

**Spermatozopsis axsultans, nov Gen. et Sp. aus der Gruppe
der Volvocales.**

von A. Korschikoff.

(Aus d. Bot. Institut d. Univ. Charkow).

**Spermatozopsis exsultans, nov. gen. et
sp. изъ группы Volvocales.**

А. Коршикова.

(Изъ Ботаническаго Института Харьковскаго Университета).

Организмъ, описываемый здѣсь подъ этимъ именемъ, не принадлежитъ къ числу повсемѣстно распространенныхъ и, благодаря своей рѣдкости, до сихъ поръ ускользалъ отъ вниманія незначительнаго числа изслѣдователей мѣстной микрофлоры. Мнѣ онъ встрѣтился одинъ разъ въ банкѣ со старой культурой водорослей, простоявшей почти годъ въ оранжереѣ, другой разъ въ водѣ, собравшейся послѣ дождя въ канавѣ. Впервые я его замѣтилъ, просматривая висячія капли изъ указаннаго матеріала. Для наблюденія такого крошечнаго и рѣдкаго организма это единственный возможный способъ. Обычно я укрѣплялъ покровное стекло, впуская подъ него съ противоположныхъ угловъ небольшое количество воды, и только при желаніи сохранить препаратъ для дальнѣйшихъ наблюденій припаивалъ покровное стекло парафиномъ. Такимъ образомъ, я имѣлъ возможность, впуская подъ покровное стекло капельку осміевоы кислоты, фиксировать экземпляры *Spermatozopsis* послѣ того, какъ они собрались на сторонѣ капли, обращенной къ окну или противоположной¹⁾. Искать же въ препаратѣ, приготовленномъ обыкновеннымъ способомъ, дѣло почти безнадежное.

¹⁾ Ср. V. Chmielewsky, Über Phototaxis und die physikalischen Eigenschaften der Kulturtropfen. Beihefte zum bot. Zentralbl., 1904, p. 53.

Форма *Spermatozopsis* чрезвычайно оригинальна и ее вполне характеризует мягкое имя предложенное профессором Арнольди. Длинное, слегка сжатое съ боковъ тѣло изогнуто такъ, что составляетъ почти полный оборотъ сильно вытянутой спирали (рис. 1). Въ этомъ отношеніи *Spermatozopsis* нѣсколько сходенъ со сперматозоидами харъ, папоротниковъ и др., только тамъ число оборотовъ гораздо больше. Размѣры *Spermatozopsis* колеблются въ предѣлахъ отъ 7 до 9 μ . При помощи четырехъ или двухъ (объ этомъ интересномъ фактѣ см. ниже) жгутовъ *Spermatozopsis* перемѣщается то медленными неправильными, то быстрыми, скользящими движеніями, направленными соотвѣтственно формѣ тѣла по спирали. Конецъ со жгутами при этомъ всегда бываетъ обращенъ впередъ. Эти движенія часто прерываются рѣзкими прыжками назадъ, при чемъ тѣло не измѣняетъ своего направленія и, слѣдовательно, движется жгутами назадъ; иногда организмъ останавливается на нѣсколько секундъ, чтобы затѣмъ опять прыгнуть въ какую-либо сторону. Благодаря этимъ прыжкамъ, часто на весьма значительное разстояніе, слѣдить за какимъ-нибудь однимъ экземпляромъ даже и со среднесильными объективами бываетъ затруднительно, и для наблюденія строенія тѣла приходится подождать, пока капля подсохнетъ, и организмы, стѣсненные въ своихъ движеніяхъ, нѣсколько успокоятся.

Тѣло *Spermatozopsis* не покрыто углеводистой или какой-либо другой оболочкой. Это показываютъ измѣненія формы, наступающія при постепенномъ высыханіи не заклеенной висячей капли, или при отравленіи газами. Если подпустить подъ покровное стекло ничтожное количество слабого раствора амміака, организмы начинаютъ безпокойно метаться, но черезъ нѣсколько секундъ наступаетъ оцѣпенѣніе, при чемъ жгуты по большей части выпрямляются и вытягиваются впередъ. Такое состояніе длится довольно долго, изрѣдка прерываясь рѣзкими, порывистыми движеніями. Затѣмъ почти всѣ особи начинаютъ сбрасывать жгуты, но безъ предварительной ихъ агрегаціи, какъ это происходитъ подъ дѣйствіемъ амміака у *Chlamydomonas* и *Polytoma* ¹⁾. Однако, рѣдко сбрасываются всѣ жгуты; обыкновенно остаются одинъ или два, которые по временамъ энергично движутся. Приблизительно въ это же время тѣло начинаетъ

¹⁾ V. Chmielewsky, Matériaux pour servir à la morphologie et physiologie des algues vertes p. 211, Varsovie 1904.

