

1948H  
1228

554



А. Н. Даниловъ.

# Прорастаніе гифныхъ отрѣзковъ у Cladonia.

(Отд. отт. изъ „Извѣстій Импер. Бот. Сада Петра Великаго“, т. XV,  
вып. 5—6, 1915.)



A. N. Danilov.

# Note sur la germination des morceaux coupés de Cladonia.

(Extr. du „Bullet. du Jardin Impérial Botanique de Pierre le Grand“, t. XV,  
livr. 5—6, 1915.)



*Възвѣщеніе  
Дом. садовъ  
Т. 15 в. 5-6  
1915 г.*

ПЕТРОГРАДЪ.  
1916.

ПРОВЕРЕНО

1973 г.

Т. 1948Н  
1228

Дорожному  
Ивану Андреевичу  
Оль  
Антопу

Карело-Финская База  
Академии Наук СССР  
БИБЛИОТЕКА

А. Н. Даниловъ.

### Прорастаніе гифныхъ отрѣзковъ у *Cladonia*.

(Предварительная замѣтка.)

(Съ 4 рис. въ текстѣ.)

При біологическомъ изученіи компонентовъ лишайниковаго симбіоза, мнѣ удалось наблюдать весьма интересный фактъ прорастанія гифныхъ отрѣзковъ, взятыхъ изъ слоевищъ лишайниковъ *Cladonia rangiferina* (L.) Web., *Cl. sylvatica* (L.) Hoffm. и *Cl. fimbriata* (L.) Fr. Въ подходящихъ культурныхъ условіяхъ срѣзы или участки лишайниковаго слоевища начинаютъ развиваться не только путемъ размноженія гонидіевъ, но также и путемъ роста гифъ. Жизнь пробуждается только въ гифахъ гонидіальной зоны слоевища и особенно въ толстыхъ эктогаусторіяхъ, облѣпляющихъ извнѣ клѣтки гонидіевъ. Въ перерѣзанныхъ гифахъ корковаго слоя никакихъ признаковъ роста гифъ не наблюдалось.

Поперечные срѣзы подеціевъ *Cladonia* засѣвались въ жидкую питательную среду съ предосторожностями отъ заноса плѣсени въ культуру. При удачномъ посѣвѣ, уже черезъ нѣсколько дней гонидіи начинаютъ усиленно размножаться сначала дѣленіемъ, а потомъ, кромѣ того, и путемъ образованія зооспорангіевъ. Наряду съ размноженіемъ гонидіевъ трогаются въ ростъ гифы лишайника, представленныя въ подобной культурѣ маленькими обрѣзанными кусочками. Но ростъ послѣднихъ совершается только центральнымъ плазматическимъ стержнемъ гифы. Изъ срѣза старой гифы показывается кончикъ центрального стержня, который постепенно удлиняется, оболочка же старой гифы остается неизмѣнной (см. рис. 1), такъ что получается впечатлѣніе, будто онъ выходитъ изъ оболочки подобно тому, какъ гормоногій какой-либо синезеленой водоросли выскальзываетъ изъ своего слизистаго влагалища. Гифный проростокъ толщиной не болѣе 1 м., нисколько не утолщаясь, достигаетъ значительной длины, раздѣ-

лень поперечными перегородками, которыя безъ окраски почти не видны, и даетъ боковыя вѣтви, иногда тотчасъ по выходѣ изъ старой оболочки (см. рис. 1, лѣвую фигуру). У самаго выхода изъ старой гифы молодой ростокъ образуетъ утолщеніе въ видѣ узелка (см. рис. 1 *a*).

Нарастаніе проросшихъ гифъ въ длину происходитъ очень медленно и скудно. Въ теченіе многихъ недѣль развивается весьма незначительное сплетеніе изъ гифъ, въ которомъ разбросаны кучки гонидіевъ. На рисункѣ 2 представленъ фотографическій снимокъ такой культуры почти трехмѣсячнаго возраста.

