

УДК 582.259.1

Л.М. САФИУЛЛИНА, К.Р. МУРАТОВА, М.Б. ЗАКИРОВА

Башкирский гос. педуниверситет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия,  
e-mail: safilya@mail.ru

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ  
ВОДОРΟΣЛЕЙ *EUSTIGMATOS MAGNUS* И *VISCHERIA HELVETICA*  
(*EUSTIGMATOPHYTA*)**

---

*Eustigmatos magnus* (J.V. Petersen) D.J. Hibberd и *Vischeria helvetica* (Vischer et Pascher) D.J. Hibberd — филогенетически очень близкие виды, наиболее распространенные представители семейства *Eustigmataceae*. Наличие у *V. helvetica* выростов на оболочке клеток — единственный признак, отличающий его от *E. magnus*, имеющего в классическом описании гладкую клеточную оболочку. Длительное морфометрическое изучение вегетативных клеток двух видов, наблюдения за развитием авто- и зооспор, а также имеющиеся данные молекулярно-биологических исследований позволили отрицать достоверность их разграничения на отдельные виды и обозначить *E. magnus* как морфотип вида *V. helvetica*.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Eustigmatos magnus*, *Vischeria helvetica*, жизненный цикл, размножение, морфотип.

**Введение**

Одноклеточные водоросли *Eustigmatos magnus* и *Vischeria helvetica* относятся к небольшому классу *Eustigmatophyceae*, в который входит 10 родов, включающих в настоящее время около 20 видов. Эту группу организмов долгое время относили к классу *Tribophyceae* (syn. *Xanthophyceae*). В качестве самостоятельного отдела эустигматофиты стали рассматриваться после того, как Д.Дж. Хибберд и Г. Лидейле (Hibberd, Leedale, 1970, 1972) обнаружили, что они отличаются от трибофитов структурно и составом пигментов.

Семейство *Eustigmataceae* включает в себя два рода коккоидных водорослей: *Eustigmatos* Hibberd и *Vischeria* Pascher (Ettl, Gärtner, 1995). Виды *E. magnus* и *V. helvetica* не только наиболее распространенные представители этих родов (Hibberd, 1981; Ettl, Gärtner, 1995; Neustupa, Němcová, 2001), но и по результатам молекулярных исследований имеют высокую степень родства (Andersen et al., 1998). Однако вопрос об объединении этих видов остается до сих пор открытым, т.к. фенотипические исследования жизненного цикла и наблюдения за морфологическими изменениями при длительном их культивировании не проводились.

Цель работы — провести сравнительный анализ микроскопических почвенных водорослей *E. magnus* и *V. helvetica* на основании продолжительных исследований их жизненного цикла и наблюдений за процессами авто- и зооспорообразования.

© Л.М. Сафиуллина, К.Р. Муратова, М.Б. Закирова, 2014

## Материалы и методы

В работе представлены результаты морфометрических исследований вегетативных клеток двух аутентичных штаммов – *E. magnus* АСКУ 809–08 и *V. helvetica* АСКУ № 703–06 (orig. SAG 876-1) (Костиков и др., 2009), которые проводились на протяжении 2,5 лет, рассмотрены процессы авто- и зооспорообразования, определены признаки сходства/различия этих видов.

Водоросли культивировались в одинаковых условиях и находились на одной стадии развития, их морфология не отличалась от классического описания (Hibberd, 1981; Ettl, Gärtner, 1995). Оценку морфометрических признаков проводили на 3-и, 7-е, 14-е, 21-е и 28-е сутки, через 6 месяцев и 2,5 года с момента культивирования, измеряя диаметр 50 вегетативных клеток при каждом просмотре. Зооспоры получали методом разбавления питательной среды дистиллированной водой в пропорции 1:1, просмотр проводили на 2–3-и сутки, в утренние часы (Муратова, 2013). Использовали микроскоп Axio Imager A2 с реализацией дифференциально-интерференционного контраста с камерой Axio Cam MRC при увеличении Ч1000.

## Результаты и обсуждение

Результаты исследований позволили сопоставить основные признаки сходства/различия микроскопических водорослей *E. magnus* и *V. helvetica*. Критическим признаком, отличающим эти виды, был пролонгированный без шипов период у *E. magnus*, который длился до двух месяцев культивирования (в то время как у *V. helvetica* шипы образовывались на 14-е сутки). Кроме того, образование каротиноидных глобул у *V. helvetica* начиналось раньше, чем у *E. magnus* и практически одновременно с образованием шиповидных наростов. До и после этого периода различить по морфометрическим признакам вегетативные клетки этих видов было невозможно (см. таблицу).

## Заключение

В ходе эксперимента были рассмотрены все стадии жизненного цикла водорослей *E. magnus* и *V. helvetica* начиная с 3 суток и до 2,5 лет культивирования, получены зооспоры обоих видов. Длительное морфометрическое изучение вегетативных клеток двух видов, наблюдение за развитием авто- и зооспор выявили, что наличие у *V. helvetica* выростов на оболочке клеток – единственный существенный признак, отличающий его от *E. magnus*, имеющего в классическом описании гладкую клеточную оболочку, но способного образовывать эти выросты при старении культуры. Образование автоспор происходило по 2–4 зооспоры, в очень старой культуре (2,5 года) – по 2. Зооспоры обоих видов вытянутые, 8–10(–12) мкм в длину, грушевидной формы, в базальной части расположено каротиноидное пятно, имеется 2 жгутика. При старении оба исследуемых вида имели шипы, в их культурах присутствовали клетки эллипсоидной формы, соотношение которых было обратно пропорционально. Опираясь на имеющиеся работы молекулярно-биологических исследований, в которых установлено филогенетическое родство этих водорослей, мы можем отрицать достоверность их разграничения на отдельные виды и обозначить *Eustigmatos magnus* как морфотип вида *Vischeria helvetica*.