медленно стягиваться и округляться (рис. 14), при чемъ въ протоплазмѣ появляется нѣсколько вакуолей съ крошечнымъ тѣльцемъ въ каждой, находящимися въ быстромъ броуновскомъ движеніи, какъ это часто бываетъ въ вакуоляхъ. Округляется въ свою очередь и хроматофоръ, независимо отъ тѣла, и часто случается, что хроматофоръ уже съжился въ шарикъ, тогда какъ на тѣлѣ еще можно узнать слѣды прежней формы. Минуты черезъ 2—3 тѣло совершенно округляется, при чемъ увеличиваются вакуоли въ протоплазмѣ, которая теперь значительно превышаетъ по объему массу хроматофора, тогда какъ въ нормальномъ состояніи наблюдаются совершенно обратныя соотношенія (рис. 14). Стигма остается лежать на хроматофорѣ внутри агрегата, пульсирующія вакуоли исчезаютъ, повидимому, при самомъ началѣ процесса, давая, быть можетъ, начало упомянутымъ не пульсирующимъ.

Такой вакуолизированный комокъ протоплазмы, съ броуновскимъ движеніемъ частицъ внутри, съ грубо выступающимъ ядромъ, безъ сократительныхъ вакуолей, производитъ совершенное впечатлѣніе мертваго образованія. Но, вдругъ, оставшіеся жгуты начинаютъ бѣшено биться, что должно отогнать всякую мысль о смерти организма. Черезъ нѣсколько секундъ движеніе внезапно прекращается, тѣло цѣпенѣтъ на одну—двѣ минуты, послѣ чего движеніе жгутовъ повторяется съ прежней силой. Я наблюдалъ такіе экземпляры въ теченіе приблизительно 10 минутъ и по движенію жгутовъ убѣждался въ ихъ жизненности. Въ это время можетъ отпасть одинъ или два жгута и остаться одинъ, который отъ времени до времени возобновляетъ свои судорожныя движенія. Въ концѣ-концовъ отпадаетъ и этотъ послѣдній жгутъ и организмъ, надо думать, умираетъ. Подобныя явленія мнѣ удавалось вызывать неоднократно, и всякій разъ съ неизмѣннымъ успѣхомъ.

Другой случай метаболизма живого организма я наблюдалъ при подсыханіи капли со *Spermatozopsis*. Тѣло организма прилипало къ нижней поверхности покровнаго стекла и, слегка расплываясь, принимало форму полумѣсяца (рис. 3). Уже при этомъ можно было убѣдиться въ отсутствіи оболочки. Въ дальнѣйшемъ большая часть протопласта, заключавшая хроматофоръ, оставалась почти безъ измѣненій, но передній безцвѣтный конецъ начиналъ постепенно вытягиваться наподобіе псевдоподіи (рис. 2). Въ результатъ небольшой участокъ протоплазмы съ сократительными вакуолями и жгутами отползалъ на значи-

тельное разстояніе, будучи соединенъ съ главной массой тѣла лишь тонкой перемычкой безцвѣтной, гомогенной протоплазмы (рис. 5, 6). Названный участокъ медленно, но непрерывно измѣнялъ свои очертанія и положеніе, при продолжающейся пульсации вакуолей и движеніяхъ жгутовъ. Что касается послѣднихъ, то они укорачивались, особенно сильно одинъ, и, сохраняя на свободныхъ концахъ свою нормальную толщину, у основанія какъ бы расплывались по стеклу, незамѣтно переходя въ собственно протоплазму. Одинъ изъ жгутовъ, именно менѣе укоротившійся, отползалъ отъ прежней точки прикрѣпленія подобно тому, какъ раньше отползъ несущій его участокъ протоплазмы, такъ-что теперь длина всего отростка «а» (рис. 5) превышала первоначальную длину жгута. Оба жгута измѣняли свое положеніе, какъ видно изъ рисунковъ 5 и 6, сдѣланныхъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ съ одного и тогоже экземпляра. Продолженія этихъ измѣненій я не наблюдалъ, но нѣтъ сомнѣнія, что они кончились разрушеніемъ протопласта раньше окончательнаго высыханія капли, какъ это имѣло мѣсто въ повторныхъ опытахъ. Эти опыты мнѣ долго не удавались, такъ-что я пришелъ было къ заключенію, что описанныя измѣненія вызываются не высыханіемъ капли, а другими причинами, ближе не опредѣленными. Однако, впослѣдствіи я нѣсколько разъ наблюдалъ въ этихъ условіяхъ подобныя явленія, хотя и не въ такой сложной формѣ. Часто протопластъ просто сплывался въ шарикъ, который слегка расползался по стеклу и затѣмъ разрушался.