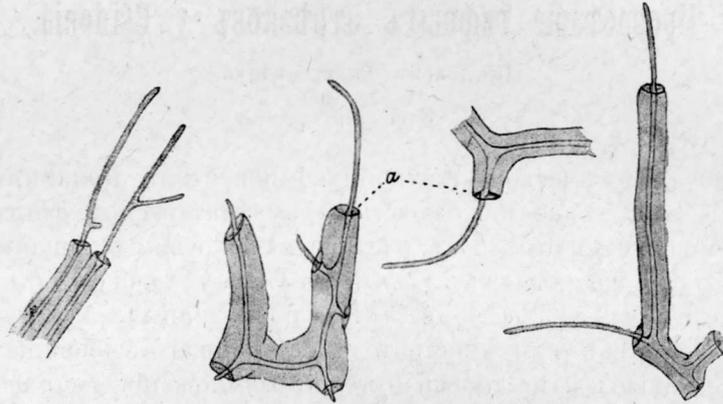


Рис. 1. Четыре фигуры изображаютъ прорастаніе гифныхъ отрѣзковъ въ жидкой питательной средѣ въ формѣ тонкихъ отростковъ, которые вѣтвятся на крайней лѣвой фигурѣ; *a*. — образованіе узелка у выходовъ молодыхъ отростковъ изъ старыхъ гифъ.

Обликъ проросшей гифы, какъ это видно на рисункѣ 1, настолько необыченъ, что заставлялъ заподозрить, не имѣемъ-ли мы дѣло съ сапрофитомъ, который пробрался внутрь толстой лишайниковой гифы и, уничтоживъ отмершую плазму во всѣхъ изгибахъ и развѣтвленіяхъ центральнаго стержня, вышелъ на свободу изъ стѣсняющаго его цилиндра мертвой гифной оболочки. Тщательное наблюденіе показало однако, что такой мало вѣроятный фактъ проникновенія чуждаго гриба въ полость гифы безусловно не имѣлъ мѣста. Растущія тонкія гифы являются безусловно ничѣмъ инымъ, какъ вырастающимъ плазматическимъ стержнемъ гифъ лишайника.

Бросается въ глаза локализациа прорастающихъ гифъ, въ зависимости отъ расположенія гонидіальныхъ кучекъ и степени ихъ оплетенія гифами. Наиболѣе пышное прорастаніе гифныхъ отрѣзковъ всегда приурочено къ отдѣльнымъ скопленіямъ гонидіевъ; развитіе молодыхъ гифъ тѣмъ пышнѣе, чѣмъ большее количество

эктогаусторіевъ облѣпляетъ клѣтки гонидіевъ. Особенно демонстративную картину представляли кучки гонидіевъ, лежавшія на наружномъ краю срѣза и плотно опутанныя перерѣзанными толстыми гифами (см. рис. 3). Здѣсь каждая перерѣзанная эктогаусторія росла обоими концами своего протоплазматическаго цилиндра.

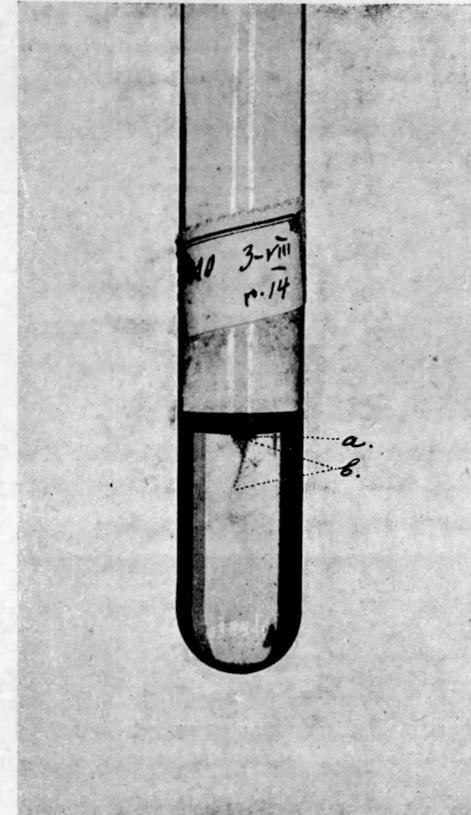


Рис. 2. Почти трехмѣсячная культура срѣза слоевища *Cladonia* въ жидкой питательной средѣ; *a*. — срѣзъ слоевища, плавающего на поверхности жидкости; *b*. — пучекъ молодыхъ гифныхъ отростковъ.

