

УДК 582.675.1

Equisetum × *mildeanum* Rothm. (Equisetaceae) – новый для флоры Сибири гибрид хвоща

Д.С. Феоктистов, И.И. Гуреева

Томский государственный университет, Томск, Россия; feoktistovdmiriy@gmail.com, gureyeva@yandex.ru

В статье представлена информация о находке гибрида *E* × *mildeanum* Rothm. в Омской области (Западная Сибирь). Показаны его морфологические отличия от предполагаемых родителей, приведены результаты исследования ультраструктуры поверхности стебля под электронным микроскопом, результаты анализа ДНК образцов гибрида и родительских видов методом ISSR. Гибрид приводится как новый для флоры Сибири.

Ключевые слова: *Equisetum* × *mildeanum* Rothm, новые местонахождения, Сибирь.

Род *Equisetum* включает 2 подрода *Equisetum* и *Hippochaete*. Гибриды в этом роде образуются между видами внутри подродов, но пока достоверно не известны гибриды между видами из разных подродов. В настоящее время гибриды хвощей описаны в разных комбинациях: 4 межвидовых гибрида известны в подроде *Hippochaetae* и 8 гибридов в подроде *Equisetum* (Hauke, 1978; Page, Barker, 1985; Page, 1963, 1972, 1973, 1988, 1995, 1997, 2001; Dines, Bonner, 2002; Page et al., 2007; Lubienski, 2003, 2010; Lubienski et al., 2012).

Все гибриды хвощей довольно редкие и обычно существуют в виде небольших изолированных популяций. В связи со значительной морфологической вариабельностью родительских видов гибридные таксоны довольно трудно определить, и из-за этого их часто пропускают. Обычно гибриды можно найти в местах, где вместе растут оба родителя, но они могут также расти и отдаленно от них.

В Сибири и на Урале встречается 10 видов хвощей: 6 видов относятся к подроду *Equisetum*, 4 вида – к подроду *Hippochaete*. Для территории России в справочнике С.К. Черепанова (1995) приводится 7 межвидовых гибридов *Equisetum*: *E.* × *hybridum* Huter (*E. arvense* L. × *E. variegatum* Schleich. ex F. Weber et D. Mohr); *E.* × *littorale* Kühlew. ex Rupr. (*E. arvense* L. × *E. fluviatile* L.); *E.* × *mildeanum* Rothm. (*E. pratense* Ehrh. × *E. sylvaticum* L.); *E.* × *torgesianum* Rothm. (≡ *E.* × *rothmaleri* C.N. Page, *E. arvense* L. × *E. palustre* L.); *E.* × *meridionale* (Milde) Chiov. (≡ *Hippochaete* × *meridionalis* (Milde) Holub, *E. ramosissimum* Desf. × *E. variegatum* Schleich. ex Web. et Mohr); *E.* × *moorei* Newman (≡ *Hippochaete* × *moorei* (Newman) H.P. Fuchs, *E. hyemale* L. ×

E. ramosissimum Desf.); *E. × trachyodon* A. Braun (\equiv *Hippochaete × trachyodon* (A. Braun) Börn., *E. hyemale* L. \times *E. variegatum* Schleich. ex F. Weber et D. Mohr). Все гибриды приводятся без указания регионов.

Основываясь на исследовании гербарных образцов, по которым эти гибриды были указаны для России, В.Э. Скворцов (2007) пришёл к выводу о том, что почти все гербарные образцы, отнесенные к гибридам, на самом деле являются неправильно определёнными образцами родительских видов; подтверждено наличие только одного гибридного таксона – *E. × torgesianum* Rothm. Реальное существование *E. × hybridum* вообще сомнительно, поскольку указанные для него родительские виды относятся к разным под родам. Вместе с тем В.Э. Скворцов привёл 2 новых для флоры России и бывшего СССР гибрида *Equisetum*: *E. × font-queri* Rothm. (*E. palustre × E. telmatea* Ehrh.) с Кавказа и *E. × ferrissii* Clute (= *Hippochaete × ferrissii* (Clute) Holub, *E. hyemale* L. subsp. *affine* (Engelm.) Calder et Taylor \times *E. laevigatum* A. Braun) из Приморского края.

