

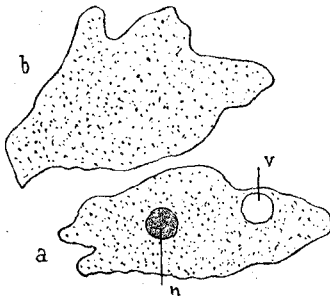
Лекция вторая.

Подвержены ли одноклеточные организмы инфекциям и травмам?—Меротомия амёб и инфузорий.—Повреждения у *Vaucheria*.—Эпидемия, произведенная микросферой у амёб.—Внутриклеточное пищеварение у простейших.—Перезаривание ими бактерий.—Эпидемии инфузорий.—Болезнь ядра и ядрышка.—Деление инфицированных парамециумов и средство, благодаря которому они избавляются от паразитов.—Ацанеты.—Хитридии.

Встречаются ли инфекционные болезни у одноклеточных организмов, столь распространенных в окружающих нас средах? Действуют ли и на них причины, вызывающие у нас воспаления?

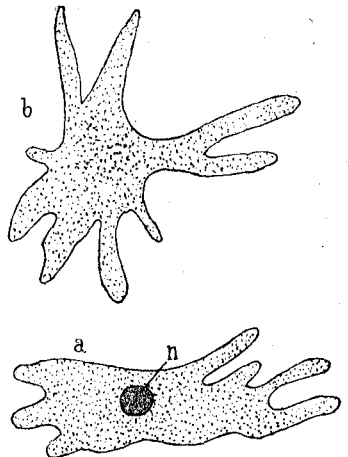
Исследуем изменения, производимые такими причинами у низших организмов.

Даже самое незначительное повреждение неизбежно вызывает у человека и высших животных ряд типических воспалительных явлений. У одноклеточных существ все эти явления значительно упрощены. Если разрезать амёбу пополам, то вдоль разреза не образуется даже раны; благодаря тому, что края заживают тот-



Фиг. 3. Амёба, непосредственно вслед за разрезанием на две части.

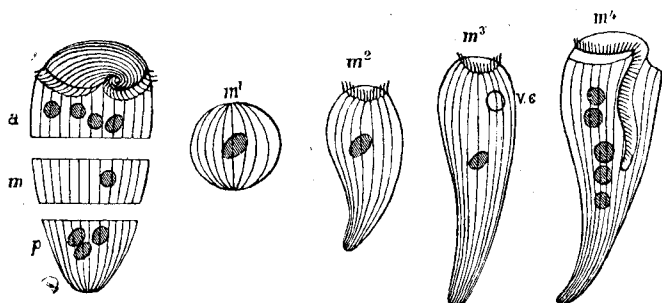
a—половина, заключающая ядро—*n*; *b*—половина, не заключающая ядра; *v*—бьющийся пузырек (по Бруно Гоферу).



Фиг. 4. Та же амёба, пять минут после разрезания (по Бруно Гоферу).

час же после удаления лезвия (фиг. 3, 4). В результате получаются две новые амёбы. Та из них, в которой осталось первичное

идро, продолжает расти и представляет из себя нормальную особь; другая же, лишенная ядра, погибает через более или менее длинный срок ¹⁾. Низшие протоплазматические существа, снабженные



Фиг. 5. Меротомия стентора.

a—передний участок; *m*—средний; *p*—задний; *m¹*, *m²*, *m³*, *m⁴*—стадии регенерирующегося среднего участка (по Балбиани).

многими ядрами, как например, *Actinophrys*, могут быть разрезаны на несколько кусков; каждый из них регенерируется через очень короткое время, лишь бы в нем заключалась часть ядра ²⁾.

У более дифференцированных инфузорий разрезывание острым инструментом производит настоящую рану, обнажающую внутреннюю плазму (фиг. 5). Но края периферического слоя вскоре прикрывают рану и, выделяя новую кутикулу, зарубцевывают ее окончательно. Но в то время как у первых в короткое время (иногда меньше чем в 24 часа) совершается полная регенерация, вторые, напротив, постепенно атрофируются и всегда умирают. Балбиани ³⁾, напечатавший весьма важную работу о „меротомии инфузорий“, думает, что даже полное зарубцевание происходит исключительно в кусках, снабженных ядром.

