

ББК 28.5

УДК 58(571.1)

М. М. Силантьева, Н. Ю. Сперанская, Т. В. Гальцова

Разнообразие фитоцитов видов р. *Setaria* на юге Западной Сибири*

M.M. Silantyeva, N.Ju. Speranskaya, T.V. Galtsova

The Variety of Phytoliths of Species of the Genus *Setaria* in the South of Western Siberia

Представлены результаты фитоцитного анализа диких и культурных видов р. *Setaria* на юге Западной Сибири. Выделены диагностические признаки, позволяющие различить фитоциты дикорастущих и культурных видов внутри одного рода. Наиболее близкими по фитоцитному составу оказались *S. glauca* и *S. italica*. Выявлено, что в целом более крупные фитоциты характерны для дикого вида *S. glauca*. Полученные сведения могут использоваться при реконструкции естественной и культурной растительности.

Ключевые слова: фитоциты, фитоцитный анализ, культурные растения, реконструкция растительности.

The article contains the results of the analysis of phytoliths of wild and cultivated species of the genus *Setaria* in the south of Western Siberia. The identified diagnostic features allow us to distinguish phytoliths of wild and cultivated species within the same genus. *S. glauca* and *S. italica* were the closest in phytoliths composition. It is revealed that in general the larger phytoliths are peculiar to wild-species of *S. glauca*. The information can be used in the reconstruction of the natural and cultural vegetation.

Key words: phytoliths, analysis of phytoliths, cultivated plants, reconstruction of vegetation.

DOI 10.14258/izvasu(2013)3.2-21

Введение

Фитоциты — это уникальные микроскопические частицы кремневой природы, оригинальной формы, формирующиеся в растениях и позволяющие идентифицировать данное растение спустя длительное время [1]. Отличия форм фитоцитов и их размеров у диких и культурных, видов одного рода могут использоваться при реконструкции естественной и культурной растительности методом фитоцитного анализа. Кроме того? этот анализ позволяет на уровне микроморфологической структуры найти признаки, характерные для определенных видов растений.

Род *Setaria* Beauv. относится к семейству *Poaceae* и подсемейству *Panicoideae*. Он содержит культурные, дикие и сорные виды с различными системами размножения, жизненных циклов и плоидности. *Setaria* является одной из первых зерновых культур, формирующих старейшие культивируемые растения, которые были наряду с *Panicum miliaceum* L. основным продуктом питания на Дальнем Востоке до риса и пшеницы. Большинство культурных просовых связано своим происхождением с Китаем, откуда они распространились по Средней Азии, Южной Европе и Передней Азии. Так, *Setaria italica* (L.) Beauv. (щетинник итальянский, могар, или чумиза), является старейшей

сельскохозяйственной культурой, происхождение которой обычно связывают с введением в культуру дикой, или сорной *S. viridis* (L.) Beauv. (щетинника зеленого). Могар очень быстро, еще в глубокой древности, проник в Среднюю и Переднюю Азию и Южную Европу. Сегодня эти культуры остаются по-прежнему важными в полусухих районах [2; 3].

Эволюция и история интродукции *S. italica* изучены на основе морфологических данных и биохимического анализа. Известны три центра происхождения: 1) Китай, 2) Европа и 3) географическая зона от Афганистана до Ливана. Это дает основания предполагать, что генофонд *Setaria* состоит из трех основных частей. Первичный генофонд состоит из диплоидных видов ($2n=2x=18$) *Setaria italica* и его предполагаемый предок *S. viridis*. Вторичный генофонд содержит *S. adhaerans* (Forsskal) Chiov. и два аллополиплоиды *S. veticillata* (L.) Beauv. и *S. faberii* Herrm. ($2n=4x=36$). Третичный генофонд содержит *S. glauca* (L.) Beauv. (от $4x$ до $8x$). Но все же, несмотря на установленные закономерности, генетическое родство видов рода *Setaria* еще плохо изучено [4].

