 г. прим. на стр. 106; *Naegeli*, Theorie der Gärung, München, 1879; Объ интрамолекулярномъ дыханіи ср. также руководства по физиологіи. Теорія обмѣна веществъ до сихъ поръ пока еще не нашла такой тщательной обработки, которая считалась бы со всѣми возраженіями другихъ теорій, по крайней мѣрѣ, она является только выраженіемъ фактическихъ данныхъ, безъ всякой спекулятивной подкладки.

культативно) и при этомъ расщеплять дыхательный матеріалъ (углеводы, можетъ быть, даже бѣлки), подобно тому, какъ это дѣлають, напр., дрожжи, бродильная сила которыхъ представляла бы собой лишь усиленную и болѣе продолжительную способность къ интрамолекулярному дыханію. Названіе интрамолекулярное *дыханіе* должно было указывать на то, что здѣсь аналогично нормальному дыханію выдѣляется CO_2 , прилагательное же *интрамолекулярное*—на то, что кислородъ заимствуется при этомъ не изъ атмосферы, но отщепляется отъ сложныхъ молекулъ, напр., сахара, причемъ самъ сахаръ распадается на обычные продукты броженія. Дѣйствительно, при такихъ анаэробныхъ броженіяхъ, каково маслянокислое, имѣють мѣсто энергичныя возстановленія, образуется водородъ, обезцвѣчивающій прибавленныя органическія краски, напр., индиго, лакмусъ, Methylenblau, и превращающій ихъ въ бѣлыя вещества, болѣе богатыя содержаніемъ водорода на 2 атома. Такія обезцвѣченныя перебродившія жидкости опять окисляются при доступѣ воздуха и снова синѣють, — доказательство того, что само красящее вещество не претерпѣваетъ никакихъ болѣе глубокихъ разложеній, кромѣ одного присоединенія водорода, *in statu nascenti* освободившагося при разрушеніи молекулы бродильнаго матеріала. Дѣйствительно-ли онъ освобождается благодаря тому, что организмы броженія отнимають кислородъ у молекулы, или же здѣсь совершаются расщепленія неизвѣстнаго намъ рода, которыя можетъ производить лишь живая протоплазма, это остается пока для насъ непонятнымъ. Такимъ образомъ, уже отсюда слѣдовало бы, что теорія броженія Пастѣра, такъ-наз. *теорія отщепленія кислорода*, которая въ основѣ имѣетъ одно положеніе: „броженіе, это — жизнь безъ кислорода“, не вполне отвѣчаетъ фактамъ. Но такъ какъ, съ другой стороны, броженіе, даже алкогольное, не связано съ недостаткомъ кислорода, то отсюда вытекаетъ и дальнѣйшее возраженіе противъ теоріи Пастѣра и противъ толкованія процесса броженія, какъ интрамолекулярнаго дыханія въ вышеуказанномъ смыслѣ. Еще ранѣе гипотезы Пастѣра Траубе далъ другое объясненіе, *теорію энзимовъ*. Организмы броженія выдѣляютъ

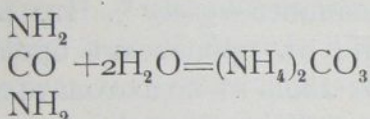
особые энзимы, которые вызываютъ расщепленіе бродящаго матеріала. Такая теорія была возможна только до тѣхъ поръ, пока не знали, что, напр., при спиртовомъ броженіи образуется значительное количество побочныхъ продуктовъ, пока думали, что процессъ совершается гладко по формулѣ:



Но такъ какъ при всемъ желаніи никогда не удавалось изолировать изъ дрожжей такой энзимъ и такъ какъ сверхъ того стали извѣстны побочные продукты, то для спиртового броженія и всѣхъ другихъ броженій съ побочными продуктами пришлось оставить энзимную теорію ¹⁾. Только для

¹⁾ Энзимная теорія нашла экспериментальное подтвержденіе въ работахъ *Бухнера* и *Ранна* (Münch. med. Wochenschr 1897, Ber. d. deut. Chem. Gesell. 1898, стр. 209, 1084 и 1531). Не вдаваясь въ подробную оцѣнку значенія этихъ работъ, мы позволимъ себѣ кратко изложить главные факты изъ работъ *Бухнера* и *Ранна*. Для полученія дрожжевого сока или, какъ называетъ его *Бухнеръ*, зимазы, 1 кило дрожжей смѣшивались съ 1 кило кварцеваго песку и 200 гр. инфузورной земли; такая смѣсь подвергалась давленію въ 50 атмосферъ для удаленія воды; сухая масса, тщательно растертая въ ступѣ, становилась влажной; затѣмъ она снова подвергалась давленію помощью гидравлическаго пресса, на этотъ разъ въ 500 атм.; при такомъ высокомъ давленіи выдѣлялось въ теченіе 2 часовъ около 320 cc жидкости; послѣ этого масса смачивалась 140 cc воды и снова помѣщалась подъ прессъ съ давленіемъ въ 500 атмосферъ, причемъ получалось еще 180 cc жидкости. Такимъ образомъ, 1 килограммъ дрожжей даетъ 500 cc какой-то жидкости. Интересно, между прочимъ, посмотрѣть, что происходитъ съ дрожжевыми клѣтками при такой обработкѣ. По микроскопическимъ наблюденіямъ *Will'a*, послѣ растиранія въ ступѣ оставалось 31% неповрежденныхъ клѣтокъ, 31% полураздавленныхъ и 38% пустыхъ разорванныхъ клѣточныхъ оболочекъ; послѣ перваго давленія въ 500 атмосферъ оставалось 21% неповрежденныхъ клѣтокъ, 40% полураздавленныхъ и 39% клѣточныхъ оболочекъ; послѣ вторичнаго давленія оставалось уже только 4% нетронутыхъ клѣтокъ, 39% полуразрушенныхъ и 50% пустыхъ оболочекъ. Эти анализы, несомнѣнно, доказываютъ, что дрожжевыя клѣтки лопались и содержимое ихъ выдавливалось въ видѣ жидкости, которая послѣ фильтрованія черезъ Шамберландовскій фильтръ, слегка опалесцируетъ, имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,04 и, что самое интересное, при смѣшиваніи съ 30%—40% растворомъ тростниковаго сахара, вызываетъ образование угольной кислоты и спирта; сначала выдѣленіе CO₂ происходитъ медленно, затѣмъ усиливается, жидкость начинаетъ пѣниться, но, правда, весь этотъ процессъ, съ внѣшней стороны напоминающій броженіе, продолжается довольно короткое время и скоро останавливается. Чтобы устранить возможность появленія микроорганизмовъ, *Бухнеръ* прибавлялъ къ смѣси сахара и дрожжевого сока различныя антисептическія средства: тимоль (1%), мышьяко-

гниенія мочевины, которое, безъ сомнѣнія, протекаетъ гладко и безъ побочныхъ продуктовъ согласно уравненію



т.-е. является гидrolитическимъ расщепленіемъ, подобно другимъ энзиматическимъ реакціямъ, можно было предпола-

вистоислѣй натръ (2⁰/₀) и др.; оказывается, что прибавленіе антисептическихъ средствъ нисколько не задерживаетъ дѣйствія зимазы, даже больше того, въ нѣкоторыхъ опытахъ прибавленіе Na-соли мышьяковистой кислоты вызываетъ болѣе интенсивный процессъ разложенія сахара.

Количественныя опредѣленія дали слѣдующіе результаты:

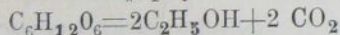
180 сс дрожжевого фильтрата + 100 сс 26⁰/₀ сахарнаго раствора и 2 гр. мышьяковисто-кислаго натра, при 10⁰—12⁰ С; получено:

а) 8, 9 гр. спирта и 8,9 CO₂

б) 8,0 „ „ 8,4 „

в) 12,4 „ „ 12,2 „

Въ первыхъ двухъ опытахъ сахаръ разложился не сполна, въ третьемъ исчезъ совершенно; послѣдній опытъ показываетъ, что броженіе довольно близко отвѣчаетъ классической формулѣ:



180 гр. сахару = 92 гр. спирта + 88 гр. угольной кислоты.

Теперь остается сказать нѣсколько словъ о свойствахъ зимазы. Выпаренная и высушенная, при температурѣ не свѣше 35⁰, зимаза не теряетъ способности разлагать сахаръ на спиртъ и углекислоту; точно также осажденіе спиртомъ и эфиромъ, послѣдующее раствореніе въ глицеринѣ и вторичное осажденіе спиртомъ и эфиромъ не лишаютъ зимазу ея способности вызывать броженіе. Температуры выше 35⁰—40⁰—50⁰ разрушаютъ ее, причѣмъ происходитъ свертываніе зимазы, тогда какъ въ сухомъ видѣ она выдерживаетъ безъ вреда нагрѣваніе до 100⁰. По отношенію къ хлороформу, бензолу, толуолу зимаза довольно устойчива, какъ настоящій энзимъ; точно такъ же, какъ энзимы, она обладаетъ способностью разлагать перекись водорода; послѣднее, впрочемъ, мало говоритъ въ пользу ферментативной природы гипотетической „зимазы“, потому что, если способность разлагать перекись водорода характерна для энзимовъ, то мы все-таки не можемъ сказать, разлагается-ли въ данномъ случаѣ перекись водорода зимазой, или какимъ либо другимъ ферментомъ. Дѣло въ томъ, что разъ дрожжевой сокъ перебращиваетъ тростниковый сахаръ, то, значить, въ немъ есть и инвертирующій ферментъ, равно какъ и протеолитическій ферментъ, присутствіе котораго допускаетъ самъ *Бухнеръ*. Какіе же факты говорятъ въ пользу ферментативной природы зимазы? Строго говоря, таковыхъ нѣтъ. Мы привыкли считать самымъ характернымъ свойствомъ фермента то несоотвѣтствіе, которое наблюдается между количествомъ фермента и производимымъ имъ эффектомъ. Здѣсь же какъ разъ наоборотъ оказывается

гать существованіе энцима. И дѣйствительно, удалось обнаружить и изолировать такой, правда, отличающійся большимъ непостоянствомъ, энцимъ—*уразу*¹⁾. Что энцимы почти всегда принимаютъ участіе въ процессахъ броженія, это не подлежитъ сомнѣнію, но лишь въ подготовительныхъ измѣненіяхъ, какъ, напр., при инверсіи тростниковаго и ячменнаго сахара дѣйствіемъ дрожжей или при пептонизаціи бѣлка гнилостными бактеріями. Самое же броженіе съ его массой побочныхъ продуктовъ, оказывается, невозможно объяснить дѣйствіемъ энцимовъ.

Совершенно инымъ путемъ Негели (1879) пытался объяснить броженіе въ своей *молекулярно-физической теоріи*. По его мнѣнію, процессъ совершается внѣ клѣтки черезъ переносъ молекулярныхъ колебаній живой протоплазмы на бродящій матеріаль, вслѣдствіе чего послѣдній приводится въ сильныя молекулярныя движенія и внѣ клѣтки распадается на продукты броженія. Но этой теоріи, съ перваго взгляда весьма заманчивой, можно противопоставить прежде всего то соображеніе, что молекулярныя колебанія протоплазмы должны во всякомъ случаѣ очень сильно ослабляться неупругой оболочкой дрожжевой клѣтки. Въ немногихъ словахъ

полное соотвѣтствіе между количествомъ зимазы и количествомъ выдѣляющейся угольной кислоты; такъ, 70 гр. сухого вещества, остающагося послѣ выпариванія 500 cc дрожжевого сока, могутъ выдѣлить 70 гр. CO₂, а соотвѣтствующее количество дрожжей, т.-е. 1 килограммъ, можетъ выдѣлить 20 килограм. CO₂. Далѣе является непонятнымъ вышеуказанное вліяніе мышьяковистокислаго натра, который въ случаѣ d-декстрозы замедляетъ процессъ, а въ случаѣ d-фруктозы—усиливаетъ; зимаза лучше дѣйствуетъ при средней реакціи раствора, дрожжи—въ кислой средѣ; наконецъ, вещество *Бухнера* лучше дѣйствуетъ на концентрированные растворы сахара (30—40%), дрожжи же наоборотъ, въ слабыхъ растворахъ (10—15%). Это несоотвѣтствіе *Бухнеръ* объясняетъ вреднымъ вліяніемъ протеолитическихъ ферментовъ, которые разрушаютъ зимазу; но, спрашивается, почему тѣ же протеолитическіе ферменты не разрушаютъ зимазы, пока она находится внутри дрожжевой клѣтки?

Прим. пер.

¹⁾ *Miquel* прим на стр. 180 и *Sur la ferment soluble de l'urée*, *Comptes rendus*, Paris, 1890. 111. Ураза разлагается при 50° въ теченіе 3—4 час., при 75° въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, при 0° она сохраняется въ бульонѣ по недѣлямъ. Ея optimum 50°—55°. Ураза, выдѣляемая *Urobacillus Schützenbergii* въ одномъ литрѣ пептоннаго бульона въ 5 дней, при 47°, превращаетъ 35 граммъ мочевины въ углекислый аммоній.

невозможно, конечно, изложить эту теорію, какъ и всякое объясненіе, которое вдается въ чисто-гипотетическую область молекулярной физиологіи. Физиологическому или біохимическому характеру всѣхъ явленій броженія и гніенія, т.-е. ихъ связи съ жизнедѣятельностью живыхъ веществъ, лучше всего, конечно, удовлетворяетъ *теорія обмена веществъ*, которая переноситъ процессъ расщепленія въ тѣло клѣтки организмовъ броженія. Эти организмы обладаютъ особенными свойствами, не принадлежащими остальнымъ, только благодаря которымъ они оказываются способными жить въ такихъ мѣстахъ, которыя не допускаютъ полного сгорания питательнаго матеріала до углекислоты и воды. Такими мѣстами были бы, слѣдовательно, всѣ тѣ, куда кислородъ воздуха не имѣетъ свободнаго доступа, напр., глубокіе слои ила, богатые органическими веществами, на днѣ прудовъ и стоячихъ озеръ, внутренности гніющихъ труповъ, содержимое кишечнаго канала, внутренніе слои навозныхъ кучъ, короче говоря, всѣ тѣ мѣста, гдѣ броженіе и гніеніе протекаютъ анаэробно. Энергія, которую всѣ высшія животныя и растенія пріобрѣтаютъ путемъ дыханія, здѣсь является результатомъ менѣе глубокаго распадешя молекулы, и большее число такихъ молекулъ, разложившихся съ меньшимъ выдѣленіемъ энергіи, замѣняетъ большій избытокъ энергіи, получаемый отъ меньшаго числа молекулъ при процессѣ дыханія. Поэтому при всѣхъ броженіяхъ остаются соединенія еще съ высокой теплотой горѣнія, алкоголь—3246 калорій, масляная кислота—3679 калорій.

Степень приспособленности, если можно такъ выразиться, къ такимъ безкислороднымъ пространствамъ неодинакова у различныхъ организмовъ броженія. Одни, напр., бактеріи маслянокислаго, метановаго броженія, являются совершеннѣйшими въ своемъ родѣ; они совсѣмъ отвыкли отъ жизни въ присутствіи кислорода и дыханія, это—строго анаэробные организмы; другіе, какъ спиртовыя дрожжи, молочнокислыя бактеріи и всѣ остальные возбудители броженій и гніеній съ расщепленіемъ, оказываются лишь факультативноанаэробными, они еще не вполне отвыкли отъ кислорода, который еще сдѣлался для нихъ ядомъ. Однако, даже и въ присутствіи кислорода они все же могутъ проявлять особенныя свойства

своей протоплазмы, разлагать органическую молекулу съ высокой теплотой горѣнія, причемъ выдѣляются скромныя количества энергіи, и одновременно же они могутъ расходовать часть органическихъ матеріаловъ на дыханіе, потому что спиртовыя дрожжи, напр., на ряду съ процессомъ броженія въ присутствіи воздуха, несомнѣнно еще и дышать, образуя угольной кислоты больше того, сколько ея соотвѣтствуетъ количеству спирта. Возможное дѣло, что этимъ объясняется и болѣе быстрый ростъ дрожжей при аэраціи, потому что болѣе избытокъ энергіи отъ сгорания сахара въ углекислоту и воду доставляетъ также болѣшую производительную силу для построенія новаго клѣточного вещества. Если процессъ дыханія становится невозможнымъ, то остается лишь другой способъ освобожденія энергіи, и такъ какъ трудно создать полную замѣну дыханія, то и нельзя получить точно такую же производительную силу, какъ при аэробной жизни, поэтому ростъ дрожжей понижается. Здѣсь намъ приходится ограничиться этими немногими замѣчаніями, которыя могутъ служить только для предварительной оріентировки въ этой трудной проблемѣ. Еще одно слово относительно побочныхъ продуктовъ, которые охватываютъ собой различныя соединенія вплоть до угольной кислоты и водорода и, при гніеніи, амміака до свободнаго азота, т.-е. вещества съ довольно незначительной потенциальной энергіей. Если внимательно присмотрѣться, то можно найти полную градацію отъ главнаго продукта броженія съ высокой теплотой горѣнія до только-что указанныхъ. Не слишкомъ далеко, конечно, предположеніе, что самый главный продуктъ медленно подвергается дальнѣйшему превращенію, а вслѣдъ за нимъ и побочные продукты съ высокой теплотой горѣнія, такъ что въ клѣткѣ организма броженія непрерывно протекаютъ многочисленныя процессы на ряду другъ съ другомъ и въ зависимости другъ отъ друга; всѣ они характеризуются тѣмъ, что вещество лишь медленно разлагается на болѣе простыя, потенциальная энергія его мало-по-малу сполна расходуется. Слѣдствіемъ этого могли бы быть побочные продукты броженія.

Картина, которая была нарисована въ пяти послѣднихъ лекціяхъ относительно могущественнаго участія бактерій въ круговоротѣ азота и угольной кислоты, была бы неполной и могла бы привести къ ошибочнымъ заключеніямъ, если бы не было упомянуто о томъ участіи, которое принимаютъ многочисленныя другіе низшіе организмы въ переработкѣ животныхъ и растительныхъ труповъ. То обстоятельство, что именно функции бактерій такъ хорошо изучены, объясняется интересами медицины, которые побуждали къ такому основательному и всестороннему изслѣдованію бактерій. Это объясняется также и тѣмъ, что броженія, имѣющія техническое значеніе, обусловливаются, главнымъ образомъ, дѣятельностью бактерій. Едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что въ свою очередь многочисленныя другія простѣйшія (*Infusoria*, *Flagellata*, *Amoeba* и др.), встрѣчающіяся въ мѣстахъ гніенія и броженія въ несмѣтныхъ полчищахъ, живутъ здѣсь не только сапрофилно, но и содѣйствуютъ разрушенію органическаго вещества, принимая, такимъ образомъ, извѣстное участіе въ круговоротѣ азота и угольной кислоты. Изслѣдованій въ этомъ направленіи, правда, еще нѣтъ. Не слѣдуетъ упускать изъ виду и того обстоятельства, что плѣсневые и всѣ другіе грибы до моховика включительно живутъ лишь на счетъ тлѣющаго органическаго вещества и такимъ образомъ, по меньшей мѣрѣ, благодаря частичному потребленію его въ процессѣ дыханія, ускоряютъ круговоротъ угольной кислоты и, сверхъ того, труднѣеистлѣвающее вещество переводятъ въ легче разрушаемыя грибныя массы. Тихо и незамѣтно совершается работа мельчайшихъ *Rugonomuset* овъ. Не бесплодно будутъ поиски маленькихъ плодовыхъ тѣлецъ *Rugonomuset* овъ на какой-нибудь отмершей вѣткѣ, на почвѣ въ лѣсу, на высохшей былинкѣ. Но, въ концѣ-концовъ, всѣ эти грибы подвергаются все-таки гніенію.

Такимъ образомъ, можетъ, пожалуй, показаться, что земля мало-по-малу должна быть какъ бы задавлена бактеріями. Но каждая клѣтка бактеріи живетъ лишь опредѣленное время и можетъ оставить послѣ себя хотя и очень большое, но все же не безпредѣльное число потомковъ, которые также отмираютъ и въ свою очередь становятся матеріаломъ,

перерабатываемымъ въ новомъ круговоротѣ азота и угольной кислоты. Добрая половина бактерій служитъ пищей для другихъ простѣйшихъ, какъ инфузоріи и амёбы, которыя иногда бываютъ набиты бактеріями; такимъ образомъ, и бактеріи подвергаются уничтоженію.

Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

1. Болѣзни растеній; безвредные обитатели человѣка; патогенныя бактеріи; источники инфекціи и мѣста нападенія.

За исключеніемъ клубеньковыхъ бактерій, странныя отношенія которыхъ къ бобовымъ были уже описаны раньше (лекц. X), до сихъ поръ неизвѣстно ни одного примѣра, указывающаго на то, что бактеріи могутъ гнѣздиться въ живыхъ замкнутыхъ клѣткахъ растеній. *Неповрежденное растеніе* сообщается съ внѣшнимъ міромъ только при посредствѣ устьиць, причемъ и это сношеніе ограничивается тѣмъ, что съ атмосферой сообщается совершенно изолированная отъ клѣтокъ система воздухоносныхъ межклѣточныхъ пространствъ. Если вѣтромъ или дождемъ въ устьица заносятся зародыши бактерій, то отсюда они не проникають далѣ этихъ межклѣточныхъ пространствъ, а здѣсь они не находятъ для себя ничего, кромѣ насыщеннаго парами воздуха; здѣсь отсутствуютъ какія бы то ни было питательныя вещества, безъ которыхъ ни одна бактеріальная спора не прорастаетъ, ни одна бактеріальная клѣтка не размножается. Если даже въ межклѣточные пространства попадаютъ и такія бактеріи, которыя могутъ растворять клѣтчатку (метановыя бактеріи), то все-таки онѣ не могутъ здѣсь питаться и обнаруживать своей способности растворять клѣточную стѣнку. Поэтому въ растеніе съ успѣхомъ могутъ паразитически проникнуть только тѣ организмы, зародыши которыхъ снабжены такимъ количествомъ питательныхъ веществъ, что могутъ прорасти даже въ чистой водѣ, могутъ переносить недостатокъ въ

пищѣ, который имъ приходится ощущать съ самаго начала, и могутъ на свой собственный счетъ открыть нападеніе на стѣнки, защищающія клѣтки. Такимъ условіямъ удовлетворяютъ споры паразитическихъ грибовъ, которыя на счетъ своихъ запасныхъ веществъ образуютъ проростокъ, который или непосредственно пробуравливаетъ эпидермисъ растенія (картофельный грибокъ—*Phytophthora infestans*), или проникаетъ черезъ устья сначала въ межклеточную систему (ржавчинный грибокъ) и отсюда уже сквозь клеточныя стѣнки вѣдряется въ клѣтки или же, по крайней мѣрѣ, посылаетъ въ нихъ особыя боковыя вѣточки своего мицелія въ видѣ сосательныхъ отростковъ (*haustoria*). Всѣ эти способности отсутствуютъ у бактерій, отъ которыхъ неповрежденное растеніе, такимъ образомъ, вполне застраховано. Но и *поврежденное растеніе* могло бы доставить питательныя вещества для бактерій лишь въ обнаженныхъ, пораненныхъ клѣткахъ; однако, и этотъ источникъ питательныхъ веществъ скоро устраняется тѣмъ, что ниже поверхности раны образуется непроницаемый пробковый слой (травматическая пробка), который препятствуетъ дальнѣйшему выдѣленію сока изъ раны. Рана не остается влажной, поврежденныя клѣтки сморщиваются, вмѣстѣ съ чѣмъ для бактерій дѣлается невозможнымъ дальнѣйшее проникновеніе въ нихъ, какъ и въ клѣтки нормальнаго растенія. Поэтому растеніямъ со стороны бактерій не угрожаетъ возможность инфекціонной болѣзни ранъ. На основаніи всего сказаннаго, не трудно предугадать результатъ инфекціи въ живое растеніе бактерій, даже патогенныхъ по отношенію къ животнымъ и человѣку: полное отсутствіе развитія бактерій въ межклеточныхъ пространствахъ, и очень незначительное, скоро прекращающееся, размноженіе ихъ на поверхностяхъ ранъ. Опыты даютъ именно такіе результаты и не нуждаются ни въ какихъ дальнѣйшихъ толкованіяхъ¹⁾. Тѣмъ не менѣе безпрестанно появляются описанія новыхъ, вызываемыхъ бактеріями, болѣзней у растеній; правда, что это за описанія и

¹⁾ *Kornauth*, Ueber das Verhalten pathogener Bacterien im lebenden Pflanzengewebe, Centralbl. f. Bact. XIX. 1896; *Kaspareck* и *Kornauth*, Ueber die Infektionsfähigkeit der Pflanzen mit Milzbrandböden, Archiv f. d. gesammte Physiolog., 63. Bd. 1896.

что это за лишенные всякой критики опыты! Что въ боль-
ныхъ растеніяхъ бактеріи иногда встрѣчаются массами, это
несомнѣнно, но здѣсь, поселяясь на тканяхъ, разрыхленныхъ
и развѣденныхъ настоящими грибами, онѣ ведутъ себя всегда
лишь метатрофно, хотя, конечно, могутъ способствовать
дѣлу дальнѣйшаго разрушенія и могутъ даже сообщать осо-
бенный отпечатокъ дальнѣйшему теченію болѣзни. Перво-
начальная нападенія на растенія, не принимая во вниманіе
другихъ поврежденій, каковы морозъ, животныя и др., должны
происходить со стороны грибовъ, не только при заболѣваніи
нетронутыхъ растеній, но и при инфекціи ранъ, которыя,
благодаря грибамъ, иногда принимаютъ весьма широкіе раз-
мѣры и переходятъ въ неизлѣчимыя болѣзни. Начиная съ
Gommose bacillaire винограднаго дерева и кончая картофе-
льнымъ струпомъ, всѣ такъ-называемыя *бактеріозы* ¹⁾ растеній
имѣютъ иное происхожденіе; бактеріи являются лишь мета-
трофными загрязнителями, а не самостоятельно нападающими
паразитами.

Чисто-метатрофный образъ жизни бактеріи ведутъ также
на насѣкомоядныхъ растеніяхъ (*Pinguicula*, *Drosera*, *Nepenthes*),
которыя, какъ извѣстно, перевариваютъ пойманныхъ при
помощи особыхъ приспособленій мелкихъ насѣкомыхъ и
затѣмъ всасываютъ растворенныя части насѣкомаго. Такъ
какъ насѣкомоядные органы, каковы листья *Pinguicula*, бо-
кальчики *Nepenthes*, не закрыты и не могутъ быть закры-
ты, то вѣтромъ и животными сюда заносятся также и
зародыши бактерій. Поэтому было бы странно,] если
бы бактеріи не размножились на такихъ богатыхъ вла-
гой и питательными веществами мѣстахъ и не поѣдали сами
часть продуктовъ перевариваемаго насѣкомаго. Здѣсь даже
допускалось нѣкоторыми существованіе симбіоза, предпола-
галось, что будто бы бактеріи, одаренныя пептонизирую-

¹⁾ *Frank* и *Krüger*, Untersuchungen über den Schorf der Kartoffeln,
Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1896; *Rathay*, Ueber das Auftreten von Gummi
in der Rebe und über die „Gommose bacillaire“, Jahresb. u. Programm
der K. K. önologischen u. pomologischen Lehranstalt Klosterneuburg, Wien 1896;
Mangin, Sur la Gommose de la vigne und sur la prétendue „Gommose bacil-
laire“, *Revue de viticulture* 1895. (Реп. въ *Centralbl. f. Bact.* 2 Abt. II. 1896).

щими свойствами, являются даже необходимыми для растворения мелких насекомых. Точный анализ этих отношений не подтвердил, однако, этого новаго случая симбіоза. Что касается палочковидныхъ бактерій въ полостяхъ листьевъ (чешуекъ) у Петрова креста (*Lathraea*), въ которыхъ головчатые волоски иногда биткомъ набиты бактеріями, то лишь дальнѣйшее изслѣдованіе сможетъ выяснитъ, ведутъ-ли здѣсь бактеріи только метатрофный образъ жизни ¹⁾).

Бактеріальныя болѣзни *низшихъ животныхъ* мало извѣстны, но навѣрное встрѣчаются часто; такъ называемый гнилецъ пчель, изслѣдованный Пастеромъ, спячка шелковичныхъ червей принадлежатъ именно къ такимъ болѣзнямъ; можно было бы упомянуть еще *Bacterium ranicidum*, патогенную по отношенію къ лягушкамъ и рыбамъ ²⁾).

Главный интересъ концентрируется, понятнымъ образомъ, на отношеніи бактерій къ *человѣку и млекопитающимъ*.

Такъ какъ бактеріальныя болѣзни тѣхъ и другихъ сходны въ своихъ существенныхъ свойствахъ и проявленіяхъ, то въ послѣдующемъ изложеніи будетъ обращено вниманіе только на человѣка въ роли жертвы патогенныхъ бактерій.

Многія болѣзни являются общими для человѣка и высшихъ млекопитающихъ; больше того, ни одинъ изъ специфическихъ возбудителей какихъ-либо болѣзней у человѣка не остается совершенно безъ вліянія на то или другое экспериментируемое животное. Наука обладаетъ въ этомъ отношеніи надежнымъ пособіемъ для изученія болѣзней, это—опытъ съ животными, т.-е. искусственное возбужденіе болѣзни путемъ введенія въ организмъ чистой культуры патогенныхъ бактерій. Вся полнота нашихъ знаній относительно этихъ организмовъ,

¹⁾ *Tischutkin*, Die Rolle der Bacterien bei der Veränderung der Eiweissstoffe auf den Blättern von *Pinguicula*, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. VII Bd.; *Scherffel*, Die Drüsen in den Höhlen der Rhomschuppen von *Lathraea Squamaria*, Mittheilung des bot. Instit. Graz, I Bd., и Bot. Zeit. 1890.

²⁾ *Watson Cheyne* и *Cheshire*, The pathogenic history under cultivation of a new bacillus (*Bac. alvei*), Journal of the royal micr. Society, London 1885 (Faulbrut der Bienen); *Pasteur*, Etude sur la maladie des versá soie, Paris 1879 (Schlafsucht, Flacherie der Seidenraupen); *Sanarelli*, Ueber einen neuen Mikroorganismus des Wassers etc., Centralbl. f. Bact. IX, 1891; *Ernst*, Beiträge z. pathol. Anat. von Ziegler, VIII Bd., стр. 203.

лѣченіе сывороткой и туберкулиномъ, опираются на эксперименты съ животными.