Ядро имеет очевидное влияние на выделение кутикулярной оболочки. У некоторых видов, как например, *Trachelius ovum*, эктоплазма отдельных сегментов тотчас же после разрезывания покрывает рану; куски, снабженные ядром, регенерируются менее чем через пять часов.

¹⁾ V. Bruno Hofer. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, M. XXIV, 1889, стр. 109, Pl. IV, V.

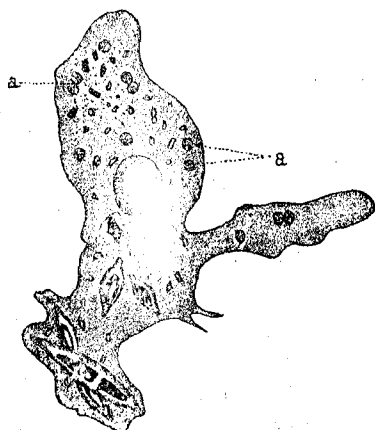
²⁾ V. Brandt. Ueber Actinosphaerium Eichornii. 1887, стр. 30.

³⁾ Recherches expérimentales sur la mérotomie des infusoires (Recueil zoologique suisse. T. V, 1888).

Одноклеточные растения могут также подвергаться глубоким повреждениям, которые тем не менее не ведут их неизбежно к смерти. Таким образом Ганштейн¹⁾ наблюдал, что при разрезывании или раздавливании одноклеточной водоросли *Vaucheria* в ней отмирает только поврежденная часть; остальная часть клетки вполне оправляется, выделив кутикулярную оболочку на пораненной области и образовав род секвестра.

Следовательно, у низших организмов эти явления сводятся к более или менее полной и быстрой регенерации. Помимо травмы, воспаление всего чаще вызывается инфекцией. Инфекционные болезни очень распространены между Protozoa и одноклеточными растениями, даже между их низшими представителями.

Мне удалось наблюдать у амёб эпидемию, производимую очень простым организмом в виде круглой клетки; он снабжен тонкой оболочкой и ядром и размножается делением.



Фиг. 6. Амеба в начале инфекции микросферами.

Большая Амёба с округленными псевдоподиями питается диатомеями. Но она содержит иногда кроме них небольшое количество вышеупомянутых круглых клеток (фиг. 6), называемых мною *Microsphaera*. Протоплазматические движения и общий вид амё-

бы остаются нормальными. Поэтому болезнь ее протекает незаметной по внешнему виду. Ближайшее наблюдение обнаруживает, однако, что только поглощенные диатомеи подвергаются пищеварительным изменениям, микросферы же, напротив, беспрепятственно размножаются делением внутри амёбы. Мало-по-малу последняя начинает выбрасывать диатомеи и становится все менее подвижной, обнаруживая этим свое болезненное состояние, протоплазма ее переполняется микросферами (фиг. 7), которые в конце концов и убивают амёбу.

Этот факт интересен тем, что показывает, как амёба, легко переваривающая даже двойчаток, может быть побеждена с виду

¹⁾ V. Frank. Die Krankheiten der Pflanzen. 1880. I, стр. 97.

совершенно слабыми существами, благодаря их способности противостоять ее пищеварительному действию.

Для объяснения этого явления приходится предположить, что паразит защищается, выделяя внутри амёбы вещество, ограждающее его самого и ядовитое для нее.

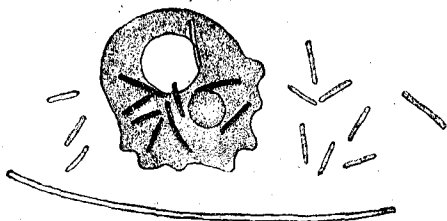
Следовательно, инфекция развилась в амёбе, несмотря на развитую у нее способность внутриклеточного пищеварения.