Вырастающія тонкія гифы распространялись радіально во всѣ стороны, коренясь въ комкѣ плотно одѣтыхъ гифами гонидіевъ. Въ такомъ комкѣ гонидіи находятся на самыхъ различныхъ стадіяхъ своего развитія, какъ въ видѣ дѣлящихся клѣтокъ и зооспорангіевъ, такъ и въ формѣ отмирающихъ клѣтокъ до пустыхъ сморщенныхъ оболочекъ включительно (см. рис. 3 *a*, *b*, *v*, *z*, *d*, *e*). Внутри сжимающаго ихъ гифнаго клубка гонидіи постепенно блѣд-

нѣютъ, деформируются до полного уничтоженія и отмираютъ — явно подъ воздѣйствіемъ сдавливающихъ ихъ гаусторіевъ (рис. 3 и 4).

Интересно отмѣтить, что по отношенію къ краскамъ поблѣднѣвшіе гонидіи проявляютъ тѣ же самыя свойства, какъ и растущія гифы, обнаруживая, такимъ образомъ, по степени своего отмиранія сходство реакціи съ этими послѣдними. Особенно демонстративную картину удавалось получить, примѣняя окраску метиленовой синькой по измѣненному мною методу Meyer'a для опредѣленія метакроматина (resp. волютина). Для этой цѣли

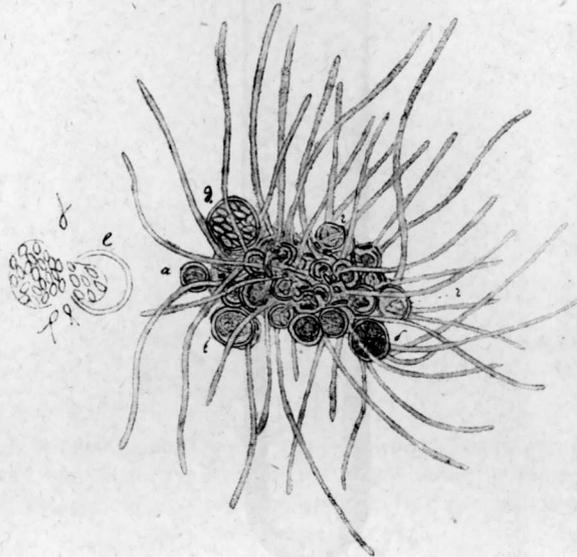


Рис. 3. Кучка гонидіевъ, плотно одѣтыхъ гифами, которые прорастаютъ тонкими отростками, располагающимися радиально вокругъ кучки. Гонидіи находятся въ разныхъ стадіяхъ развитія: *a*. — зеленая клѣтка нормального вида; *b*. — гонидій на стадіи вегетативнаго дѣленія; *c*. — гонидій, съ безцвѣтнымъ содержимымъ; *d*. — отмершіе гонидіи; *e*. — гонидій, превратившійся въ зооспорангій; *e*. — лопнувшій зооспорангій въ моментъ выходенія изъ него зооспоръ.

мною употреблялась синька, подкисленная сѣрной кислотой до концентраціи ея 0,2% отъ объема раствора синьки. При окраскѣ метакроматина такою кислой синькой не требуется послѣдующей обработки кислотой; необходимо только промыть препаратъ водой для удаленія избытка краски. Удобство примѣннаго мною метода заключается въ томъ, что даетъ возможность окрашивать нефиксированный организмъ, такъ какъ кислая синька весьма быстро проникаетъ въ живую клѣтку, не деформируя ея, и притомъ весьма сокращаетъ манипуляціи. У живыхъ синезеленыхъ водорослей этой краской великолѣпно окрашивается цен-

тральное тѣло въ синезеленый цвѣтъ, а метакроматиновые зерна въ цвѣтъ отъ синяго до чернаго. Въ разбираемомъ случаѣ синька указаннаго состава вовсе не окрашиваетъ здоровыхъ зеленыхъ гонидіевъ, гифы же и содержимое отмершихъ гонидіевъ окрашиваются въ синезеленоватый или голубой цвѣтъ. Кромѣ того, какъ въ отмершихъ гонидіяхъ, такъ и въ нѣкоторыхъ участкахъ молодыхъ гифъ окрашиваются зерна (метакроматинъ?) въ синій цвѣтъ (см. рис. 4).