Всякій человѣкъ, даже самый здоровый, носитъ въ себѣ массу метатрофныхъ бактерій, *безвредныхъ обитателей*, которые населяютъ всѣ полости человѣческаго тѣла, открывающіяся наружу. На слизистыхъ оболочкахъ и на поверхности носовой и ротовой полости, увлажняемой секретами, женскихъ половыхъ органовъ ¹⁾, въ кишечномъ каналѣ постоянно происходитъ обильная вегетация метатрофныхъ бактерій; онѣ живутъ только на счетъ выдѣляемыхъ веществъ, не проникая въ ткани, и въ каждой изъ названныхъ полостей создается, конечно, вполне опредѣленная флора, въ зависимости отъ свойства секрета и отъ наличной пищи. Нѣкоторыя формы оказываются постоянными, другія то болѣе частыми, то болѣе рѣдкими обитателями, но всегда встрѣчаются именно тѣ самыя метатрофныя бактерій, которыя лучше всего чувствуютъ себя здѣсь и до извѣстной степени представляютъ защиту противъ заноса другихъ, можетъ быть, патогенныхъ бактерій. Даже сухая кожа, покрывающая тѣло человѣка, всегда загрязнена способными къ развитію зародышами бактерій, качество которыхъ прежде всего зависитъ отъ рода занятій соотвѣтствующаго субъекта, количество же отъ его чистоплотности.

Весьма богата *бактеріальная флора слизистой оболочки рта и зубовъ* ²⁾. Здѣсь уже найдено около 50 видовъ; многіе изъ нихъ лишь въ качествѣ случайныхъ гостей, нѣкоторые же являются специфическими обитателями рта, главныя формы которыхъ могъ различать уже Лёвенгукъ (рис. 1, стр. 1.). Прежде всѣ эти формы, число которыхъ при чистоплотности во всякомъ случаѣ можетъ быть сведено до минимума, соединяли подъ общимъ именемъ *Leptotrix buccalis*, въ высшей степени плеоморфнаго вида, такъ какъ всѣ шарики, короткія и длинныя палочки, вибрионы и спираиллы разсматривались

¹⁾ Menge u. Krönig, Bacteriologie des weiblichen Genitalkanales. Leipzig 1897.

²⁾ Miller, Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Мѣстныя и общія заболѣванія, обусловливаемые ими. 2 Auf. Leipzig, 1892; Miller, Einleitung zum Studium der Bacterio-Pathologie der Zahnpulpa, Centralbl. f. Bact. XVI. 1894.

только, какъ стадіи развитія болѣе длинныхъ, выходящихъ изъ пищевыхъ остатковъ въ видѣ лучистыхъ пучковъ нитей *Leptothrix*'а. Это представленіе оставлено; названіе *Leptothrix buccalis* имѣетъ лишь значеніе общаго названія для всей совокупности бактериальной флоры рта (рис. 26 а).

Нѣкоторыя изъ бактерій, признанныхъ въ настоящее время за особые виды, даютъ гранулезную реакцію, таковы толстыя,

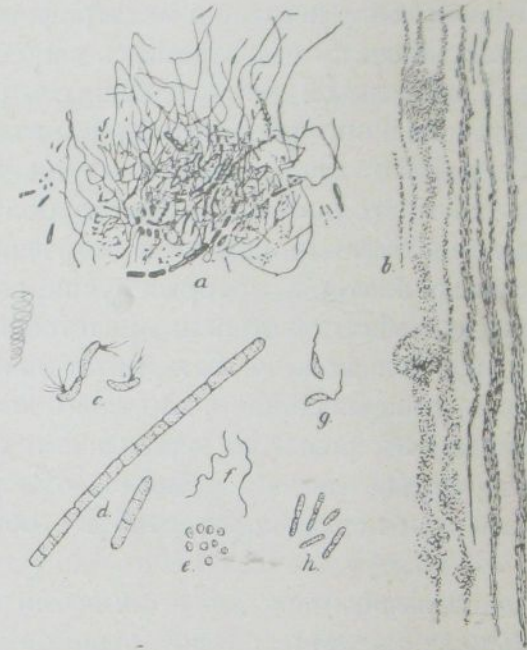


Рис. 26. Бактеріи полости рта и зубовъ: а—скопление бактерій (по *Миллеру*); б—зубной каналецъ, выполненный и расширенный частью шариками, частью палочками (по *Миллеру*); с—*Spirillum spuitigenum*; д—*Bacillus maximus buccalis* съ гранулезной реакціей; е—кокки; ф—*Spirochaete dentium*; г—*Vibrio buccalis*; h—палочки, вѣроятно, молочнокислаго броженія (*Vac. acidi lactici*). Увел. а около 250, б 400, с—h около 1200.

соединяющіяся часто въ нитевидныя цѣпочки, палочки *Bacillus maximus buccalis* (рис. 26, б), даже одна шаровидная бактерія (*Jodococcus*). Другія, какъ, напр., тонкія цѣпочки *Leptothrix innominata*, сходный съ вибриономъ холеры *Vibrio buccalis* (рис. 26 г.), нѣжныя, извивающіяся *Spirochaete dentium* (рис. 26 ф), окрашиваются іодомъ въ желтый цвѣтъ. Чистой культуры бактерій полости рта вообще еще не удалось получить;

даже постоянно встрѣчающійся и типическій *Bacillus maximus buccalis* еще не выдѣленъ въ чистомъ видѣ. Біохимическія дѣйствія отдѣльныхъ видовъ поэтому также еще не изслѣдованы; несомнѣнно лишь то, что пестрая смѣсь бактерій образуетъ изъ остатковъ пищи молочную и другія кислоты, вслѣдствіе дѣйствія которыхъ зубной цементъ мѣстами лишается извести. Такимъ образомъ открывается путь внутрь зуба; бактерии пробираются, благодаря растворяющему дѣйствію кислотъ, все глубже въ зубные каналы (рис. 26 б), подобно тому, какъ лишай разрушаютъ известнякъ, образуютъ внутри зуба все большія и большія пустоты и дѣлаютъ его каріознымъ, отчасти даже уничтожаютъ его органическое вещество.

Слѣдующій анализъ даетъ необходимое указаніе на этотъ счетъ:

	Вѣсъ. Известь. Орг. вещ.				
	гр.	%	гр.	%	
187,2 куб. милл. здор. дентина. . .	0,36	0,26	72 ⁰ / ₀	0,1	28 ⁰ / ₀
187,2 " " каріознаго. . .	0,08	0,02	26 ⁰ / ₀	0,06	74 ⁰ / ₀
Потеря . . .	0,28	0,24		0,04	

Потеря известковыхъ солей, благодаря дѣйствію кислотъ, выдѣляемыхъ бактеріями полости рта, достигаетъ, слѣдовательно, 92⁰/₀, органическаго вещества—40⁰/₀.

Зубной каріозъ является общимъ разрушительнымъ процессомъ ротовыхъ бактерій, среди которыхъ ни на одну нельзя указать, какъ на специфическаго возбудителя. Поэтому зубной каріозъ слѣдуетъ разсматривать не какъ настоящую болѣзнь, но лишь какъ неотвратимое слѣдствіе неизбежнаго размноженія всѣхъ бактерій, попадающихъ ежедневно въ полость рта вмѣстѣ съ пищей и питьемъ. Откуда именно берутся типическіе обитатели ротовой полости, это не выяснено, потому что, напр., *Bacillus maximus buccalis*, неподдающійся до сихъ поръ культивированію, кромѣ тѣла, нигдѣ найденъ не былъ. Что онъ уже давно сдѣлался постояннымъ спутникомъ человѣка, доказываетъ изслѣдованіе египетскихъ мумій, въ дуплахъ зубовъ которыхъ были найдены тѣ же самыя бактеріи, которыя имѣемъ и мы въ настоящее время.

Здоровый *желудокъ*, вслѣдствіе кислой реакціи желудочнаго сока, непригоденъ для развитія какой-либо постоянной мѣстной флоры, но въ болѣзненномъ состояніи допускаетъ размноженіе различныхъ видовъ бактерій, попавшихъ вмѣстѣ съ пищей. Въ такомъ случаѣ не рѣдко развиваются въ немъ сарцины, встрѣчающіяся во всякой водѣ, даже въ хорошей проточной; изъ сарцинъ встрѣчаются здѣсь какъ безцвѣтные, такъ и желтые виды, которые раньше всѣхъ рассматривались, какъ особый видъ, *Sarcina ventriculi*, съ слегка патогенными свойствами.

Содержимое кишекъ представляетъ прекрасную среду для всевозможныхъ бактерій броженія и гніенія, аэробныхъ и анаэробныхъ. Свѣжій калъ человѣка содержитъ 75% воды и почти 1% бактерій, массу споръ различной величины, разнообразныя палочки, среди нихъ громадное количество проглатываемыхъ представителей легко узнаваемаго *Bacillus maximus buccalis* и мн. др. Вычислено, что человѣкъ въ испражненіяхъ ежедневно удаляетъ изъ тѣла 12—15 миллиардовъ бактерій¹⁾. На ряду съ отмершими бактеріями, которыхъ легко отличить по ихъ слабой способности къ окрашиванію, въ еще большемъ количествѣ встрѣчаются жизнедѣятельныя индивидуумы, которые роскошно вегетируютъ въ содержимомъ кишекъ; въ кишкахъ же образуются въ наибольшемъ количествѣ и споры, какъ это можно видѣть изъ того, что многія изъ нихъ въ моментъ выдѣленія экскрементовъ заключены еще въ свои клѣтки.

Остатки отъ пищеваренія подъ вліяніемъ кишечныхъ бактерій подвергаются броженію и гніенію, родъ и направленіе которыхъ зависитъ отъ состава принятой пищи; такъ, при мясной пищѣ преобладаетъ гніеніе съ своими продуктами: тирозиномъ, лейциномъ, индоломъ, скатоломъ, сѣроводородомъ и амміакомъ и другими, упомянутыми въ лекц. XI. При питаніи растительной пищей, богатой углеводами, первое мѣсто занимаетъ броженіе, въ особенности же метановое броженіе клѣтчатки. При правильномъ

¹⁾ *Gilbert* и *Dominici*, Recherches sur le nombre des microbes du tube digestif. (La Semaine médicale 1894; рефер. въ Baumgartens Jahresbericht, X, стр. 608).

образъ жизни образуется довольно постоянная флора кишечника; за преобладающую бактерію можно считать плейотрофную *Bacillus coli communis*¹⁾, которая обладает цимогенными и сапрогенными свойствами (лекц. XVI). Въмѣстѣ съ тѣмъ встрѣчаются еще и другіе виды, относительно которыхъ нужны еще дальнѣйшія изслѣдованія (*Bac. putrificus coli*, лекц. XI). Процессы размноженія внутри содержимаго кишечника и кала совершаются исключительно анаэробно, на стѣнкахъ же кишечнаго канала, которыя сплошь усыяны бактеріями, также и аэробно.

Какимъ образомъ бактеріи попадаютъ въ кишечный каналъ, это, конечно, не требуетъ подробныхъ разьясненій, потому что съ пищей мы постоянно принимаемъ безчисленное количество бактерій, такъ что, наоборотъ, было бы странно, если бы въ кишечникѣ при благопріятствующей щелочной реакціи не развивались бактеріи. Нахожденіе бактерій въ кишкахъ является неизбѣжнымъ слѣдствіемъ ихъ повсемѣстнаго распространенія; симбіоза же между человѣкомъ и бактеріями, которыя могли бы, можетъ быть, способствовать процессу пищеваренія, не существуетъ. По счастью, человекъ не находится въ этой печальной зависимости отъ бактерій. Опыты выкармливанія новорожденныхъ животныхъ²⁾ стерилизованной пищей доказываютъ возможность или полнаго удаленія кишечныхъ бактерій, или же, по крайней мѣрѣ, доведенія ихъ количества до *minimum*'а безъ всякаго ущерба для здоровья экспериментируемаго животнаго, что при правильномъ симбіозѣ едва ли могло бы имѣть мѣсто. Противъ симбіоза говоритъ уже и то обстоятельство, что продукты, доставляемые кишечными бактеріями, не всасываются стѣнками кишечника и являются совершенно непригодными для дальнѣйшей переработки въ организмѣ.

Кишечный каналъ новорожденныхъ дѣтей³⁾ совершенно

1) *Escherich*, Darmbakterien des Säuglings, Stuttgart, 1886; *Kiessling*, Das Bacterium coli commune, Zusammenfassende Uebersicht. Hygienische Rundschau 1893; сравн. также прим. на стр. 272.

2) *Nuttall* и *Thierfelder*, Thierisches Leben ohne Bacterien im Verdauungskanal I—II, Zeitschrift f. physiol. Chemie XXI и XXII Bd.

3) *Schild*, Bacterien im Darminhalt Neugeborener, Zeitschr. f. Hygiene. XIX Bd.

стерилень, но уже въ теченіе нѣсколькихъ часовъ въ немъ поселяются первыя бактеріи; еще до перваго приѣма пищи было изолировано 7 различныхъ видовъ бактерій изъ кишечнаго канала грудныхъ младенцевъ. Самымъ первымъ является *Bacillus coli communis*, который, водворившись въ юномъ гражданинѣ земли подъ именемъ *бактеріи молочныхъ испражнений*, остается постояннымъ его спутникомъ до самой смерти. Откуда берутся эти бациллы, экспериментально не рѣшено, весьма вѣроятно, это—метатрофныя бактеріи воды. При искусственномъ выкармливаніи грудныхъ дѣтей, къ этимъ бактеріямъ тотчасъ же присоединяются бактеріи молока и, такимъ образомъ, мало-по-малу съ каждымъ новымъ пищевымъ средствомъ увеличивается неизбѣжная бактеріальная флора рта и кишечника. Она остается безвредной, пока эпителий кишечника не поврежденъ, потому что бактеріи не могутъ проникнуть въ его клѣтки¹⁾, но можетъ сдѣлаться исходнымъ пунктомъ заболѣваній, разъ только защитный слой клѣтокъ оказывается поврежденнымъ, хотя бы только въ одномъ какомъ-нибудь мѣстѣ. Среди метатрофныхъ кишечныхъ бактерій нѣкоторыя, въ особенности же *Bacillus coli communis*, обладаютъ также и патогенными свойствами.

*Инфекціонными болѣзнями*²⁾ называются все тѣ болѣзни, для развитія которыхъ въ организмъ должно попасть извѣстное нѣчто, возбудитель болѣзни, подобно тому, какъ это необходимо и для процессовъ броженія. Какъ для броженія необходимъ былъ *Fermentum*, такъ и для того, чтобы вызвать болѣзнь, нуженъ *Virus* болѣзни. Раньше, когда не знали патогенныхъ бактерій, говорили о какомъ-то *Contagium* въ тѣхъ случаяхъ, когда болѣзнь могла передаваться только черезъ тѣсное соприкосновеніе съ больнымъ, и о какихъ-то *миазмахъ*, когда предполагаемый болѣзнетворный ядъ, казалось, могъ передаваться даже черезъ воздухъ. И

1) *Neisser*, Ueber die Durchgängigkeit der Darmwand für Bacterien, Zeitschr. f. Hygiene. XXII Bd.

2) Что касается интересной исторіи ученія объ инфекціонныхъ болѣзняхъ, сравн. *Löffler* прим. на стр. 3. Понятіе объ инфекціонной болѣзни широко толкуеть *Behring*, *Infektion und Desinfektion*, Leipzig, 1894.

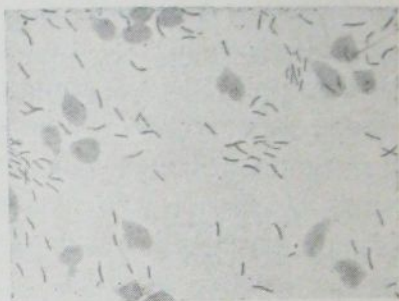
подобно тому, какъ для объясненія броженій на мѣсто безжизненнаго фермента позднѣе выступилъ *Fermentum vivum*, точно такъ же и для заразныхъ и эпидемическихъ болѣзней уже въ половинѣ этого столѣтія пробилъ себѣ дорогу тотъ взглядъ, что причиной ихъ является *Contagium vivum*, *Virus animatum*. Какъ извѣстно, для большинства инфекціонныхъ болѣзней этимъ *Virus animatum* являются бактеріи.

Констатировать бактеріи у больного въ крови и жидкихъ элементахъ тканей довольно легко, коль скоро дѣло идетъ о болѣе крупныхъ формахъ, каковы бациллы сибирской язвы. Уже въ свѣжей крови ихъ можно распознать среди кровяныхъ тѣлецъ, какъ нѣжныя бѣловатыя палочки, и здѣсь-то онѣ и были открыты въ 1850 г. Что касается болѣе мелкихъ формъ, каковы кокки, которыя легко смѣшаны съ зернистыми образованіями крови, то ихъ можно обнаружить только особыми приемами, путемъ окрашиванія, особенно анилиновыми красками. Больныя ткани приходится фиксировать, разрѣзать на тонкіе слои и окрашивать для того, чтобы бактеріи рѣзко выдѣлялись среди другихъ элементовъ ткани (рис. 27). Для этой цѣли пригодны всѣ тѣ многочисленные методы, которые выработаны вообще для изслѣдованія клѣточного содержимаго. Ничего принципиально новаго не требуется для того, чтобы обнаружить бактеріи; лишь въ отдѣльныхъ случаяхъ нужны еще особенные замысловатые приемы, которые въ изобиліи описываются въ каждомъ методическомъ руководствѣ (ср. рис. 27).

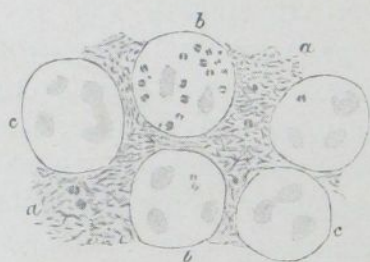
Изолированіе бактерій изъ больныхъ органовъ совершается такимъ же образомъ, какъ изъ гнющей воды, съ помощью метода пластинокъ (стр. 81); въ нѣкоторыхъ случаяхъ (туберкулезъ и др.) очаги болѣзни уже сами по себѣ заключаютъ чистыя культуры, стерильные пересѣвы которыхъ не представляютъ затрудненій. Задача становится труднѣе, если изъ пестрой смѣси бактерій, населяющихъ больные органы и ткани, приходится выдѣлять всѣ отдѣльные виды и отличать дѣйствительныхъ возбудителей болѣзни отъ случайно примѣшавшихся обитателей.

Патогенныя бактеріи обнаруживаютъ по отношенію къ искусственному культивированію различныя требованія, смотря

по тому, являются-ли онѣ настоящими паразитами, паратрофными или метатрофными бактеріями. Последнія въ свою очередь позволяютъ опять - таки различать разнообразныя постепенныя переходы, о чемъ ср. лекц. VI. Настоящіе паразиты, какъ туберкулезныя и дифтерійныя бациллы, гонококки, требуютъ самага лучшаго питанія (лекц. VI и отдѣльныя опи-



a



b



c

Рис. 27. Препараты изъ *Ziegler's Lehrbuch d. allgem. Pathologie I Bd. 8 Auf.*
 а—мокрота легочнаго больного, намазанная и высушенная на покровномъ стеклѣ, съ туберкулезными палочками, окрашивающимися фуксиномъ въ красный цвѣтъ, и элементами тканей, которые метиленовой синькой окрашиваются въ синій цвѣтъ; б—гонококки (*Micrococcus gonorrhoeae*) въ свѣжемъ трипперномъ секретѣ: а—слизь съ нѣсколькими отдѣльными кокками и парами, б и с—гнойныя тѣльца съ кокками и безъ нихъ; с—срѣзь микротомомъ съ сибирязвенной пустулы.
 Увел. а 400, б 700, с 350.

санія въ лекціи XV). Продолжительныя культуры бактерій ослабляютъ ихъ патогенныя свойства, именно замѣчается уменьшеніе вирулентности (лекц. III); въ искусственныхъ культурахъ, никогда не могущихъ вполнѣ замѣнить собой живого хозяина, выражается даже въ морфологическихъ измѣненіяхъ

(инволюція лекц. III) ненормальность состоянія паратрофныхъ бактерій. Разнообразными вліяніями можно ускорить ослабленіе культуръ, приче́мъ можно даже въ извѣстныхъ предѣлахъ степень этого ослабленія почти регулировать. Ослабленіе культуры является исходнымъ пунктомъ искусственной иммунизации путемъ предохранительнымъ прививокъ; она же легла и въ основаніе первыхъ опытовъ лѣченія сывороткой (лекц. XVII).

Источники инфекціи и мѣста нападенія бактерій. Уже на основаніи описанной ранѣе устойчивости бактеріальныхъ клѣтокъ и въ особенности ихъ споръ по отношенію къ высушиванію слѣдуетъ, что превратившіяся въ пыль изверженія больныхъ могутъ служить обильнымъ источникомъ инфекціи. Такъ, туберкулезныя палочки изъ высохшей пыли прорастаютъ спустя 2—3 мѣсяца. Всѣ настоящія, паратрофныя болѣзнетворныя бактеріи, которыя не въ состояніи развиваться внѣ организма, могутъ попадать во внѣшній міръ только съ выдѣленіями больныхъ и погибаютъ здѣсь, даже и въ тѣхъ случаяхъ, если оказываются налицо всѣ условія для нормальнаго жизненнаго развитія, какъ, напр., въ водѣ, богатой органическими веществами, въ различныхъ субстратахъ, способныхъ бродить и гнить, погибаютъ потому, что не въ состояніи выдержать конкуренціи съ болѣе быстро и хорошо растущими метатрофными видами. Такимъ образомъ, для настоящихъ паразитовъ, какъ бациллы туберкулеза и дифтеріи (гонококки еще воспримчивѣе, лекц. XVI), остается только покоющееся состояніе въ видѣ сухой пыли, какъ такое, въ которомъ онѣ могутъ и внѣ своего хозяина сохранить способность къ развитію впредь до новаго нападенія. Поэтому нигдѣ, кромѣ организма, нельзя больше встрѣтить этихъ возбудителей въ стадіяхъ роста.

Но не слѣдуетъ забывать, что многія инфекціонныя болѣзни вызываются метатрофными бактеріями, которыя не связаны необходимостью паразитической жизни и которыя поэтому могутъ развиваться и внѣ организма. Такъ какъ уже путемъ опыта установлено существованіе цѣлаго ряда медленнѣе и быстрѣе растущихъ видовъ бактерій, затѣмъ такихъ, которые, предъявляютъ болѣе строгія и болѣе слабыя требованія по

отношенію къ источникамъ углерода и азота, то и въ различныхъ случаяхъ, и для различныхъ видовъ возможность хорошаго развитія въ естественныхъ условіяхъ будетъ не одинакова. Какъ уже упомянуто ранѣе, будущій изслѣдователь флоры долженъ обратить на это вниманіе. Для всѣхъ, слѣдовательно, метатрофныхъ возбудителей болѣзней не только пыль и изверженія больныхъ могутъ явиться въ качествѣ источниковъ инфекціи, но еще и всѣ тѣ мѣста, гдѣ можетъ обнаруживаться жизнь, слѣдовательно, различные виды пищи и напитковъ, грязная вода, короче всѣ раньше упомянутыя мѣста. Отсюда слѣдуетъ, что для всѣхъ метатрофныхъ болѣзней источниковъ инфекціи гораздо больше, нежели для чисто-паратрофныхъ; это можно только указать.

Констатированіе и изолированіе патогенныхъ зародышей изъ пестрой смѣси бактерій, какъ это всегда бываетъ, напр., въ загрязненной водѣ, составляетъ иногда весьма трудную задачу и требуетъ большой тщательности и навыка, которые даются лишь продолжительной практикой въ этомъ опытѣ. На методъ селекціонный было уже указано на стр. 81, здѣсь же слѣдуетъ еще добавить, что, въ виду однородности формъ многихъ бактерій, только опытъ съ животными служитъ ручательствомъ за вѣрное опредѣленіе изолированнаго вида.

Естественныя мѣста *нападенія* у вполне нормальнаго организма представляютъ всѣ его полости, открывающіяся наружу, въ особенности же тѣ, которыя предназначены къ воспріятію веществъ извнѣ, таковы легкія и кишечный каналъ. Противорѣчило бы всѣмъ законамъ природы, если бы эти полости, предназначенныя для сообщенія съ внѣшнимъ міромъ, не были бы сами по себѣ защищены противъ неизбѣжно вторгающихся бактерій такими средствами, которыя препятствовали бы проникновенію бактерій въ ткани. И дѣйствительно, есть основанія думать, что эпителий желудка и кишечника въ нормальномъ состояніи, слизистая оболочка рта, а также наружные покровы тѣла непроницаемы для бактерій. Такимъ образомъ, если даже патогенные зародыши попадаютъ, хотя бы въ значительномъ количествѣ и въ самомъ ядовитомъ состояніи, для наступленія инфекціи необходимы еще особен-

ныя условія, которыя опредѣляются словомъ расположеніе или *предрасположеніе*, условія пока еще недоступныя болѣе точному изслѣдованію. Но разъ только защитный слой эпителиальныхъ тканей разрушенъ, хотя бы на самомъ незначительномъ, пространствѣ разъ только, слѣдовательно, произошло пораненіе, тогда проникшимъ бактеріямъ открывается путь къ дѣйствительному внѣдренію въ тѣло животнаго. То, что совершается открыто при инфекціи наружныхъ ранъ кожи и мясистыхъ частей тѣла, то, конечно, будетъ обуславливать инфекцію внутренней поверхности тѣла, во многихъ случаяхъ незамѣтно.

Для поясненія, безъ сомнѣнія, здѣсь умѣстно будетъ еще разъ указать на растенія. У нихъ пораненія закрываются очень быстро, потому что подъ отмирающей тканью, которая сама по себѣ быстро высыхаетъ и не даетъ больше питательныхъ веществъ для занесенныхъ бактерій, образуются непроницаемые пробковые слои. Иначе обстоитъ дѣло у животнаго, гдѣ выдѣляющаяся изъ раны кровь или другая жидкость ткани доставляютъ въ изобиліи питательныя вещества, а влажная поверхность раны является самымъ лучшимъ субстратомъ. Разъ только черезъ рану или въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ другимъ путемъ бактеріи дѣйствительно проникли въ ткань, инфекція совершилась. Чтобы произвести искусственную инфекцію у животнаго по возможности быстро и съ полной увѣренностью, прибѣгаютъ всегда къ пораненію, напр., производя вспрыскиваніе подъ кожу или въ кровеносную систему. Такимъ именно образомъ происходитъ и инфекція отъ укуловъ, причиняемыхъ наѣсками.

Сколько зародышей необходимо для того, чтобы указаннымъ путемъ вызвать заболѣваніе, и сколько ихъ вводится, въ особенности при естественной инфекціи, это требуетъ дальнѣйшихъ изслѣдованій. При опытахъ съ животными минимальныя смертельныя дозы заключаютъ въ себѣ нѣсколько тысячъ бактерій; впрочемъ, уже 10 зародышей, введенныхъ подъ кожу морской свинки, оказывалось достаточно, чтобы вызвать сибирскую язву съ смертельнымъ исходомъ ¹⁾.

¹⁾ *Watson Cheyne*, Report on a study of the conditions of infection, British medical Journal, 1886, 31.

Если бактеріи попали въ ткань въ одномъ какомъ-нибудь мѣстѣ, то, конечно, для всѣхъ нихъ является возможность проникать въ кровеносные и лимфатическіе сосуды и такимъ образомъ разноситься по всему тѣлу; вслѣдствіе этого, въ такихъ случаяхъ, помимо мѣстнаго заболѣванія на мѣстѣ проникновенія бактерій, происходитъ и общее заболѣваніе, или же одно только послѣднее, болѣе опасное для организма. Такъ, сибирская язва [при мѣстной ограниченной инфекціи можетъ выражаться въ формѣ сибиреязвенныхъ пустуль (*Pustula maligna*), а иногда можетъ сдѣлаться общей; такъ, гнойные кокки могутъ вызывать мѣстные нарывы и фурункулы или, при повсемѣстномъ распространеніи въ тѣлѣ, могутъ повлечь тяжелыя формы піеміи или септицеміи.

То, что относится къ одному виду, принципиально относится также и къ другимъ, только въ отдѣльныхъ случаяхъ сказывается различіе въ природѣ возбудителей болѣзни; для сравнительной характеристики ихъ слѣдуетъ обратиться къ медицинской литературѣ. При однихъ болѣзняхъ обнаруживается сильное развитіе бактерій въ крови, таковы сибирская язва и возвратный тифъ, при другихъ, главнымъ образомъ, въ тканяхъ, какъ напр., при туберкулезѣ.

Что касается отдѣльныхъ клѣтокъ зараженной ткани и ихъ болѣзненныхъ измѣненій, то патогенныя бактеріи, разумѣется, относятся къ нимъ одинаково; частью интрацеллюлярно, частью экстрацеллюлярно, и при томъ, главнымъ образомъ, экстрацеллюлярно, т.-е. проникаютъ въ промежутки между отдѣльными клѣтками, размножаются здѣсь преимущественно въ пространствахъ, образующихся какъ результатъ патологическаго разрыхленія и распаденія неподвижныхъ клѣтокъ ткани, питаются здѣсь, слѣдовательно, насчетъ экссудатовъ, различныхъ нормальныхъ и патологическихъ жидкостей. Такимъ образомъ, въ большинствѣ случаевъ разрушеніе отдѣльной клѣтки является вторичнымъ процессомъ, не обуславливаемымъ проникновеніемъ бактерій въ тѣло клѣтки.

Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

2. Описаніе нѣкоторыхъ патогенныхъ видовъ.

Послѣдующее описаніе, понятнымъ образомъ, должно носить общій естественно-историческій характеръ, ограничиваясь областью естествознанія, потому что только специалистъ имѣетъ право обсуждать вопросы чисто-медицинскаго характера ¹⁾. Такъ какъ со времени существованія человѣческаго рода болѣзни и бѣдствія составляютъ его земной удѣлъ, то съ первобытныхъ же временъ происходило нѣкоторымъ образомъ естественное разведеніе патогенныхъ бактерій, разнообразныя расы которыхъ различаются по неодинаковой вирулентности и ядовитости, подобно тому, какъ и расы бактерій броженія. На ряду съ морфологическими признаками, служащими основаніемъ для различенія видовъ и расовыхъ группъ, для болѣе точнаго опредѣленія вида приходится прибѣгать постоянно къ опыту надъ животными. Во многихъ случаяхъ, конечно, даже самое тщательное изслѣдованіе не въ состояніи будетъ дать точнаго описанія и сравнительной характеристики отдѣльныхъ расъ, хотя существованіе послѣднихъ является весьма вѣроятнымъ уже на основаніи нѣкоторыхъ наблюденій. Это различеніе становится еще болѣе

¹⁾ Каждое руководство отдѣльныхъ адептовъ медицины даетъ особый очеркъ бактериологіи и точное представленіе о ея значеніи въ области медицины. Поэтому слѣдуетъ только указать еще на *Baumgarten*, *Pathologische Mycologie*, 1890, *Cornil* и *Babes*, *Les Bactériés*, 3 изд. 1893 г.