Сибирь и Урал представляют собой территорию, пригодную для произрастания гибридов *Equisetum*. В настоящее время известно о произрастании на этой территории *E. × moorei* (Шауло, 2005), *E. × trachyodon* (Пейдж и др., 2009). Ещё один гибрид – *E. × sergijevskianum* C.N. Page et Gureeva – описан как новый для науки (Пейдж, Гуреева, 2009; Page, Gureyeva, 2013).

В 2014 г. в Усть-Ишимском районе Омской области Д.С. Феоктистовым были найдены образцы хвоща, по морфологическим признакам промежуточного между *E. sylvaticum* и *E. pratense*. Кроме того, при изучении материалов по роду *Equisetum* в Гербарии Омского педагогического университета (OMSK) был обнаружен образец, собранный 17.06.2002. А.А. Баловой, О.В. Легких, А.А. Ноздруновым и определённый как *E. sylvaticum*: на листе смонтированы вегетативный и 2 фертильных побега, не связанные между собой корневищем; вегетативный побег характеризуется промежуточными признаками, фертильные образцы относятся к *E. sylvaticum*.

Найденный нами образец и вегетативное растение с гербарного листа из OMSK после детального изучения признаков отнесены к гибриду *E. × mildeanum* Rothm. (*E. pratense* Ehrh. \times *E. sylvaticum* L.), который мы приводим как новый для Сибири; с учётом критических замечаний В.Э. Скворцова (2007), он является новым и для России. Оба образца найдены в нарушенных местообитаниях, которые считаются более пригодными для появления гибридов, поскольку в таких местообитаниях из-за ослабленной или отсутствующей конкуренции со стороны других растений более вероятно появление гаметофитов родительских видов и межзаростковое скрещивание (Page, Barker, 1985).

Для более подробной характеристики и подтверждения гибридной природы образцов были изучены макроморфологические признаки, ультраструктура поверхности стеблей и проведён анализ ДНК гибрида и родительских видов.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили образцы предполагаемого гибрида *E. × mildeanum* и образцы родительских видов *E. pratense* и *E. sylvaticum*, собранные в Усть-Ишимском районе Омской области.

Ультраструктура поверхности стеблей изучалась методом сканирующей электронной микроскопии. Для исследования с собранных нами гербарных образцов были взяты участки стеблей длиной 1 см и помещены на столик с электропроводным скотчем. Для уменьшения влияния заряда образцы напыляли золотом в установке SPI MODULE. Образцы исследовали на сканирующем электронном микроскопе Philips SEM 515 в Томском материаловедческом центре (Томский государственный университет). Поверхность сканировали при ускоряющем напряжении 25–30 кВ.

Анализ ДНК проводили методом ISSR (Inter Simple Sequence Repeats). Этот метод фрагментного анализа тотальной ДНК используется для выявления межвидовой и внутривидовой генетической изменчивости, идентификации видов, популяций, линий, а в ряде случаев – для индивидуального генотипирования и обладает хорошей воспроизводимостью (Фризен, 2007). В качестве праймеров для ISSR-анализа полиморфизма ДНК в полимеразной цепной реакции (ПЦР) используют короткие ди- и тринуклеотидные микросателлитные повторы. Такие праймеры позволяют амплифицировать фрагменты ДНК, которые находятся между двумя достаточно близко расположенными инвертированными микросателлитами (как правило, это уникальная ДНК). В результате амплифицируется большое число фрагментов, представленных на электрофореграмме дискретными полосами (ISSR-фингерпринтинг). Полученные паттерны ПЦР-продуктов видоспецифичны. В геномах растений число микросателлитных повторов очень велико, что делает этот метод удобным для генетического анализа. Микросателлитные последовательности окружают многие гены и могут быть использованы как якорные последовательности к этим генам, ISSR-маркирование не требует предварительного знания нуклеотидной последовательности исследуемой ДНК (Календарь, Глазко, 2002).

