

УДК 561(571.150)

Диагностические формы фитолитов некоторых степных сообществ Алтайского края

Diagnostic phytoliths form of same steppe phytocenoses in Altai region

Гейнрих Ю. В., Сперанская Н. Ю.

Geynrikh Yu. V., Speranskaya N. Yu.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул. E-mail: geinrihyulichka@mail.ru, speranskaj@mail.ru

Altai State University, Barnaul

Реферат. В статье описываются диагностические формы фитолитов степных фитоценозов Алтайского края. Почвенные пробы были обработаны методом мацерации, проведен подсчет форм фитолитов с использованием светового микроскопа. Для каждого фитоценоза представлен видовой состав доминирующих растений. В большинстве сообществ доминируют виды родов *Stipa* и *Festuca*. Всего было выделено 18 форм фитолитов. В различных спектрах представлено от 13 до 18 морфотипов. В большом количестве встречаются: усеченные конусовидные частицы, трапециевидные короткие частицы, ланцетные, полилопастные трапециевидные частицы. Представлены диаграммы, отражающие процентное содержание фитолитов в почвенных пробах.

Summary. The article describes diagnostic phytoliths form of same steppe phytocenoses in Altai region. Species composition of plants were characterized for each phytocenosis. Species of the genera *Stipa* and *Festuca* were dominated for most plant communities. We have identified 18 morphotypes phytoliths. Trapeziform short cells, trapeziform sinuates, bilobate short cells, trapeziform polylobates, trichomes, rondels are found in all phytocenoses. Phytoliths spectra steppe communities had most phytoliths in the form: trapeziform short cells, rondels and saddles.

Введение

Растительный покров Алтайского края очень разнообразен, что связано со сложностью и неоднородностью физико-географических условий данной территории. В настоящее время зональные разнотравно-луговые и разнотравно-ковыльные степи на открытых равнинных пространствах везде распаханы. На сохранившихся небольших участках можно проследить только основные черты степной растительности. Основу травостоя занимают злаки: ковыли, тимофеевка степная, тонконог, типчак, мятлик узколистный; для разнотравья луговых степей характерны: лабазник степной, подмаренники, гранатник и другие наиболее обычные виды. Сохранившиеся около населенных пунктов целинные участки луговых степей, в настоящее время настолько изменены длительной пастьбой, что превратились в типчаково-полынные степи со значительно более высоким процентом ксерофитов (Силантьева, 2013). Анализ фитолитного спектра почв позволяет проводить реконструкции растительности, в том числе степей. В настоящее время на территории Алтайского края ведутся исследования по изучению фитолитного состава почв различных фитоценозов. Данная работа посвящена описанию диагностических форм фитолитов из почв степных фитоценозов.

Материалы и методы

В работе проанализированы почвенные пробы, отобранные авторами с глубины 0–5 в растительных сообществах степных фитоценозов Алтайского края. Лапчатково-осочково-ковыльная степь расположена на опушке соснового леса Касмалинского бора, 3 км южнее с. Ключки Ребрихинского района. Остальные пять проб отобраны в 3 км к юго-западу от с. Новоильинка Хабарского района.

Фитолиты из почвенных проб извлекались методом мацерации по методике А. А. Гольевой (2001) с изменениями. Сначала почвенная навеска кипятилась в течение одного часа в растворе 10 % соляной кислотой. Затем удалялась песчаная фракция, путем сливания через сито с отверстием 0,25 мм в мерный стакан, доводя объем жидкости до отметки 15 см от дна стакана. Осевший за полминуты на

дно исходного стакана осадок песчаной фракции и частицы, оставшиеся на сите, выбрасывали. Через 3 часа столб воды в мерном стакане высотой 7 см от верхней границы аккуратно сливали. Стакан доливали дистиллированной водой до метки 15 см, осадок хорошо перемешивали мешалкой и оставляли на 3 часа. Производили 3 – 7 сливов до полного просветления столба воды верхних 7 см за 3 часа, то есть до полного удаления илистой фракции. Оставшийся осадок высушивали и центрифугировали в градиенте плотности (раствор йодитов кадмия и калия с удельным весом 2,3) 10 минут про скорости 1000 об./сек. Фитолиты с фильтра аккуратно смывали дистиллированной водой в другой центрифужный стаканчик. Водный раствор с выделенными фитолитами центрифугировали при 1500 об./сек в течение 5 минут для промывания от тяжелой жидкости. После центрифугирования оставшуюся на дне пылевую фракцию, обогащенную фитолитами высушивали. Далее проводилось фотографирование и подсчет всех встречающихся форм фитолитов с использованием светового микроскопа Olympus BX-51, цифровой камеры Olympus XC-50 и программы cellSens Standard. Выборка составляла 300 фитолитов в каждой пробе. Соотношение фитолитов представлено в процентах.