труднымъ въ виду того, что при культивированіи возникаютъ временныя лабораторныя расы, не обладающія наслѣдственными признаками (лекц. III, стр. 53).

1. *Гнойныя кокки* (рис. 28 а—с, рис. 27 б). Хотя экспериментальнымъ путемъ установлено, что даже безъ участія бактерій, напр., прижиганіемъ ляписомъ или сулемой, можно вызвать нагноеніе, т.-е. отдѣленіе на поверхности раны жидкости, наполненной многочисленными блуждающими клѣтками (лейкоциты), однако, несомнѣнно, что всѣ гнойныя заболѣванія, начиная отъ гнойной инфекціи раны до легчайшаго прыщика на корняхъ волосъ и сальныхъ железахъ, обуславливаются бактеріями. Морфологически всѣ обыкновенныя *гноенныя бактеріи* характеризуются шаровидной формой; это—гнойныя кокки, къ которымъ можно, пожалуй, присоединить, въ качествѣ возбудителей нагноенія въ отдѣльныхъ случаяхъ, еще и другихъ, напр., *бациллу тифа*, сапа и лучистый грибокъ, далѣе *Vac. ruosyaneus* синяго и зеленого гноя.

Повсемѣстно распространенный и притомъ самый безвредный возбудитель гноя—*Staphylococcus ruogenes aureus* (*Micrococcus ruogenes*) представляетъ собой образующую пигментъ форму, которая на агарѣ даетъ оранжево-желтые налеты и интенсивно окрашиваетъ гной¹⁾. Отдѣльная клѣтка имѣетъ въ діаметрѣ въ среднемъ 0,8 μ , слѣдовательно, очень мала, сама по себѣ безцвѣтна и неподвижна; клѣтки лежатъ по одиночкѣ или попарно, или же слѣдуютъ другъ за другомъ въ видѣ короткихъ цѣпочекъ, большей же частью образуютъ кучки (рис. 28 а). На ряду съ этой самой частой оранжево-желтой формой встрѣчаются еще блѣдно-лимоннаго и бѣлаго цвѣта (*Staphyl. ruogenes citreus* и *albus*), которыя, по всей вѣроятности, представляютъ особые виды, хотя имѣютъ тѣ же самыя свойства, что и оранжево-желтая, но не такъ часто встрѣчаются при гнойныхъ процессахъ, какъ по-

¹⁾ *Rosenbach*, Mikroorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten des Menschen, 1884; *Garré*, Zur Aetiologie akut eitriger Entzündungen (Osteomyelitis, Furunkel und Panaritium) Fortschritte d. Med. 1885; *Passet*, Untersuchungen, über die Aetiologie der eitrigen Phlegmone des Menschen, Berlin, 1885; *Lübbert*, Biologische Spaltpilzuntersuchung, Würzburg, 1886.

слѣдняя. Въ естественныхъ условіяхъ зародыши стафилококковъ распространены повсюду; на основаніи уже этого широкаго распространенія становится вѣроятнымъ ихъ мета-трофный образъ жизни.

Чаще всего эти стафилококки находятся при мѣстныхъ нагноеніяхъ сальныхъ железъ (Akne) и у корней волосъ (Sykosis), при Panaritium, затѣмъ при нарывахъ (фурункулы), при костныхъ нагноеніяхъ (Osteomyelitis, Periostitis). Garré втиралъ себѣ въ руку чистую культуру *Staphyl. pyogenes aureus* и могъ воспроизвести такимъ путемъ фурункулы, въ которыхъ обильно размножались введенныя бактеріи. Если изъ такихъ мѣстныхъ очаговъ кокки распространяются по всему организму, то въ различныхъ органахъ и сочлененіяхъ наступаютъ подобные процессы нагноенія, при явленіяхъ *пизміи*.

Другимъ очень частымъ возбудителемъ нагноенія является *Streptococcus pyogenes*¹⁾, коккъ въ видѣ цѣпочекъ; у него, по-видимому, существуетъ нѣсколько трудно различимыхъ расъ. Какъ въ пораженныхъ тканяхъ, такъ въ особенности въ бульонныхъ культурахъ онъ образуетъ длинныя неразвѣтвленныя цѣпочки изъ шариковъ, нѣсколько болѣе крупныхъ, чѣмъ у предыдущаго вида. Дѣленіе происходитъ постоянно лишь въ одной плоскости, чѣмъ и объясняется его ростъ въ видѣ цѣпочекъ (рис. 28 в). Онъ встрѣчается постоянно при Erysipelas (рожа) и при многихъ другихъ процессахъ нагноенія, иногда одинъ, иногда въ сообществѣ съ предыдущимъ и оказывается болѣе опаснымъ, чѣмъ этотъ послѣдній, особенно, когда, распространяясь по всему организму, вызываетъ *пизмію* и *септицемію*. Какъ спутникъ специфическаго возбудителя дифтерита и Phthisis, онъ имѣетъ важное значеніе для всего хода болѣзни, являющейся въ такомъ случаѣ уже результатомъ смѣшанной инфекціи.

Въ культурахъ стрептококкъ погибаетъ гораздо скорѣе, уже черезъ нѣсколько недѣль, и въ естественныхъ условіяхъ

¹⁾ Rosenbach, см. пред. прим.; Fehleisen, Aetiologie des Erysipeles, Berlin 1883; Petruschky, Die verschiedenen Erscheinungsformen der Streptokokkeninfektion in ihren Beziehungen zu einander, Zeitschr. f. Hygiene XVIII. 1894.

встрѣчается рѣже предыдущаго; возможно, что онъ окажется настоящимъ паразитомъ.

Точно извѣстенъ возбудитель гонорреи—такъ-называемый *гонококкъ*, *Micrococcus gonorrhoeae* (рис. 28 с, 27 б), настоящий паразитъ, культура котораго изъ трипперныхъ секретовъ возможна только на кровяной сывороткѣ; на другихъ субстратахъ, даже самыхъ лучшихъ, онъ не растеть¹⁾. Происхожденіе гонококка неизвѣстно; извѣстно только, что онъ постоянный спутникъ человѣческаго рода и можетъ²⁾ передаваться только черезъ соприкосновеніе, потому что въ естественныхъ условіяхъ совсѣмъ не встрѣчается, въ высушенномъ же видѣ остается жизнеспособнымъ только въ теченіе немногихъ часовъ. Въ водѣ гонококки погибаютъ въ теченіе 5 часовъ и, такъ какъ, кромѣ того, минимумъ температуры для него лежитъ при 25°, то это обстоятельство совершенно исключаетъ возможность размноженія его въ холодной водѣ, на примѣръ, въ бассейнахъ для плаванія; уже въ короткое время они должны здѣсь, конечно, погибнуть. Возможности заразиться въ купальняхъ бояться, слѣдовательно, нечего,—можно спокойно купаться. Гонококкъ находится въ секретахъ, какъ въ жидкости, такъ и въ гнойныхъ клѣткахъ (рис. 27 б), переходитъ также и въ эпителий, и железы и, въ концѣ-концовъ, распространяется на весь генитальный аппаратъ, причемъ не исключается даже возможность распространенія его по всему тѣлу (*Tripperrheumatismus*). Почковидные шарики лежатъ обыкновенно попарно, отдѣляясь свѣтлой линіей, подобно диплококкамъ; они неподвижны и по величинѣ не превосходятъ стафилококковъ, отъ которыхъ, однако, легко отличаются своей парной группировкой.

Для всѣхъ разсмотрѣнныхъ гнойныхъ кокковъ споры еще неизвѣстны; другой коккъ, возбуждающій воспаление и нагноеніе, притомъ имѣющій общее значеніе для человѣка --

¹⁾ *Neisser, A., Ueber den Pilz der Gonorrhoe, Centralbl. f. d. ges. Med. 1879; Bumm, Die Mikroorganismen der gonorrhoeischen Schleimhauterkrankung, Wiesbaden 1887, Wertheim, Die ascendirende Gonorrhoe beim Weibe, Bacteriologische und klinische Studien zur Biologie des Gonococcus Neisser, Archiv f. Gynäkologie 42 т. 1892; Finger, Ghon и Schlagenhauser, Beiträge zur Biologie des Gonococcus etc., Archiv für Dermatologie XXVIII. 1894.*

это диплококкъ Френкеля (Pneumococcus), обыкновенный возбудитель воспаления легких¹⁾.

2. *Бацилла сибирской язвы, Bacillus Anthracis*²⁾ (рис. 28 d, 27 с, 5 е, 7 а, 11 а, 29 г). Уже въ началѣ 50-хъ годовъ были найдены въ крови сибиреязвенныхъ животныхъ безцвѣтныя неподвижныя палочки, о которыхъ хотя уже и въ то время предполагали, что онѣ составляютъ причину болѣзни, однако,

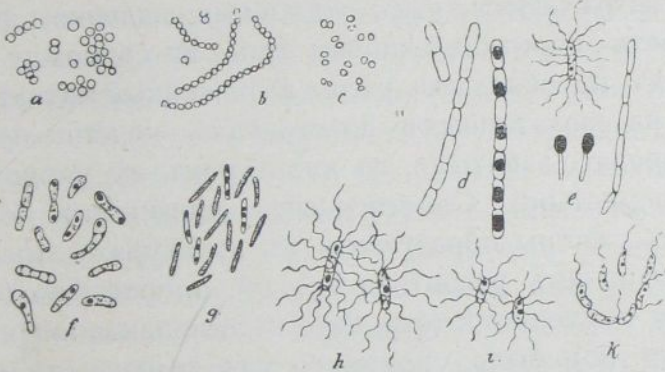


Рис. 28. Патогенныя бактерии: а—*Staphylococcus pyogenes aureus* (*Micrococcus pyogenes*); б—*Staphylococcus pyogenes*; в—*Micrococcus gonorrhoeae* (*Gonococcus*); д—*Bacillus Anthracis*, вправо со спорами; е—*Bacillus* (*Plectridium*) *tetani*, подвижныя палочки, неподвижныя цѣпочки, споры; ф—*Bacillus diphtheriae*, нѣкоторыя палочки вздуты, частью съ крупными хроматинными зернышками (черная краска), частью съ поперечными перетяжками изъ протоплазмы; г—*Bacillus tuberculosis*, содержимое палочекъ частью плотно, частью распалось на зернышки, какъ иногда можно видѣть въ мокротѣ; h—*Bacillus* (*Bactridium*) *typhi*. i *Bacillus* (*Bactridium*) *coli*; к—*Vibrio cholerae*, отдѣльные членики и одна цѣпочка.
Увел. около 1500.

доказано это было только позднѣе (1863). Классическимъ же примѣромъ инфекціонной бактеріальной болѣзни, приводимымъ въ настоящее время повсюду, сибирская язва сдѣла-

¹⁾ *Fränkel, A.*, Bacteriologische Mitteilung, Zeitschr. f. klinische Med. X. 1886 и Weitere Beiträge zur Lehre von der genuinen fibrinösen Pneumonie, ibid XI 1886; *Weichselbaum, A.*, Ueber die Aetiologie der akuten Lungen-und Rippenfellentzündungen, Wiener mediz. Jahrb. 1886.

²⁾ *Koch Robert*, Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis 1876 г. Beiträge z. Biologie der Pflanzen II Bd. и Mittheilung aus dem Reichsgesundheitsamte I. 1881.—

лась лишь, благодаря работѣ Коха, который получил чистую культуру, описалъ спорообразование бациллы сибирской язвы и воспроизвелъ эту болѣзнь экспериментальнымъ путемъ. Этой работой Кохъ открылъ свое блестящее поприще въ качествѣ творца бактериологіи.

Уже отдѣльная клѣтка *Bac. Anthracis* довольно велика, цилиндрической формы, въ 3—6 μ длины, 1—1,5 μ ширины, правда, съ обычными колебаніями размѣровъ. Въ крови и тканяхъ встрѣчаются какъ отдѣльныя палочки, такъ и въ особенности короткія цѣпочки (рис. 27 с), между тѣмъ въ культурахъ преобладаетъ рѣзко выраженный нитчатый ростъ; поэтому на желатинныхъ пластинкахъ колоніи представляются кудреватозавитыми, въ культурахъ же уколомъ щеткообразно-перистыми. Собственнымъ движеніемъ бациллы не обладаютъ, споры образуются въ культурахъ въ изобиліи; относительно ихъ развитія (стр. 35), прорастанія (стр. 39) и отношенія къ теплотѣ (стр. 133), къ высушиванію (стр. 135) и ядамъ (стр. 80) было упомянуто уже раньше, равно какъ и ослабленіе вирулентности и общая дегенерация при продолжительномъ культивированіи (стр. 49, аспорогенность).

Бацилла сибирской язвы хотя и развивается въ культурахъ очень хорошо, однако, требуетъ хорошихъ источниковъ углерода и азота, это—пептонная бактерія (стр. 96). При всемъ этомъ, не подлежитъ никакому сомнѣнію, что она—организмъ метатрофный, не строго паразитическій. Такъ, приходилось наблюдать, что она способна прекрасно расти и образовывать споры на коровьемъ пометѣ, въ загрязненной водѣ. Этимъ и объясняется ея возникновеніе у домашняго

Палочки сибирской язвы впервые наблюдались въ крови *Rayer*'омъ, *Memoire de la Société de Biologie*, II т., Paris, 1851.; *Pollender*, *Mikroskopische und chemische Untersuchung des Milzbrandblutes*, *Caspers Vierteljahrsschr. für gerichtlich. Medic.* VIII., 1855; *Brauell*, *Versuche und Untersuchungen, betreffend den Milzbrand des Menschen und der Thiere*, *Virchows Archiv*, 9 Bd., 1857. Экспериментальное доказательство въ пользу того, что палочки являются возбудителями болѣзни, удалось представить, по скольку это было возможно безъ чистыхъ культуръ, *Davaine*'у путемъ прививки крови, содержащей въ себѣ палочки: *Recherches sur les infusoires du sang dans la maladie connue sous le nom de sang de rate*, *Comptes rendus* 57 1863, 59 1864 и т. д. Затѣмъ срав. прим. на стр. 49 и 50.

скота, среди котораго она и встрѣчается наиболѣе часто, тогда какъ у человѣка общее зараженіе происходитъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ; чаще всего человѣкъ отдѣляется только мѣстной инфекціей кожи, потому что накожные раны служатъ обычнымъ мѣстомъ проникновенія бактерій у человѣка. Домашній же скотъ захватываетъ зародыши сибирской язвы также и съ пищей, причемъ попадаютъ, главнымъ образомъ, конечно, споры, которыя невредимо проходятъ черезъ желудокъ и прорастаютъ затѣмъ въ кишечномъ каналѣ, вызывая появленіе кишечной сибирской язвы, при явленіяхъ общаго страданія, а въ большинствѣ случаевъ и смерти. Обладаютъ-ли бактеріи способностью пробуравливать и не тронутый эпителий кишекъ, или же и здѣсь необходимы для инфекции поврежденія кишечной стѣнки, на примѣръ, при посредствѣ самого корма, не можетъ быть еще рѣшено окончательно. Самая болѣзнь у мелкихъ, очень быстро (1—3 дн.) погибающихъ животныхъ, на примѣръ, у мышей, не вызываетъ сильныхъ измѣненій органовъ, но у овецъ и коровъ они гипертрофируются и принимаютъ разнообразныя формы. Въ пораженномъ организмѣ и особенно въ трупахъ не образуется споръ, которыя возникаютъ только при хорошей аэраціи и температурѣ между 18° — 34° , т.-е. при такихъ условіяхъ, которыя лѣтомъ мы встрѣчаемъ въ кровавыхъ испражненіяхъ сибиреязвенныхъ животныхъ и въ неглубоко зарытыхъ трупахъ.

3. *Столбнякъ*, Tetanus ¹⁾, вызывается одной метатрофной бактеріей (рис. 28 e), которая повсемѣстно распространена въ почвѣ и живетъ здѣсь, какъ анаэробный возбудитель гніенія и броженія, вѣроятно, въ зависимости отъ находящагося здѣсь питательнаго матеріала. Бацилла тетануса обладаетъ способностью, съ одной стороны, разлагать бѣлокъ (въ растворахъ, не содержащихъ сахара) на сѣроводородъ, углекислоту, водородъ, меркаптанъ и болотный газъ, съ другой же стороны вызываетъ также распадненіе и сахара. Впрочемъ, не въ этихъ свойствахъ бациллы, но въ образованіи

¹⁾ *Nicolaier*, Beiträge zur Aetiologie der Wundstarrkrampfes, Dissert. Göttingen, 1885 (также Deutsche mediz. Wochenschr. 1884); *Kitasato*, Ueber den Tetanusbacillus, Zeitschr. f. Hygiene VII, 1889; *Kitt*, Ueber Tetanusimpfungen bei Haustieren, Centralbl. f. Bact. VII Bd., 1890.

сильнаго, въ чистомъ видѣ еще не полученнаго яда кроется причина наводящаго ужасъ столбняка, который, какъ настоящая инфекціонная болѣзнь ранъ происходитъ исключительно отъ загрязненія ранъ почвой или пылью отъ сѣна и соломы. Бациллы развиваются мѣстно только въ ранахъ, да и здѣсь лишь скудно и не распространяются по тѣлу.

Бацилла тетануса (*Plectridium tetani*) представляетъ собой тонкую, длинную, подвижную палочку, въ 2—4 μ длины, 0,3—0,5 μ ширины, которая особенно въ анаэробныхъ условіяхъ обнаруживаетъ склонность къ нитчатому росту и потому образуетъ лучисто-нитевидныя колоніи, при аэробной культурѣ растетъ только въ нижнихъ слояхъ высокой желатины. Передъ спорообразованіемъ, которое наступаетъ регулярно, палочки на одномъ концѣ булавовидно вздуваются и въ этомъ расширенномъ концѣ и образуется спора. Эти измѣненія формы при спорообразованіи, дѣлающія этихъ бактерій похожими на булавки или барабанныя палки, вмѣстѣ съ перитрихіяльнымъ расположеніемъ жгутовъ, заставляютъ отнести описываемую бактерію къ роду *Plectridium*. Двѣ другія, также анаэробныя бактеріи почвы, съ сапрогенными и цимогенными свойствами, вызываютъ шумящій карбункулъ (*Vac. Chauvoei*) и злокачественныя опухоли (*Vac. oedematis maligni*).

4. Впервые изолированная и полученная въ чистой культурѣ Лёф ф л е р о мъ *бацилла дифтерита*¹⁾ (рис. 28f, 14h) (*Vac. diphtheriae* Лёф ф л е р а, *Corynebacterium diphtheriae* Leh. и Neum.) находится въ громадномъ большинствѣ случаевъ на наружныхъ слояхъ дифтеритныхъ пленокъ и, уже въ силу этого поверхностнаго нахождения, обнаруживаетъ въ слабой степени стремленіе распространяться по всему организму, локализуясь большей частью въ полостяхъ, составляющихъ мѣсто обычной дифтеріи, разумѣется, не безъ исключенія. Очень часто она встрѣчается вмѣстѣ съ стрептококками, вызывая смѣшанную инфекцію, въ нѣкоторыхъ же слу-

¹⁾ *Löffler*, Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie. Mitteil. aus d. Reichsgesundheitsamte, II т., 1884, *Roux* и *Yersin*, Contribution à l'étude de la diphthérie, Annales Pasteur, II, III, IV т., 1888 до 1890 г., *Escherich*, Aetiologie und Pathogenese der epidemischen Diphtherie, Wien, 1894.

чаяхъ обнаружить ее не удалось вообще. Бацилла является настоящимъ паразитомъ, который предъявляетъ высокія требованія къ искусственнымъ субстратамъ; лучше всего она растетъ на кровяной сывороткѣ съ прибавленіемъ сахарнаго бульона и здѣсь даже, несмотря на энергичное размноженіе, она очень скоро обнаруживаетъ наклонность къ инволюціи, при чемъ возникаютъ неравномѣрно вздутыя палочки и даже короткія развѣтвленія (рис. 14 h), которыя, какъ уже упомянуто выше, конечно, неправильно разсматривать, какъ высшую морфологическую стадію развитія (стр. 47).

На дифтеритныхъ пленкахъ и въ свѣжихъ культурахъ бактерія является въ видѣ маленькой, булавовидной или яйцевидно-удлиненной палочки около 1,5—2 μ длины, 0,5 μ ширины; она неподвижна; споры еще неизвѣстны. Въ молодыхъ культурахъ содержимое клѣтокъ окрашивается, какъ кажется, равномѣрно, часто, однако, выступаютъ отдѣльныя сильно окрашивающіяся зернышки, которыя, въ особенности тогда, когда они круглы и лежатъ по концамъ, производятъ странное впечатлѣніе; впрочемъ, все же это не что иное, какъ ранѣ описанныя такъ-называемыя хроматинныя зернышки. Окрашивающееся, повидимому, равномѣрно, внутреннее содержимое бактеріи обнаруживаетъ, впрочемъ, то же строеніе, что и всѣ бактеріи, т.-е. протоплазма окружаетъ въ видѣ стѣнкоположнаго слоя клѣточный сокъ, который пронизанъ, какъ и у всѣхъ вытянутыхъ формъ, поперечными протоплазматическими нитями. Въ болѣе старыхъ культурахъ протоплазма становится бѣднѣе веществомъ, перегородки раздвигаются еще болѣе, почему окрашенныя бациллы являются разгороженными поперечными перегородками (нѣкоторыя на рис. 28 f) съ широкими безцвѣтными пустотами между окрашенными плазматическими нитями. Новой структуры при этомъ не обнаруживается, только первоначальная становится яснѣе.

Въ естественныхъ условіяхъ бацилла дифтерита не встрѣчается; даже способные развиваться зародыши ея до сихъ поръ были найдены только тамъ, гдѣ съ достовѣрностью было доказано присутствіе дифтеритныхъ больныхъ напр., на бѣльѣ, игрушкахъ, стѣнахъ и полахъ комнатъ, во рту и носовой полости лицъ, имѣющихъ сношеніе съ дифтеритными боль-

ными. Высушенные въ пыли палочки въ теченіе нѣсколькихъ недѣль сохраняютъ способность къ развитію.

Дифтеритныя палочки легко узнать уже по ихъ формѣ, не похожей на вытянутый цилиндръ, но, разумѣется, и здѣсь лишь опытъ надъ животнымъ можетъ дать надежное рѣшеніе. Относительно образованія яда и лѣченія сывороткой сравни слѣдующую лекцію.

5. Такой же настоящей паразитъ представляетъ собой и *туберкулезная бацилла* ¹⁾ (рис. 28g, 27a, 14g); ея открытіемъ, представлявшимъ большія трудности, а также и полученіемъ ея въ чистой культурѣ мы обязаны К о х у. Хотя въ настоящее время легко обнаружить окрашиваніемъ мельчайшія бациллы въ мокротѣ и тканяхъ чахоточныхъ и отличить ихъ отъ другихъ бактерій, находящихся вмѣстѣ съ ними, однако, изолированіе и дальнѣйшая культура этихъ бактерій даже и теперь еще является трудной задачей. Даже на самыхъ благопріятныхъ субстратахъ, кровяной сывороткѣ или глицериновомъ агарѣ, и при самой благопріятной температурѣ (optimum 38°, стр. 129) туберкулезныя бациллы растутъ необычайно медленно; только черезъ 2—4 недѣли культуры достигаютъ того размѣра, до котораго другія бактеріи вырастаютъ въ теченіе столькихъ же дней.

Быть можетъ, никогда не удастся добиться болѣе быстрого роста этого настоящего паразита въ нашихъ метатрофныхъ культурахъ, такъ какъ онѣ никогда не могутъ вполне замѣнить собой живого хозяина, но возможно, конечно, что одна какая-нибудь счастливая случайность — и будутъ найдены оптимальныя условія, пожалуй, совершенно отличныя отъ обычнаго шаблона разведенія бактерій. Тотъ фактъ, что менѣе питательные растворы съ глицериномъ, какъ источникомъ углерода, и амміакомъ, какъ источникомъ азота, допускаютъ, правда, очень медленный ростъ, даетъ, пожалуй,

134. Koch, R., Die Aetiologie der Tuberkulose, Mitteilung a. d. kaiserl. Gesundheitsamte, II., 1884; Nocard и Roux, Sur la culture du Bacille de la tuberculose, Annales Pasteur, I., 1887; Proskauer и Beck, Beiträge zur Ernährungsphysiologie des Tuberkelbacillus, Zeitschr. f. Hygiene, XVIII, 1884, Czaplewski, Die Untersuchung des Auswurfes auf Tuberkelbazillen, Jena, 1891, затѣмъ прим. на стр. 46.

кое-какія основанія для изслѣдованія вопроса, не окажутся-ли пригодными къ культивированію этихъ бактерій такія среды, какъ картофель или какіе-нибудь другіе растительные субстраты. Ростъ и размноженіе этихъ бактерій въ природѣ до сихъ поръ наблюдать еще не приходилось; также въ пыли, разъ только исключается возможность загрязненія ея изверженіями больныхъ, не встрѣчаютъ зародышей, способныхъ развиваться. Такъ какъ высохшія туберкулезныя бациллы остаются способными къ развитію въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ, то онѣ должны составлять естественные источники инфекціи; кромѣ этого, особенное вниманіе должно быть обращено на молоко туберкулезныхъ (жемчужная болѣзнь) коровъ, особенно при кормленіи дѣтей. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ проникновеніе бактерій происходитъ, главнымъ образомъ, черезъ посредство кишечника; обычнымъ же путемъ проникновенія бактерій, на ряду съ инфекціей ранъ, является, конечно, вдыханіе пыли, содержащей бактеріи; этой опасности большей частью подвергаются окружающіе больного. Но, конечно, для того, чтобы попавшіе при дыханіи и задержанные зародыши могли развиваться, требуется еще извѣстное предрасположеніе легкихъ, и прежде всего можно думать, что зараженіе происходитъ вслѣдствіе мелкихъ поврежденій легкихъ. Такъ-называемая наследственность туберкулеза во многихъ, конечно, случаяхъ является лишь унаслѣдованіемъ предрасположенія, хотя зараженіе плода туберкулезными бациллами еще въ материнскомъ тѣлѣ съ достовѣрностью наблюдалось у человѣка и было подтверждено опытами съ животными. Бактеріальная наследственность черезъ сперматозоидовъ невозможна, черезъ посредство яйца еще не доказана ¹⁾. Туберкулезъ является обыкновенно въ формѣ общей болѣзни; во всѣхъ частяхъ тѣла и органахъ могутъ появляться (отсюда названіе бугорчатки) очаги воспаленія въ видѣ бугорковъ, которые позднѣе превращаются въ творожистыя массы, содержащія громадное количество туберкулезныхъ бациллъ; бугорки эти встрѣчаются также и въ клѣткахъ, вызывая ихъ распадненіе и многочислен-

¹⁾ *Gärtner*, Ueber die Erbllichkeit der Tuberkulose, *Zeitschr. f. Hygiene*, XIII., 1893.

ныя предшествующія этому распаденію патологически-анатомическія измѣненія. Туберкулезъ легкихъ (Phthisis) представляетъ собой лишь одну и притомъ наиболѣе частую форму туберкулеза, который можетъ проявляться въ костяхъ, железахъ, сочлененіяхъ, короче говоря, повсюду.

Туберкулезную бациллу уже постигла судьба многихъ, часто изслѣдуемыхъ организмовъ, ее уже нѣсколько разъ безъ всякихъ основаній перекрещивали въ разныя имена (*Bacillus tuberculosis* Р. Коха 1884, *Sclerothrix Kochii* Мечникова 1889, *Mycobacterium tuberculosis* Лемана и Неймана 1896, *Tuberculomyces* Соррен—Джонс 1896). Бацилла представляетъ собой нѣжную, тонкую палочку, 1,5—4 μ длины, 0,2—0,4 μ ширины, которая, хотя въ мокротѣ туберкулезныхъ бугоркахъ и встрѣчается въ видѣ скопленій, тѣмъ не менѣе въ организмѣ обнаруживаетъ лишь одиночный ростъ, въ культурахъ же растетъ она также въ видѣ цѣпочки, а на твердыхъ субстратахъ образуетъ, развиваясь тѣсно сплоченными массами, сухія чешуйчатая и зернистая, трудно разрываема отложения. Вслѣдствіе незначительной толщины, видѣтъ ¹⁾ что-нибудь относительно тончайшей структуры ихъ содержамаго нельзя. Это содержимое кажется намъ весьма бѣдно клѣточнымъ сокомъ и очень

¹⁾ Согласно новѣйшимъ сообщеніямъ Р. Коха, (*Ueber neue Tuberkulinpräparate*, Sonderabdr. aus *Deutsch. med. Wochenschr.* 1897), болѣе сильная способность окрашиваться обусловливается присутствіемъ двухъ жирныхъ кислотъ, по удаленіи которыхъ горячимъ растворомъ ѣдкаго натра туберкулезныя бактеріи еще окрашиваются только такъ же, какъ и другія бактеріи. По моему мнѣнію, это наблюденіе также вполне уживается съ физической теоріей окраски (А. Fischer, *Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien*, 1897), потому что горячая натронная щелочь, несомнѣнно, разрушаетъ содержимое бактеріальной клѣтки и ея оболочки и понижаетъ, такимъ образомъ, поглотительную способность по отношенію къ красящимъ веществамъ. Только этимъ обстоятельствомъ объясняется наблюденіе Коха, а не выщелачиваніемъ жирныхъ кислотъ, которыя при окрашиваніи даже, навѣрное, совершенно не принимаютъ участія.

— Изслѣдованія *Hammerschlag*'а, *Edwin Klebs*'а, *Aronson*'а, *Габричевскаго* и др. въ достаточной степени выяснили значеніе жироподобныхъ веществъ, входящихъ въ составъ клѣточныхъ оболочекъ, при окрашиваніи туберкулезныхъ бациллъ. Возраженіе А. Фишера терлетъ свою силу, такъ какъ названные авторы употребляли не натронную щелочь, а нейтральныя вещества, какъ, напр., эфиръ.

плотно, почему разъ отложившіяся краски и удерживаются съ большей стойкостью, облегчающей діагнозъ этихъ бактерій путемъ окрашиванія. Въ старыхъ культурахъ, а равнымъ образомъ въ мокротѣ и бугоркахъ бациллы имѣютъ большей частью зернистое строеніе, выражающееся въ томъ, что сильно красящіеся шарики (рис. 28 g) чередуются съ неокрашенными промежутками; это явленіе аналогично тому, какое наблюдалось и у дифтеритной бактеріи, и подобно этимъ должно быть разсматриваемо, какъ форма дегенерациі, а не какъ спорообразование или какъ выраженіе какой-нибудь специфической структуры. Настоящія споры ея еще неизвѣстны. Какъ дальнѣйшее выраженіе неудовлетворительныхъ условій, которыя приходится испытывать настоящимъ паразитамъ въ метатрофной культурѣ, появляются нерѣдко инволюціонныя формы, головчато вздутыя палочки и слабыя развѣтвленія, напоминающія бактериоиды у бобовыхъ (рис. 14 g); этимъ развѣтвленіямъ нѣкоторыя, правда, несправедливо придаютъ систематически-морфологическое значеніе (стр. 47).