**Сопоставление основных признаков водорослей  
*Eustigmatos. magnus* и *Vischeria. helvetica* по срокам просмотра**

Признак	<i>E. magnus</i>	<i>V. helvetica</i>
3-и сутки просмотра		
Диаметр	7,43–15,43 мкм	6,62–8 мкм
Включения	в виде мелких капель масла черного цвета, в клетке много	в виде мелких капель масла черного цвета, в клетке мало
7-е сутки		
Диаметр	8,53–18,6 мкм	6,56–18,76 мкм
Включения	в виде мелких капель масла черного цвета, в клетке много	капли масла, в крупных клетках бурые каротиноидные глобулы
14-е сутки		
Диаметр	7,23–13,63 мкм	7–10 мкм
Включения	в виде крупных темных капель масла, заполнивших почти весь протопласт	в виде бурых каротиноидных глобул
Шиповидные наросты	–	единично появление шипов, у 10 % клеток
Автоспоры	2–4	2–4
21-е сутки		
Диаметр	6,74–13,64 мкм	8–10 мкм
Включения	в виде бурых каротиноидных глобул	в виде бурых каротиноидных глобул
Шиповидные наросты	–	40 % клеток
Автоспоры	–	2–4
28-е сутки		
Диаметр	7,27–12,03 мкм	8–11 (–13) мкм
Включения	включений мало, иногда совсем не выраженные	в виде бурых каротиноидных глобул
Шиповидные наросты	–	85 % клеток
6 месяцев		
Диаметр	7,74–13 мкм	7–9,58 мкм
Включения	ярко выраженные, крупные каротиноидные глобулы	в виде бурых каротиноидных глобул
Шиповидные наросты	30 % клеток	77 % клеток
Автоспоры	2	–
Эллипсоидные клетки	54 %	20 %
2,5 года		
Диаметр	8,41–11 мкм	7,78–13 мкм
Включения	очень крупные каротиноидные глобулы, занимающие часто большую часть клетки	очень крупные каротиноидные глобулы, занимающие часто большую часть клетки
Шиповидные наросты	52 %	86 %
Автоспоры	2	2
Эллипсоидные клетки	18 %	14 %

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Костиков И.Ю., Демченко Э.Н., Березовская М.А. Коллекция культур водорослей Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Каталог штаммов (2008 г.) // Черномор. ботан. журн. – 2009. – 5(1). – С. 37–79.
- Муратова К.Р. Жизненный цикл и зооспорогенез микроскопической водоросли *Eustigmatos polyphem* (Pitschmann) Hibberd 1981 (*Eustigmatophyta*) // Современные аспекты изучения экологии растений: Мат. междунар. дистанц. конф.-конкурса науч. работ студентов, магистрантов и аспирантов им. Лилии Хайбуллиной. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – С. 86–90.
- Andersen R.A., Brett R.W., Potter D., Sexton J.P. Phylogeny of the *Eustigmatophyceae* based upon 18S rDNA, with emphasis on *Nannochloropsis* // Protist. – 1998. – 149. – P. 61–74.
- Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- and Flechtenalgen. – Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 S.
- Hibberd D.J. Notes on the taxonomy and nomenclature of the algal classes *Eustigmatophyceae* and *Tribophyceae* (synonym *Xanthophyceae*) // Bot. J. Linn. Soc. – 1981. – 82. – P. 93–119.
- Hibberd D.J., Leedale G.F. *Eustigmatophyceae* – a new algal class with unique organization of the motile cell // Nature. – 1970. – 225(5234). – P. 758–760.
- Hibberd D.J., Leedale G.F. Observations on the cytology and ultrastructure of the new algal class, *Eustigmatophyceae* // Ann. Bot. – 1972. – 36. – P. 49–71.
- Neustupa J., Němcová Y. Morphological and taxonomical study of three terrestrial eustigmatophycean species // Nova Hedw., Beih. – 2001. – 123. – P. 373–386.

Подписал в печать П.М. Царенко

L.M. Safiullina, K.R. Muratova, M.B. Zakirova

M. Akmulla Bashkir State Pedagogical University,  
3a, October Revolution St., 450000 Ufa, Bashkortostan, Russia  
e-mail: safilya@mail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROSCOPIC SOIL ALGAE *EUSTIGMATOS MAGNUS*  
AND *VISCHERIA HELVETICA* (*EUSTIGMATOPHYTA*)

*Eustigmatos magnus* (J.B. Petersen) D.J. Hibberd and *Vischeria helvetica* (Vischer et Pascher) D.J. Hibberd are two phylogenetically closely connected species which are the most common representatives of *Eustigmataceae* family. The presence of *V. helvetica* growths on the cell capsule was the only feature which distinguished it from *E. magnus* having smooth cell capsule in classic description. The long-term morphometric studies of vegetative cells of two species, monitoring the development of auto- and zoospores, as well as the available works on molecular biological research allowed to deny the veracity of their differentiation into different species and identify *Eustigmatos magnus* as morphotype of *Vischeria helvetica*.

К е y w o r d s : *Eustigmatos magnus*, *Vischeria helvetica*, life cycle, reproduction, morphotype.