Результаты и их обсуждение

Ланчатково-осочково-ковыльная степь. Доминирующими видами являются *Stipa pennata*, *Potentilla argentea*, *Carex supina*. Из бобовых присутствует *Oxytropis campanullata*. Разнотравье представлено *Dracocephalum nutans*, *Veronica incana*, *Gypsophylla altissima*, *Artemisia commutata*, *Galium verum*, *Scabiosa ochroleuca*, *Fragaria viridis*, *Iris ruthenica* и др.

В фитолитном спектре (рис. 1А) данной пробы преобладают конусовидные усеченные и седловидные частицы, которые являются индикаторами степных фитоценозов (Сперанская, Гребенникова, 2013; Соломонова и др., 2015; Сперанская и др., 2016) и производятся такими видами, как *Stipa pennata*, *Carex supina* и др. Большое количество ланцетных частиц указывает на присутствие разнотравья *Carex supina* (Соломонова и др., 2016). Среди длинных частиц преобладают цилиндрические многогранные и удлинённые изогнутые, что объясняется присутствием *Potentilla argentea*, *Veronica incana* (Лада, Гаврилов, 2016).

Тырсоковыльно-тонконогово-холоднопопынная настоящая степь. Доминируют в травостое *Stipa capillata*, *Potentilla argentea*. Реже встречаются *Koeleria cristata*, *Bromopsis inermis*, *Festuca valesiaca*. Также в травостое присутствуют *Artemisia frigida*, *Lappula squarrosa*, *Taraxacum officinale*, *Berteroa incana* и др.

В фитолитном спектре (рис. 1Б) преобладают конусовидные усеченные частицы, которые в большом количестве производятся *Festuca valesiaca* и *Stipa capillata* (Сперанская и др., 2016). Много ланцетных частиц, которые образуются у *Bromopsis inermis* (Сперанская и др., 2016). В отличие от предыдущей пробы, процентное содержание полилопастных (симметричных и ассиметричных), а седловидных частиц меньше, это объясняется значительной ролью *Bromopsis inermis*. А разнотравьем объясняется большое количество многогранных цилиндрических и удлинённых иглистых частиц.

Щучково-попынно-тунчаковая настоящая степь. Из злаков доминируют *Bromopsis inermis*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria glauca*, *Deschampsia caespitosa*, *Stipa capillata*. Разнотравье представлено *Veronica spicata*, *Achillea asiatica*, *Artemisia glauca*, *Herniaria polygama*, *Iris ruthenica*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla bifurca*, *Potentilla canescens* и др.

В фитолитном спектре (рис. 1В) явное доминирование конусовидных усеченных частиц, которые как говорилось раньше являются индикаторами степных фитоценов и характерны для таких видов как *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata* (Сперанская и др., 2014). По сравнению с предыдущей пробой седловидных частиц больше, так же возрастает процентное содержание цилиндрических многогранных частиц. В почвенной пробе встречаются диатомовые водоросли.

Попынно-осоково-тунчаковая степь. Среди злаков присутствуют *Festuca valesiaca*, *Carex supina*, *Artemisia frigida*, *Leymus sp.*, *Poa*, *Stipa* реже *Festuca ovina*, *Leymus*. Разнотравье представлено: *Iris ruthenica*, *Potentilla bifurca*, *Gypsophylla paniculata*, *Berteroa incana*, *Herniaria glabra*, *Veronica incana*, *Achillea nobilis* и др.