Большое сходство съ туберкулезной бациллой представляетъ вѣроятный возбудитель проказы (Lepra); впрочемъ, въ чистой культурѣ его еще не удалось получить.

Въ то время какъ діагнозъ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ возбудителей болѣзней и ихъ различеніе отъ сходныхъ видовъ оказывается возможнымъ уже на основаніи морфологическихъ признаковъ и легко можетъ быть провѣренъ опытами надъ животными, вѣрное распознаніе послѣдующихъ формъ сталкивается съ болѣе крупными затрудненіями, которыя въ отдѣльномъ случаѣ могутъ оказаться совершенно непреодолимыми.

6. Въ кишечникѣ и экскрементахъ человѣка находится всегда въ большихъ количествахъ, упоминавшаяся на стр. 96, 97, 250 *кишечная бацилла* (*Bactridium (Bacillus) coli commune*); это—безвредный квартирантъ, обладающій, однако, патогенными свойствами, какъ по отношенію къ человѣку, такъ и по отношенію къ животнымъ. Уже по одному тому, что извѣстны другія сходныя съ нимъ метатрофныя бактеріи, распознаніе его является подчасъ труднымъ, но особенно важное значеніе

имѣть его сходство съ другой патогенной формой, съ возбудителемъ *брюшнаго тифа* (*Bactiridium [Vas.] typhi*) (рис. 28 h и i, рис. 5 с., 6 d, 8 с). Были уже приложены безконечныя усилія, чтобы открыть рѣшительное различіе между этими двумя видами, но все-таки еще и теперь дифференціальныи діагнозы между обоими является крайне щекотливымъ дѣломъ ¹⁾. Такъ какъ кишечная бацилла растетъ гораздо быстрѣе тифозной и угрожаетъ перерасти ее при всякой попыткѣ изолированія ея изъ тифозныхъ тканей или изъ подозрительной питьевой воды, то отсюда возникаетъ новая, подчасъ непреодолимая трудность.

Общимъ для обѣихъ (рис. 28 h и i) является палочкообразная форма, приблизительно, одинаковыхъ размѣровъ (тифа 1—4 μ длины и 0,4—0,8 μ толщины; coli 1—3 μ длины и 0,4—0,8 толщины; послѣдняя, слѣдовательно, большей частью нѣсколько тоньше и короче), затѣмъ болѣе или менѣе оживленное движеніе съ помощью перитрихіальныхъ жгутовъ, число которыхъ при ихъ сильной чувствительности не даетъ различій, далѣе отсутствіе спорообразованія на обычныхъ питательныхъ субстратахъ, неспособность расжижать желатину. Поэтому для діагноза обратились къ фізіологическимъ различіямъ, изъ которыхъ въ настоящее время самыми излюбленными оказываются: *Vas. coli* вызываетъ процессы броженія, выдѣляетъ газъ, створаживаетъ, при явленіяхъ сильнаго скисанія, молоко и въ пептонной водѣ даетъ реакцію на индолъ; *Vas. typhi*, напротивъ того, не обнаруживаетъ ни одного изъ этихъ свойствъ. Къ этому слѣдуетъ еще добавить болѣе быстрый ростъ coli и его способность расти въ менѣе питательныхъ субстратахъ. На основаніи сказаннаго уже на стр. 96, 97 и приведеннаго въ таблицѣ, послѣднее обстоятельство въ особенности слѣдуетъ рекомендовать для дифференціального діагноза. Отсюда слѣдуетъ, что ки-

¹⁾ *Gaffky*, Zur Aetiologie des Abdominaltyphus, Mitteil. aus dem Reichsgesundheitsamte, II., 1884. *Escherich* и *Kiessling*, прим. на 250 стр.: *Escherich*, Studien über die „Bacterium coli“ ähnlichen Mikroorganismen normaler menschlicher Fäces, Archiv f. Hygiene, XXVI, 1896; *Löffler* и *Abel*, Ueber die Specifischen Eigenschaften der Schützkörper im Blute Typhus—und Coli—immuner Tiere, Centralbl. f. Bact., 19 Bd., 1896.

шечная бацилла, какъ амміачная бактерія является весьма скромнымъ метатрофнымъ организмомъ, въ пользу чего говоритъ и его частое нахождение въ грязной водѣ, тогда какъ тифозная бацилла, какъ болѣе требовательная амидная бактерія, уже своими свойствами напоминаетъ паратрофныхъ бактерій и въ грязной водѣ колодезь сама по себѣ со-всѣмъ не встрѣчается, хотя, конечно, можетъ развиваться и здѣсь, разъ вода загрязняется изверженіями тифозныхъ больныхъ, вмѣстѣ съ которыми въ нее попадаютъ нужныя для бациллы питательныя вещества.

Сказаннаго будетъ достаточно, чтобы охарактеризовать современное состояніе вопроса, всестороннее разсмотрѣніе котораго не входитъ въ задачу этого курса. При брюшномъ тифѣ во всѣхъ органахъ живота (солезенка, печень, почки, лимфатическія железы) между клѣтками можно обнаружить небольшія скопленія живыхъ бактерій, но, кромѣ того, тифозная бацилла обыкновенно переходитъ въ кровь и другія части тѣла. Ея нападеніе происходитъ, конечно, со стороны кишечника. Къ описанной формѣ близко стоитъ возбудитель мышинаго тифа (*Bac. typhi murium*), который рекомендуется Лёф ф л е р о мъ для уничтоженія мышей и примѣнялся уже съ большимъ успѣхомъ ¹⁾.

7. Когда въ 1863 году Р о б е р тъ К о хъ возвратился изъ своего знаменитаго путешествія на родину холеры (Остъ-Индія), имѣя въ рукахъ открытіе *бациллы-запнятой*, тогда казалось, что надежный діагнозъ распознаванія этой бактеріи представляетъ собой легкое дѣло, такъ какъ изъ патогенныхъ это была первая бактерія, представляющая собой родъ подвижныхъ, изогнутыхъ, извивающихся палочекъ ²⁾.

¹⁾ *Löffler*, Ueber Epidemien unter den im hygienischen Institute zu Greifswald gehaltenen Mäusen und über die Bekämpfung der Feldmäuseplage, Centralbl. f. Bact., XI, 1892. *Kornauth*, Die Bekämpfung der Mäuseplage mittels des *Bacillus typhi murium*, ibid. XVI, 1894. Сообщаютъ объ опытахъ, произведенныхъ въ 36 сельскихъ хозяйствахъ, изъ которыхъ 30 имѣли хорошій, а нѣкоторыя блестящій успѣхъ.

²⁾ *Koch*, R. въ Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im J. 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission, Berlin 1887 bei Springer. *Voges*, Die Cholera—Immunität, систематическій обзоръ, Centralbl. Bact., XIX, 1896.

Но когда позднѣе при эпидеміяхъ въ Европѣ начали производить *en gros* изслѣдованіе нашихъ европейскихъ водъ (селекціонный методъ, стр. 81), то скоро накопилось большое число указаній на то, что въ каждой водѣ встрѣчаются такія же бактеріи-запятыя, что, впрочемъ, должно было броситься сразу въ глаза каждому, кто хоть однажды изслѣдовалъ подъ микроскопомъ гніющую воду (рис. 22 б). Началось дѣятельное исканіе отличительныхъ признаковъ, изъ которыхъ многіе, какъ, напримѣръ, индоловая реакція, ростъ въ желатинныхъ уколахъ, скоро оказались неудовлетворительными. Что касается новѣйшаго опыта въ этомъ родѣ Пфедферовской спеціальной реакціи на иммунитетъ, о которой будетъ сказано въ слѣдующей лекціи, то только будущее можетъ показать, насколько она оправдываетъ связанныя съ нею ожиданія.

Опытъ надъ животными также нуждается еще въ дальнѣйшемъ усовершенствованіи, такъ какъ всѣ животныя, даже на родинѣ холеры, не заражаются этой болѣзью и только послѣ особой предварительной подготовки оказывается возможнымъ, вводя съ пищей бациллы-запятыя, сообщить морскимъ свинкамъ холероподобныя заболѣванія. Если, обходя естественный путь зараженія холерой—ротъ, вводить бактерій въ полость живота, то экспериментируемая животныя, правда, умираютъ, но при явленіяхъ, которыя въ одинаковой формѣ вызываются и другими бактеріями, а потому этого недостаточно для дифференціальной діагностики холероподобныхъ заболѣваній. Впрочемъ, не одно изслѣдованіе воды, но даже бактериологическое испытаніе испражнений въ подозрительныхъ холерныхъ случаяхъ наталкивается на подобныя же затрудненія, поэтому оно безпрепятственно можетъ производиться, не безпокая общественнаго мнѣнія, которому на всякій случай слѣдуетъ рекомендовать значительную долю скептическаго отношенія.

При настоящей холерѣ, характерныя испраженія (*Reiswasserstühle*) содержатъ большей частью значительное количество холерныхъ вибрионовъ Коха, которые особенно въ ключьяхъ слизи оказываются настоящими чистыми культурами. Бактеріи находятся въ кишечномъ каналѣ, стѣнка кото-

раго иногда перфорируется, но часто остается неизмѣнной. Въ другія части тѣла бактеріи, обыкновенно не проникаютъ; для полнаго воздѣйствія имъ достаточно бываетъ развиваться въ кишечномъ каналѣ, изъ котораго онѣ въ случаѣ выздоровленія снова исчезаютъ спустя 1—2 недѣли. Хотя уже самое нахожденіе бациллъ при эпидеміяхъ едва-ли еще оставляетъ сомнѣніе въ томъ, что дѣйствительно бацилла-запятая является возбудителемъ опустошительной болѣзни, то всѣ сомнѣнія должны разсѣяться въ виду тѣхъ результатовъ, которые дали лабораторныя зараженія и добровольные эксперименты съ людьми. Такъ заболѣвали Pettenkofer и Emmerich¹⁾, первый въ болѣе слабой формѣ, послѣдній весьма серьезно, съ холерными симптомами, послѣ того, какъ они проглатывали чистыя культуры вибрионовъ, взятыхъ во время гамбургской эпидеміи. Само собой разумѣется, что, какъ при всѣхъ инфекціонныхъ заболѣваніяхъ, помимо введенія бактерій, должно обнаруживаться также еще нѣчто, индивидуальное предрасположеніе. Особенно по отношенію къ холерѣ можно допустить ослабленіе вредной для бактерій кислой реакціи (стр. 152) желудочнаго сока, вслѣдствіе расстройства пищеваренія, вызваннаго неумѣренностью или климатическими причинами, какъ это бываетъ у насъ въ срединѣ лѣта. Поэтому на всякое ослабленіе желудка или кишечника можно смотрѣть, какъ на предрасположеніе.

Коховская бацилла (*Vibrio cholerae*) (рис. 28 к, 2 с. на стр. 4, 6 а—с на стр. 15) представляетъ собой, подобно другимъ вибрионамъ, маленькую, изогнутую, оживленно движущуюся палочку (2 μ длины, 0,4 μ ширины), которая на одномъ концѣ несетъ жгутъ, очень рѣдко два, и никогда больше. На поверхности жидкихъ субстратовъ (бульонъ, сахаръ, аспарагиновый растворъ) она образуетъ обыкновенно сплошныя пленки, потому что жадно поглощаетъ кислородъ воздуха и одновременно мутится вся жидкость, потому что на ряду съ преобладающими отдѣльными особями она даетъ также въ значительномъ количествѣ болѣе или менѣе длинныя подвижныя цѣпочки (рис. 28 к), которыя ошибочно при-

¹⁾ Pettenkofer, M. v., Ueber Cholera, mit Berücksichtigung der jüngsten Choleraepidemie in Hamburg. Münchener mediz. Wochenschrift, XXXIX, 1892.

нимають за спириллы, въ дѣйствительности же онѣ состоятъ лишь изъ нанизанныхъ другъ за другомъ вибрионовъ. Пока неизвѣстны настоящія эндогенныя споры, которыя навѣрное образуются, хотя, можетъ быть, только подъ тропиками, на родинѣ холеры; описанныя подъ названіемъ споръ зернышки изъ старыхъ культуръ представляютъ собой лишь продукты распада и инволюціи, выражающейся, кромѣ того, въ причудливыхъ искаженіяхъ вегетативныхъ формъ.

Аспорогенныя бациллы-запятыя изъ культуръ переносятъ высушиваніе лишь короткое время, умирая въ теченіе немногихъ часовъ, такъ что, слѣдовательно, въ этомъ случаѣ не наблюдается совсѣмъ періода покоя въ сухомъ видѣ, какъ это бываетъ у туберкулезной палочки, а потому исключается возможность инфекции такимъ путемъ. Напротивъ, холерный вибрионъ, какъ настоящій метатрофный и водный организмъ, оставаясь въ водѣ, можетъ сохранять способность развитія въ теченіе нѣсколькихъ недѣль и даже не требуетъ исключительнаго питанія сахаромъ и пептономъ; какъ показываетъ таблица на стр. 96, это даже амміачная бактерія, которая очень привольно растетъ еще въ глицериновомъ субстратѣ съ амміачными солями, при соотвѣтствующей щелочной реакціи, но совсѣмъ не развивается при неблагоприятной кислой. Такимъ образомъ, ясно, что бактеріи размножаются въ испраженіяхъ и на бѣльѣ, загрязненномъ ими, если оно остается мокрымъ, и развиваются даже въ водѣ, содержащей вещества, способныя гнить. Изъ этихъ веществъ, напримѣръ, пептоннаго бульона холерный вибрионъ продуцируетъ индолъ и другіе продукты гніенія, къ которымъ присоединяется еще молочная кислота изъ сахара.

Изъ загрязненной рѣчной и прудовой воды, потребляемой для питья и домашнихъ цѣлей, бактеріи попадаютъ въ желудокъ и кишечный каналъ, такъ что ротъ является обычнымъ путемъ инфекции и потому при эпидеміяхъ нужно предписывать самое строгое наблюденіе за водой.

По своимъ метатрофнымъ свойствамъ вибрионъ холеры вполне подходитъ къ нашимъ отечественнымъ, сходнымъ съ нимъ по формѣ, вибрионамъ ¹⁾, съ которыми онъ въ сре-

¹⁾ Относительно холероподобныхъ вибрионовъ, напр., у *Finkler'a* и *Prior'a*,

динѣ лѣта можетъ даже раздѣлять мѣстопребыванія. Но холерный вибрионъ—настоящій обитатель тропиковъ; его родина—Остъ-Индія, гдѣ онъ населяетъ воду точно такъ же, какъ его родственники у насъ. Для полного развитія онъ требуетъ лишь повышенной температуры (optimum 30°—40°) и при этомъ достигаетъ также своей максимальной вирулентности,—условіе, которое скорѣе всего выполняется въ срединѣ нашего лѣта, періода холеры у насъ. Уже нѣкоторые изъ нашихъ туземныхъ вибрионовъ воды, какъ *Vibrio berolinensis* и *danubicus*, обладаютъ также патогенными свойствами; вліяютъ-ли эти свойства и на человѣка, этотъ вопросъ нуждается въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи. Большую ядовитость тропическихъ водныхъ организмовъ можно, пожалуй, подвести подъ общее правило: растительные яды всегда развиваются сильнѣе при благопріятныхъ условіяхъ температуры подъ тропиками, нежели у насъ, какъ, напри- мѣръ, доказываетъ это производство гашиша изъ конопли.

Такимъ образомъ, холера представляетъ болѣзнь кишечника и обусловливается однимъ тропическимъ воднымъ организмомъ, бактеріей гніенія; въ нашемъ климатѣ возбудитель холеры не можетъ утвердиться на продолжительное время, но каждый разъ время отъ времени, вслѣдствіе міровыхъ сношеній, вновь заносится къ намъ.

8. Кромѣ этихъ, болѣе подробно разсмотрѣнныхъ, возбудителей болѣзней, болѣе или менѣе хорошо извѣстно еще много другихъ; такъ, спирохеты возвратнаго тифа, палочки сапа, свинки и масса другихъ эпидемическихъ болѣзней животныхъ; но для нѣкоторыхъ болѣзней возбудители инфекции еще неизвѣстны, таковы: собачье бѣшенство, чума рогатаго скота, скарлатина, корь, коклюшъ, которыя приписываются также бактеріямъ. Нѣкоторые другіе патогенные микроорганизмы и грибы были уже кратко описаны въ IV лекціи.

Forschungen über Cholerabakterien, Bonn 1884; *Gamaleïa*, *Vibrio* Metschnikowi et ses rapports avec le microbe de choléra asiatique, Annales Pasteur, II, 1888. *Heider*, *Vibrio danubicus*, Centralbl. f. Bact. XIV, 1893; *Günther*, *Vibrio aquatilis*, Deutsch. mediz. Wochenschrift 1892. *Dieudonné*, Zusammenfassende Uebersicht über die in den letzten zwei Jahren gefundenen „choleraähnlichen“ Vibrionen, Centralbl. f. Bact., XVI, 1894.

XVII.

Бактеріи, какъ возбудители болѣзней.

3. Способъ дѣйствія бактерій и реакція пораженнаго организма. Серо-терапія и иммунитетъ.

Если патогенныя бактеріи какимъ-нибудь изъ вышеуказанныхъ путей проникли въ организмъ, то болѣзнь проявляется не сразу, а черезъ извѣстный промежутокъ времени; проходитъ такъ-называемый инкубационный періодъ, который, напр., при зараженіи морскихъ свинокъ стрептококками, равняется 15—60 часамъ, при холерѣ 1—3 днямъ, у человѣка при сибирской язвѣ 3—7 днямъ, при сифилисѣ 3—4 недѣлямъ, при бѣшенствѣ 40 днямъ и болѣе.

Въ теченіе этого времени поселившіяся бактеріи размножаются и тѣмъ вызываютъ борьбу организма съ пришельцами, сначала совершающуюся безъ проявленія болѣзненныхъ симптомовъ или выражающуюся лишь въ слабомъ недомоганіи. Если организмъ въ самомъ началѣ одерживаетъ побѣду, то болѣзнь вовсе не обнаруживается. Такимъ образомъ, нѣкоторые случаи временнаго недомоганія, равно какъ и мѣстные скоропреходящія боли могутъ часто быть ничѣмъ инымъ, какъ признаками такой борьбы, которая въ случаѣ пораженія бактерій препятствуетъ возникновенію болѣзни. Нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что патогенныя бактеріи проникаютъ въ тѣло гораздо чаще, чѣмъ это могло бы казаться, судя по количеству болѣзненныхъ случаевъ.

Если первыя попытки къ защитѣ со стороны организма остаются безъ результата, и бактеріи успѣваютъ сильно размно-

житься, то болѣзнь вступаетъ въ свои права, борьба между хозяиномъ и паразитомъ усиливается до самыхъ рѣзкихъ симптомовъ, относительно которыхъ уже невозможно съ увѣрностью сказать, въ какой мѣрѣ они выражаютъ еще явленія противодѣйствія со стороны организма и въ какой мѣрѣ это уже признаки его пораженія.

Даже при очень сильномъ размноженіи бактерій, когда послѣднія завоевываютъ весь организмъ, онѣ, однако, *отнимаютъ* у него *лишь небольшое количество питательныхъ веществъ*, такъ что это обстоятельство едва-ли можетъ быть причиной ослабленія организма. Если въ организмъ проникли метатрофные возбудители броженія и гніенія, то количество отнятыхъ у этого организма веществъ не выражалось бы просто количествомъ образовавшагося вещества бактерій, такъ какъ при процессахъ гніенія и броженія отдѣльная клѣтка способна разлагать количество матеріала (бродящаго и гніющаго), превосходящее въ сто и тысячу разъ ея собственный вѣсъ. Въ качествѣ неблагопріятнаго побочнаго дѣйствія не слѣдуетъ, конечно, умалять значенія этого обстоятельства, тѣмъ болѣе, что отъ этого можетъ зависѣть и разрушеніе тканей. Даже чисто *физическимъ путемъ* бактеріи могутъ нарушить мѣстную циркуляцію крови, если онѣ плотно скопляются, какъ, напр., при сибирской язвѣ, въ капиллярахъ и мѣстами совершенно закупориваютъ ихъ.

Если прежде склонны были указаннымъ дѣйствіямъ приписывать очень сильное, можетъ быть, слишкомъ сильное вліяніе, то въ настоящее время въ нихъ видятъ лишь *сопутствующія явленія*, тогда какъ стремительное теченіе болѣзни и ея тяжелыя послѣдствія сводятъ къ *отравленію* производимыми бактеріями ядами, *токсинами*. Contagium animatum, которое воспринимается извнѣ, производитъ въ организмѣ Vivus inanimatum, безжизненный ядъ. Изслѣдованіе этихъ ядовъ въ настоящее время въ полномъ ходу и понятнымъ образомъ связано съ величайшими затрудненіями, такъ какъ вопросъ касается, съ одной стороны, бѣлковыхъ тѣлъ, еще мало доступныхъ химическому изслѣдованію, съ другой—очень легко разлагающихся веществъ. Въ настоящее время можно считать уже установленнымъ, что образующіяся ядовитыя ве-

щества могутъ быть крайне разнородны по своей химической природѣ.

Одна группа такихъ веществъ, группа *птомаиновъ* —гнилостныхъ и трупныхъ алколоидовъ —названныхъ такъ на основаніи ихъ реакцій, напоминающихъ растительные алколоиды, извѣстна уже очень давно (стр. 174), но мало принимаетъ участія въ токсическихъ дѣйствіяхъ патогенныхъ бактерий.

Полученіе въ чистомъ видѣ изъ культуръ специфическихъ токсиновъ ¹⁾, несмотря на всѣ старанія, еще далеко не увѣнчалось успѣхомъ, такъ что, хотя и говорятъ о бактерійныхъ ядахъ, однако, въ дѣйствительности не знаютъ ихъ въ чистомъ видѣ.

Впрочемъ, хотя для изученія ихъ дѣйствія это было бы и весьма желательно, однако, еще не безусловно необходимо, какъ это покажетъ послѣдующее изложеніе. Чтобы освободить отъ бактерій такіе растворенные въ культурныхъ жидкостяхъ яды, достаточно профильтровать бульонныя культуры черезъ фильтръ изъ фарфора или кремнистаго туфа. Если полученные такимъ образомъ *растворы, содержащіе яды*, напр., отъбациллы тетануса, вспрыскивать животнымъ, то они заболѣваютъ при тождественныхъ явленіяхъ, что и при прививкѣ бактерій тетануса. Точно также удается отравлять экспериментируемыхъ животныхъ фильтрованными культу-

¹⁾ Опыты полученія *дифтерійнаго токсина* у *Roux* и *Iersin'a*, *Annales Pasteur*, II—IV, 1888—90. *Löffler*, Gegenwärtige Stand der Frage nach der Entstehung der Diphtherie, *Deutsch. mediz. Wochenschrift* 1890. *Brieger* и *C. Fränkel*, Untersuchungen über Bakteriengifte, *Berliner klinische Wochenschrift* 1890. *Dziergowski* и *Rekowski*, Recherches sur la transformation des milieux nutritifs par les bacilles de la diphthérie et sur la composition chimique de ces microbes, *Archives de scienc. biol. publ. par l'Institut imperial. de méd. expérim. Petersbourg*, I т., 1892. *Kossel*, Zur Kenntniss des Diphtheriegiftes, *Centralbl. f. Bact.*, XIX, 1896. Относительно *столбняковаго яда*: *Kitasato*, Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift, *Zeitschr. f. Hygiene*, X, 1890. *Gumprecht* Versuche über die physiologische Wirkung des Tetanusgiftes im Organismus, *Archiv f. die ges. Physiol.*, 59 т. 1894. ²⁾ *Brieger* и *Cohn*, Untersuchung über das Tetanusgift, *Zeitschr. f. Hygiene*, XV, 1893. *Brieger* и *Boer*, *Deutsche mediz. Wochenschrift*, 1896, № 49.—Сравни также прим. на стр. 143, 145, 147, 152. Въ настоящее время происходитъ лихорадочная работа, направленная на изолированіе токсиновъ всѣхъ патогенныхъ бактерій.

рами дифтерита. Короче говоря, оказалось, что всѣ патогенныя бактеріи производятъ растворимые яды и что ихъ однихъ не только достаточно, чтобы вызвать тяжелые симптомы соотвѣтствующей болѣзни, но что даже отъ нихъ однихъ зависитъ форма и теченіе болѣзни. Особенно много этихъ токсиновъ заключаютъ въ себѣ старыя культуры; онѣ называются ядовитѣе, между тѣмъ какъ болѣе молодыя отличаются большей вегетативной способностью бактерій или, пользуясь обычной терминологіей, онѣ вирулентнѣе.

Фильтраты можно сначала сконцентрировать выпариваніемъ въ безвоздушномъ пространствѣ и такимъ образомъ получить сильнѣе дѣйствующій растворъ, изъ котораго, наконецъ, осаждая спиртомъ или высаливая, выдѣляютъ осадокъ съ еще большій ядовитостью. Конечно, этотъ осадокъ содержитъ еще пеструю смѣсь различныхъ веществъ, напр., бѣлковыя и альбумозныя вещества питательнаго бульона, составныя части золы, а среди нихъ и токсины. Совершенно изолировать ихъ еще не удалось. Между тѣмъ какъ прежде полагали, что эти токсины представляютъ собой вещества въ родѣ бѣлковъ (токсальбумины), дальнѣйшее очищеніе ихъ показало, что они могутъ быть и болѣе простыми. Они чрезвычайно ядовиты: уже $\frac{1}{20000}$ миллигр. возможно концентрированнаго тетанотоксина убивала мышъ, для человѣка же, примѣрно, было бы достаточно 0,23 миллигр. Можно также получить, экстракціей бактеріальныхъ клѣтокъ, содержащіяся въ нихъ яды; наиболѣе извѣстный примѣръ этого рода представляетъ *Коховскій туберкулинъ* ¹⁾, очищенный продуктъ глицериновой вытяжки изъ туберкулезныхъ бациллъ. Однако, чистые яды не удалось приготовить даже и такимъ путемъ; такъ, туберкулинъ 1890 г. содержалъ альбумины, альбумозы и пептонъ питательнаго субстрата и только среди нихъ еще неизвѣстный ядъ.

Даже самыя новыя препараты туберкулина (ТО и ТК)

¹⁾ Koch, R. Weitere Mittheilungen über ein Heilmittel gegen Tuberkulose, Deutsche mediz. Wochenschr., 1890, № 46a, 1891, № 3; Kühne, Zeitschr. f. Biologie, Neue Folge, 11 т. 1893. (Chemische Untersuchung des Tuberkulins von 1890); Koch, R. Ueber neue Tuberkulinpräparate, Deutsche mediz. Wochenschr. 1897, № 14.

Кожа представляютъ экстракты растертыхъ въ ступѣ сухихъ туберкулезныхъ бациллъ изъ чистыхъ культуръ съ высокой вирулентностью. Растертая въ тонкую пыль бацилла центрифугируется съ дистиллированной водой; первый желтоватый прозрачный экстрактъ ТО обнаруживаетъ дѣйствіе, сходное съ старымъ туберкулиномъ; повторная центрифугація осадка отъ ТО даетъ ТК, дѣйствующій болѣе благоприятно, чѣмъ ТО. И тотъ, и другой, снабженные для большей прочности 20% глицериномъ, являются, слѣдовательно, также лишь смѣсью всѣхъ растворимыхъ въ водѣ веществъ съ примѣсью мельчайшихъ обломковъ растертыхъ бактеріальныхъ клѣтокъ.

Твердыя вещества, содержащія ядъ, и бульонные фильтраты довольно долго сохраняютъ свою ядовитость, но оказываются весьма чувствительными, напр., къ повышенной температурѣ, къ кислотамъ и щелочамъ. Такъ, токсинъ тетануса разлагается при 65° уже въ нѣсколько минутъ, дифтеритный токсинъ при 58° въ 2 часа. Хотя эта сильная чувствительность напоминаетъ до извѣстной степени свойства энзимовъ, тѣмъ не менѣе отсюда еще нельзя заключать о родствѣ этихъ веществъ.

Яды, это — такіе же продукты жизнедѣятельности бактерій, какъ продукты броженія, какъ алколоиды нашихъ ядовитыхъ растений, яды змѣй, и, какъ таковые, выдѣляются во время самой жизни бактеріальной клѣтки, но особенно увеличиваются ихъ количества въ жидкости культуры, если бактеріи начинаютъ отмирать въ значительномъ количествѣ, чѣмъ и объясняется большая ядовитость старыхъ культуръ. Такъ какъ бактеріи погибаютъ и въ больномъ организмѣ, въ чемъ можно убѣдиться уже микроскопическимъ наблюденіемъ, то, понятно, отравленіе организма становится, благодаря этому, еще сильнѣе.

Такъ какъ бактеріи несомнѣнно принадлежатъ къ числу самыхъ древнихъ организмовъ нашей планеты, что подтверждается, между прочимъ, и нѣкоторыми находками ископаемыхъ видовъ, относящихся къ каменноугольному и другимъ геологическимъ періодамъ¹⁾, и, такъ какъ въ третичный періодъ

¹⁾ *Van Tieghem*, Sur le ferment butyrique à l'époque de la houille (Каменно-угольный періодъ), Comptes rendus, Paris, 1880, 99 т., и *Annales d. Scienc. nat. Botan.*, 6 серия, IX. 1880, затѣмъ *Renault*, Recherches sur les bactériacées fossiles, ibid, 8, серия II, 1896.

когда начали появляться теплокровныя животныя, онѣ уже имѣли повсемѣстное распространіе, то было бы удивительно, если бы животныя въ теченіе своего филогенетическаго развитія не выработали въ себѣ постепенно приспособленій для борьбы съ врагами, которые имъ постоянно угрожаютъ.

Изслѣдованіемъ этихъ приспособленій наука занимается въ настоящее время въ широкомъ масштабѣ, и это изслѣдованіе уже принесло въ лѣченіи сывороткой плоды, дающіе надежду на дальнѣйшій успѣхъ. Противорѣчіе практическихъ опытовъ, также же какъ и теоретическихъ воззрѣній, разумѣется, такъ велико, что потребуется еще много времени, прежде чѣмъ будетъ создано прочное научное основаніе.