Фиг. 7. Умирающая амёба, наполненная паразитическими микросферами.

Ближайшее наблюдение мира простейших показывает, что пищеварительная функция играет существенную роль во взаимных отношениях этих животных. Многие корненожки и инфузории живут в средах, населенных массами других одноклеточных

организмов, между прочим, бактериями. Эти последние, размножаясь крайне быстро, служат пищею многим простейшим. Таким образом, различные амёбы поглощают бацилл, которые подвергаются в их теле целому ряду изменений. Так, не меняя своих очертаний, они приобретают способность легко окрашиваться везувином—способность, не свойственную живым бациллам вне организма (фиг. 8). Совершенно подобные же изменения бацилл наблюдаются у сувоек (*Vorticellae*) и у других инфузорий, из чего очевидно, что они зависят от пищеварительного действия содержимого простейших. Это заключение вполне согласуется с наблюдениями Б. Гофера¹⁾ над пищеварением амёб. Он доказал, что чем большим изменениям подверглась пища внутри корненожки, тем лучше она окрашивается анилиновыми красками.



Фиг. 8. Амёба, живущая среди бацилл, часть которых поглощена ею.

Часто приходится наблюдать, как жгутиковые монады поглощают нити

Leptotrix, в несколько раз длиннее их самих (фиг. 9), и кончают тем, что заключают их в свои пищеварительные вакуоли (фиг. 10).

¹⁾ Jeraische Zeitschrift. 1889, т. XXIV, стр. 109.

Иногда можно проследить внутри инфузории все изменения, происходящие с поглощенной бактерией.

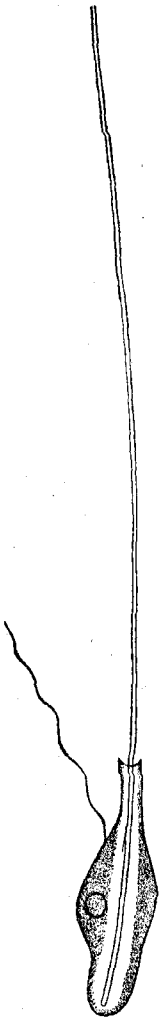
Ле-Дантёк ¹⁾ сделал подобное наблюдение в моей лаборатории над поглощением стентором серной бактерии *Thiocystis*.

Из приведенных фактов очевидно, что пищеварительное свойство протоплазмы простейших мешает распространению в них низших существ.

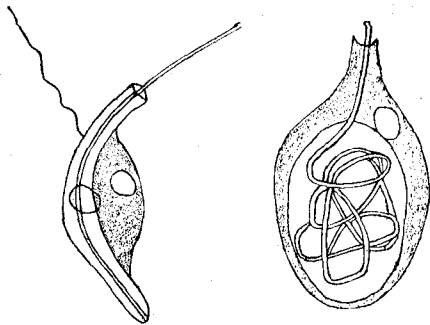
Эти последние только в исключительных случаях могут паразитировать в инфузориях и в корне-ножках.

Так как выше было уже упомянуто об одной из болезней корне-ножек, то я теперь прямо перейду к описанию эпидемии у инфузорий.

Давно уже было сделано наблюдение, что ядро некоторых видов инфузорий, а именно *Paramecium*, заключает в себе очень тоненькие палочки. И. Мюллер, открывший их, думал, что это семенные тела. Другие исследователи, наблюдавшие их, Балбиани и Бютчли, предположили, что эти палочки—паразитические бактерии. В действительности же эти организмы несомненно отличаются от бактерий и принадлежат к специаль-



Фиг. 9. Монада, поглощающая лептотрикса.



Фиг. 10. Поглощение лептотрикса монадой.

ной группе, состоящей из нескольких видов. Два вида развиваются в ядре, совершенно выполняя его, а третий—исключительно в яд-

¹⁾ Recherches sur le digestion intracellulaire. Lille, 1891, стр. 53.

рышке. В своем вегетативном состоянии паразит этот является в виде удлинённых, веретенообразных клеток, размножающихся поперечным делением и дающих иногда почки. Достигнув зрелого состояния, паразиты превращаются в оригинальные споры, сходные по внешнему виду то с бациллами, то с спиралями ¹⁾ (фиг. 11).