В фитолитном спектре (рис. 1Г) явно доминируют конусовидные усеченные частицы, т.к. производятся практически всеми представленными в сообществе видами и являются диагностическими для родов *Festuca* и *Stipa* (Blinnikov et al., 2001). В меньшей степени в почве находятся седловидные

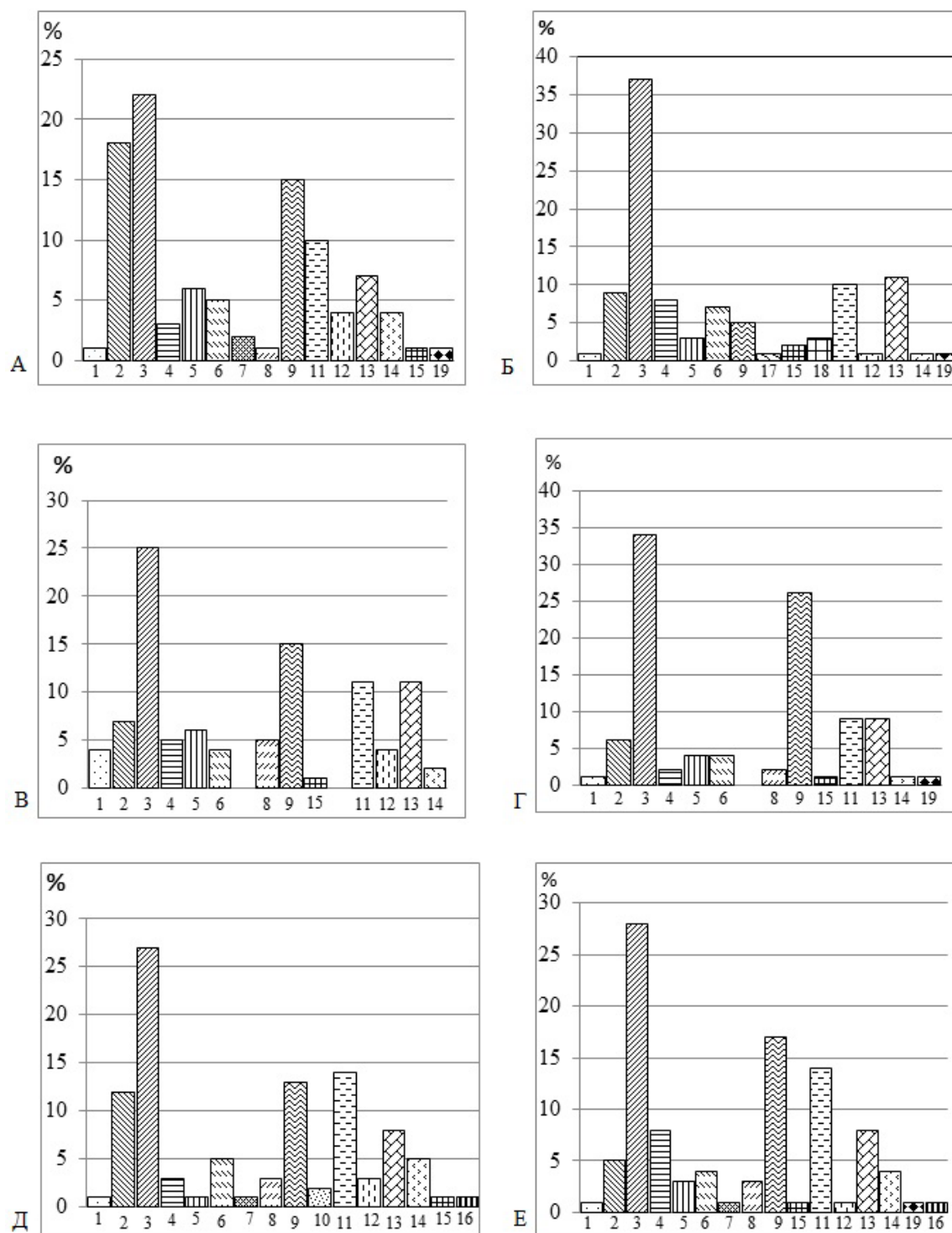


Рис. 1. Фитолитные спектры степных сообществ: А) лапчатково-осочково-ковыльной степи; Б) тырсоковильно-тонконогово-холоднопопынной настоящей степи; В) щучково-попынно-типчаковой настоящей степи; Г) полынно-осоково-типчаковой настоящей степи; Д) тырсоковильно-типчаково-холоднопопынной настоящей степи; Е) типчаково-попынно-тырсоковильной настоящей степи;

Морфотипы: 1 – двулопастные частицы; 2 – седловидные частицы; 3 – конусовидные усеченные частицы; 4 – полилопастные трапециевидные симметричные частицы; 5 – полилопастные трапециевидные ассиметричные частицы; 6 – пластинки; 7 – псевдоланцетные; 8 – ланцетные большие частицы; 9 – ланцетные мелкие частицы; 10 – веерообразные частицы; 11 – цилиндрические многогранные; 12 – цилиндрические плоские; 13 – удлиненные иглистые; 14 – удлиненные изогнутые; 15 – конусовидные усеченные высокие частицы; 16 – диатомовые водоросли; 17 – овальные частицы; 18 – параллелепипедовидные; 19 – прочие.