Характеръ роста молодыхъ гифныхъ ростковъ показываетъ, что выростаніе одного только центрального плазматического стержня изъ отрѣзка старой гифы есть свойство, присущее этимъ

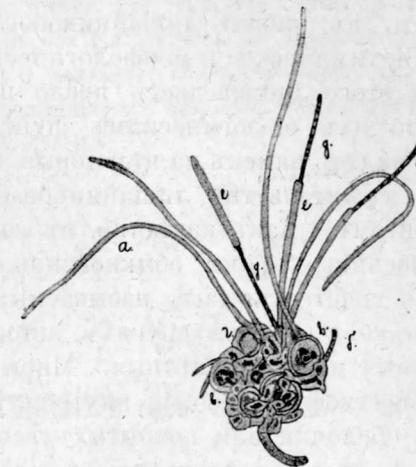


Рис. 4. Гифы, молодые отростки ихъ и гонидіи, окрашенные метиленовой синькой, подкисленной сѣрной кислотой. *a*. — гифный ростокъ, не окрасившійся синькой; *b*. — молодой гифный ростокъ, съ окрасившимися зернами; *c*. — отмершіе гонидіи съ окрасившимся содержимымъ; *d*. — пустая оболочка гонидія; *e*. — тончайшія, гифы окрасившіяся синькой и заполненныя зернами, вѣроятно, метакроматина; *e*. — толстые участки гифы, совершенно не окрашивающіеся синькой.

гифамъ и на другихъ стадіяхъ ихъ развитія. Подтверженіе этому можно видѣть въ способности гриба внезапно измѣнять діаметръ своихъ растущихъ гифъ (см. рис. 4 *g*, *e*). Гифный ростокъ, имѣющій толщину 2  $\mu$ , вдругъ утончается до діаметра менѣе 1  $\mu$ , т. е. слишкомъ вдвое, или наоборотъ очень тонкая, около 1  $\mu$ , въ началѣ своего роста гифа такъ же вдругъ утолщается въ своемъ діаметрѣ до 2—3 разъ, такъ что тонкая гифа кажется какъ бы выходящей изъ отрѣзка болѣе толстой гифы. Картина по своему внѣшнему облику въ этомъ случаѣ напоминаетъ проросшую старую гифу (ср. рис. 1), но разница въ томъ, что здѣсь обѣ части гифы, толстая

и тонкая, находятся въ стадіи роста и имѣютъ характеръ молодыхъ гифныхъ ростковъ. Тонкіе участки гифы отличаются отъ утолщенныхъ не только своимъ діаметромъ, но и реакціей на кислую синьку: въ то время, какъ участки *e* (рис. 4) при окраскѣ только немного зеленѣютъ, тонкіе участки (на рис. 4 обозначены буквой *g*) принимаютъ свѣтло синій оттѣнокъ, а заполняющія ихъ многочисленныя зерна окрашиваются въ темносиній, почти черный цвѣтъ. Въ болѣе толстыхъ участкахъ вовсе не обнаружено зеренъ, окрашивающихся подобно метахроматину.

Такимъ образомъ, прорастаніе отрѣзковъ старыхъ гифъ и образованіе на одной и той-же нити участковъ, совершенно различныхъ не только морфологически, но и по своей біохиміи, заставляетъ принять въ жизни лишайниковой гифы двойной циклъ развитія. Біохимическое и морфологическое отличіе гифъ въ разные періоды этого цикла даетъ право предположить въ нихъ отличіе и по ихъ біологическимъ функціямъ. Въ ихъ образованіи можно видѣть намекъ на нѣкоторыя явленія, происходящія въ тѣсномъ сожительствѣ лишайниковаго гриба съ его зеленымъ компонентомъ. Какъ извѣстно, въ гонидіальной зонѣ лишайниковаго слоевища, кромѣ обыкновенныхъ гифъ, можно отличить питающія гифы или такъ называемыя гаусторіи. Въ работахъ *А. А. Еленкина* (1—4) и другихъ авторовъ отличаются гаусторіи внѣклеточныя и внутриклеточныя. Мною (5) кромѣ того, указывалось на существованіе особыхъ внутриклеточныхъ гаусторіевъ, лишенныхъ оболочки или покрытыхъ весьма тонкой оболочкой. Вырастающія въ лабораторныхъ условіяхъ гифные ростки (рис. 1, 3 и 4 *g*) весьма напоминаютъ эти внутригонидіальныя тонкія гаусторіи. Необычныя для лишайниковаго гриба условія вегетаціи въ водной средѣ, при обильномъ разрастаніи гонидіевъ, все болѣе и болѣе высвобождающихся изъ слоевища, могли вызвать чисто хемотаксическимъ путемъ образованіе этихъ питающихъ гифъ внѣ клетки гонидія. Но полученныя до настоящаго времени данныя пока еще недостаточны для того, чтобы разгадать функціи описываемыхъ гифныхъ образованій и выяснитъ ихъ роль въ явленіяхъ лишайниковаго симбіоза. Это послужитъ задачей для дальнѣйшихъ изслѣдованій въ указанномъ направленіи.