Вниманіе изслѣдователей прежде всего обращено было, особенно благодаря Мечникову, на бѣлыя кровяныя тѣльца (лейкоциты) или лимфатическія клѣтки тѣла, важное значеніе которыхъ для физиологическихъ и патологическихъ процессовъ все болѣе и болѣе начинали цѣнить. Эти образованія, лишенныя оболочекъ, называютъ *блуждающими клѣтками*, потому что, возникая въ костномъ мозгу, въ селезенкѣ и другихъ органахъ кровотоенія, они выходятъ изъ кровеносныхъ и лимфатическихъ сосудовъ, распространяются по всему тѣлу и могутъ внѣдряться въ промежутки между неподвижными клѣтками тканей. Такъ, число ихъ увеличивается въ кишечныхъ ворсинкахъ послѣ принятія пищи; они образуютъ главную составную часть гноя, въ видѣ гнойныхъ тѣлецъ. Въ такомъ случаѣ просто говорятъ о лейкоцитозѣ. Въ крови сибиреязвенныхъ животныхъ, при различныхъ гнойныхъ процессахъ, лейкоциты очень часто, правда, не всегда, содержатъ въ себѣ бактерій, иногда лишь отдѣльныя палочки, иногда болѣе значительное количество ихъ, причемъ послѣднія, отчасти вслѣдствіе слабой окрашиваемости и измѣненій своего содержимаго, кажутся отмершими (рис. 29 а и в). На этихъ явленіяхъ Мечниковъ основалъ свое ученіе о *фагоцитозѣ*¹⁾. Лейкоциты

¹⁾ *Metschnikoff*, Ueber die Beziehungcn der Phagocyten zu Milzbrandbazillen, *Virchow's Archiv*, 97, 1884. Théorie des Phagocytes, *Annales Pasteur*, I, 1887, и многочисленныя другія работы *Мечникова*, которыя, главнымъ образомъ, посвящены также горячей полемикѣ, возникшей относительно его ученія. Сюда относятся: *Flügge*, Studien über die Abschwächung virulenter Bacterien

должны дѣйствовать, какъ *фагоциты*, пожирающія клѣтки; они должны воспринимать въ себя и убивать проникшихъ въ организмъ бактерій; фагоциты должны представлять собой армію защиты, рассылаемую по всему организму. Если уже непосредственное наблюденіе говорило въ пользу такого воззрѣнія, то въ дальнѣйшемъ оно нашло существенную поддержку, когда подробнѣе былъ изученъ *хемотаксисъ лейкоцитовъ*, специально по отношенію къ бактеріямъ и продуктамъ ихъ обмѣна веществъ, переходящимъ въ жидкости культуръ. Капилляры, наполненные этими продуктами, вводили въ организмъ и спустя нѣкоторое время находили, что они заполнены собравшимися сюда лейкоцитами, привлеченіе которыхъ



Рис. 29. Фагоцитозъ по Мечникову. а лейкоцитъ изъ крови голубя съ палочками сибирской язвы, которыя отчасти еще не тронуты и сильно красятся (черная краска), отчасти болѣе или менѣе сильно измѣнены и блѣдны (пунктиромъ), слабо пунктированное тѣльце представляетъ собой ядро. в жизнедѣятельный лейкоцитъ голубя, захватывающій въ себя бациллъ. Увел. 1000.

приписывали хемотаксису, правда, не всегда, въ достаточной мѣрѣ сообразуясь съ изложеннымъ ранѣе на 140 стр. закономъ Вебера. Такъ какъ, дѣйствительно, вокругъ бактеріальныхъ полчищъ регулярно скопляются лейкоциты и, такъ какъ фагоциты, наполняются бактеріями, то казалось, что теорія Мечникова достаточно обоснована.

Открытіе одного особаго свойства кровяной жидкости, лишенной всѣхъ клѣтокъ, т.-н. кровяной сыворотки, однако, показало, что фагоцитозъ представляетъ собой не единственное и, навѣрное, не самое важное средство борьбы противъ втор-

und die erworbene Immunität; *Bitter*, Kritische Bemerkungen zu *Metschnikoff's* Phagocytenlehre; *Nuttali*, Experimente über den bacterienfeindlichen Einfluss des tierischen Körpers, *Zeitschrift f. Hygiene*, IV, 1888; *Baumgarten*, Ueber das „Experimentum crucis“ der Phagocytenlehre. *Ziegler's Beiträge zur patholog. Anatomie*, VII, 1889. *Metschnikoff*, Immunität въ *Weyl's Handb. d. Hygiene*, IX т., 1 выд., 1897.

гающихся бактерій. Дѣлая посѣвы какихъ угодно бактерій въ кровяную сыворотку, освобожденную отъ клѣтокъ, и опредѣляя время отъ времени при помощи пластинчатыхъ культуръ число бактерій, находили, что количество зародышей постоянно уменьшается, пока, наконецъ, черезъ нѣсколько часовъ дѣйствія сыворотки, они были сполна убиты.

Это *бактерицидное свойство сыворотки*, которое она проявляетъ по отношенію ко всѣмъ бактеріямъ, уничтожается нагрѣваніемъ до 55° въ теченіе одного часа, равно какъ разбавленіемъ дистиллированной водой. По мнѣнію Бухнера, антибактеріальное дѣйствіе кровяной сыворотки обусловливается особенными веществами, *алексинами* ¹⁾ (защитныя вещества), которыя, разумѣется, такъ же, какъ и токсины, до сихъ поръ нельзя было получить въ чистомъ видѣ и которыя, должно быть, весьма легко разлагаются. Такъ какъ сыворотка, утратившая, вслѣдствіе нагрѣванія, свое дѣйствіе, можетъ вновь сдѣлаться дѣятельной уже черезъ прибавленіе $0,3\%$ поваренной или какой нибудь другой соли, то, повидимому, и за алексидами скрывается что-то таинственное.

Въ то время, когда противопоставлялись теорія фагоцитовъ и теорія алексиновъ, въ началѣ восьмидесятыхъ годовъ, главное значеніе придавали еще уничтоженію бактерій, только позднѣе на первый планъ выступила теорія отравленія, имѣющаго мѣсто при инфекціонныхъ болѣзняхъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ возникъ вопросъ объ уничтоженіи бактеріальныхъ ядовъ, о существованіи противоядій, *антитоксиновъ*. Такъ какъ жизнедѣятельность различныхъ бактерій прекращается однимъ и тѣмъ же ядомъ, то и не было надобности разыскивать специфическихъ алексиновъ. Противъ же различныхъ токсиновъ патогенныхъ бактерій оказались необходимы также и специфическіе антитоксины, подобно тому, какъ почти каждый ядъ требуетъ особеннаго противоядія. Антитоксическія или ток-

¹⁾ *Buchner*, Ueber bacterientötende Wirkung des zellenfreien Blutserum, Centralbl. f. Bact., V и VI. Ueber die nähere Natur der bacterientötenden Substanz im Blutserum, ibid. VI. Untersuchungen über die bacterienfeindlichen Wirkungen des Blutes und Blutserums, Archiv f. Hygiene, X, стр. 84—173, 1890. *Fodor*, Neue Untersuchungen über die bacterientötende Wirkung des Blutes und über Immunisation, Centralbl. f. Bact. VII, 1890. Сравни также прим. на стр. 291—296 относительно специфическихъ реакцій серума.

сицидные свойства кровяной сыворотки можно было изслѣдовать только съ помощью экспериментовъ надъ животнымъ, потому что животное, уже взятое само по себѣ, является самымъ вѣрнымъ реагентомъ на бактеріальные токсины, а при незнаніи этихъ токсиновъ въ чистомъ видѣ опытъ надъ животнымъ представляется единственнымъ, что можетъ опредѣлить, уничтожаются-ли токсины антитоксинами сыворотки.

Въ свою очередь и эти *антитоксины* еще не удалось получить въ чистомъ видѣ; они должны быть нѣсколько устойчивѣе токсиновъ. Впрочемъ, указанія различныхъ изслѣдователей относительно одного и того же антитоксина, который былъ изслѣдованъ, однако, только въ растворѣ сыворотки, часто сильно расходятся между собой.

Такъ какъ сыворотка, освобожденная отъ клѣтокъ, сама по себѣ есть безжизненное образованіе, то все указываетъ на то, что именно въ кровяныхъ клѣткахъ, въ лейкоцитахъ нужно видѣть носителей и производителей тѣхъ самыхъ веществъ, которыя должны сообщить сывороткѣ бактерицидные и токсидные свойства; алексины и токсины—это продукты лейкоцитовъ, которые, повидимому, ведутъ борьбу организма противъ бактерій скорѣе при помощи бактерицидныхъ и токсидныхъ продуктовъ, нежели при помощи своихъ фагоцитарныхъ свойствъ. Отсюда вытекаетъ признанный уже всѣми сторонами компромиссъ между теоріей Мечникова, на которую больше упираютъ французскіе изслѣдователи, и ученіемъ объ анти-веществахъ ¹⁾, пользующимся большимъ распространеніемъ въ Германіи.

Другое естественное средство, которымъ располагаетъ человѣкъ и всякій вообще организмъ въ борьбѣ противъ бактеріальныхъ ядовъ, заключается въ способности *привчаться къ ядамъ*, которая представляетъ собой лишь особенный случай способности, присущей всякому живому существу, приспособляться къ продолжительно дѣйствующимъ на него

¹⁾ *Bordet*, Sur le mode d'action des sérums préventifs, *Annales Pasteur*, 1895, X. Les leucocytes et les propriétés actives du sérum chez les vaccinés, *ibid.* IX, 1895. *Roux*, Sur les sérums antitoxiques, *ibid.* 1894. VІІІ. *Hahn*, Ueber die Beziehungen der Leukocyten zur bactericiden Wirkung des Blutes, *Archiv f. Hygiene*, XXV, 1895.

внѣшнимъ вліяніямъ, если только они медленно возрастаютъ и не переходятъ внезапно извѣстной границы. Что эта способность у отдѣльныхъ организмовъ развита особенно сильно и подвержена индивидуальнымъ колебаніямъ, представляетъ собой извѣстный фактъ. Такъ, достаточно только вспомнить акклиматизаціонную способность животныхъ и растений, различныхъ человѣческихъ расъ, а также и многихъ бактерій, которыя, напр., прекрасно вегетируютъ въ нашихъ чистыхъ культурахъ подчасъ при условіяхъ, совершенно отличныхъ отъ тѣхъ, которыя соотвѣтствуютъ ихъ естественному мѣстопробыванію. Примѣры привыканія къ ядамъ достаточно извѣстны: потребители мышьяка постепенно приучаются выносить за разъ 0,4 грамма; между тѣмъ какъ при иныхъ условіяхъ смертельная доза составляетъ 0,1—0,2 грамма; морфинисты привыкаютъ къ учетверенной смертельной дозѣ (0,4 грамма per os). Медленнымъ усиленіемъ первоначально незначительнаго количества яда удается сдѣлать нечувствительными къ рицину (ядъ сѣмянъ клещевины) бѣлыхъ мышей, такъ что, въ концѣ-концовъ, онѣ выносили безъ вреда даже 100-кратную смертельную дозу, онѣ стали *иммунизированными противъ яда, иммунизированными противъ рицина* ¹⁾.

Организмъ можетъ даже привыкнуть къ токсинамъ патогенныхъ бактерій. Стоило бы труда когда-нибудь, не принимая во вниманіе теорію антитоксиновъ, только съ этой точки зрѣнія разсмотрѣть безчисленные опыты послѣднихъ 10 лѣтъ относительно *иммунизации и лѣченія сывороткой*. Для того, чтобы, напр., морскую свинку сдѣлать устойчивой къ дифтерійному яду, сообщить ей *активный иммунитетъ*, поступаютъ слѣдующимъ образомъ ²⁾: сначала опредѣляютъ минимальную смертельную дозу фильтра бульонной культуры, со-

¹⁾ *Kobert*, Lehrbuch der Intoxikationen, 1893, стр. 261, 554; *Ehrlich*, P., Experimentelle Untersuchungen über Immunität, Deutsche mediz. Wochenschrift., 1891, № 32 и 44. (Опыты съ абриномъ, ядомъ изъ сѣмянъ *Abrus precatorius*, и съ рициномъ).

²⁾ *Behring*, Infektion und Desinfektion, 1894, стр. 172 и др. и много другихъ статей; сравни также слѣдующія примѣчанія. *Ehrlich*, *Kossel* и *Wassermann*, Ueber Gewinnung und Verwendung des Diphtherieheilserums, Deutsche mediz. Wochenschrift, 1894, № 16; *Ehrlich* и *Wassermann*, Zeitschrift f. Hygiene, XVIII, 1894.

держашаго ядъ, т.-е. сколько кубическихъ сантиметровъ какъ разъ достаточно, чтобы, послѣ вспрыскиванія подь кожу, умертвить морскую свинку. Пусть это будетъ 0,3 куб. сант. на 1000 грамма вѣса животнаго, слѣдовательно, для морской свинки въ 250 грам. вѣса около 0,08 куб. сант. Этотъ титръ не есть постоянная величина, подобно титру объемно-аналитическаго нормальнаго раствора, но мѣняется въ зависимости отъ условій культивированія, ядовитости бациль. Начинають вспрыскиваніе съ ничтожныхъ дозъ, напр., вспрыскиваютъ для начала 0,001 куб. сант., что вызываетъ скоропреходящее недомоганіе; затѣмъ усиливаютъ дозу и, идя такимъ путемъ, черезъ извѣстное время, въ концѣ-концовъ, переходятъ къ дозамъ, значительно превышающимъ даже смертельную, не принося, однако, вреда животному, слѣлавшемуся теперь нечувствительнымъ къ яду. Подобнымъ образомъ на Гехстскомъ химическомъ заводѣ дѣлають лошадей нечувствительнымъ ^{Беринга} къ яду для получения *лечебной антидифтеритной сыворотки Беринга*.

Вмѣсто неослабленнаго яда въ небольшихъ порціяхъ, можно начинать также съ болѣе крупныхъ дозъ *яда, ослабленнаго* нагрѣваніемъ до 50—78° или прибавленіемъ химическихъ веществъ, напр., корболовой кислоты, треххлористаго іода. Въ концѣ-концовъ, и прививка *ослабленныхъ бактерій* приводитъ къ той же цѣли.

Въ принципѣ, поступая такимъ образомъ, мы не поступаемъ иначе, какъ и при внесеніи слабыхъ растворовъ яда, освобожденныхъ отъ бактерій, потому что съ вегетативнымъ ослабленіемъ бактерій средствами, описанными на стр. 49, естественно всегда связано и пониженіе производства ими ядовъ. *Иммунизація ослабленными культурами бактерій* послужила исходнымъ пунктомъ для употребленія чистыхъ ядовъ. Съ помощью бациллъ тетануса, которыя въ различной степени ослаблялись треххлористымъ іодомъ, Берингу удалось¹⁾ въ теченіе 70—80 дней до того иммунизировать лошадь отъ

¹⁾ *Behring, Die Blutserumtherapie. I. Die praktischen Ziele und die Immunisierungsmethoden zum Zweck der Gewinnung von Heilserum, II. Das Tetanusheilserum und seine Anwendung auf tetanuskranken Menschen. Leipzig, 1892.*

тетануса, что она безъ труда выносила 100 куб. сант. вполне вирулентной культуры, тогда какъ при иныхъ условіяхъ уже 0,5 куб. сант. той же культуры было бы достаточно для умершвленія ея. Иммунизация была достигнута многими порціями по 100 куб. сант. въ различной степени ослабленныхъ культуръ. Болѣе 800 куб. сант. ядовитого фильтрованного дифтеритнаго бульона оказывается необходимо, чтобы въ сильной степени иммунизировать лошадь въ теченіе 80 дней¹⁾. Послѣ этого она пригодна для выпусканія лечебной сыворотки.

Устойчивость къ ядамъ можетъ быть повышена еще дальнѣйшими вспрыскиваніями и, послѣ прекращенія вспрыскиванія, удерживается довольно продолжительное время, напр., у иммунизированной противъ столбняка лошади въ теченіе 2-хъ лѣтъ; у гехстскихъ дифтеритныхъ лошадей, примѣрно, такое же время; при опытахъ съ другими бактеріальными ядами оказались, правда, не столь длинные промежутки, тѣмъ не менѣе все же нѣсколько недѣль и мѣсяцевъ. Колебанія въ этомъ отношеніи, разумѣется, неизбежны.

Если предположить, что экспериментальная иммунизация при помощи токсиновъ есть простое приученіе къ яду, то угасаніе ея можно было бы объяснить просто тѣмъ, что яды мало-по-малу снова удаляются изъ тѣла и, въ концѣ концовъ, совершенно исчезаютъ, и клѣтки организма мало-по-малу вновь отвыкаютъ отъ яда. Продолжительное состояніе ядовитой устойчивости въ теченіе 2-хъ лѣтъ и болѣе не можетъ еще говорить противъ такого возрѣнія, потому что яды иногда чрезвычайно медленно выдѣляются изъ организма; стоитъ только вспомнить о ртути, которая исчезаетъ лишь спустя 6 мѣсяцевъ и болѣе послѣ леченія.

На иммунизацию прививкой токсиновъ слѣдуетъ несомненно смотрѣть, какъ на *искусственное хроническое отравленіе*.

Такая *искусственная невосприимчивость къ яду*, естественно, предохраняетъ не только отъ непосредственнаго воздѣй-

¹⁾ Roux и Martin, Contribution à l'étude de la diphtérie, Annales Pasteur, VIII, 1894.

ствія специфическаго яда, но и противъ яда, выдѣляемаго проникшими бактеріями; привитыя бациллы тетануса, напримѣръ, хотя и не подавляются въ своемъ развитіи, но ядъ ихъ не можетъ болѣе оказывать вреднаго дѣйствія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напримѣръ, при дифтеритѣ, дѣло обстоитъ точно также ¹⁾, между тѣмъ какъ для другихъ болѣзней еще не выяснено, можетъ-ли иммунизация противъ яда обуславливать, кромѣ того, и подавленіе роста у соответствующихъ бактерій, другими словами, усиливаются-ли одновременно и бактерицидныя свойства крови (холера, стр. 95)? *Невосприимчивость яда носитъ строю специфическій характеръ*; съ помощью дифтеритнаго яда можно иммунизировать только противъ него самого, но не противъ тетануса и сибирской язвы или какихъ-либо другихъ. Даже и это можетъ быть легко объяснено привычкой къ яду. Этой привычки, вообще, было бы достаточно, чтобы вполнѣ объяснить всѣ тѣ новыя свойства, которыя пріобрѣтаетъ по отношенію къ самому себѣ иммунизированное животное. Но, помимо этихъ особенностей, иммунизированное животное пріобрѣтаетъ еще и другія, проявляющіяся уже по отношенію къ неиммунизированнымъ и составляющія *основаніе серотерапіи*.

Вспрыскиваніемъ сыворотки] иммунизированныхъ животныхъ можно иммунизировать также и другихъ животныхъ, „пассивно“ иммунизировать и сообщить имъ приблизительныя свойства доставляющихъ сыворотку животныхъ. Для этой цѣли оказывается пригоднымъ даже *молоко иммунизированныхъ животныхъ*, напр., молоко иммунизированныхъ отъ дифтерита козъ; правда, дѣйствіе его достигаетъ лишь $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{30}$ такого же дѣйствія соответствующей кровяной сыворотки ²⁾. Многочисленными опытами надъ животными установлено также, что *иммунизированная мать* можетъ *передать по наслед-*

¹⁾ Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Infektion und Desinfektion, 1894, стр. 188, и во многихъ другихъ мѣстахъ. Съ особеннымъ вниманіемъ указано спец. *антитоксическое* дѣйствіе серума, у котораго отсутствуетъ бактерицидное свойство.

²⁾ Ehrlich и Wassermann, Ueber die Gewinnung der Diphtherieantitoxine aus Blutserum und Milch immunisierter Tiere, Zeitschr. f. Hygiene, XVIII, 1894.

ству невосприимчивость къ яду своему потомству, правда, не въ формѣ продолжительнаго, наследственно фиксированнаго свойства, но только на нѣкоторое время; спустя 2—3 мѣсяца она угасаетъ. При посредствѣ отца иммунитетъ не передается ¹⁾. Всѣ эти функціи иммунизированнаго животнаго можно было бы объяснить, не принимая во вниманіе анти-токсировъ, тѣмъ, что ранѣе введенные токсины лишь медленно оставляютъ организмъ и только спустя мѣсяцы и, можетъ быть, годы выдѣляются окончательно. До тѣхъ же поръ, пока еще находятся незначительныя количества, присутствіе которыхъ не можетъ быть точно „доказано, животное остается иммунизированнымъ, разумѣется, съ постояннымъ паденіемъ степени иммунитета. Но столь же долгое время его сыворотка содержитъ незначительныя количества яда, которыя, при повторномъ вспрыскиваніи свѣжему животному, создаютъ въ немъ мало-по-малу привычку къ яду. Чѣмъ больше дозы, къ которымъ приучено животное, доставляющее сыворотку, тѣмъ больше количество яда содержитъ его сыворотка, тѣмъ выше и его сила иммунизации. Возможно даже, что ядъ могъ бы накопиться въ такомъ количествѣ, что само животное погибло бы отъ него, тогда какъ его серумъ достигъ высшей степени иммунизации. Эта такъ-называемая *сверхъ-восприимчивость*, которую въ отдѣльныхъ случаяхъ наблюдалъ Берингъ ²⁾, совершенно необъяснимая при помощи теоріи антитоксиновъ, является съ нашей точки зрѣнія понятной безъ дальнѣйшихъ разсужденій.

Если бы дѣйствіе цѣлебнаго серума основывалось на переносѣ сильно разжиженныхъ токсиновъ, то его дѣйствіе должно было сильнѣе всего сказаться въ томъ случаѣ, когда онъ внесенъ раньше возбудителя инфекціи въ организмъ, потому что въ этомъ случаѣ приспособленіе къ яду уже успѣло бы начаться прежде, чѣмъ обнаружилась сама болѣзнь.

¹⁾ Ehrlich и Hübener, Ueber die Vererbung der Immunität bei Tetanus, Zeitschrift für Hygiene, XVIII, 1894. Vaillard, Sur l'hérédité de l'immunité acquise, Annales Pasteur, X, 1895.

²⁾ Behring, Infektion und Desinfektion, стр. 160, и Deutsche mediz. Wochenschr. 1893, № 48. Wladimiroff, Ueber die antitoxinerzeugende und immunisierende Wirkung des Tetanusgiftes, Zeitschr. f. Hygiene, XV, 1893.

Долговременная практика показывает, однако, что очень выгодно дѣйствуетъ еще одновременное поступленіе, притомъ безразлично, будутъ-ли введены предохранительная сыворотка и ядъ или бактеріи, предварительно смѣшанные или каждый отдѣльно, лишь бы только одинъ вслѣдъ за другимъ. Не прибѣгая къ помощи ученія объ антитоксинахъ, можно было бы дать и этому случаю правдоподобное объясненіе,—можно было бы принять, что ядъ въ серумѣ приученныхъ къ яду животныхъ легче абсорбируется, чѣмъ свѣжій токсинъ изъ бульонной культуры, и, слѣдовательно, по своему дѣйствию предшествуетъ послѣднему ¹⁾.

Если, дѣйствительно, свободный ядъ бактерій составляетъ дѣйствующее начало сыворотки, то могло бы, пожалуй, показаться, что при вспрыскиваніи серума должны обнаруживаться такіе же точно симптомы, что и при сильномъ отравленіи. Совершенно безъ всякой реакціи со стороны организма вспрыскиваніе серума никогда не проходитъ, часто проявляются, какъ извѣстно, даже сильныя побочныя дѣйствія. Но такъ какъ количество яда въ серумѣ можетъ быть лишь крайне незначительно, и возможное дѣло, что оно такъ и должно быть въ виду крайней ядовитости токсиновъ (стр. 281), то выраженіе замѣтной реакціи не представляется необходимымъ.

Сказаннаго далеко недостаточно для полнаго объясненія; однако, оно показываетъ, насколько успѣшно можно обойтись и *безъ допущенія специфическихъ антитоксиновъ*, принимая лишь одно свойство организма привыкать къ яду,—свойство,

¹⁾ Если бы такой взглядъ былъ справедливъ, то онъ объяснялъ бы также и тотъ общеизвѣстный фактъ, что успѣшно можно бороться примѣненіемъ сыворотки лишь съ дифтеритомъ въ самой ранней стадіи, что подобнымъ же образомъ новый туберкулинъ *Коха* (прим. на стр. 281) обусловливаетъ дѣйствительное исцѣленіе у морскихъ свинокъ только въ томъ случаѣ, если вспрыскиваніе начинаютъ уже спустя одну, двѣ недѣли послѣ прививки туберкулезныхъ бациллъ, дѣйствіе которыхъ сказывается у морскихъ свинокъ обыкновенно черезъ нѣсколько недѣль. Во всѣхъ этихъ случаяхъ токсинъ сыворотки, соотвѣтственно туберкулина, могъ бы способствовать приспособленію къ яду прежде, чѣмъ организмъ будетъ зараженъ свѣжимъ ядомъ, исходящимъ отъ бактериальныхъ очаговъ.

правда, пока еще недоступное ближайшему объясненію. Къ этому свойству, разъ мы допускаемъ существованіе анти-токсиновъ, прибавляется еще другое, совершенно туманное, а именно способность выдѣлять соотвѣтствующій каждому токсину антитоксинъ, — требованіе, которое, въ концѣ-концовъ, слѣдовало бы признать также и относительно всѣхъ другихъ ядовъ. Теоретическая медицина въ данный моментъ сильно склоняется къ тому, чтобы объяснять *иммунитетъ* и *лѣчение сывороткой* съ помощью такихъ антитоксиновъ. Благодаря введенію яда, организмъ долженъ *получать импульсъ къ образованію противоядій*; количество послѣднихъ прогрессивно увеличивается, по мѣрѣ того, какъ растетъ иммунитетъ, и они-то и должны составлять дѣйствующее начало серума; такимъ образомъ, лѣченіе и иммунизация сывороткой сводились бы къ переносу противодѣйствующихъ веществъ. Но, какъ уже упомянуто, послѣднія совершенно еще не исследованы, даже относительно способа дѣйствія ихъ, нейтрализуютъ-ли они до извѣстной степени ядъ путемъ химическаго связыванія, или же только пробуждаютъ въ организмѣ большую силу сопротивленія, или же вообще дѣйствуютъ какимъ-нибудь инымъ образомъ; относительно всѣхъ этихъ вопросовъ и многихъ другихъ, примыкающихъ сюда, мнѣнія раздѣляются ¹⁾.

Теорія антитоксиновъ находитъ также выраженіе и въ обозначеніи, предложенномъ Behring'омъ и Ehrlich'омъ ²⁾ продажной дифтерійной сыворотки.

За *нормальный растворъ яда* принимается питательный бульонъ (старая фильтрованная культура) съ такимъ содержаніемъ дифтеритнаго яда, что 0,3 куб. сант. его достаточно для того, чтобы при подкожномъ впрыскиваніи навѣрное убить

¹⁾ Roux, Sur les sérums antitoxiques (Annales Pasteur 1894), считаетъ вѣроятнымъ, что антитоксины, вообще, дѣйствуютъ на кѣтки организма и дѣлаютъ ихъ невоспримчивыми по отношенію къ токсинамъ. Behring (Infektion und Desinfektion) склоненъ допускать, что яды уничтожаются антитоксинами.

²⁾ Behring въ цитированныхъ работахъ, затѣмъ въ: Die Geschichte der Diphtherie, Leipzig, и Gesammelte Abhandlungen zur ätiologischen Therapie, Leipzig 1893; Ehrlich, Die staatliche Kontrolle des Diphtherieheilserum, Berl. klin. Wochenschr. 1896.

1 кил. морскихъ свинокъ; слѣдовательно, для одной морской свинки, вѣсомъ въ 200—300 гр., было бы достаточно 0,1 куб. сант. За нормальную единицу антитоксина (А. Е.) принять такой растворъ антитоксина, 0,1 куб. сант. котораго достаточно для обезвреживанія 1 куб. сант. нормального ядовитаго раствора, слѣдовательно, для предохраненія одной морской свинки отъ десятерной смертельной дозы; послѣднее возможно было установить только экспериментальнымъ путемъ надъ животными, одновременно вспрыскивая смѣсь токсина и антитоксина. Такимъ образомъ, для предохраненія одной морской свинки отъ смертельной дозы въ 0,1 кубич. сант. нормального раствора яда потребовалось бы 0,01 куб. сант. нормального раствора антитоксина. Наконецъ, нормальная сыворотка въ 1 куб. сант. содержитъ одну единицу антитоксина, слѣдовательно, 1 куб. сант. достаточно было бы для иммунизации 10 морскихъ свинокъ противъ десятерной смертельной дозы. Стклянка съ 2 куб. сант. сыворотки, при обозначеніи 300 А. Е., содержала бы, такимъ образомъ, на 1 куб. сант. 150 нормальныхъ единицъ антитоксина, которыхъ хватило бы для иммунизации 1500 морскихъ свинокъ или $\frac{1}{1500} = 0,0007$ куб. сант. для одного животнаго. Единица антитоксина (А. Е.) обозначается также въ видѣ иммунизационной единицы (I. Е.).

Здѣсь я не могу касаться терапевтической и клинической стороны *леченія сывороткой*; слѣдуетъ лишь замѣтить, что окончательное сужденіе о достоинствѣ метода, чтобы оно не оказалось поспѣшнымъ, возможно будетъ только спустя цѣлый рядъ лѣтъ ¹⁾.

Большое затрудненіе въ смыслѣ теоретическаго объясненія иммунитета составляетъ дѣленіе ядовитыхъ свойствъ на бактерицидныя и антитоксическія, существованіе которыхъ допускается à priori. Въ то время, какъ по отношенію къ

¹⁾ Появилась уже масса работъ о значеніи серотерапій; можно назвать лишь: *Behring*, Die Statistik der Heilserumfrage, Marburg, 1895; *Heubner*, Klinische Studien über die Behandlung der Diphtherie mit dem *Behring'schen* Heilserum, Leipzig, 1895; *Escherich*, Diphtherie, Croup und Serumtherapie, 1895; *Gotstein* и *Schleich*, Immunität, Infektionstheorie und Diphtherieserum Berlin 1884; *Ganghofner*, Die Serumbehandlung der Diphtherie, Jena, 1897.

дифтериту и столбняку принимаютъ, что противодѣйствующія вещества дѣйствуютъ антитоксически, т.е. парализуютъ вредныя свойства бактерійныхъ ядовъ, при холерной иммунизации они играютъ рѣшающую роль своими бактерицидными свойствами, антибактеріальными, приче́мъ они оказываютъ специфическое дѣйствіе лишь на холерныхъ вибрионовъ. *Серумная реакція холеры Пфейфера*, относительно важности которой въ данный моментъ ведутся оживленные дебаты, можетъ служить образцомъ для этого направленія изслѣдованія, распространеннаго также на другихъ возбудителей болѣзней (тифа, Coli, стрептококки) ¹⁾.