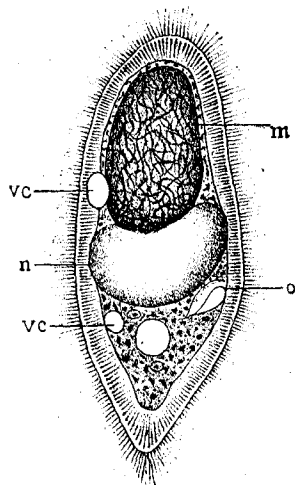
Несмотря на обилие паразитов в таких существенных органах, как ядро и ядрышко, зараженные инфузории не теряют способности делиться; но часто они гибнут вследствие истощения. Во время процесса деления часть паразитов зараженного *Paramecium* выпадает из гидра и проникает в протоплазму животного, откуда выбрасывается, как всякое проглоченное, но не переваренное тело. Избавляясь таким образом при всяком последующем делении от некоторого количества своих паразитов, *Paramecium*, поставленный в исключительно хорошие условия, как это было сделано в опытах г. Хавкина, продолжает делиться, давая целый ряд все менее и менее зараженных поколений.

Таким образом в конце концов может получиться полное выздоровление.

Г. Хавкину никогда не удавалось заразить *Paramecium* спорами паразита. Он вводил инфузории в капиллярные трубки, заключающие эти споры. Будучи проглочены и попав в пищеварительные вакуоли *Paramecium* (фиг. 12, 13), они выбрасывались подобно экскрементам.

Очевидно, что спора может прорасти в организме *Paramecium* только в случае, если ей удалось избежать пищеварительного действия протоплазмы или быть выброшенной из нее. Для прорастания она должна попасть прямо в ядро или ядрышко, лишённые этих функций.

Итак, мы видим на этом примере так же, как и из описанной болезни амёб, что микробу необходимо бороться против пищеварительных и выделительных функций протоплазмы.



Фиг. 11. Парамеций, ядрышко которого наполнено паразитами.

а — рот; n — ядро; m — большое ядрышко; vc — боковой пузырек.

¹⁾ См. работу г. Хавкина, сделанную в моей лаборатории и напечатанную в *Annales de l'Institut Pasteur*. т. IV, 1890, стр. 1888.

Наибольшее количество инфекционных болезней Protozoa несомненно вызывается паразитизмом сосущих инфузорий или ацинет, о которых я уже упоминал в первой главе.

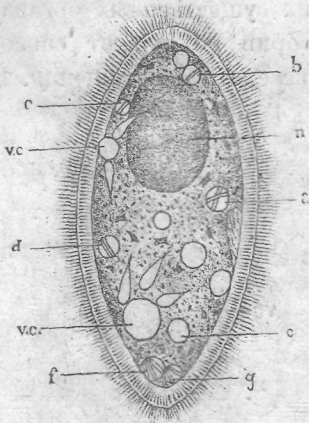
Несмотря на тонкость своей кутикулы, эти паразиты отлично противостоят пищеварительному действию протоплазмы даже таких инфузорий (как, напр., *Stilonicichiae*), которые отличаются своей хищностью и легкостью переваривания добычи.

Как было уже упомянуто выше, молодые ацинеты прикрепляются к поверхности тела других инфузорий и помощью активных движений, проникают в их эндоплазму.

Попав в центральную часть инфузории, паразиты значительно вырастают и делятся, производя большое количество молодых особей, до 50 и более. Некоторые из последних высвобождаются и после известного периода времени, проведенного вне организма, проникают в другую инфузорию.

Фиг. 12. Парамециум, поглотивший споры паразита.

а, b, c, d, e, g—споры, окруженные вакуолами; н—ядро; е.с.—булькающий пузырек.



Чтобы иметь возможность удержаться в протоплазме инфузорий, ацинеты должны оказывать какое-нибудь парализующее влияние на их пищеварительную деятельность.