частицы и трихомы. Среди длинных частиц, как и во всех пробах, присутствуют цилиндрические многогранные и удлиненные иглистые.

Тырсово-выльно-типчаково-холоднополюнная настоящая степь. Доминирующими видами являются *Festuca valesiaca*, *Artemisia frigida*, *Stipa capillata*. Из злаков присутствуют *Bromopsis inermis*, *Koeleria glauca*, *Deschampsia caespitosa*. В разнотравье *Veronica spicata*, *Carex supina*, *Herniaria polygama*, *Iris ruthenica*, *Potentilla bifurca*, *Potentilla canescens*, *Rumex acetosella*, *Thymus marschallianus*, *Medicago falcata*, *Scorzonera parviflora*, *Silene jeniseensis*, *Goniolimon speciosum*.

В фитолитном спектре (рис. 1Д) доминируют конусовидные усеченные частицы, чуть меньше ланцетных мелких частиц, которые также характерны и в фитолитных спектрах других растительных сообществах с *Bromopsis inermis*. Так же присутствуют цилиндрические многогранные и иглистые частицы. Седловидных частиц меньше.

Типчаково-полынно-тырсово-выльная настоящая степь. Диагностическими видами являются *Bromopsis inermis*, *Festuca valesiaca*, *Veronica spicata*, *Koeleria glauca*. Так же наиболее часто встречаемые такие виды как *Stipa capillata*, *Artemisia glauca*, *Carex supina*, *Deschampsia caespitosa*, *Potentilla canescens*, *Herniaria polygama*, *Iris ruthenica*, *Artemisia laciniata*, *Elymus excelsus*, *Medicago falcata*, *Scorzonera parviflora*.

В фитолитном спектре (рис. 1Е) как и во всех выше описанных пробах доминируют конусовидные усеченные частицы, меньше ланцетных мелких и цилиндрических многогранных частиц. Присутствуют седловидные частицы, которые производятся *Festuca valesiaca* и являются индикаторами степных фитоценозов.