Иммунизация морскихъ свинокъ ^{начинается съ мертвыхъ вибрионовъ} холерныхъ культуръ, за которыми въ соотвѣтствующіе промежутки времени слѣдуютъ постоянно возрастающія дозы живыхъ вирулентныхъ вибрионовъ, которые вспрыскиваются въ брюшную полость. Наконецъ, достигается иммунитетъ, получается сыворотка, которая примѣняется для специфической реакціи. Смѣшиваютъ, допустимъ, 30 миллгр. такой сыворотки съ нѣкоторымъ количествомъ холерныхъ вибрионовъ, смертельныхъ при другихъ условіяхъ, и вспрыскиваютъ въ полость живота, приче́мъ холерные вибрионы дѣлаются здѣсь неподвижными, скопляются въ видѣ комковъ и сгустковъ, подвергаются также зернистому распаду, короче говоря, погибаютъ отъ дѣйствія серума. Даже и внѣ животнаго организма, въ висячей каплѣ, можно уже наблюдать эти явленія: склеиваніе въ клубки (Agglutinatio), остановку движенія и „зернистый распадъ“. Другіе вибрионы, противъ которыхъ не направлялась иммунизация, и вообще другія бактеріи не даютъ реакціи; по мнѣнію Пфейфера существуетъ специфическое бактерицидное дѣйствіе вещества, противодѣйствующаго холерѣ,—дѣйствіе, которое можно примѣнять для дифференціального діагноза столь сходныхъ формъ вибрионовъ. Эта реакція уже многократно возбуждала сомнѣніе,

¹⁾ Pfeiffer, Die Differentialdiagnose der Vibrionen der Cholera asiatica mit Hilfe der Immunisierung, Zeitschr. f. Hygiene, XIX, 1895; Pfeiffer, Centralbl. f. Bact., XIX, 1896, стр. 191, 385, 593, ibid. XX, 1896, стр. 129; Bordet, Sur le mode d'action des sérums préventifs, Annales Pasteur, 1896, Dunbar, Zur Differentialdiagnose der Choleravibrionen, Zeitschr. f. Hygiene, XXI т.

такъ что надежность ея далеко не пользуется общимъ признаніемъ. Получить мнимыя противодѣйствующія вещества въ чистомъ видѣ столь же мало удается, какъ и другіе антитоксины. Такъ какъ „сыворотка, въ теченіе мѣсяцевъ подвергавшаяся сильному гніенію, сохраняла свою специфическую активную силу почти безъ ослабленія“, то противодѣйствующее вещество должно было бы обладать устойчивостью минеральныхъ веществъ и весьма существенно различаться отъ антитоксиновъ, вообще органическихъ продуктовъ животнаго тѣла. Такъ какъ даже нормальная сыворотка изъ крови голубей даетъ специфически зернистый распадъ настоящихъ холерныхъ вибрионовъ, такъ какъ, далѣе, вибрионы въ всячей каплѣ, въ концѣ-концовъ, все-таки оправляются отъ парализующаго дѣйствія сыворотки и даже отъ зернистаго распада, то, конечно, въ данномъ случаѣ будетъ умѣстна нѣкоторая осторожность въ принятія толкованія Пф е ф ф е р а. Въ цѣломъ все явленіе имѣетъ крайне подозрительное сходство съ плазмолизомъ (стр. 15), который, можетъ быть, вызывается солями сыворотки и бульона.

Описанныя экспериментальныя данныя охватываютъ, хотя и не весь, но все же наиболѣе важный матеріалъ, на которомъ могла создаться *теорія иммунитета*. Иммуниетомъ издавна называлась невоспріимчивость къ болѣзни, способность сопротивленія внесеннымъ возбудителямъ болѣзни. Согласно новѣйшимъ опытамъ, можно различать иммунитетъ противъ бактерій (*virus*) и иммунитетъ противъ ихъ токсиновъ, *virus-immun* и *toxinimmun*. Также можно различать *естественный* (прирожденный) иммунитетъ и *приобрѣтенный*. Естественнымъ иммунитетомъ обладаютъ, напр., холоднокровныя животныя по отношенію къ болѣзнямъ теплокровныхъ, наши домашнія животныя по отношенію къ холерѣ, собака—къ небольшимъ количествамъ сибиреязвенныхъ бациллъ. Конечно, встрѣчается достаточное число индивидуальныхъ колебаній даже у людей; оказывается, существуетъ индивидуальный иммуни-

161. Pfeiffer und Proskauer, Beiträge zur Kenntniss der spezifisch wirkenden Körper im Blutserum von choleraimmunem Tieren, Centralbl. f. Bact., XIX, 1896, стр. 197.

тетъ необъяснимаго характера, что отчасти подходитъ подъ понятіе о предрасположеніи. Даже съ возрастомъ измѣняется иммунитетъ, что доказываютъ дѣтскія болѣзни. Нельзя эти послѣднія болѣзни понимать, какъ иммунизационныя, которыя должны готовить и укрѣплять юныхъ обитателей земли къ существованію въ сферѣ бактерій,—этотъ вопросъ остается открытымъ.

Приобрѣсти иммунитетъ возможно лишь патологическимъ путемъ, безразлично, будетъ ли это въ результатъ перенесенія натуральной болѣзни, или же искусственнаго вызванія ея въ болѣе слабой формѣ, что достигается при всякой прививкѣ. Такъ, и самая старая предохранительная прививка, прививка коровьей оспы (открыта въ 1796 г.) Дженера исходитъ изъ того практическаго наблюденія, что коровья оспа (вакцина) въ формѣ слабыхъ болѣзненныхъ явленій способна предохранить человѣка отъ опасной оспы или вариолида (*variola*). Даже и теперь, несмотря на всѣ усилія, еще не знаютъ возбудителей коровьей оспы, равно какъ и дѣйствующаго нѣчто въ лимфѣ, употребляемой для прививки.

Неизвѣстенъ также еще возбудитель *бѣшенства*, противъ котораго Пастёръ¹⁾ ввелъ предохранительную прививку съ помощью ослабленнаго яда, т.-е. обработанныхъ предварительно кусочковъ органовъ животныхъ, страдающихъ бѣшенствомъ. Для обѣихъ этихъ прививокъ, составившихъ исходный пунктъ для всего изслѣдованія современныхъ прививокъ, пока еще невозможно дать какихъ-либо существенныхъ объясненій.

Пастёръ опять-таки былъ первый, кто примѣнилъ пре-

1) *Pasteur*, Comptes rendus 1885, 26 окт., и много другихъ работъ, относительно этой въ высшей степени замѣчательной прививки, которая до извѣстной степени является также серотерапіей, потому что въ примѣняемыхъ органахъ (спинной и головной мозгъ) животныхъ, страдающихъ бѣшенствомъ, заключался все-таки, съ одной стороны, ядъ, съ другой—желанный антитоксинъ. Переносъ его на укушеннаго совершался лишь инымъ способомъ, помимо сыворотки. Гениальный изобрѣтатель совсѣмъ не нуждался въ чистыхъ культурахъ вообще совершенно неизвѣстнаго возбудителя собачьяго бѣшенства. Это даетъ надежду и при другихъ болѣзняхъ поступать по способу Пастёра.

дохранительную прививку ослабленныхъ бациллъ сибирской язвы (ослаблены карболовой кислотой или повышенной температурой, стр. 49); эта прививка во Франціи оказалась очень благодѣтельной. Если прежде смертность отъ сибирской язвы достигала у рогатаго скота 5%, у овецъ—10%, то съ введеніемъ предохранительной прививки она упала до 0,3% и 1%¹⁾. *Котолкая прививка туберкулина*, дѣйствіе которой оказалось, хотя не столь надежнымъ, какъ первоначально протрубила болтливая нескромность однихъ и грязное корыстолюбіе другихъ, тѣмъ не менѣе навсегда сохранить свое основное значеніе, потому что здѣсь впервые нацѣли рациональное примѣненіе продукты вещественнаго обмѣна однѣхъ бактерій, но не ослабленныя бактеріи, какъ это было въ прививкѣ сибирской язвы Пастёра, и не неизвѣстное нѣчто, какъ въ прививкѣ оспы. Только на почвѣ Коховской прививки туберкулина и безчисленныхъ опытовъ, которые она принесла съ собой, могло создаться новое лѣченіе сывороткой Беринга, которое, какъ уже указывалось, иммунизируетъ животныхъ, доставляющихъ сыворотку, лишь вслѣдствіе введенія яда.

Въ настоящее время еще совершенно невозможно дать какой-либо теоріи иммунитета, которая не слишкомъ бы далеко терялась въ фантастической области гипотезъ, но имѣла бы дѣйствительно смыслъ. Алексины и антитоксины, къ которымъ стремленіе послѣднихъ лѣтъ создавать новыя имена „во время“ добавило²⁾ еще и другіе, какъ глабрифицинъ, лизинъ и антилизинъ, въ дѣйствительности остаются совершенно еще неизвѣстными; совмѣстное дѣйствіе и взаимодѣйствіе антибактеріальныхъ и антитоксическихъ свойствъ соковъ организма и ихъ отношенія къ теченію бо-

1) *Chamberland*, Résultats pratiques des vaccination contre le charbon et le rouget en France, *Annales Pasteur*, VIII, 1894; также прим. на стр. 49.

2) *Gruber*, Münchener mediz. Wochenschr., 1896, называетъ глабрифицинами совершенно неизвѣстныя вещества въ сывороткѣ иммунизированныхъ животныхъ, которыя должны вызывать разбуханіе бактеріальныхъ влагалищъ и обусловливать уплотненіе бактерій. Лизины и антилизины ввелъ въ употребленіе *Krusse*, *Flügge*, *Mikroorgan.*, 3 изд., 1 т., стр. 409, 414. Обо всѣхъ этихъ веществахъ до сихъ поръ никто ничего иного не знаетъ, кромѣ ихъ названій.

лѣзни и къ иммунитету въ точности еще не выяснены. Даже вліяніе нормальной сыворотки неиммунизированныхъ индивидуумовъ на бактерій еще не настолько всесторонне и удовлетворительно изучено, чтобы всегда можно было установить рѣзкія отличія его отъ иммунизированнаго серума. Но самое большое затрудненіе представляетъ, несомнѣнно, продолжительное сохраненіе иммунитета послѣ перенесенной болѣзни.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

Achorion Schoenleinii 74. Агарь-агарь 101. Агглютинация 295. А. Е. 294. Азотистое питание бактерий 96—98. Азотъ, аммиачный, круговоротъ 180 — 183;—атмосферный, ассимиляция водорослями и грибами 170; — — клубеньковыми бактериями 160, 161; — — почвенными бактериями 168, 169;—источники въ природѣ 154; — мочи, круговоротъ 181; — накапливающихъ растений 155; — органически связанный, круговоротъ 174—181;—пожирающихъ растений 155;—свободный, при гниении 175; — содержаніе въ сѣменахъ 155. Актиномикозъ 73. Алексины 285. Алкоголи, одноатомные, броженіе 196, 198; — многоатомные 200. Алкогольное броженіе 221—230. *Allosocaceae* 58. Амѣбы, патогенныя 70. Амидныя бактерии 98. Аммиачныя бактерии 98. Аммиачный азотъ 155; — нитрификация 181, 183. *Amylobacter butyricus* 213. Анализы алкогольнаго броженія 232. Анализы химическіе, бактерий 91. Анаэробныя бактерии 106; — облигаты—107;—факультативно—107; — нахождение 107;—теорія 233. Антилизины 298. Антисептика 153. Антитоксины 286;—дѣйствіе 293. Аракъ, дрожжи 107. Артроспоры 40. Асептика 153. *Aspergillus*, дрожжи 194;—патогенный 75. Аспорогенныя бактерии 50; — дрожжи 226. Аэробныя бактерии 106, 107.

Bacillaceae 59. *Bacilleae*, подсемейство 59. *Bacillus* 57, 59. *Bacillus aceti* 198; — *acidificans* 204; — *acidi lactici* 204; — *brunneus* 21; — *fluorescens liquetaciens* 129, 178; — *luminosus* 112; — *phosphorescens* 129; — *prodigiosus* 21, 22; — *pyocyaneus* 21, 55, 96; — *radicicola* 162; — *subtilis* 27, 36, 45, 96, 129; — *thermophilus* 129, 131; — *virens* 21; — *vulgaris* 178, 180, 182. *Bacterium*, см. *Bacillus* 57; — *photometricum* 126;—*ranicidum* 246; — *termo* 177; — *Zophii* 178. *Bactridium* 59; — *coli* 271; — *Proteus* 179; — *tuphi* 272. *Bactrillum* 59. *Bactrinium* 59. Бактеріи броженія, виды и расы 194; — патогенныя свойства 196, 265, 279;—сапрогенныя 214, 265. Бактеріозы растеній 245. Бактеріопурпуринъ 120. Бактерицидныя свойства сыворотки 285. Бактероидная ткань 157. Бактероиды, значеніе 157 — 158. Бацилла-запаятая 4, 273. *Beggiatoa* 61, 117. Биологическія группы 84. *Blastomycetes* 221. Блуждающія клѣтки 283. Бобовыя растенія 155. Болотная руда 122. Болотный газъ, при броженіи 215. Болѣзни пищевыхъ продуктовъ 211 — 216;—растеній 243—246; — человѣка 68—76, 246—298; Броженіе, анализы 220, 214, 232; — понятіе 190; — распространеніе 189, 239; — съ расщепленіемъ 201;—теорія 234, 240; — искусное 196—200;—условія 190;—хлѣбное 219; — букетныя вещества 232, 233. Бутиловый спиртъ, — образованіе. 214. Бѣлковыя вещества бактерий 92. Бѣшенство 297; — прививка 297.

Вакуоли, 7. 11. Вдыханіе, инфекция 269. Веберовскій законъ 141. Вегетативное тѣло 3; вегетативный покой 135, 136. Вѣличина бактерий 7. Вибрионъ, азотистое питание 98; — артроспоры 41; — вегетативный покой 136; — жгуты 27; — открытие въ водѣ 81, 274; — плазмодизъ 15; — ростъ цѣпочками 44; — реакція Пфелфера 295; — скорость дѣленія 31; — споры 38, 276; — строеніе 12; — форма запятой 4; — форма роста 44; — холеры 274. *Vibrio* 2, 60; — *albensis* 112; — *berolinensis* 277; — *buccalis* 248; *cholerae* 274; — *danubicus* 277;—*rugula* 215. *Vibrion butyrique* 194, 213. *Vibrionia* 2. Видъ, понятіе 42, 54; — физиологическіе признаки 54; — у дрожжей 227. Випныя дрожжи, расы 27. Вино облагораживаніе чистыми культурами дрожжей

227. Виноградный сахаръ, оптич. расщепленіе 201. Винокуреніе, молочно-кислое броженіе 210. Вирулентность 281; — ослабленіе 49. *Virus inanimatum* 279. Влагалище, образованіе 17. Вода, дистиллированная 80; дождевая 80; — лодцевъ и рѣкъ 81; — питьевая 80; — содержаніе бактерій 80. Водоросли, сине-зеленыя 65. Водяныя бактеріи 81. Возвратный тифъ 277. Воздухъ, выдыхаемый 79; — содержаніе бактерій 79. Возстановленія, процессы 235; — нитратовъ 186; — сульфатовъ 187. Воспаленіе легкиѣхъ 277. Высушиваніе бактерій 135. Вътвленіе, ложное и настоящее 5.

Газы, дѣйствіе на бактерій 152. Галоиды, дезинфекція 147, 148. Гальванотропизмъ 127. Гаглобактеріи 4, 35, 58. Гидролитическое дѣйствіе энзимовъ 192, 237. Глабрифицины 298. Глицеринъ, броженіе 200. Глюкозиды, броженіе 189. Гниеніе алкалоиды 174; — анаэробное 176; — аэробное 176; — бактеріи 177—181; — и круговоротъ азота 171—175; — опредѣленіе 173; — конечные продукты 175, 240; — продукты 174; — промежуточные продукты 175, 240; — распространеніе 172, 173; — условія 172; — фруктовъ 173. Гнойныя кокки 260. Голокарпическій 64. *Gomiose bacillaire* 245. Гонидии 20, 40, 43. *Gonococcus* 54, 254, 262. Гранулезная реакція 23. *Granulobacter* 54; — *butylicus* 213; — *lactobutyricus* 213; — *Saccharobutyricus* 213. Грибы, родство съ бактеріями 62—65.

Давленіе, дѣйствіе на бактерій 127; — осмотическое 8. Движеніе 6, 25, 26; — зависимость, отъ кислорода 108; — органы 25. Дегенерация 46—50. Дезинфекція, естественная 136, 153; — химическая 143—152; — физическая (свѣтъ, электричество, давленіе, температура, высушиваніе) 124—136. Декстранное броженіе 219. Денитрификація 186. Десульфурикація 187. Диастазъ 231. Диплококкъ 263. Диссоциация растворовъ и ядовитость 149—152. Дифтерійный токсинъ 280; — бактеріи 47, 266. Дифференціальный діагнозъ 98, 104. *Drepanidium galeae* 72. Дробящіяся водоросли 66; — грибы 63; — растенія 65. Дрожжевая клѣтка, строеніе 222. Дрожжи 193, 222, 230; — пивныя 224, 218; — расы 194. Дульцитъ, броженіе 200. Дыханіе бактерій 106; — интрамолекулярное 234, 335; — прототрофное 115; — сѣро-бактерій 119. Дѣленіе бактериальной клѣтки 30—45; — дрожжевой клѣтки 222.

Жаръ, сухой для стерилизациі 133. Жгуты 26; — отрываніе 28; — оцепивніе 28; — развитіе 28, 33; — скручиваніе 28. Желатина 101; — разжиженіе 103. Желѣзо-бактеріи 20, 121. Желудокъ, содержаніе бактерій 250. Желудочный сокъ, дезинфицирующія свойства 152. Жирныя кислоты, броженіе 201; — гниенія 174; — продукты броженія 197, 234. Жиры, въ бактеріяхъ 25; — броженіе 189.

Задерживающія дозы химическ. веществъ 145. Зеленое удобреніе 155, 181. Зеленая бактеріи 22. Зимаза 236. Змѣвидное движеніе 29. Зооглеа 6. Зубы и бактеріи 247—250.

Измѣняемость 43. Изолированіе бактерій, методика 81, 101, 253. Имунизация, ослабленными бактеріями 288; — ядами 287, 288. Иммунитетъ 296; активный 287; — искусственный 296; — индивидуальный 296; — пассивный 290; — патологическій 297; — приобретенный 296; — токсическій 289; — экспериментальный къ дифтеріи 290; — *Tetanus* 289. Инвертинъ 193, 231. Инволюція 46, 47. Индиго, броженіе 217. Индоль, образованіе 174, 178, 274. Инкубационный періодъ 278. Инфекціонный мѣшокъ 166. Инфекціонныя болѣзни 252. Инфекція, источники 225, 256. Испражненія, бактеріи 271.

I. I. E. 294. *Iodococcus* 54, 248. Иодъ, окрашиваніе бактерій 23. — треххлористый, для ослабленія 49, 288.

Наематоева 71. *Naemosporidia* 71, 72. *Halibacterium* 54. *Naerobacteriinae*, порядокъ 58. *Naeromycetes* 72. *Herpes tonsurans* 74. *Nomococcaceae* 58. *Hülle* 17.

Капсулы 18. Карболовая к. 145, 147, 148. Карбоновые кислоты, броженіе 201. Каріозъ, зубовъ 249. Кефиръ 209. Кислородъ и алкогольное броженіе 233; — и бактеріи 106, 107; — и гниеніе 176; — открытіе бактерій 110. Кислоты, дезинфекція 145 — 148. Кишечникъ грудныхъ дѣтей 251. Кишечныя

бактери 271, 96, 93, 250, 251. *Cladothrix dichotoma* 4, 40, 64. Clostridiaceae, подсемейство 60. *Clostridium* 36, 60; — *butyricum* 197; — *Pasteurianum* 168. Клубеньковые бактерии 161, 165, 168. Клетка бактерий 7; — содержимое 7—10, 23; — деление 30. Клеточное ядро 12. Coccaceae 58. *Coccobacteria septica* Billroth. 51. *Coccus* 3. Колебательное движение 29. Колонии, образование 6. *Contagium* 252, — *vivum* 253. Кормовые вещества, приготовление 212. Корневые клубеньки бобовых 156, 157; — строение 157; — ассимиляция азота 160; — значение 159; — развитие 156; — симбиоз 163. Корь 277. *Corynebacterium* 48. Красящие вещества бактерий 21—23, 108, 121, 124. *Crenothrix* 61. Круговорот азота 154—158; — серной кислоты 120; — угольной кислоты 104 — 130. Культуры, признаки 102—105; — уколомъ на желатинъ и агаръ 104; — штрихомъ на тѣхъ же субстратахъ 104.

Launprocystis 117. *Lathraea* 246. *Laverania* 71. Ледь, содержание бактерий 81. Лейкоциты 283; — хемотаксисъ 142, 284. *Lepra* 271. *Leptomitus* 72. *Lep-tothrix* (коллективное название) 5, 248; — *buccalis* 247; — *innominata* 248; — *ochracea* 122. *Leucopostoc* 19, 218. Лизины 298. Липохромы 23. Лишай, паразитизмъ 164. Лофотрихальное расположение жгутовъ 26. Лучистый грибокъ 73. Люциферинъ 113.

Малярия паразиты 71. Маннитъ, брожение 200; — образование 215. Масло и бактерии 207. Масляная кислота, бактерии 213. Маслянокислое брожение 212. Металлическія соли для дезинфекціи 146, 147. Метановое брожение 215. Метатрофныя бактерии 84. Методъ Эффронта 211. Миазмы 252. *Micrococcus* 58; — *agilis* 25; — *Gonorrhoeae* 254; — *tetragenus* 34; — *prodigiosus* 21; — *ureae* 179. Мипелій, грибовъ 63. Микробы 63. Микроорганизмы 93. Минимальныя дозы 146. Молекулярное движение 25. Молоко бѣззны 206; — иммунизированныхъ животныхъ 290; — содержание бактерий 205; — стерилизация 205. Молочная кислота бактерий 204, 205, 206. Молочнокислое брожение 201, 212, 210. Молочныя испражнения, бактерии 252. *Monilia candida* 69. Монотрихальное жгутованіе 26. Монотрофныя бактерии 51. Море, содержание б. 114; — свѣчение 113. Моча, азотистыя соединения 172; — гнилостное брожение 180; — энзимъ 238. Мочевыя бактерии 181. Мочка льна 217. *Mucor*, патогенный 75. Мукоровыя дрожжи 228, 231. Мышиный тифъ 273. *Mycobacterium* 48. *Mucoderma aceti* 197. *Mucorprotein* 92.

Навозъ, разложение 172. Наслѣдственность иммунитета 290; — туберкулеза 269. Насѣкомоядныя растенія 245. Нити, форма роста 5. Нитрагинъ 163. Нитратныя бактерии 184, 185. Нитритныя б. 185. Нитриты, образование 185. Нитробактерии 97. Нитрификация 181, 182, 183. Нитрифицирующія бактерии 185. Нитчатыя бактерии 5, 55. *Nitrobacter* 54, 185. *Nitrosococcus* 54, 185. *Nitrosomonas* 54, 185. Нормальная сыворотка 294. Нормальный растворъ яда дифтерии 293. Нуклеины, въ бактеріяхъ 92.

Оболочка, бактер. клетки 16, 17. Образъ жизни бактерий 85. *Oedem. malignes* 266. Озонъ, дезинфекція 152. Окислительныя брожения 196. Окрашивание бактерий 11, 15, 271; — патогенныхъ б. 254; — споръ 38. *Oospora* 72. Оптическая расщепленія 201. Ослабленіе вирулентности 49. Осмотическое давление 8; — въ бактеріяхъ 14. Оспа, организмы 71. Остатки урожая 181. Отравленіе бактеріями 175, 279, 285—296.

Палочковидная форма 3. Паразиты 82, — крови 71; — факультативныя 85. Парахроматофорныя бактерии 22. Пастеризация 132. Патогенныя б., въ молокѣ 206; — изолирование 81, 253; — нахождение въ природѣ 86, 98; — обнаруживаніе въ тканяхъ 254, 256; — распространеніе въ тѣлѣ 258; — способъ дѣйствія 278—280; — яды 280. *Pediococcus* 34, 59; — *tetragenus* 34. Пектиновые вещества, брожение 217. Пептонныя бактерии 97. Первичное зарождение 87. Перевоспитаніе бактерий 53. Перитрихальное жгутованіе 26. Пигментныя бактерии 21 — 23, 207. Питательныя вещества для бактерий 94; — азотистыя 97, 98; — минеральныя 94; — углеродистыя 99, 100; — питат. вещ. для дрожжей 229. Питательные растворы 95, 96, 98; — субстраты, твердые 101. Пилогенныя бкт. 260. Пиамя 261, 258. *Planococcus* 58. *Planosarcina* 59. Плаз-

моливъ бактерій 15; — растительныхъ клетокъ 8. Plasmodium malariae 71. Пластинчатая культура 103. Plectridiae, подсемейство 60. Plectridium 36, 60, 213, 217; — paludosum 36, 197; — tetani 266. Пленка, плѣсневая 6. Плегонія 43, 51. Плеоморфія 43. Плѣсневые, грибы 75, 76; — дрожжи 193. Pneumococcus 263. Побочные продукты при броженіи и гниеніи 240. Покоющееся состояніе 35, 135. Полисахариды, броженіе 230. Polkorn 16. Политрофныя б. 51. Полупаразиты бобов. растений 167. Пометь 171. Politoma uvella 67. Поступательное движеніе 25, 26. Почва, бактеріи 82; — полевая 82, 168, 169, 191, 183. Почкованіе 222, 233. Почкующіяся грибы 228; — дрожжи 193; — мицелій 228; — патогенные грибы 68. Предохранительная прививка 293; — оспы 297. Предрасположеніе 257, 269. Препараты, микроскопическіе 4, 12, 16, 254; — на покровномъ стеклѣ 3, 11, 14. Признаки, морфологическіе 54. — физиологическіе 53. Продукты обмена бактерій для прививки 280. Проницаемость клеточной оболочки 17; — оболочки споры 38; — протоплазмы 17. Проростаніе, способность бактерій 39, — ; — споръ 40. Proteus, родъ 54, 178, 179; — vulgaris 178. Протисты 62. Протоплазма бактерій 10—15, 92. Прототрофныя бактеріи 84. Pseudomonas 57. Птоманы 174, 280. Пурпурныя бактеріи 116, 120. Пфефферовская реакція сыворотки 295.

Размноженіе 30. Ракъ 69. Раны, дезинфекція 153. Расположеніе 257, 269. Распространеніе бактерій въ природѣ 77. Рассы, возбудителей броженій 194; — клубеньковыхъ бактеріи 162; — лабораторныя 53 патогенныхъ бактерій 259; — спиртовыхъ дрожжей 194; — Реакція, химическая субстрата 99. Рентгеновскіе лучи 127. Rhizobium Leguminosarum 162. Rhizopus Oryzae 194. Родство, систематическое бактерій 62—68. Родъ биологической 54; — систематика 59—61. Рожь 261. Ростъ на различныхъ субстратахъ 102; — формы 5, 33. Ротъ, бактеріи 247; — по *Левенгуку* 1. Ртутныя соли, диссоціація и ядовитость 150—152.