Очень вероятно, что эти паразиты выделяют какое-нибудь ядовитое вещество: часто наблюдали, что различные инфузории были парализованы и умирали вследствие нападения свободных ацинет ¹⁾.

Своим паразитизмом ацинеты вызывают дегенерацию ядра, которое распадается на круглые зерна. Часто, однако, болезнь, причиненная этими паразитами, не только не смертельна, но даже не мешает размножению инфузорий.

Для одноклеточных организмов гораздо опаснее инфекционные болезни, производимые низшими грибами из группы Chitridiae. Впрочем, эти паразиты внедряются обыкновенно

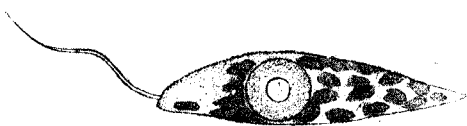


Фиг. 13. Очень увеличенная вакуоля, заключающая споры.

¹⁾ См. Бютчли, Protozoae в Bronn's Klassen u. Ordnungen des Thierreichs. III. 1889, стр. 1823 и 1842.

и простейших, питающихся не твердой пищей, а исключительно осмосотически. На инфузорий же, способных к внутриклеточному пищеварению, они нападают только во время их покоящегося состояния—кисты, когда пищеварение прекращено.

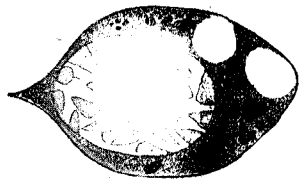
Внутриклеточные паразитические Chitridiae, проникнув в инфузорию, принимают вид круглой неподвижной клетки. В этом состоянии они питаются на счет содержимого инфузории, которая в конце концов умирает. Сами же они обращаются в зооспоры.



Фиг. 14. Зеленая эвглена, заключающая хитридия.

Возьмем для примера Chitridium, паразитирующего в зеленой эвглене и открытого Клебсом ¹⁾. Эвглены водятся в стоячих водах. Между ними встречаются особи, с виду совершенно здоровые, но заключающие круглое тело, снабженное ядрами и очень тонкой оболочкой (фиг. 14). Это тело постепенно вырастает и делится на большое количество мелких клеток (фиг. 15), превращающихся в конические зооспоры. Они пробуравливают эвглену и выходят в окружающую воду.

Во время развития паразита в самой эвглене проявляются явные признаки болезни: ее зеленые хроматофоры быстро резорбируются, и она принимает в высшей степени анемичный вид. Ее содержимое подвергается в то же время пигментному перерождению, выраженному в образовании отдельных бурых зерен, число которых все более и более увеличивается. Эвглена обыкновенно погибает в то время, когда паразит достиг стадии зооспоры. Инфекция, производимая хитридием, наблюдается у эвглены только в ее подвижном состоянии, так что очевидно киста, которой она окружена в покоящемся состоянии, служит ей защитой. Однако она оказывается недостаточной против нападения другого представителя хитридий, Polyphagus Euglenae, который легко развивается в ней.



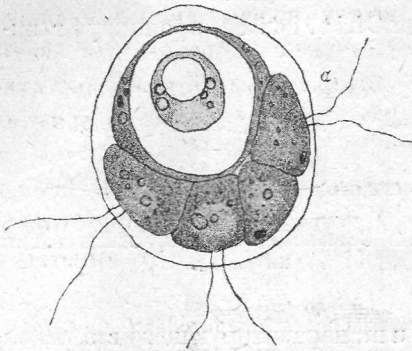
фиг. 15. Эвглена, наполненная зооспорами хитридия.

Однако она оказывается недо-

статочной против нападения другого представителя хитридий,

¹⁾ Untersuchungen aus d. botan. Institut. in Tübingen. т. I, 1883. Также Хав-
ниц, Annales des sciences naturelles. Zoologie. 1886, стр. 330, 336 и т. д.