Въ томъ препаратѣ, гдѣ я въ первый разъ наблюдалъ такой метаболизмъ, мнѣ встрѣтилась особь, свободно плавающая, слѣдовательно, не подверженная дѣйствію высыханія, которая, тѣмъ не менѣе, имѣла странный видъ (рис. 8); именно, жгуты съѣхали съ передняго конца на середину, гдѣ мѣсту ихъ прикрѣпленія соотвѣтствовало замѣтное возвышеніе изъ безцвѣтной протоплазмы; хроматофоръ оставался безъ измѣненій. Что съ этой особью произошло дальше я не могъ дожидаться. Можетъ быть, формы уже неподвижныя, округлившіяся, но не потерявшія жгутовъ, представляютъ конецъ начавшейся деформаціи (рис. 9).

Какъ видно изъ сказаннаго, при нѣкоторыхъ, явно ненормальныхъ условіяхъ способность *Spermatozopsis* къ произвольнымъ или непроизвольнымъ измѣненіямъ своей формы бываетъ чрезвычайно велика, что можно объяснить только отсутствіемъ оболочки или сколько-нибудь дифференцированнаго перипласта. Тѣмъ удивительнѣе кажется то, что *Spermatozopsis* при нор-

мальныхъ условіяхъ никогда не обнаруживаетъ метаболизма и всегда сохраняетъ свою оригинальную форму, столь далекую отъ той округлой, которая свойственна обыкновенно голымъ организмамъ, и которую при наступленіи смерти принимаетъ иногда самъ *Spermatozopsis*.

Большую часть протопласта занимаетъ хроматофоръ. Онъ тянется по выпуклой сторонѣ тѣла отъ задняго конца къ переднему и кончается почти у основанія жгутовъ. Безцвѣтная протоплазма расположена въ обратномъ смыслѣ: она образуетъ передній конецъ и, покрывая почти равномернымъ слоемъ вогнутую сторону хроматофора, исчезаетъ недалеко отъ задняго конца, состоящаго исключительно изъ зеленого вещества (рис. 3). Ея тонкій слой, перипластъ покрываетъ, конечно, хроматофоръ и съ внѣшней стороны. Иногда я замѣчалъ нѣкоторое количество небольшихъ зернышекъ, расположенныхъ вдоль хроматофора въ правильный рядъ. Природа этихъ зернышекъ осталась неизвѣстной. Какъ было уже упомянуто, тѣло организма бываетъ сплюснутымъ съ боковъ. Въ поперечномъ разрѣзѣ оно имѣло бы форму остроугольнаго треугольника, въ основаніи котораго лежалъ бы хроматофоръ, а острый уголъ былъ бы занятъ протоплазмой. Во взрослыхъ формахъ тѣло является округленнымъ или даже слегка сдавленнымъ въ направленіи перпендикулярномъ къ первоначальному. Задній конецъ обыкновенно бываетъ заостренъ.

Приблизительно посрединѣ тѣла, гдѣ хроматофоръ образуетъ иногда небольшую выемку, лежитъ крошечное ядро, построенное по типу общему для всѣхъ *Volvocales*. При обыкновенныхъ условіяхъ мнѣ его не удалось разсмотрѣть, но если дать каплѣ подсохнуть, то протопластъ сплющивается, и въ выпятившейся безцвѣтной протоплазмѣ можно хорошо разсмотрѣть ядро съ ядрышкомъ въ центрѣ, а также установить число сократительныхъ вакуолей (рис. 5, 6). Пиреноида у *Spermatozopsis* нѣтъ. Стилга находится на переднемъ концѣ хроматофора, съ наружной стороны тѣла, въ видѣ маленькой короткой палочки (рис. 1, 7). Здѣсь же у основанія жгутовъ находятся упомянутыя уже сократительныя вакуоли въ числѣ двухъ, попеременно сокращающіяся, чрезвычайно маленькія и потому трудно различимыя при нормальныхъ условіяхъ (рис. 7). Въ протоплазмѣ включены различной величины зернышки, съ большимъ лучепреломленіемъ, чѣмъ окружающая протоплазма, не синѣющія отъ іода, красящіяся *Neutralrot* въ интенсивно-красный цвѣтъ,

представляя, такимъ образомъ, аналогію съ волютиновыми «gote Körner» остальныхъ Volvocales¹⁾).