Saccharomyces albicans 69; — cerevisiae 224, 228; ellipsoideus 224, 228, — glutinis 224; — Ludwigii 223; — Pasteurianus 223, 224. Saccharomycetes 221, 229; — патогенные 68. Самовоспламененіе гниющихъ массъ 111. Самоочищеніе рѣкъ 125. Сапрогенныя б. 54, 177. Сапрофильныя б. 85, 177. Сапрофиты 82; — облигатные 85. Саль 207, 277. Sarcina 34, 58; — aurantiaca 34; — lutea 34, 134; — ventriculi 250. Sarcodina, патогенныя 70. Сахарные заводы, Leuconostoc 219. Сахары, способность бродить 230. Сверх-восприимчивость иммуниз. животныхъ. 291. Свѣтъ, бактеріальный 111; — влияніе на бактерій 124—126. Свѣтящіяся бактеріи 111; — требованія къ температурѣ 129. Schizomycetes 65. Schizophyceae 65. Schizophytae 65. Sclerothrix Kochii 270. Селекціонный методъ 81. Селитра, восстановленіе 186; — образованіе 183; — чилийская 183. Селитряницы 183. Септицемія 261. Серотерапія, основанія 290. Серумъ крови, ч бактерицидныя свойства 285; — реакція на вибрионовъ холеры 295; — токсическ. веществъ 286. Сибирская язва 263; — бактеріи 254, 263; — азотистое питаніе 96; — — аспорогенныя 49; — въ молокѣ 206; — высушиваніе 135, 136; — давленіе 128; — движеніе 25; — капсулы 19; — метатрофія 85; — ослабленіе 49; — предохранительная прививка 297; — подавленіе химич. веществами 145; — проростаніе споръ 36, 39; — родъ 56, 59; — ростъ 5; — содержимое 12; — спорообразованіе 37; — температура, кардинальные пункты 129; — уничтоженіе нагрѣваніемъ 133; — — химическими веществами. Сила тяжести 128. Симбіозъ 163; — лишеевъ 164; — у клубеньковыхъ бактерій 167. Система организмовъ, положеніе бактерій 62; — обзоръ 58. Систематика бакт. 58. Слизевое броженіе 215. Смертельное дѣйствіе, давленія 127; — недостатка воды 135; — свѣта 125; — температуры 129; — химическихъ веществъ 144—158; электричества 126. Sphaerotilus 61. Spirillaceae 60. Spirillum 2, 60; — desulfuricans 187; — rubrum 21; — sputigenum 248; — undula 4, 15, 27, 177. Spirochaete 3, 60; — dentium 248; — Obermaiere 3, 60. Sporozoa 72. Споры, бактерій 35—46; — дрожжей 224; — оболочки, проницаемость 40, 135, 148; — патогенныхъ бактерій 38; — причины спорообразованія 41; — рудиментарныя 50. Sputum 146. Staphylococcus, величина 7; — форма роста

- 44; — *anreus* 260; — *pyogenes albus* 260. Стенотермическія б. 130. Стереоизомерныя соединенія 202. Стерилизація 132—134, 143; — дробная 132; — паромъ 133, 134. *Streptococcus* 54; — *pyogenes* 261. *Streptothrix* 72; — *Actinomyces* 73. *Streptothricheae* 72. Студень оболочекъ б. 17; — химическая природа 93, 216, 218. Сублимать, ядовитость 145, 146. Сыръ 208—210. Сычужный ферментъ 206. Сѣменной покой 135. Сѣнная бактерія 27, 31, 36, 45. Сѣра въ бактеріяхъ 24. Сѣро-бактеріи 115—121 Сѣровородъ, образование бактеріями 174, 187. Табакъ, броженіе 218. Температура, тѣла бактерій 128; — кардинальныя точки 28; — смертельная 132, 84. Теплота, выдѣляем. бактеріями 111. Теорія алексиновъ 285; — антитоксиновъ 285; — броженія 234—240; — иммунитета 296; — инфекционныхъ болѣзней 279; — отнятія кислорода 235; — фагоцитоза 284. Термогенныя бактеріи 54, 14. Термофильныя бактеріи 130. *Tetanus*, бактеріи 265; — токсинъ 266, 280, 281. Техническія броженія 216. *Thiopedia* 117. *Thiothrix* 116, 64. *Thiobacteria* 115. *Thiopedia* 117. Тифъ 272; азотистое питаніе — 96; — бактеріи 272; — вегетативный покой 136; — дифференціальный діагнозъ 104, 272; — дѣйствіе свѣта 125; — жгуты 27; — плазмоллизъ 15; — строеніе 12. Тлѣніе 176. Токсальбумины 281. Токсины 175, 279. Токсидныя свойства 286. *Trichobacteriaceae*, сем. 61. *Trichobacterinae*, порядокъ 60. *Trichomonas vaginalis* 69; — *intestinalis* 70. *Trichophyton tonsurans* 74. Трофотропизмъ 137. Туберкулезъ 268; — бактеріи 26; — инволюція 47; — источники зараженія 269; — паразитизмъ 86, 268; — предѣлы температуры 129, 130; — смертельныя дозы 146. *Tuberculin* 281. *TO* и *TR* 281; — прививка 298. *Tuberculomycetes* 270. Тургоръ 8. *Tyrothrix* 175.
- Углеводы, спиртовое броженіе 230—233. Углекислота, ассимиляція нитрифицирующими б. 186; — пурпурными бактеріями 120; — растениями 109, 188; — круговоротъ 188. Углеродъ, источники для б. 95, 96, 100; — для другихъ организмовъ 188. Удобреніе 171, 172. Уксусъ, фабрикація 199. Уксусныя бактеріи 47, 197. Ультра-красныя лучи, поглощеніе пурпурными б. 121.
- Фагоцитозъ 283. Фагоциты 283. *Favus* 74. *Fermentum vivum* 191, *Photobacterium* 54. Фиксація содержимаго бакт. клѣтокъ 11; — формъ бактерій 3. *Flagellata* 67; — патогенныя 68. Флуоресцирующія бактеріи 21, 178. Фосфоресценція 113. Фотогенныя бактеріи 54. Фототаксисъ пурпурныхъ б. 121.
- Хемотаксисъ 137, 138, 140, 165; — лейкоцитовъ 284. *Chlorophyceae* 65. *Chromatium* 22, 116, 117. Химическій составъ бактерій 91. Химическія вещества для дезинфекціи 148—152. Холера 274; — опыты надъ человѣкомъ 275. Холодъ, дѣйствіе на бактеріи 132. Хроматинныя зерна 22. Хромофорныя б. 22.
- Целлюлоза, у бактерій 17; — броженіе 215. Центральное тѣло у синезеленыхъ водорослей 66. Цилии 26. Цимогенныя свойства 54. Цѣлебная сыворотка (серумъ) 287; — дозировка 293—294; — приготовленіе 288; — свойства 284; — теорія 285—288. Цѣпочки 5. *Cyanophyceae* 65; — строеніе и родство съ бактеріями 65, 67. *Cythyocetes variolae* 70. *Cytozoa*, у лягушекъ 72.
- Эвкарпическій 64. Эвритермическій 130. Экспериментъ надъ животными 247, 251, 259, 268, 280. Электрическіе токи, дѣйствіе на бактеріи 126. *Эншельмангъ*, бактеріальный методъ 109. Эндоспоры 35. Энергія броженія 233. Этиловый алкоголь, образование бактеріями 200; — дрожжами 221—233. Эндимы 191, 192, 236; — спиртового броженія 235—238.
- Ядро, у бактерій 12. Яды, бактерій 175, 279; — для уничтоженія бактерій 143. Ядроокрашающія вещества 13.

ОПЕЧАТКИ.

Стран.	строка	напечатано:	слѣдуетъ читать:
10	2—3 снизу	плазмолическое	плазматическое
83	19 сверху	ассимилирующихъ	ассимилирующихъ азотъ
92	19 сверху	декстринъ	декстранъ
104	12 сверху	верхній	высокій
141	11 снизу	увлечены	увеличены
175	10 снизу	p-крезонъ	p-крезолъ
183	15 снизу	прививаютъ	приливаютъ
215	10 сверху	CN ₃	CN ₄

Дыханіе и броженіе.

Жизнь всякаго организма, рассматриваемая съ общей точки зрѣнія, представляется непрерывнымъ обмѣномъ вещества и энергіи. Среди разнообразныхъ и многочисленныхъ превращеній, какимъ подвергаются въ организмѣ различныя формы послѣдней, наиболѣе вниманія заслуживаютъ тѣ, которыя претерпѣваетъ т.- н. химическая энергія, хотя бы уже по той выдающейся роли, какую она играетъ въ жизни организма. Обмѣнъ этой формы энергіи, какъ извѣстно, идетъ всегда рука объ руку съ обмѣномъ и превращеніемъ матеріи, причемъ оба эти явленія оказываются столь тѣсно связанными между собой, что, изслѣдуя превращенія только одной какой-нибудь категоріи, мы имѣемъ возможность судить и о тѣхъ измѣненіяхъ, которыя претерпѣваетъ въ это время другая. Такъ, наблюдая при ассимиляціи CO_2 накопленіе въ растеніи углерода, мы по этому накопленію заключаемъ и объ увеличеніи количества энергіи въ растеніи, ибо усвоеніе углерода растеніемъ означаетъ въ то же время и усвоеніе свѣтовой энергіи солнечнаго луча, переходящей при этомъ въ форму химической. Обратное, въ процессѣ дыханія мы видимъ не только потерю углерода и другихъ элементовъ, но и потерю для организма извѣстнаго количества химической энергіи.

Ограничиваясь здѣсь исключительно тѣми превращеніями энергіи, которыя ведутъ къ уменьшенію ея запаса въ организмѣ, мы можемъ уже а priori утверждать, что какъ бы ни были разнообразны въ каждомъ частномъ случаѣ относящіяся

сюда процессы превращенія матеріи, всѣ они съ химической точки зрѣнія могутъ быть сведены или къ процессамъ окисленія, или же къ процессамъ распада, расщепленія органическаго вещества.

Что процессы окисленія органическихъ соединеній сопровождаются выдѣленіемъ свободной энергіи—будетъ-ли это въ формѣ теплоты, или какой-либо другой, является само собою понятнымъ и не нуждается ни въ какихъ дальнѣйшихъ доказательствахъ. При процессахъ же распада освобожденіе энергіи оказывается только тогда возможнымъ, когда въ молекулѣ распадающагося тѣла происходитъ такое внутреннее перемѣщеніе атомовъ, что образующіяся при этомъ новыя соединенія содержатъ менѣе химической энергіи, чѣмъ распавшееся тѣло. Подобный случай представляется намъ всякій разъ, когда въ молекулѣ, на примѣръ, сахара или какого-нибудь другого органическаго соединенія, подъ влияніемъ тѣхъ или другихъ внѣшнихъ условій, происходитъ такое внутреннее передвиженіе составляющихъ данное тѣло атомовъ, что извѣстное количество атомовъ углерода, находившееся въ соединеніи съ атомами какъ кислорода, такъ и водорода, отнынѣ является соединеннымъ только съ кислородомъ, т.-е. какъ бы окисляется внутримолекулярнымъ процессомъ до CO_2 . Это, такъ сказать, внутреннее окисленіе нарушаетъ въ то же время существовавшее до сихъ поръ внутри молекулы равновѣсіе и заставляетъ ее распастись на CO_2 и другія болѣе или менѣе богатія энергіей химическія группы. Понятно, что тотъ же самый эффектъ можетъ произойти и безъ образованія CO_2 , на примѣръ, при распаденіи органическаго соединенія на водородъ и продуктъ, представляющій высшую степень окисленія, чѣмъ распавшееся тѣло. Какъ въ послѣднемъ, такъ и въ первомъ случаѣ это распаденіе въ энергетическомъ смыслѣ означаетъ потерю химической энергіи, и въ этомъ отношеніи оно можетъ быть поставлено на ряду съ процессами окисленія. Единственное различіе между ними будетъ въ количественномъ отношеніи. Дѣйствительно, при окисленіи, правда, не всегда, а только въ наиболѣе типичныхъ случаяхъ полного окисленія, опредѣленное количество органическаго соединенія даетъ ту сумму энергіи, какую только можно получить изъ даннаго тѣла,

тогда какъ при процессахъ распаденія, сопровождающихся всегда образованіемъ тѣлъ, еще содержащихъ въ себѣ большее или меньшее количество химической энергіи, общее количество выдѣленной энергіи будетъ значительно меньше того, какое могло бы дать распавшееся тѣло при окисленіи. Отсюда ясно, что для полученія извѣстнаго количества свободной энергіи въ первомъ случаѣ намъ придется употребить значительно меньше органическаго вещества, чѣмъ во второмъ. Другими словами, пользуясь процессами окисленія, мы работаемъ гораздо экономнѣе,— фактъ, какъ мы увидимъ далѣе, чрезвычайно важный для пониманія аналогичныхъ процессовъ въ жизни организма.

Перенося эти общія разсужденія къ процессамъ, совершающимся внутри организма и задачу которыхъ составляетъ освобожденіе необходимой для жизни химической энергіи, т.-е. къ процессамъ дыханія и броженія, мы можемъ ихъ охарактеризовать, какъ процессы окисленія и расщепленія.

Остановимся сначала нѣсколько подробнѣе на процессахъ дыханія. Характеризуя дыханіе, какъ процессъ освобожденія энергіи при помощи окисленія, мы соединяемъ съ понятіемъ дыханія нѣчто болѣе общее, чѣмъ это обыкновенно принято ¹⁾. Обыкновенно подъ дыханіемъ понимаютъ хотя и наиболѣе распространенный, но все же только частный случай изъ многообразныхъ процессовъ окисленія, а именно случай полного окисленія кислородомъ органическаго вещества до CO_2 и обусловленный этимъ процессомъ обмѣнъ газовъ. Выставленное же здѣсь опредѣленіе дыханія обнимаетъ собой всѣ процессы окисленія, имѣющіе своей цѣлью освобожденіе необходимой для жизненныхъ явленій химической энергіи, причѣмъ происходящимъ при этомъ продуктамъ, которые, очевидно, въ зависимости отъ окисляемаго матеріала, равно какъ и отъ степени его окисленія, могутъ быть самаго разнообразнаго состава, не придаетъ никакого значенія. Нельзя, впрочемъ, не замѣтить, что въ виду того, что со

¹⁾ Сравни, на примѣръ, опредѣленіе въ наиболѣе распространенныхъ учебникахъ фізіологіи растений: *Sachs'a*, *Pfeffer'a*, *Ванъ-Тилема*, *Фаминцына* и проч., не говоримъ уже объ учебникахъ фізіологіи животныхъ.

словомъ „дыханіе“ невольно связывается представленіе о выдѣленіи газообразныхъ продуктовъ, было бы желательнo имѣть для совокупности всѣхъ одинаковыхъ по ихъ роли процессовъ окисленія особый терминъ, сохранивъ за словомъ „дыханіе“ его первоначальное значеніе. Но уже трудность образованія новаго термина, хорошо выражающаго всѣ характерныя и общія черты весьма разнообразныхъ окислительныхъ процессовъ, равно какъ и очень малые шансы, чтобы такой новый терминъ оказался жизнеспособнымъ, заставляютъ мириться съ логическимъ противорѣчіемъ—называть такіе процессы дыханіемъ, которые съ прямымъ значеніемъ слова „дыханіе“ не имѣютъ ничего общаго. Въ этомъ болѣе широкомъ смыслѣ терминъ „дыханіе“, впрочемъ, встрѣчается кое-гдѣ и въ литературѣ; такъ, напримѣръ, Detmer¹⁾ рассматриваетъ окисленіе маслъ въ углеводы при прорастаніи сѣмянъ, какъ особую форму дыханія, также и Wehmer²⁾ видитъ въ образованіи щавелевой кислоты особое видоизмѣненіе дыханія, при которомъ окисленіе идетъ не до конца, а останавливается на промежуточной стадіи образованія органическихъ кислотъ.

Перечислимъ теперь тѣ процессы обмѣна веществъ, которые, согласно нашему опредѣленію дыханія, должны быть рассматриваемы, какъ особыя его формы.

Во-первыхъ, мы должны отнести сюда всѣ такъ, называемыя оксидационныя броженія³⁾ (Oxydationsgährungen), у которыхъ, какъ мы увидимъ сейчасъ, съ настоящимъ броженіемъ, кромѣ внѣшняго сходства, нѣтъ ничего общаго. Причины, почему является необходимымъ выдѣлить эти оксидационныя броженія изъ разряда броженій и отнести ихъ къ процессамъ дыханія, прямо вытекаютъ изъ даннаго выше опредѣленія дыханія. Дѣйствительно, разберемъ какое-нибудь оксидационное броженіе, напримѣръ, уксусное, поподробнѣе. При уксусномъ бро-

¹⁾ Detmer, правда, въ отличіе отъ обыкновеннаго дыханія предполагаетъ назвать эту особую форму дыханія винкуляціоннымъ (Vinculationsathmung). Въ этомъ, впрочемъ, врядъ-ли есть какая-нибудь надобность.

²⁾ Wehmer, Entstehung und physiol. Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. Bot. Zeitung 1891, № 15—38.

³⁾ Nägeli, Theorie der Gährung. München, 1879.

женіи, какъ извѣстно, этиловый спиртъ дѣятельностью бактерій превращается въ уксусную кислоту. Въ химическомъ смыслѣ это превращеніе представляетъ собой окисленіе, которое и происходитъ на счетъ свободнаго кислорода воздуха¹⁾. Въ этомъ отношеніи образованіе уксусной кислоты изъ спирта представляетъ полную аналогію, на примѣръ, образованію щавелевой кислоты изъ углеводовъ или другихъ органическихъ соединеній, вызываемому дѣятельностью различныхъ плѣсневыхъ грибовъ (*Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum* etc.), которое обыкновенно и рассматривается, какъ особая форма дыханія²⁾.

Если же, въ противоположность этому, уксусное броженіе ставится обыкновенно рядомъ съ алкогольнымъ, масляно-кислымъ и другими видами броженій, то врядъ-ли найдется для этого какое-либо другое основаніе, кромѣ того, что при образованіи уксусной кислоты наблюдается сильное несоотвѣтствіе между количествомъ (по вѣсу) дѣйствующаго организма и количествомъ переработаннаго матеріала. Незначительное по вѣсу количество бактерій превращаетъ въ относительно короткое время громадное количество спирта въ уксусную кислоту. Это-то обстоятельство и придаетъ ему на первый взглядъ большее сходство съ типическими броженіями и явленіями ферментации, которыя, къ слову сказать, тоже не всегда различаются съ достаточной рѣзкостью другъ отъ друга. И, конечно, этому-то сходству и придается рѣшающее значеніе, когда относить образованіе уксусной кислоты къ разряду броже-

1) Сравни работы *Liebig'a*, *Paster'a*, *A. Mayer et Knieriem*, *Hansen*, *Brown*.

2) *Wehmer*. *Bot. Zeitung* 1891. Кстати, эта окислительная дѣятельность плѣсневыхъ грибовъ представляетъ хорошій примѣръ той путаницы, какая существуетъ во взглядахъ на то, что считать дыханіемъ и что броженіемъ. Такъ, тотъ же самый *Wehmer*, который образованіе щавелевой кислоты отнесъ къ процессу дыханія, два года спустя въ своей работѣ, посвященной изученію совершенно аналогичнаго процесса—образованію лимонной кислоты, послѣднее уже почему-то рассматриваетъ, какъ особую форму броженія. Почему то, что по отношенію къ щавелевой кислотѣ было еще дыханіемъ, по отношенію къ лимонной кислотѣ сдѣлалось броженіемъ—остается неизвѣстнымъ. Ср. *Wehmer*, *Ueber Citronensäuregährung* (*Sitzungsber. der. Ak. der. Wissen. Berlin*, 1893). № 29 р. 5.; *Wehmer*, *Beiträge zur Kenntniss einheimischer Pilze. I. Zwei neue Schimmelpilze, als Erreger einer Citronensäuregährung*. Hannover u. Leipzig, 1893.

ний. Однако, понятно, что это сходство только въ томъ случаѣ могло бы имѣть подобное классифицирующее значеніе, если бы было доказано, что несоотвѣтствіе между затраченнымъ матеріаломъ и образовавшимся изъ него живымъ организмомъ есть особенность, исключительно принадлежащая процессамъ броженія, разъ же это не такъ, то оно, конечно, теряетъ это значеніе. Большинство изслѣдователей занимающаго насъ вопроса склоняется, правда, къ первому мнѣнію, однако, безъ всякихъ достаточно уважительныхъ основаній и даже становясь въ противорѣчіе съ основными положеніями физиологіи питанія. Такъ, Пастеръ въ своихъ „Etudes sur la bière“, указывая на сильное несоотвѣтствіе между количествомъ разложеннаго сахара и вѣсомъ работавшихъ дрожжей прямо, заявляетъ, что „la vie de tous les êtres dans les conditions physiologiques normales ne montre rien de pareil“. Тотъ же взглядъ высказываетъ и Loew¹⁾, который въ этомъ несоотвѣтствіи и видитъ существенный признакъ процессовъ броженія.

Эти взгляды кажутся мнѣ вѣрными только на половину. Конечно, всѣмъ организмамъ, у которыхъ освобожденіе энергии совершается путемъ броженія, свойственно такое неэкономное обращеніе съ питательнымъ матеріаломъ, но видѣтъ въ этомъ нѣчто исключительно принадлежащее бродительнымъ организмамъ будетъ, однако, крупной ошибкой. Дѣло въ томъ, что причины, обуславливающія это несоотвѣтствіе, нисколько не касаются сущности самого процесса броженія, а потому могутъ быть дѣятельными и тамъ, гдѣ о броженіи не можетъ быть и рѣчи. Дѣйствительно, стоитъ только глубже вникнуть въ суть дѣла, чтобы стало ясно, что этому несоотвѣтствію между затраченнымъ матеріаломъ и развившимся организмомъ нельзя придавать значенія классифицирующаго начала, иначе, вѣдь, намъ пришлось бы разъединять процессы, несомнѣнно близкіе другъ къ другу, соединяя въ то же время не имѣющіе между собой ничего общаго. Посмотримъ же, чѣмъ вообще можетъ обуславливаться неэко-

¹⁾ Loew, Chemische Verhältnisse des Bakterienlebens. Centralblatt für Bakt. 1893, IX Bd., p. 659, 690, 722, 757—789.

номное обхожденіе съ питательнымъ матеріаломъ со стороны организма.

Мы знаемъ, что лишеныя хлорофилла растенія—грибы, бактеріи обладаютъ способностью перерабатывать самыя разнообразныя органическія соединенія: углеводы, спирты, кислоты и проч. Мы знаемъ также, что питательная цѣнность (Nährwerth) этихъ соединеній въ зависимости и отъ ихъ химическаго строенія, и отъ такъ мало еще извѣстныхъ внутреннихъ особенностей каждаго организма, далеко не одна и та же. Одни органическія соединенія питаютъ лучше, другія хуже. Понятно, что въ связи съ этимъ различіемъ въ питательной цѣнности извѣстнаго субстрата будетъ стоять и отношеніе между затраченнымъ матеріаломъ и произведеннымъ вѣсомъ живаго вещества. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что это отношеніе колебалось бы уже въ широкихъ предѣлахъ даже и въ томъ случаѣ, если бы питательная цѣнность соединенія опредѣлялась только степенью легкости его усвоенія со стороны организма. Но очевидно, что эти колебанія на самомъ дѣлѣ должны быть еще больше, такъ какъ для полученія извѣстнаго количества организованной матеріи требуется затрата не только углерода и другихъ органогеновъ, но и извѣстнаго количества химической энергіи, которая, въ свою очередь, въ зависимости отъ субстрата можетъ быть добыта большимъ или меньшимъ потребленіемъ питательнаго матеріала. Такимъ образомъ, мы можемъ уже аргюіи утверждать, что, смотря по качеству перерабатываемаго субстрата, отношеніе между затраченнымъ матеріаломъ и полученнымъ вѣсомъ живаго вещества можетъ принимать и при процесѣ дыханія различныя величины, приближаясь въ крайнемъ случаѣ къ тому, которое Loe w хочетъ сдѣлать исключительной привилегіей бродильныхъ организмовъ. Къ сожалѣнію, при почти полномъ отсутствіи критически произведенныхъ изслѣдованій по этому вопросу,—заслуживающаго во всякомъ случаѣ большаго вниманія со стороны физиологовъ,—я не могу обставить это положеніе особенно вѣскими данными. Однако, и тѣ данныя, которыя мы находимъ у Nägeli и Raulin'a ¹⁾,

¹⁾ Raulin, Annales d. sc. nat. 5 Serie, II T., p. 93, 1869.

вполнѣ подтверждають высказанный выше взглядъ. Такъ, по Nägeli, плѣсневые грибы сжигаютъ въ субстратахъ, содержащихъ, какъ единственный источникъ углерода, дубильныя вещества или винную кислоту, цѣлыхъ 90% веществъ и только 10% употребляютъ на построение своего тѣла, тогда какъ въ субстратахъ, содержащихъ декстрозу, по изслѣдованіямъ Raulin'a и Nägeli, на это идетъ уже 33%, т.-е., другими словами, отношеніе между затраченнымъ матеріаломъ и произведеннымъ вѣсомъ живаго вещества въ этомъ случаѣ будетъ въ три слишкомъ раза благоприятнѣе, чѣмъ въ первомъ.

Къ этому же результату пришли и новѣйшіе изслѣдователи этого вопроса Pfeffer¹⁾ и Kunstmann,²⁾ которые нашли, что экономическій коэффициентъ³⁾ въ зависимости отъ качества предложеннаго субстрата можетъ принимать различныя величины.

Наиболѣе рѣзко выступаетъ значеніе качества перерабатываемаго субстрата на величину этого экономического коэффициента въ тѣхъ случаяхъ, когда подвергающійся окисленію матеріалъ принадлежитъ къ неорганическимъ тѣламъ. По изслѣдованіямъ Виноградскаго⁴⁾, у цѣлага ряда бактерій, т.-н. сѣро-и желѣзо-бактерій (различныя виды *Beggiatoa*, *Serotium*, *Crenothrix* и мн. друг.) освобожденіе необходимой для жизни химической энергіи получается, если и не исключительно, то главнымъ образомъ, путемъ окисленія H_2S или закиси желѣза. Эти окисленія мы должны, конечно, отнести къ процессамъ дыханія, такъ какъ не подлежитъ никакому сомнѣнію, что H_2S или закись желѣза играютъ у этихъ организмовъ ту же роль, что у другихъ, на примѣръ, угловоды; и если мы окисленіе послѣднихъ до CO_2 рассматриваемъ какъ дыханіе, то простая послѣдовательность требуетъ того же и по отношенію къ окисленію первыхъ. Вѣдь не можетъ же различіе въ конечныхъ продуктахъ дыханія—въ одномъ слу-

1) Pfeffer, Jahrbücher für Wiss. Bot. 1895. Bd. 28.

2) Kunstmann и Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. I. p. 527.

3) Выраженіе „экономическій коэффициентъ“ предложено Pfeffer'омъ для обозначенія величины отношенія между затраченнымъ питательнымъ матеріаломъ и произведеннымъ вѣсомъ живаго вещества.

4) Winogradsky, Bot. Zeitung 1887 г.

чаѣ CO_2 , въ другомъ H_2SO_4 или $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ служить препятствіемъ для соединенія этихъ процессовъ въ одну группу, такъ какъ оно есть только необходимое слѣдствіе различія исходнаго матеріала.

Несмотря, однако, на то, что мы должны разсматривать эти окисленія какъ процессы дыханія, отношеніе между количествомъ дѣйствующихъ бактерій и количествомъ окисленного матеріала настолько неблагоприятно, — небольшое количество бактерій вызываетъ окисленіе громаднаго количества H_2S въ H_2SO_4 , — что, если бы мы въ основаніе опредѣленія броженія положили это несоотвѣтствіе, мы должны были бы и оба эти процесса признать за процессы броженія, на что, очевидно, не согласятся даже и тѣ, кто, какъ Loew, въ неблагоприятномъ экономическомъ коэффицентѣ видятъ характерную черту процессовъ броженія.

Причины, вызывающія здѣсь несоотвѣтствіе между количествомъ бактерій и количествомъ окисленного H_2S , ясны. Дѣло въ томъ, что при окисленіи H_2S въ H_2SO_4 выдѣляется значительно меньше энергіи, чѣмъ при окисленіи, на примѣръ, сахара въ CO_2 и H_2O , такъ что для полученія извѣстнаго ея количества, необходимаго для жизни, потребуется и большая затрата окисляемаго матеріала. Кромѣ того, не мало способствуетъ увеличенію этой затраты и то обстоятельство, что органическія соединенія, перерабатываемыя сѣро-бактеріями, представляютъ собой очень скверно питающія вещества и что, слѣдовательно, образованіе изъ нихъ тѣхъ соединений, которыя непосредственно входятъ уже въ составъ протоплазмы, возможно только при условіи большей затраты энергіи извнѣ. Съ этой точки зрѣнія интересно было бы попытаться культивировать сѣро-бактеріи въ питательныхъ растворахъ, содержащихъ декстрозу и пептонъ, и, затѣмъ, опредѣлить, не уменьшится-ли окисленіе H_2S въ H_2SO_4 . Отрицательные результаты, полученные Виноградскимъ при его попыткахъ поставить сѣро-бактеріи въ подобныя условія, не говорятъ еще вообще противъ этой возможности, такъ какъ почти что не подлежитъ сомнѣнію, что эти отрицательные результаты Виноградскаго были обусловлены только употребленіемъ нечистыхъ культуръ; при употребленіи же

нечистыхъ культуръ сѣро-бактерій нельзя избѣжать того, что другія примѣшанныя къ нимъ бактеріи развиваются скорѣе и тѣмъ самымъ дѣлають эти питательные растворы негодными для первыхъ.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что неблагоприятное отношеніе между затраченнымъ количествомъ питательнаго матеріала и образовавшимся вѣсомъ организма не есть нѣчто исключительно присущее процессамъ броженія, но можетъ имѣть мѣсто и тамъ, гдѣ освобожденіе энергіи происходитъ и при посредствѣ дыханія. Для этого необходимо только, чтобы перерабатываемый матеріаль представлялъ въ томъ или другомъ отношеніи неблагоприятныя для питанія условія. Понятно поэтому, почему и различные внѣшніе факторы могутъ и имѣють вліяніе на величину экономическаго коэффиціента, увеличивая или уменьшая его въ очень широкихъ предѣлахъ. Дѣйствительно, стоитъ только взять дѣйствіе температуры. Уже одинъ тотъ фактъ, что для роста существуетъ optimum температуры, тогда какъ интенсивность дыханія повышается съ температурой почти до самой смерти организма, ясно говоритъ, что при температурѣ, лежащей выше оптимальной, но ниже той, при которой наступаетъ смерть, отношеніе между вѣсомъ окисленнаго субстрата и вѣсомъ самого организма будетъ менѣе благоприятное, чѣмъ при оптимальной или лежащей ниже ея температурѣ ¹⁾).

Но не только эти, такъ сказать, внѣшнія причины опредѣляютъ величину экономическаго коэффиціента, она еще въ большой степени зависитъ отъ внутреннихъ причинъ, имѣющихъ мѣсто въ самой протоплазмѣ и, пока что, далеко еще не во всѣхъ отношеніяхъ поддающихся конечному анализу.

Какъ результатъ дѣйствія подобныхъ внутреннихъ причинъ, мы можемъ разсматривать тѣ различія, какія наблюдаются при усвоеніи и переработкѣ одного и того же субстрата различными организмами и которыя, если мы ограничимся одними процессами окисленія, выражаются въ томъ, что въ то время, какъ одинъ организмъ окисляетъ находящіяся въ его распоряженіи органическія соединенія вплоть

¹⁾ Сравни *Kunstmann*, *ibid.*

до окончательныхъ продуктовъ окисленія, другой тотъ же самый субстратъ подвергаетъ значительно менѣе интенсивному окисленію, доводя его только до образованія органическихъ кислотъ. Иногда, впрочемъ, подобныя различія въ переработкѣ одного и того же субстрата приходится наблюдать и у одного и того же организма. Въ такихъ случаяхъ эти различія зависятъ уже отъ тѣхъ или другихъ побочныхъ обстоятельствъ, мѣняя которыя, мы во власти заставить данный организмъ по нашему произволу вести окисленіе или до конца, или ограничиться образованіемъ продуктовъ неполнаго окисленія. Въ этомъ отношеніи чрезвычайно поучительны опыты Wehmer'a¹⁾ надъ плѣсневымъ грибомъ *Aspergillus niger*, которые показали, что, измѣняя самымъ незначительнымъ образомъ питательные растворы, давая, на примѣръ, раствору слабую, но постоянную щелочную реакцію черезъ прибавленіе Na_2HPO_4 , или же замѣняя въ питательномъ растворѣ соли амміака солями азотной кислоты, можно заставить *Aspergillus niger* значительную часть сахара, которую онъ при другихъ условіяхъ окислилъ бы въ CO_2 и H_2O , превратить въ щавелевую кислоту.

Въ большинствѣ случаевъ, само собой разумѣется, экспериментаторъ лишень возможности по своему произволу руководить переработкой органическихъ соединений, и тогда, конечно, не остается ничего другого, какъ видѣть въ различномъ отношеніи различныхъ организмовъ къ одному и тому же субстрату проявленіе того сложнаго комплекса внутреннихъ особенностей протоплазмы, о которыхъ можно, пожалуй, строить болѣе или менѣе остроумныя гипотезы, но ничего нельзя сказать пока точнаго. Впрочемъ, чѣмъ бы ни обуславливались подобныя различія, для насъ самъ по себѣ важенъ фактъ, что они существуютъ, такъ какъ въ нихъ, главнымъ образомъ, лежатъ причины того неблагоприятнаго экономическаго коэффиціента, который наблюдается у организмовъ, вызывающихъ т.-н. оксидационныя броженія. Дѣйствительно, припомнимъ только сказанное выше о необходимости для построенія единицы вѣса живого вещества не только пласти-

¹⁾ Wehmer, Bot. Zeitung 1891.