Цель исследования — выявить диагностические признаки, позволяющие различить фитоциты дикорастущих и культурных видов р. *Setaria*. Задачи: срав-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ «История формирования культурной флоры Русского Алтая» №11-04-01207а.

нить формы фитолитов изучаемых видов, сравнить размеры выделенных фитолитов.

Материалы и методы. На территории Алтайского края, расположенного в пределах лесостепной и степной зон, произрастают пять видов рода: *Setaria viridis*, *S. glauca*, *S. italica*, *S. faberi* Herrm., *S. viridis* subsp. *pynosoma* (Steud.) Tzvel.

Материалом для исследования послужили гербарные образцы, собранные авторами в 2012 г. в разных районах края. Для анализа были отобраны наиболее типичные виды — *Setaria viridis* и *S. glauca*, которые сорничают на полях, произрастают на обочинах дорог, залежах, а также *S. italica*, который встречается реже, но является культурным видом.

Для сравнения этих видов использовался фитолитный анализ. Фитолиты выделяли методом сухого озоления [5]. Высушенные растения измельчались и сортировались на две части — колос и лист. Измельченные фрагменты растений помещали в тигли и озоляли в муфельной печи при температуре 400 °С в течение 12–18 ч. Полученную золу обрабатывали 20-процентной соляной кислотой. С помощью дистиллированной воды промывали пробы от кислоты на бумажных фильтрах. Затем на водяной бане выпаривали воду и получали сухой осадок. Выделенные фитолиты рассматривались при помощи светового микроскопа Olympus BX-51 (10×20) и фотографировались.

При анализе размеров фитолитов отбиралось по 30 образцов каждого вида. Для каждой формы частицы были выбраны параметры измерения. У фитолитов крестовидных и гантелеобразных форм учитывали четыре основных параметра: длину частицы, ширину, длину межлопастного интервала и глубину лопасти. У волнистых трапеций измеряли ширину и длину; у трихом оценивали длину и ширину самой широкой части фитолита. Фитолиты разных видов отличаются по всем параметрам. Наиболее показательным параметром оказалась длина частиц, которая и использовалась при дальнейших расчетах. Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы Microsoft Excel 2010. Были рассчитаны среднее арифметическое, стандартное отклонение, ошибка средней, доверительный интервал. Данные обрабатывались параметрическим методом (критерий Стьюдента). Значения признавались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе были выявлены отличия форм фитолитов у изученных видов. У *Setaria viridis* в листьях встречаются три формы фитолитов: трихомы (рис. 1А, Б), гантели (рис. 1В — Ж) и волнистые трапеции (рис. 1З). В колосе в небольшом количестве отмечены недифференцированные волнистые трапеции, гантели и округлые частицы (рис. 1К).

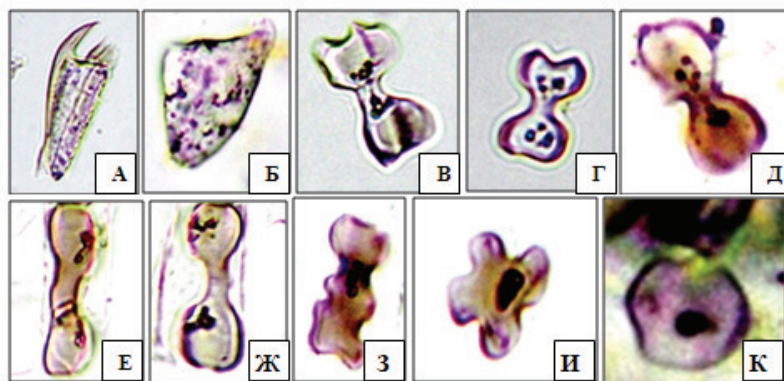


Рис. 1. Формы фитолитов р. *Setaria*: А, Б — трихомы; В, Г, Д, Е, Ж — двулопастные (гантели); З — полилопастные (волнистые трапеции); И — четырехлопастные (кресты), К — округлые

S. glauca имеет четыре вида частиц: кресты (рис. 1И), волнистые трапеции, трихомы и гантели. Колосковые чешуи имеют волнистые трапеции и крестовидные фитолиты. В листьях четко выделяются гантели, трихомы и кресты.