20. X. 1915.

Институтъ Споровыхъ Растеній  
Императорскаго Ботаническаго Сада  
Петра Великаго.

## Литература.

1. *А. А. Еленкинъ*, „Къ вопросу о внутреннемъ сапрофитизмѣ (эндосапрофитизмѣ) у лишайниковъ“. Извѣстія Импер. СПб. Ботан. Сада Т. II, n<sup>o</sup> 3, 1902.
2. *А. А. Еленкинъ*, „Новыя наблюденія надъ явленіями эндосапрофитизма у лишайниковъ“. Ibid. Т. 4. № 2, 1904.
3. *А. А. Еленкинъ*, „Къ вопросу о гаусторіяхъ въ плеурококковидныхъ гонидіяхъ у гетеромерныхъ лишайниковъ“. Труды Импер. СПб. Об-ва Естествоисп. Т. XXXIV, вып. 1.
4. *А. Еленкинъ*, „Zur Frage der Theorie des Endosaprophytismus bei Flechten“. Bulletin des Naturalistes de Moscou, № 2, 1904.
5. *А. Н. Даниловъ*, О взаимоотношеніяхъ между гонидіями и грибнымъ компонентомъ лишайниковаго симбіоза. Извѣстія Импер. СПб. Ботан. Сада Т. X, № 2, 1910.

*А. Н. Даниловъ.*

## Note sur la germination des morceaux coupés de *Cladonia*.

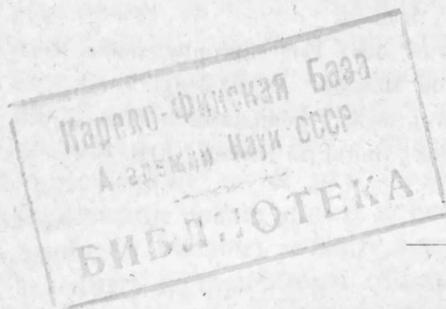
(Résumé).

L'auteur décrit un fait très intéressant concernant la germination des lichénohyphes dans les cultures liquides (fig. 2). Les hyphes des morceaux coupés de *Cladonia rangiferina* (L.) *Web.*, *Cl. sylvatica* (L.) *Hoffm.* et *Cl. fimbriata* (L.) *Fr.*, semés dans les liquides nutritifs, croissent seulement par des filaments minces protoplasmiques, issus de la membrane vieille (fig. 1). Ces filaments subtils (1—2  $\mu$ . diam.) s'enveloppent d'une membrane très mince et se ramifient (fig. 1), tandis que la membrane vieille des lichénohyphes ne participe guère à la croissance. On n'observe la germination des hyphes que dans la zone gonidiale.

Dans les pelotons (formés par les hyphes et les gonidies) se développent seulement les gonidies périphériques, se multipliant par la division ordinaire ou par les zoospores (fig. 3), tandis que les gonidies intérieures périssent peu à peu (fig. 3 et 4). Les filaments jeunes des lichénohyphes forment par-ci par-là des parties encore plus minces qui diffèrent par la réaction chimique, se colo-

rant en bleu (fig. 4) par le bleu de méthylène en combinaison avec l'acide sulphurique. On observe la même réaction dans les gonidies mortes, tandis que les gonidies vivantes et le reste des lichénohyphes ne se colorent point par ce réactif (fig. 4).

Les explorations futures établiront peut être une certaine analogie entre la germination des lichénohyphes, observée par l'auteur dans les cultures liquides, et le développement normal des hyphes dans le thalle des lichens, énoncé par lui dans son article précédent<sup>1)</sup>. En attendant l'auteur s'abstient d'émettre cette analogie plus loin d'une manière détaillée.



1) „Bullet. du Jardin Impér. Botan.“ T. X (1910), n<sup>o</sup> 2, pag. 33—66.