Отъ передняго конца отходятъ обычно четыре жгута, какъ это показано на рис. 1; но иногда попадались экземпляры слабѣе изогнутые, снабженные только двумя жгутами (рис. 2). Отношенія этихъ двухъ формъ являются загадочными. Какъ дальше будетъ сказано, во время дѣленія вырабатываются новые четыре жгута, такъ-что должно отпасть предположеніе, что названныя двухжгутовые формы суть дочерніе экземпляры съ половиннымъ числомъ жгутовъ. Можно было бы думать, что здѣсь произошло отпаденіе двухъ жгутовъ, но этому противорѣчить то, что условія были, повидимому, нормальными, во-вторыхъ, является вопросъ, почему отпало именно два жгута, а не три или одинъ, и въ третьихъ, если бы жгуты и отпали, то на ихъ мѣстѣ должны были бы остаться короткіе придатки, т. к. насколько мнѣ приходилось до сихъ поръ наблюдать, при отравленіи амміакомъ и другихъ условіяхъ жгуты не обрываются у самаго основанія, и не только у *Spermatozopsis*, но и у другихъ Volvocales.

Каково бы ни было число жгутовъ, послѣдніе всегда бываютъ равной, почти вдвое превышающей тѣло длины, очень тонки и расположены, какъ у *Carteria*, правильнымъ крестомъ (рис. 4), или другъ противъ друга въ одной плоскости, какъ у *Chlamydomonas*, если существуютъ только въ числѣ двухъ. Окраской по способу Löffler'a можно было обнаружить существованіе концевыхъ отдѣловъ въ жгутахъ, въ видѣ чрезвычайно тонкой, недлинной нити («Schnur» Fischer'a), почти сразу утолщающейся въ «Stiel», превышающей ее по длинѣ въ 4—5 разъ (рис. 10). Я окрашивалъ препараты предварительно фиксированные осміевою кислотой, и просто высушенные въ теченіе возможно болѣе короткаго времени и затѣмъ проведенные черезъ огонь, и результаты были одинаковы. Жгуты *Spermatozopsis* принадлежатъ, такимъ образомъ, къ типу «Peitschengeißel» Fischer'a²⁾. Во время своихъ кратковременныхъ остановокъ *Spermatozopsis* или держится всѣми четырьмя жгутами за нижнюю поверхность покровнаго стекла, или просто лежитъ бокомъ, неподвижно держа

¹⁾ Art. Meyer, Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. 1904, Bot. Ztg. Bd. 62.

Merton, Über den Bau und Fortpflanzung von *Pleodorina illinoisensis*. Zeitschr. f. Wiss. Zoologie, Bd. 90, 1900.

²⁾ A. Fischer, Über die Geißeln einiger Flagellaten. *Pringsh. Jahrb.* 1894, Bd. 26.

отогнутые назад жгуты. Въ первомъ случаѣ жгуты касаются стекла своей серединой, а не концами, которые свободно загнбаются назадъ.

Вегетативное размноженіе *Spermatozopsis* совершается по типу *Pugamimonas*¹⁾, и состоитъ въ продольномъ дѣленіи материнской особи на двѣ дочернихъ, безъ перехода въ покоющееся состояніе. Начала дѣленія я не могъ уловить; мнѣ попадались только особи уже съ двойнымъ числомъ жгутовъ (рис. 11) одинаковой длины, въ то время какъ на тѣлѣ только появилась продольная борозда, шедшая отъ одного конца къ другому, которая, углубляясь, расщепила хроматофоръ на двѣ полосы. На переднихъ концахъ дочернихъ хроматофоровъ находилось по стигмѣ. Хотя я непосредственно и не наблюдалъ этого, но для меня не оставляетъ никакого сомнѣнія, что эти стигмы возникли путемъ дѣленія материнской, какъ это имѣетъ мѣсто у *Flagellata* и нѣкоторыхъ голыхъ *Volvocales*.