ции хитридий. Один из представителей *Volvocineae*—*Pandorina* *torum*—часто бывает заражен паразитом из рода *Olpidium*. Последний вызывает со стороны *Pandorina* выделение жидкости, ско-

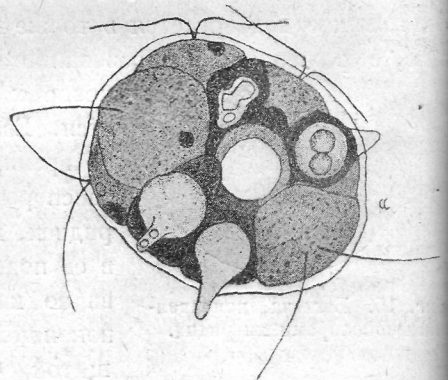


Фиг. 16. Пандорина, одна из клеток которой заражена ольпидиумом.

плюющейся в вакуоли (фиг. 16). Прозрачная маленькая паразитическая клетка растет на счет пандорины и наполняется жировыми зернами и вакуолями. Вскоре паразит образует конический отросток, пробуравливающий оболочку пандорины (фиг. 17, 18). Через этот отросток проходят зооспоры, развившиеся в паразите. В других случаях *Olpidium* не дает зооспор, а прямо закистируется, выделив толстую оболочку.

Зараженная клетка пандорины, претерпевая, как и евглена, пигментное перерождение, распадается и в конце концов всегда умирает. Что же касается других особей колонии, даже ближайших соседей погибшей клетки, то они остаются совершенно невредимыми: сохраняют полную подвижность, сократительность бьющихся пузырьков и продолжают совершенно нормально размножаться делением (фиг. 18). Таким образом болезнь и смерть одной или даже большинства из шестнадцати членов колонии нисколько не отражается на особях, избежавших паразита.

Этот очерк искусственных повреждений и инфекционных болезней одноклеточных организмов прежде всего обнаруживает недостаточность современных сведений по этому вопросу. Но он дает нам в то же время основание для оценки общего характера из-



Фиг. 17. Другая пандорина с пятью зараженными клетками.

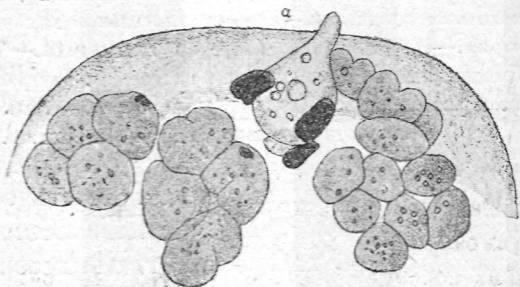
явлений, следующих за повреждением, нас всего более поражает способность полной регенерации. Мы видели, что отрезанный сегмент может через очень краткий срок,

несколько часов или даже минут, вернуться к своему нормальному состоянию.

Из фактов, изложенных в первой главе, можно смело вывести общее положение, что отношения между простейшими и инфицирующими организмами сводятся к активной борьбе. Паразиты часто не что иное, как хищники, которые вследствие своих малых размеров не могут прямо нападать на добычу, а внедряются в нее, питаясь на ее счет.

Эта тесная связь между паразитизмом и хищничеством проявляется не у одних ацинет, но и у других паразитичных инфузорий (*Vampirellae* и др.). При инфекции борьба усложняется и становится только ме-

нее непосредственной. Нападение паразита в этих случаях сводится к выделению ядовитых или растворяющих веществ; защищается же он, парализуя способность своей добычи переваривать и извергать. Последняя в свою очередь борется, стараясь переварить или извергнуть паразита, и защищается выделениями, которыми себя окружает.



Фиг. 18 Зараженная часть пандорины; зооспорангий паразита — а.

Хотя все эти явления не входят в понятие борьбы за существование в строго дарвиновском смысле слова (т.-е. в понятии о конкуренции между индивидами одного вида с целью переживания и производства лучше приспособленного потомства), однако они сводятся к более или менее непосредственной борьбе между представителями различных групп организмов.

Важная роль в этой борьбе принадлежит внутриклеточному пищеварению, столь распространенному у корненожек и инфузорий и присущему даже простейшим, питающимся осмотическим путем.