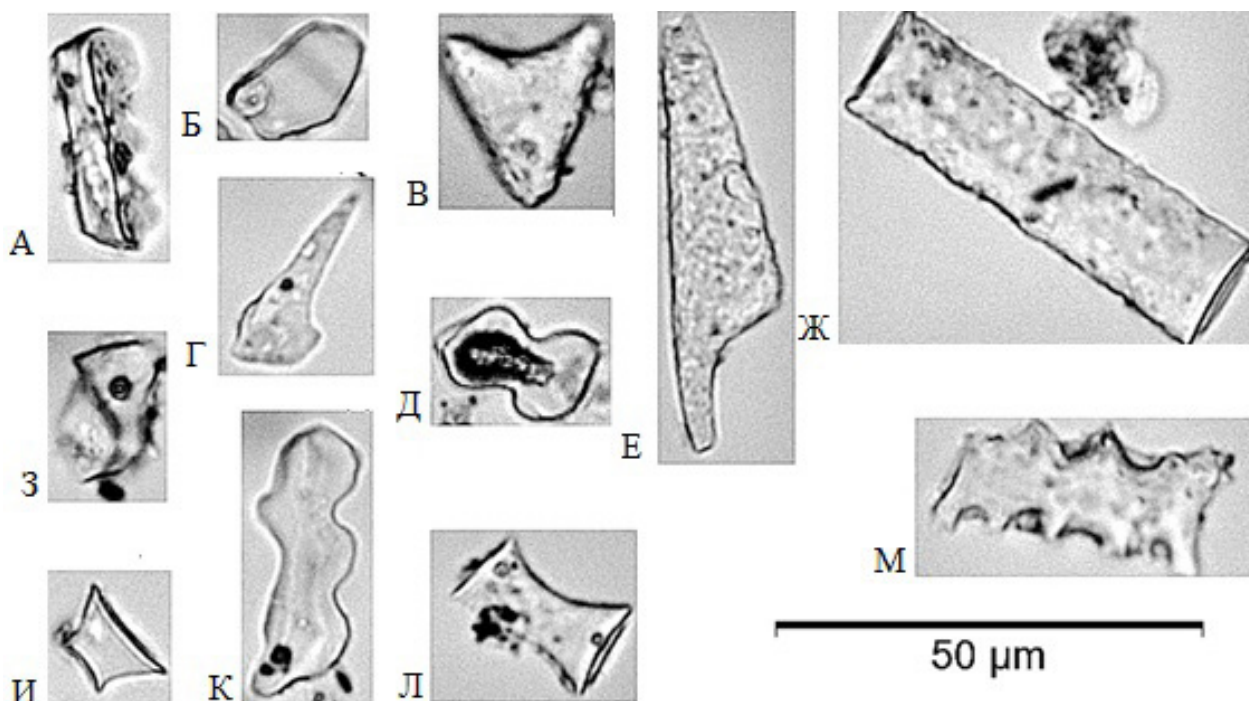


Рис. 2. Основные морфотипы: А – полилопастная трапецевидная симметричная частица; Б – пластинка; В – ланцетная мелкая частица; Г – псевдоланцетная частица Д – двулопастная частица; Е – ланцетная крупная частица; Ж – цилиндрическая частица; З – седловидная частица; И – трапецевидная частица; К – трапецевидная полилопастная ассиметричная частица; Л – высокая конусовидная частица; М – удлиненная иглистая частица.

Заклучение

Таким образом, проведенные исследования показали, что фитолитные спектры различных степных фитоценозов имеют ряд особенностей. Во-первых, все спектры имеют одинаковые доминантные морфотипы: конусовидные усеченные частицы. Количество трихом зависит от присутствия в фитоценозе более мезофитных видов, например, *Bromopsis inermis*. Во-вторых, небольшое различие в спектре зависит от присутствующих в разнотравье видов, а также осок.

Присутствие седловидных частиц от 5 % также характерно для степных фитолитных спектров, однако это не классические седла, которые характерны для подсемейства *Chloridoideae*, а производные от конусовидных формы.

ЛИТЕРАТУРА

Силантьева М. М. Конспект флоры Алтайского края: монография – 2-е изд., доп. и перераб. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – С. 520.

Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. – М.; Сыктывкар; Элистра, 2001. – 200 с.

Сперанская Н. Ю., Гребенникова А. Ю. Фитолитный анализ видов луговых степей и солонцово-солончаковых сообществ заказника «Озеро Большой Тассор» // Приволжский научный вестник, 2013. – № 6 (22). – С. 18–21.

Соломонова М. Ю., Сперанская Н. Ю., Силантьева М. М., Митус А. А. Встречаемость фитолитов в форме трапециевидных коротких частиц у злаков различных эколого-ценотических групп юга Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2015. – С. 295–300.

Сперанская Н.Ю., Соломонова М.Ю., Гейнрих Ю.В. Диагностические формы фитолитов луговых и степных фитоценозов Алтайского края // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, 2016. – Т. 7. № 1 (13). – С. 148–154.

Лада Н. Ю., Гаврилов Д. А. Анализ фитолитного состава основных растений степных экосистем Западной Сибири // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология, 2016. – № 2(34). – С. 53–68.

Соломонова М. Ю., Гребенникова А. Ю., Корниевская Т. В., Митус А. А. Первые результаты разработки рецентной основы для фитолитных палеоэкологических исследований Северной Кулунды // Приволжский научный вестник, 2016. – №11(63). – С. 11–16.

Сперанская Н. Ю., Соломонова М. Ю., Харитоновна Е. Ю. Фитолиты некоторых видов злаков Алтайского края разных экологических групп и жизненных форм // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, 2016. – Т. 7, № 1(13). – С. 155–162.

Сперанская Н. Ю., Соломонова М. Ю., Силантьева М.М. Разнообразие фитолитов ковылей (*Stipa*) юга Западной Сибири // Известия АлтГУ, 2014. – № 3(83). – С. 89–94.

Blinnikov M., Busacca A., Whitlock C. A new 100,000-year phytolith record from the Columbia basin, Washington, U.S.A Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History 2001. – P. 27–57.