Дѣленіе *Spermatozopsis* совершается, повидимому, очень медленно, какъ у *Pugamimonas* и др. Начиная съ описанной стадіи я наблюдалъ этотъ процессъ въ теченіе 20—30 минутъ, и онъ лишь немного подвинулся впередъ. Конецъ дѣленія не представляетъ ничего особеннаго; разъ мнѣ попались двѣ дочернія особи, соединенныя только тонкой перемычкой, находившейся почти посерединѣ ихъ тѣлъ и не мѣшающей имъ поворачиваться относительно другъ друга, какъ это было описано для *Pugamimonas* (Dill) и *Dunaliella salina*²⁾. Приблизительно черезъ часъ перемычка разорвалась и дочернія особи тотчасъ же разошлись въ стороны. Онѣ имѣли вполнѣ нормальный видъ, только были, понятно, тоньше и сильно сжаты съ боковъ, тогда какъ взрослые особи, способныя къ дѣленію, бываютъ болѣе или менѣе округленными.

Изучить дѣленіе на окрашенныхъ объектахъ я не имѣлъ возможности, т. к. количество матеріала было слишкомъ незначительно для этого.

Переходъ въ покоющееся состояніе и половой процессъ не наблюдались.

Что касается систематическаго положенія *Spermatozopsis*, то зеленый хроматофоръ и четыре равныхъ жгута заставляютъ

¹⁾ O. E. Dill, Die Gattung *Chlamydomonas* und ihre nächsten Verwandten. Pringsh. Jahrb., 28.

²⁾ Clara Hamburger, Zur Kenntniss der *Dunaliella salina*. Archiv für Hydrobiologie Bd. VI, Hft. I., 1905.

отнести ее къ *Volvocales*, а отсутствіе оболочки сближаетъ его съ семействомъ *Polyblepharidaceae*. Форма тѣла показываетъ, правда, значительное отклоненіе отъ симметрическаго типа *Polyblepharidaceae*, но въ сущности симметрія нарушена только своеобразной изогнутостью тѣла, являющагося двусторонне-симметричнымъ съ боковымъ хроматофоромъ, какъ у нѣкоторыхъ видовъ *Chlamydomonas*, напр., *Chl. media* Klebs или *Chl. parietaria* Dill. Передній же конецъ со жгутомъ вполне сохранилъ свою симметрію.

Болѣе важной особенностью является, быть можетъ, описанное уже особое строеніе жгутовъ. По Fischer'у жгуты *Polytoma* и *Chlorogonium* снабжены длинными концевыми отдѣлами («Schnur»), которые постепенно переходятъ въ «Stiel». Мои собственныя окраски дали иные результаты. Жгуты *Polytoma* имѣютъ настолько короткій концевой отдѣлъ, что онъ почти не заслуживаетъ особаго наименованія, и можно было бы говорить просто о заостренныхъ концахъ жгутовъ. Жгуты же *Chlorogonium* совершенно одинаковой толщины отъ начала до конца, безъ всякихъ намековъ на какіе-либо придатки. Также просто устроенными оказались жгуты различныхъ видовъ *Chlamydomonas*, *Carteria*, *Gonium*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Spondylomorom*. Остальныхъ *Volvocales* мнѣ не удалось изучить за отсутствіемъ матеріала, и среди упомянутыхъ *Spermatozopsis* является пока единственнымъ въ своемъ родѣ. Что же касается числа и расположенія жгутовъ (и вакуолей), то въ этомъ отношеніи *Spermatozopsis* совершенно напоминаетъ *Pyramimonas*.

Отсутствіе переноидовъ является, вѣроятно, такимъ же вторичнымъ, производнаго характера признакомъ какъ и у *Chloromonas* и *Spermatozopsis* стоитъ поэтому въ такомъ же отношеніи къ *Pyramimonas*, какъ *Chloromonas* къ *Chlamydomonas*.

Небезынтересно то, что мнѣ не удалось наблюдать перехода *Spermatozopsis* въ покоющееся состояніе. Въ культурѣ онъ существуетъ мѣсяцами, несмотря на колебанія температуры и освѣщенія, иногда довольно рѣзкія. Такимъ же стойкимъ оказывается онъ и въ висячихъ капляхъ, гдѣ очень скоро переходятъ въ покоющееся или въ пальмеллевидное состояніе всѣ способные къ этому организмы. Такимъ образомъ *Spermatozopsis* является противоположностью *Pyramimonas*, принадлежащаго именно къ такимъ организмамъ, и въ еще большей степени противоположностью близкимъ къ *Polyblepharidaceae* *Prasinocladaceae*, гдѣ неподвижная стадія совершенно подавила подвижную.