У культурного вида *S. italica* тоже четыре формы фитолитов — кресты, волнистые трапеции, гантели и трихомы. В колосе доминирующими формами являются кресты и волнистые трапеции, единичные ган-

тели. В листовой части растения это трихомы, крестовидные частицы и волнистые трапеции.

Сравнивая три вида щетинников (см. таблицу), можно заметить, что по формам фитолитов больше всего схожи *S. italica* и *S. glauca*. У них присутствуют все четыре основные формы: трихомы, гантели, волнистые трапеции, кресты. Отличия заключаются лишь в том, что в колосе *S. glauca* отсутствуют гантели, характерные для *S. italica*.

Разнообразие фитоцитов видов р. *Setaria* на юге Западной Сибири

Формы и размеры фитоцитов видов р. *Setaria*

| Название вида | Длина фитоцитов колоса, μm | | | Длина фитоцитов листа, μm | | | |
|------------------------|---------------------------------------|---------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| | кресты | гантели | волнистые трапеции | кресты | гантели | волнистые трапеции | трихомы |
| <i>Setaria glauca</i> | 9,645 $\pm 0,205$ | — | 74,930 $\pm 2,938$ | 10,846 $\pm 0,472$ | 22,507 $\pm 0,920$ | — | 41,636 $\pm 1,832$ |
| <i>Setaria italica</i> | 9,538 $\pm 0,325$ | + | 51,090 $\pm 1,852$ | 12,211 $\pm 0,333$ | 17,376 $\pm 0,915$ | — | 34,977 $\pm 1,8769$ |
| <i>Setaria viridis</i> | — | + | + | — | 15,478 $\pm 0,628$ | + | 35,249 $\pm 1,450$ |

«+» — наличие форм в незначительных количествах; «—» — отсутствие форм.

Фитоциты *Setaria viridis* несколько отличаются от фитоцитов *S. glauca* и *S. italica*. При этом совпадающих форм больше у *S. viridis* и *S. italica*, так как у них в колосьях встречаются в незначительных количествах гантели, не характерные для колосьев *S. glauca*.

На втором этапе работы проведено сравнение размеров преобладающих фитоцитных частиц разных видов р. *Setaria*.

Фитоцитные частицы гантели встречаются в листьях всех трех видов. На рисунке 2 видно, что *S. glauca* имеет более крупные фитоциты данной формы, чем его культурный сородич *S. italica*.

У *S. viridis* гантели незначительно меньше, чем у *S. italica*. При сравнении трихом, которые также выделены у всех видов, отмечено, что напротив самые мелкие трихомы у культурного вида *S. italica* (рис. 3), а самые крупные у *S. glauca*. Трихомы *S. viridis* ближе по размерам к *S. italica*.

При сравнении размеров частиц у наиболее схожих по набору фитоцитов *S. glauca* и *S. italica* отличия наблюдаются в размерах волнистых трапеций. Они значительно длиннее у *S. glauca* (рис. 4). Крестовидные частицы в листьях крупнее у *S. italica*, а в колосе их размеры достоверно не различаются.