ческаго матеріала, но и извѣстнаго количества химической энергии, то станетъ ясно, что во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ окисленіе не идетъ до конца, гдѣ, слѣдовательно, получаются продукты съ извѣстнымъ еще содержаніемъ энергии, происшедшій вслѣдствіе этого недочетъ ея можетъ быть покрытъ только потребленіемъ большого количества питательнаго матеріала. А это-то болѣе сильное потребленіе и вызываетъ то несоотвѣтствіе, которое мы видѣли, на примѣръ, у бактерій, окисляющихъ спиртъ въ уксусную кислоту и которое встрѣчается у всѣхъ бактерій, вызывающихъ такъ-называемыя оксидационныя броженія. Къ послѣднимъ, кромѣ разобранаго нами уксуснаго броженія, относятъ еще слѣдующіе, лучше другихъ изслѣдованные случаи окисленія органическихъ соединеній:

1) Открытое Лоевомъ¹⁾ окисленіе хинной кислоты въ прокатеховую, вызываемое дѣятельностью нѣкоторыхъ, имъ точнѣе не описанныхъ, бактерій.

2) Образованіе оксиглюконовой кислоты изъ глюкозы, которое было описано Вотреухъ въ 1889 г. и которое, по его мнѣнію, вызывается особой бактеріей *Micrococcus oblongus*. Вѣроятно, этотъ микрококкъ принадлежитъ къ группѣ уксусныхъ бактерій, такъ какъ такое же образованіе глюконовой кислоты наблюдалъ и Броунъ при дѣйствіи *Bacterium acetii* на декстрозу.

Къ оксидационнымъ броженіямъ слѣдуетъ отнести далѣе всѣ тѣ многочисленныя окисленія, которыя были описаны Броунъ, какъ, на примѣръ, образованіе пропионовой кислоты изъ пропиловаго спирта, вполне аналогичное образованію уксусной кислоты изъ этиловаго, или образованіе гликолевой кислоты изъ гликоля.

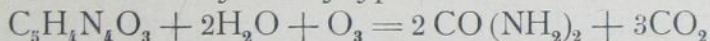
Вызываемое дѣятельностью *Bacterium xylinum* окисленіе маннита въ левулозу также должно быть отнесено къ процессамъ дыханія.

¹⁾ *Loew*, Ueber das Verhalten der Chinasäure zu den Spaltpilzen. Berichte der deut. Chem. Gesellschaft 1881, XIV, p. 450.

²⁾ *Sestine L.* и *Sestini F.*, Ueber die ammoniakalische Gährung der Harnsäure Landwirth. Versuchsstat. Bd. XXXVIII 1.357, также *Centralblatt für Bakt.* 1891, Bd. IX, p. 380.

Сюда же принадлежит, строго говоря, и т.-н. амміачное броженіе мочевої кислоты, описанное Sestini²⁾. Броженіе это состоитъ въ томъ, что мочеваѣ кислота подъ вліяніемъ дѣятельности бактерій распадается на CO_2 и углекислый амміакъ. Loew въ своей вышеприведенной статьѣ рассматриваетъ этотъ процессъ, какъ комбинацію оксидаціоннаго и настоящаго (Spaltungsgährung) броженій. На самомъ же дѣлѣ здѣсь, кромѣ оксидаціоннаго броженія, никакого другаго не наблюдается, такъ какъ образованіе амміака есть не что иное, какъ результатъ дѣйствія особаго фермента—уразы, существованіе котораго было окончательно доказано въ послѣднее время Miquel'emъ.

Окисленіе мочевої кислоты въ мочевины и CO_2 , очевидно, происходитъ по слѣдующему уравненію:



Мочевина же— $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ при дѣйствіи фермента распадается дальше на CO_2 и NH_3 .

Поэтому это окисленіе мы должны также отнести къ процессамъ дыханія.

Кромѣ этихъ оксидаціонныхъ броженій, къ процессамъ дыханія принадлежатъ и всѣ процессы окисленія неорганическихъ соединеній, какъ-то: H_2S , солей закиси желѣза, амміачныхъ солей, азотистокислыхъ въ соотвѣтствующія высшія степени окисленія.

Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію процессовъ броженія. По нашему опредѣленію, процессъ броженія есть процессъ освобожденія энергіи путемъ расщепленія какихъ-либо органическихъ соединеній. Слѣдовательно, все отличіе его отъ процесса дыханія лежитъ только въ способѣ освобожденія энергіи, роли же обоихъ этихъ процессовъ въ жизни организма совершенно одинаковы. Опредѣляя броженіе такимъ образомъ, мы этимъ самымъ исключаемъ изъ него тѣ разнообразныя процессы обмѣна и превращенія вещества, которыя преслѣдуютъ другія цѣли въ жизни организма, представляя, напримѣръ, только послѣдовательныя стадіи усвоенія тѣхъ или другихъ соединеній организмомъ. Въ этомъ отноше-

ниі наше опредѣленіе процесса броженія, конечно, уже, напри-
мѣръ, даннаго въ послѣднее время Lafar'омъ¹⁾, но зато оно и
опредѣленнѣе. Дѣйствительно, если согласиться съ Lafar'омъ,
что „броженіе есть самыя разнообразныя разложенія и пре-
вращенія веществъ, вызываемыя жизнедѣятельностью гри-
бовъ“, то, спрашивается, что же будетъ тогда не броженіе,
Тогда все совершающееся въ организмѣ, будетъ-ли это оки-
сленіе, или расщепленіе, или, наконецъ, синтезъ новыхъ слож-
ныхъ органическихъ соединеній, вродѣ, напримѣръ, образова-
нія бѣлковъ изъ солей амміака и углеводовъ, или образованія
органическихъ соединеній изъ CO_2 —разъ только это совер-
шается дѣятельностью грибовъ и бактерій—будетъ бро-
женіе. Словомъ, „броженіе“ есть все; это просто только дру-
гое слово для обозначенія понятія, „жизнь“. Одно только не-
понятно, почему Lafar ограничивается одними грибами и не
распространяетъ понятія броженія и на аналогичныя явленія
животной и растительной жизни.

Но если опредѣленіе Lafar'a страдаетъ, такимъ образомъ,
своей неопредѣленностью, то нельзя сказать того о другомъ
опредѣленіи, предложенномъ Weyerinck'омъ²⁾ также въ по-
слѣднее время. Weyerinck, въ противоположность Lafar'у,
слишкомъ суживаетъ понятіе броженія; онъ называетъ бро-
женіемъ только такое разложеніе органическихъ соединеній при
помощи низшихъ организмовъ, конечно, которое сопровож-
дается обильнымъ выдѣленіемъ газообразныхъ продуктовъ.
Это газообразование есть по Weyerinck'у самый существенный
признакъ броженія,—нѣтъ выдѣленія газа, нѣтъ и броженія.
Все значеніе процесса броженія состоитъ по Weyerinck'у въ
томъ, что выдѣляемыя при броженіи газы, подымаясь вверхъ,
увлекаютъ съ собою тѣхъ бактерій, которыя находятся въ
нижнихъ слояхъ жидкости, куда не проникаетъ кислородъ.
Подымаясь же вмѣстѣ съ пузырьками газа на поверхность
жидкости, они получаютъ возможность пользоваться кисло-
родомъ воздуха, который по Weyerinck'у рѣшительно необ-
ходимъ для всѣхъ организмовъ.

1) Lafar, Technische Mykologie. Jena, 1897, p. 24.

2) Weyerinck, Ueber Butylalkoholgährung, 1893.

Наиболѣе типичными броженіями *Beyerinck* поэтому признаетъ тѣ, которыя сопровождаются выдѣленіемъ свободного водорода, такъ какъ этотъ газъ по легкости своего вѣса является особенно пригоднымъ, по мнѣнію *Beyerinck*'а, для поднятія бактерій на верхъ субстрата.

Съ этимъ опредѣленіемъ *Beyerinck*'а врядь-ли можно согласиться. Конечно, всякій воленъ опредѣлять такъ, какъ онъ захочетъ, но отъ научнаго опредѣленія мы вправѣ требовать, чтобы въ основу его былъ положенъ наиболѣе существенный и характерный признакъ и чтобы поэтому опредѣленіе это охватывало всѣ родственные между собой процессы и не нарушало существующей между ними естественной связи. Опредѣляя же броженіе, какъ исключительно процессъ, сопровождающійся обильнымъ газообразованіемъ, *Beyerinck* мало того, что исключаетъ изъ него такіе процессы разложенія, которые или не отличаются обильнымъ образованіемъ газообразныхъ продуктовъ, или въ которыхъ это газообразование отсутствуетъ совсѣмъ¹⁾, но которые тѣмъ не менѣе служатъ источниками энергіи въ условіяхъ анаэробной жизни, онъ забываетъ про значеніе броженія, какъ процесса освобожденія энергіи, обращая бродильный процессъ въ какое-то орудіе транспорта бактерій²⁾.

Если бы значеніе броженія лежало въ этомъ, то слѣдовало бы ожидать, что у факультативно-анаэробныхъ организмовъ, нуждающихся, по мнѣнію *Beyerinck*'а, время отъ времени въ свободномъ кислородѣ, среди газообразныхъ продуктовъ преобладать будетъ H_2 , тогда какъ у облигатныхъ анаэробовъ этотъ газъ будетъ встрѣчаться во всякомъ случаѣ рѣже. На дѣлѣ оказывается какъ разъ наоборотъ: такой типическій факультативный анаэробъ, какъ дрожжи, никогда не производитъ H_2 , тогда какъ всѣ извѣстные облигатъ-анаэробы выдѣляютъ этотъ газъ въ большомъ количествѣ. Очевидно, не въ этомъ надо искать значенія процессовъ броженія; значеніе его лежитъ въ освобожденіи энергіи путемъ

¹⁾ *Liborius*, Zeitschrift für Hygiene, 1886, Bd. I, p. 115.

²⁾ Ср. болѣе подробный разборъ возрѣній *Beyerinck*'а въ моей статьѣ: „Къ ученію объ анаэробіозѣ“ (Изв. Московскаго Сельскохоз. Института).

расщепленія органическихъ соединеній, а такъ какъ это расщепленіе можетъ происходить и въ отсутствіе кислорода воздуха, то броженіе для организма, разъ оно находится въ условіяхъ анаэробіоза, играетъ ту же роль, что и дыханіе при свободномъ доступѣ кислорода.

При освобожденіи энергіи путемъ броженія, само собою понятно, экономическій коэффициентъ становится весьма неблагоприятнымъ. Дѣйствительно какъ бы идеально ни было броженіе, т.-е. какъ бы полно не извлекалась энергія изъ извѣстнаго химическаго соединенія, все же количество ея должно быть значительно меньше того, какое могло быть получено путемъ полнаго окисленія. Не входя здѣсь въ изложеніе всѣхъ относящихся сюда случаевъ, что завело бы насъ слишкомъ далеко, я остановлюсь только на примѣрѣ разложенія сахара дрожжами. Количество энергіи, которое освобождается при распаденіи граммъ-молекулы декстрозы на спиртъ и CO_2 , по вычисленію Ostwald'a ¹⁾, равно 22, 8 большимъ калоріямъ тепла, въ то время какъ то же количество декстрозы даетъ при окисленіи въ CO_2 и H_2O по Stohmann'овскимъ опредѣленіямъ 664, 6 cal. ¹⁾, т.-е. количество энергіи, освобождаемое послѣднимъ путемъ, почти въ тридцать разъ превосходитъ то, которое можетъ быть добыто путемъ расщепленія. Процессъ дыханія въ этомъ случаѣ оказывается въ тридцать разъ выгоднѣе, экономнѣе процесса броженія. Но какъ ни выгоденъ первый процессъ, онъ не всегда возможенъ. Онъ возможенъ только въ присутствіи кислорода воздуха и потому организмы, исключительно пользующіеся имъ, рано или поздно должны погибнуть, разъ они попадаютъ въ среду, не содержащую кислорода. Организмы же, выработавшіе себѣ способность освобождать энергію путемъ броженія, оказываются довольно независимыми отъ кислорода. Разъ только въ питательномъ субстратѣ находятся такія соединенія, которыя они могутъ расщеплять съ выдѣленіемъ энергіи, они будутъ жить и развиваться въ немъ, совершенно независимо отъ того, находится-ли въ окружающей

¹⁾ Ostwald, Lehrbuch d. allgemeinen Chemie. Leipzig, 1888, Bd. II, p. 361.

²⁾ Id., стр. 318, и Stohmann, Journal für prakt. Chemie 1885, Bd. XXXI, p. 285.

средѣ кислородъ, или нѣтъ. Броженіе является, такимъ образомъ, необходимымъ условіемъ анаэробной жизни и въ этомъ его все и фізіологическое, и біологическое значеніе.

Теперь спрашивается, въ какомъ отношеніи къ процессамъ броженія стоятъ процессы гніенія?

Подъ гніеніемъ, въ общепринятомъ значеніи этого слова, какъ извѣстно, понимаютъ такое разложеніе азотистыхъ или, лучше сказать, бѣлковыхъ тѣлъ, продукты котораго отличаются дурнымъ запахомъ. Понятно, что подобное опредѣленіе, быть можетъ, и вполне удовлетворяющее требованіямъ практической жизни, съ научной точки зрѣнія, какъ основанное исключительно на внѣшнемъ и притомъ слишкомъ субъективномъ признакѣ (дурной запахъ), не можетъ считаться удовлетворительнымъ. Неудивительно поэтому, что уже очень рано, раньше даже, чѣмъ разложеніе органическихъ тѣлъ было сведено на проявленіе жизнедѣятельности низшихъ организмовъ, была сдѣлана попытка точнѣе охарактеризовать этотъ процессъ,—попытка, нашедшая себѣ выраженіе въ замѣчательной для своего времени теоріи Liebig'a.

Liebig ¹⁾ въ шестомъ изданіи своей извѣстной книги „Die Chemie in ihrer Anwendung etc.“ рассматриваетъ броженіе и гніеніе, какъ вполне однородные процессы, и отдѣляетъ отъ нихъ цѣлую группу разложеній, которыя онъ называетъ тлѣніемъ (Verwesung). Тлѣніе, въ противоположность первымъ двумъ, можетъ происходить по Liebig' у только въ присутствіи кислорода.

Съ этими взглядами Liebig'a мы встрѣчаемся и во второй его работѣ, ²⁾ вызванной появленіемъ Пастеровскихъ изслѣдованій надъ алкогольнымъ броженіемъ. Указывая въ этой работѣ еще разъ на принадлежность броженія и гніенія къ одной и той же категоріи явленій, онъ считаетъ, однако, возможнымъ, дѣлая уступку издавна укоренившимся взглядамъ,

¹⁾ Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, 6 Aufl. 1846, p. 382. Въ послѣдующихъ изданіяхъ страницы, посвященныя вопросамъ броженія и гніенія, выпущены.

²⁾ Liebig, Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft, Ann. der Chemie und d. Physik 1870, Bd. CLIII, p. 1.

отдѣлить разложенія азотистыхъ тѣлъ отъ разложенія безазотистыхъ, приче́мъ первая о́нъ называетъ гни́еніемъ, вторыя же броже́ніемъ.

Этихъ же взглядовъ придерживается въ общемъ и Hoppe-Seyley¹⁾, который, не дѣлая никакой разницы между броже́ніемъ и гни́еніемъ, обозначаетъ ихъ общимъ именемъ Faulnissprocesse (гнилостные процессы) и въ своей извѣстной классификаціи ферментативныхъ процессовъ, данной имъ нѣсколько позднѣе, ставитъ ихъ въ одну группу²⁾.

Если Liebig и Hoppe-Seyley, исходя изъ чисто-химическихъ соображеній, пришли къ убѣжденію, что гни́еніе и броже́ніе есть въ сущности одно и тоже явленіе, то Pasteur³⁾, открывшій связь этихъ процессовъ съ жизнедеятельностью низшихъ организмовъ, приходитъ къ тому же выводу, руководствуясь физиологическимъ значеніемъ этихъ процессовъ. По Pasteur'у, оба эти процесса суть не что иное, какъ результатъ жизнедеятельности опредѣленныхъ организмовъ въ отсутствіи кислорода. Отсутствіе кислорода заставляетъ эти организмы отымать его изъ органическихъ соединеній и тѣмъ самымъ нарушать существовавшее въ ихъ молекулахъ равновѣсіе. Это нарушеніе равновѣсія ведетъ, по мнѣнію Pasteur'a, къ иной новой группировкѣ атомовъ внутри молекулы, вслѣдствіе чего она и распадается на болѣе простыя группы атомовъ.

Для механизма и сущности этого процесса, конечно, совершенно безразлично, подвергаются-ли ему азотистыя, или безазотистыя тѣла; какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ мы имѣемъ своеобразное видоизмѣненіе процессовъ обмена веществъ, вызванное условіями анаэробной жизни. „La fermentation est la conséquence de la vie sans air“,—говоритъ Pasteur. Занятый въ своей дальнѣйшей дѣятельности, главнымъ образомъ, изученіемъ алкогольнаго и другихъ броженій, Пастеръ вопросъ о разложеніи азотистыхъ веществъ оставляетъ въ

¹⁾ Hoppe-Seyley, Medicinisch-chemische Untersuchungen, Berlin, 1871, Heft. IV, p. 561.

²⁾ Hoppe-Seyley, Ueber die Processe der Gährungen und ihre Beziehung zum Leben der Organismen, Pflüger's Archiv für gesammte Physiol. Bonn, 1876, Bd. XII, p. 1.

³⁾ Pasteur, Etudes, sur la bière. Paris, 1876.

сторонѣ. Задачу эту беретъ на себя Nencki¹⁾, который вмѣстѣ съ своими учениками въ цѣломъ рядѣ работъ пытается показать, что взгляды Pasteur'a вполне примѣнны и къ случаю разложенія бѣлковыхъ соединеній, которое аналогично распаденію сахара на спиртъ, и CO_2 тоже называетъ броженіемъ. Броженіе, по Ненскому, есть разложеніе всякаго органическаго вещества, содержащаго и не содержащаго азота, производимое дѣятельностью анаэробныхъ организмовъ, и даже самый терминъ гніеніе онъ считаетъ возможнымъ изгнать изъ терминологіи химіи броженій, такъ какъ общепринятый признакъ гніенія—образованіе вонючихъ продуктовъ—нисколько не касается сущности самого процесса. „Ob etwas angenehm oder schlecht riecht,—справедливо замѣчаетъ по этому поводу Nencki,—ist für das Wesen der Gährungen nebensächlich“.

Данное нами выше опредѣленіе „броженія“, такимъ образомъ, почти что совпадаетъ съ опредѣленіемъ Ненскаго; оно отличается отъ него только нѣсколько болѣе общимъ характеромъ. Дѣйствительно, опредѣляя броженіе, какъ процессъ освобожденія энергіи черезъ распаденіе сложныхъ органическихъ веществъ, мы тѣмъ самымъ нисколько не предрѣшаемъ вопроса объ его зависимости отъ кислорода, тогда какъ опредѣленіе Ненскаго, исходя изъ Пастеровской теоріи отнятія кислорода, ставитъ броженіе въ прямую зависимость отъ отсутствія кислорода и тѣмъ самымъ исключаетъ изъ него многіе процессы разложенія, могущіе происходить въ присутствія кислорода. Какъ на одинъ изъ лучше изслѣдованныхъ примѣровъ подобнаго броженія, укажу на спиртовое, которое въ извѣстныхъ субстратахъ, напримѣръ, содержащихъ

¹⁾ Nencki, Ueber die Zersetzung des Eiweisses und der Gelatine bei der Fäulniss mit Pankreas. Bern 1876; Ueber den chemischen Mechanismus der Fäulniss; Journal für prakt. Chemie 1887, Bd. 17, p. 105; Ueber die Lebensfähigkeit der Spaltpilze bei fehlendem Sauerstoff, Journal, f. prakt. Chemie N. F. 1879, Bd. 19, p. 377. Nencki et Lachowitz, Archiv f-d. gesammte Physiol. 1883, Bd. XXXIII, p. 1. Nencki, die Anaerobiose und Gährungen, Archiv für exper. Pathologie 1886, Bd. XXXI, p. 299. Nencki, Untersuchungen über die Zersetzung des Eiweisses durch anaerobe Spaltpilze, Sitzungber. der Wiener Akademie 1889, Bd. XCVIII II Abth., p. 397, и тамъ же Nencki et N. Sieber, Zur Kenntniss der bei der Eiweissgährung auftretenden Gase, p. 417.

пептоны, происходит съ такой же интенсивностью въ присутствіи кислорода, какъ и въ отсутствіи его ¹⁾.

Этотъ указанный недостатокъ опредѣленія Ненскаго вытекаетъ изъ общаго всѣмъ работамъ Пастеровской школы смѣшенія слѣдствія и причины анаэробной жизни. Не „броженіе есть слѣдствіе жизни безъ кислорода“, какъ это думалъ Пастеръ и его послѣдователи, а, наоборотъ жизнь внѣ кислорода есть слѣдствіе броженія.

Н. Худяковъ.

¹⁾ *Chudjakow*, Untersuchungen über die alkoh. Gährung. Landw. Jahrbücher 1894. Bd., XXIII, p. 391.

Комиссія по організації домашняго читенія, состоящая при учебномъ отдѣлѣ общества распространенія техническихъ знаній.

Москва, Большая Никитская, д. Рихтеръ, кв. № 3.

Правила для сношеній читателей съ Комиссіей.

1) Читатели могутъ пользоваться руководствомъ Комиссіи: а) обращаясь къ Комиссіи за разъясненіемъ встрѣтившихся при чтеніи недоразумѣній и вопросовъ; б) представляя Комиссіи краткіе отчеты о прочитанномъ въ формѣ конспектовъ или отвѣтовъ на провѣрочные вопросы, поставленные Комиссіей; в) представляя на просмотръ и оцѣнку Комиссіи болѣе или менѣе обширныя и самостоятельныя письменныя работы.

2) Желающіе пользоваться указаніями Комиссіи въ означенныхъ предѣлахъ уплачиваютъ: при занятіяхъ по программамъ систематическаго чтенія (науки математическія, физико-химическія, біологическія, философскія, общественно-юридическія, исторія и исторія литературы)—по 3 рубля за годичный курсъ по каждому изъ этихъ семи отдѣловъ; при занятіяхъ по этнографіи и по каждой изъ отдѣльныхъ темъ—по 1 руб. Читатели, выбирающіе какую-либо часть одного изъ перечисленныхъ семи отдѣловъ (напримѣръ, химію, астрономію, педагогикъ, общую физиологію, русскую исторію, гражданское право и т. п.), платятъ какъ за руководство по отдѣльной темѣ (т.-е. 1 р.).

Нормой времени для прохожденія отдѣла принято 4 годичныхъ курса, причѣмъ теченіе каждаго годичнаго срока считается съ мѣсяца записи въ число читателей. Читателю, не успѣвшему къ сроку закончить прохожденіе назначенной на какой-либо годъ часть курса и сообщившему въ концѣ годового срока Комиссіи о ходѣ своихъ занятій, срокъ можетъ быть продолженъ безъ новаго взноса.

Примѣчаніе 1. Лица, не могущія уплачивать означенныхъ взносовъ по недостатку средствъ, могутъ быть освобождаемы отъ платы за пользованіе руководствомъ Комиссіи по представленіи объясненій о своемъ имущественномъ положеніи.

Примѣчаніе 2. Сельскіе учителя и учительницы пользуются руководствомъ Комиссіи безъ означенныхъ взносовъ.

3) Комиссія обязуется давать отвѣты на запросы справочнаго характера въ теченіе двухъ недѣль со дня полученія этихъ запросовъ. Для разбора письменныхъ работъ и сочиненій, присылаемыхъ читателями, и отвѣтовъ на вопросы научнаго характера полагается срокъ не болѣе 6 недѣль, смотря по степени ихъ сложности и по объему сочиненія. **На каждый отвѣтъ должна быть прилегаема почтовая марна**; въ противномъ случаѣ Комиссія не беретъ на себя обязательства отвѣчать.

4) Для большей успѣшности руководство занимающіеся приглашаются сообщать, кромѣ своего имени и адреса *), съ обозначеніемъ отдѣла или отдѣловъ, по которымъ они хотятъ заниматься: а) возрастъ, б) какое и гдѣ получили образованіе, в) званіе или общественное положеніе, г) главное занятіе, е) знаютъ-ли иностранные языки и какіе.

5) Комиссія предлагаетъ лицамъ, занимающимся подъ ея руководствомъ, слѣдующія льготныя условія по приобрѣтенію книгъ черезъ ея посредство:

а) Комиссія принимаетъ на себя порученія по покупкѣ всѣхъ книгъ, указанныхъ въ „Программахъ“ (какъ необходимыхъ, такъ и рекомендуемыхъ и справочныхъ) и находящихся въ продажѣ, съ уплатой *въ разсрочку*. При покупкѣ книгъ, отмѣченныхъ въ „Программахъ“ звѣздочкой, нужно высылать при заказѣ не менѣе 30% ихъ стоимости, а при покупкѣ прочихъ—не менѣе 80%. При этомъ читатели пользуются уступкой съ номинальной стоимости книгъ въ такомъ размѣрѣ, какой условленъ Комиссіей съ различными книгопродавцами (московскіе читатели пользуются уступкой не болѣе 10%).

б) Книги, отмѣченныя въ „Программахъ“ звѣздочкой, читатели могутъ возвращать по минованіи надобности, *получая обратно* стоимость книгъ, за вычетомъ по 5% съ ихъ *номинальной цѣны* за каждый мѣсяць, въ теченіе котораго книга находилась у читателя; такимъ образомъ, книга, стоящая 1 рубль, по истеченіи мѣсяца со дня полученія ея читателемъ, принимается обратно за 95 коп., по истеченіи 2 мѣс.—за 90 коп. и т. д. По истеченіи 20 мѣсяцевъ книга обратно не принимается.

в) По желанію, книги могутъ быть высылаемы въ переплетахъ; стоимость переплетовъ 20—25 копѣекъ. При выпискѣ книгъ необходимо отмѣчать, какія должны быть въ переплетахъ. Обратно принимаются только переплетенныя книги.

Примѣчаніе 1. Теченіе сроковъ начинается съ 1 и 15 чиселъ, слѣдующихъ за высылкой книгъ читателямъ. *Всѣ почтовые расходы по пересылкѣ книгъ должны быть оплачиваемы читателями.* Книги должны быть возвращаемы назадъ въ полной исправности и безъ помарокъ, съ указаніемъ фамиліи и адреса лица, которое возвращаетъ книги.

Примѣчаніе 2. Приобрѣтеніе книгъ черезъ посредство Комиссіи можетъ быть выгоднымъ лишь для тѣхъ лицъ, которыя желаютъ пользоваться *руководствомъ* Комиссіи и именно на этотъ предметъ назначаютъ свой трехрублевый взносъ. Лицамъ же, не имѣющимъ въ виду присылать въ Комиссію запро-

*) Въ случаѣ *перемѣны мѣста жительства*, Комиссія проситъ немедленно сообщить новый адресъ.

сы и работы, Комиссія можетъ указать на рядъ книжныхъ магазиновъ и библиотекъ, изъявившихъ согласіе продавать и выдавать въ абонементъ указанныя въ „Программахъ“ книги на льготныхъ условіяхъ.

6) Лица, записавшіяся на руководство Комиссіи, но въ продолженіе 20 мѣщцевъ не дававшія никакихъ свѣдѣній о ходѣ своихъ занятій, считаются выбывшими изъ числа читателей.

7) Въ промежутокъ отъ 17 мая до 15 сентября прекращаются письменныя сношенія Комиссіи съ читателями, касающіяся руководства занятіями, всякаго рода разъясненій, провѣрки письменныхъ отвѣтовъ и т. п. Прочіе же сношенія (запись въ число читателей, высылка книгъ, полученіе ихъ отъ читателей обратно и т. п.) продолжается *круглый годъ*.

8) Въ настоящее время можно записываться на чтеніе по „Программамъ“ какъ перваго, такъ и втораго, третьяго и четвертаго курсовъ; при подпискѣ необходимо указывать, *на который курсъ* по данному отдѣлу записывается читатель. На занятія по „Программамъ“ втораго, третьяго и четвертаго курсовъ могутъ записываться какъ лица, прошедшія предшествующіе курсы, такъ и тѣ, кто до сихъ поръ подъ руководствомъ Комиссіи не занимался.

Независимо отъ изложеннаго порядка содѣйствія со стороны Комиссіи по приобрѣтенію книгъ читателями, Комиссія въ настоящее время находитъ возможнымъ, для удобства и въ интересахъ занимающихся подъ ея руководствомъ лицъ, составлять и высылать имъ тотъ или другой подборъ указанныхъ въ ея „Программахъ“ книгъ на слѣдующихъ, временно установленныхъ, условіяхъ:

1) Книги выбираются или по усмотрѣнію Комиссіи, или по желанію занимающихся подъ ея руководствомъ читателей. Въ послѣднемъ случаѣ Комиссія оставляетъ за собой право ограниченія такого выбора.

2) Книги отпускаются и обратно принимаются Комиссіей не иначе, какъ безъ помарокъ и переплетенными.

3) Книги высылаются по требованію не отдѣльнаго лица, а лишь группы лицъ, занимающихся (хотя бы и по различнымъ отдѣламъ) подъ руководствомъ Комиссіи, которая всѣ сношенія съ означенной группой ведетъ черезъ одно лицо, входящее въ составъ группы и несущее всю отвѣтственность за группу въ ея обязательствахъ передъ Комиссіей.

4) Всѣ расходы по пересылкѣ книгъ означенная группа принимаетъ на себя.

5) Высылаемая Комиссіей книги считаются купленными поименно извѣстными ей читателями, составляющими группу; при покупкѣ читатели уплачиваютъ 20% номинальной стоимости книгъ въ видѣ задатка.

6) Книги могутъ быть возвращены Комиссіи, которая обязывается въ этомъ случаѣ вернуть задатокъ, удержавъ изъ него лишь то, что причтется за книги испорченныя или невозвращенныя, и, сверхъ того, за каждый мѣсяцъ пользованія 2% съ общей номинальной стоимости забранныхъ книгъ въ погашеніе расходовъ Комиссіи. Сумму, превышающую размѣръ задатка, лица, пользовавшіяся книгами, обязаны уплатить Комиссіи.

7) Удерживать книги разрѣшается не долѣе 6 мѣсяцевъ со дня ихъ полученія, приче́мъ, однако, лица, желающія воспользоваться ими болѣе продолжительное время, могутъ ходатайствовать объ этомъ передъ Комиссией. Въ противномъ случаѣ книги считаются окончательно купленными, и лица, удержавшія ихъ для себя, должны немедленно же, по истеченіи означенныхъ 6 мѣсяцевъ пользованія ими, произвести окончательный расчетъ съ Комиссией приче́мъ Комиссія дѣлаетъ съ номинальной стоимости книгъ ту скидку, какая условлена съ книжными магазинами, доставляющими книги.



8255