Имѣя, такимъ образомъ, много общаго съ Polyblepharidaceae, Spermatozopsis въ нѣкоторыхъ чертахъ своей организациіи уклоняется отъ типичныхъ представителей этого семейства, являясь какъ бы побочной вѣтвью главнаго ствола, ведущаго къ Chlamydomonadaceae. Скудность свѣдѣній о составѣ интересующей насъ группы и крайняя неполнота данныхъ относительно формъ уже извѣстныхъ, заставляетъ отказаться отъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія взаимоотношеній и ограничиться однимъ этимъ соображеніемъ, несмотря на ихъ общность и гадательность.

Въ заключеніе, считаю пріятнымъ долгомъ выразить свою искреннюю признательность проф. В. М. Арнольди, словомъ и дѣломъ приходившему мнѣ на помощь въ моей работѣ.

Об'ясненіє рисунковъ.

Рисунки 2, 3, 5, 8, 9 и 10 сдѣланы съ помощью рисовальнаго аппарата Abbé, остальные отъ руки; Объективы Цейсса; chr—хроматофоръ, с. v.—сократительныя вакуоли, st—стигма.

Рис. 1. Общій видъ организма; рис. съ живого объекта. Апохр. 2 mm.

» 2 и 3. Двѣ начальныхъ стадіи деформаціи подъ вліяніємъ высыханія; ядра не нарисованы. Ном. imm. $\frac{1}{12}$, ок. 5.

» 4 и 5. Другая особь; двѣ болѣе подвинувшихся стадіи подобной же деформаціи. Апохр. 2 mm., ок. 12.

» 6. Видъ организма сверху. Апохр. 2 mm.

» 7. Передній конецъ организма; нѣсколько схематизировано.

» 8. Свободноплавающая, деформировавшаяся при высыханіи капли особь. Апохр. 2 mm., ок. 12.

» 9. Мертвая особь изъ той же капли. Апохр. 2 mm., ок. 12.

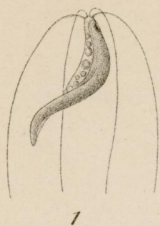
» 10. Жгуты *Spermatozopsis exsultans*; a—«Schnur», b—«Stiel». Апохр. 2 mm., ок. 18.

» 11. Начало дѣленія. Апохр. 2 mm., ок. 8.

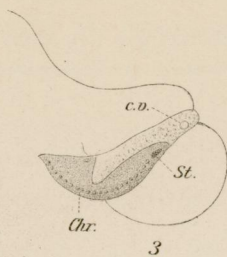
» 12. Конецъ дѣленія. Тоже увелич.

» 13. Начало деформаціи подъ дѣйствіемъ амміака. Апохр. 2 mm., ок. 12.

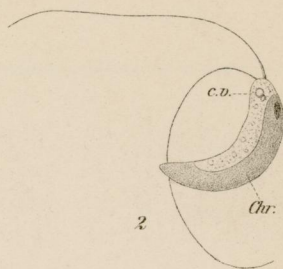
» 14. Дальнѣйшая стадія; одинъ изъ жгутовъ сброшенъ. Тоже увелич.



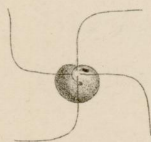
1



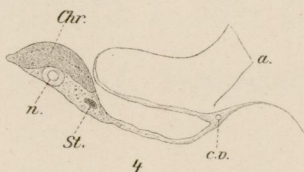
3



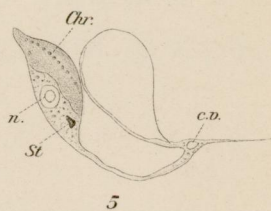
2



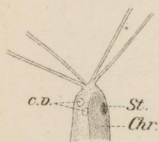
6



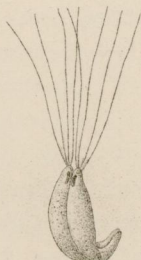
4



5



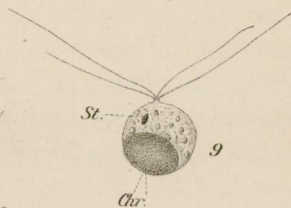
7



11



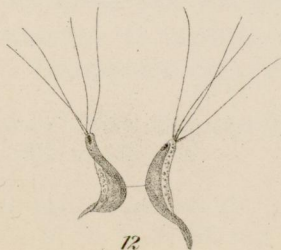
8



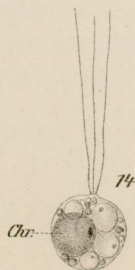
9



10



12



14



13

A. Korschakoff gez.

E. Laue lith.