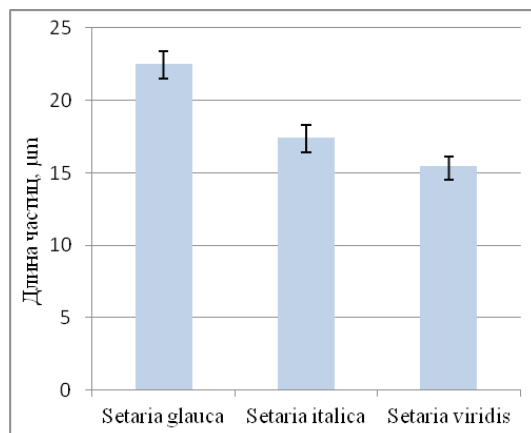


Рис. 2. Длина гантелей у видов р. *Setaria*

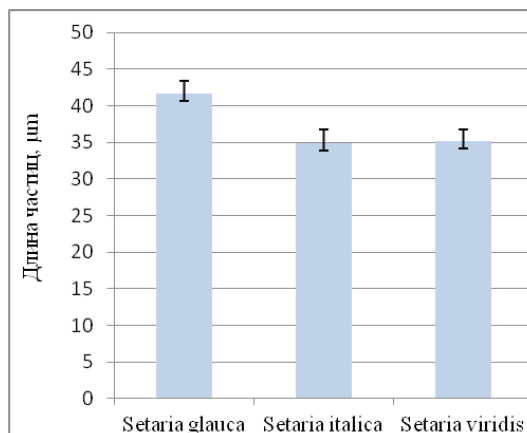


Рис. 3. Длина трихом у видов р. *Setaria*

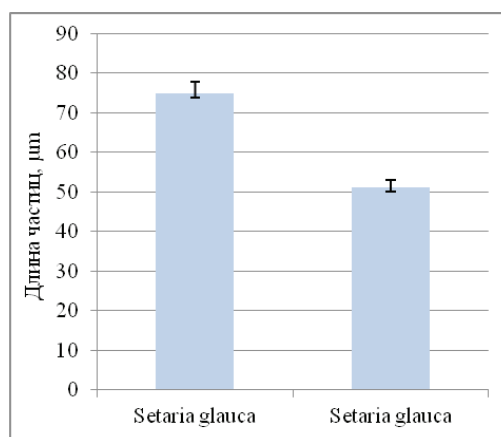


Рис. 4. Длина волнистых трапеций у видов р. *Setaria*

А. А. Гольева [5] полагает, что фитолиты культурных злаков имеют большие размеры по сравнению с их дикими сородичами, объясняя это тем, что в культурных растениях кремния аккумулируется больше. Проведенные исследования показали, что у видов р. *Setaria* такой четкой зависимости нет. В большей мере можно утверждать, что виды рода *Setaria* имеют обратную зависимость, т. е. некоторые формы фитолитов крупнее у диких сородичей, чем у культивируемых растений.

Выводы

Таким образом, при изучении разнообразия фитолитов видов р. *Setaria* Алтайского края были выявле-

ны различия форм фитолитов внутри рода. Наиболее близкими по фитолитному составу оказались *S. glauca* и *S. italica*, что не соответствует имеющимся в литературе данным о родстве видов этого рода.

Сравнение размеров фитолитных частиц культурных и диких видов *Setaria* показало, что в целом более крупные фитолиты характерны для дикого вида *S. glauca*.

Полученные сведения можно использовать при реконструкции растительности и при анализе находок на археологических объектах Алтайского края.

Библиографический список

1. Олонова М. В., Мезина Н. С. Фитолиты некоторых мезофильных мятликов (*Poa L.*) секции *Stenopoa* и возможность их использования в систематике // Вестник Томского государственного университета. Биология. — 2011. — № 1(13).
2. Яротов А. Е. Введение в географию культурных растений : курс лекций. — Минск, 2002.
3. Lu H., Zhang J., Wu N., Liu K. B., Xu D., Li Q. Phytoliths analysis for the discrimination of Foxtail millet (*Setaria italica*) and Common millet (*Panicum miliaceum*) // Institute

of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China. — 2009. — № 4(2).

4. Benabdel Mouna A., Abirached-Darmency M., Darmency H. Phylogenetic and genomic relationships in *Setaria italica* and its close relatives based on the molecular diversity and chromosomal organization of 5S and 18S-5.8S-25S r DNA genes // Theoretical and Applied Genetics. — 2001. — Vol. 103, № 5.

5. Гольева А. А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов. — М., 2008.