ДНК выделяли из гербарного материала с использованием DiamondDNA Genomic DNA Extraction Kit (Россия). Реакционная смесь для ПЦР содержала однократный ПЦР-буфер (60 mM Tris – HCl, 25 mM KCl, 10 mM 2 – меркаптоэтанол, 0.1 %-ный Тритон X – 100), 0.4 mM MgCl₂, 0.6 мкМ dNTP, 5 единиц активности TaqДНК-полимеразы («СибЭнзим», Новосибирск), 2 пмоль ISSR-праймера и деионизованную воду до объёма 14 мкл. Проведён скрининг 17 праймеров (M1, M2, M3, M6, M11, UBC840, 17898B, HB10, HB12, 898B, UBC827, 814, 844A, UBC807, UBC881, UBC873, UBC867), фрагменты дали M1, M6, UBC840, 17898B, UBC873, наиболее чёткие полосы на геле получены с праймером M6 (GATGAGTCCTGAGTAA).

Аmplификацию проводили в программируемом термоциклере MJ Mini™ Personal Thermal Cycler (Bio-Rad, США). Условия амплификации: первичная денатурация ДНК – 3 мин при 94 °С, затем 35 циклов, включающих 3 этапа: 30 с при 94 °С, 30 с при 57 °С, 1 мин при 72 °С; финальная достройка цепей – 10 мин при 72 °С, затем охлаждение до 4 °С. Продукты амплификации разделяли в 2 %-ном агарозном геле в однократном TAE-буфере (0.04 М трис-ацетат, 0.002 М ЭДТА) при напряжении 100 В, окрашивали бромистым этидием (1 мкг/мл), визуализировали в ультрафиолетовом свете и фотодокументировали. Наличие амплифицированных фрагментов ДНК в гелях устанавливали по интенсивности окраски. Для дальнейшего определения длины амплифицированных фрагментов ДНК в крайние дорожки геля вносили стандарт, в качестве которого используется ДНК-маркер с фрагментами известной длины. В исследованиях в качестве стандарта использовали ДНК-маркер 100bp+ производства Thermo Scientific.

ISSR-профили анализировались по наличию (1) или отсутствию (0) полос на геле. Для создания матрицы, характеризующей генетические профили исследуемых образцов, использовали пакет программ Adobe photoshop CS6 и Microsoft Office Excel. Математическую обработку данных проводили в программах PAST и FAMD, для обработки матриц использовали метод Neighbour Joining.

Результаты и обсуждение

Equisetum × mildeanum Rothm. (*E. pratense* × *E. sylvaticum*) описан W. Rothmaler'ом в 1944 г. из Северо-Восточной Германии (о. Рюген), позднее приводился С.N. Page (1988, 1997) из нескольких мест в Шотландии и М. Lubienski (2003) из Норвегии. Как уже было сказано выше, этот гибрид упоминался в сводке С.К. Черепанова (1995), однако его нахождение не подтверждено В.Э. Скворцовым (2007).

Один из родительских видов – *E. pratense* – достаточно часто вовлекается в гибридизацию. В мировой флоре описано 4 комбинации гибридов с его участием. Кроме *E. × mildeanum*, это *E. × montellii* Hiitonen ($\equiv E. \times suecicum$ Rothm., *E. arvense* × *E. pratense*), который приводился для Европы (Hiitonen, 1933) и для Евразии (Rothmaler, 1944), *E. × mchaffieae* С.N. Page (*E. fluviatile* × *E. pratense*), известный только из единичных местонахождений в Северной Шотландии (Page et al., 2007), и *E. × sergievskianum* (*E. palustre* × *E. pratense*), который описан из окрестностей г. Томска в Западной Сибири (Пейдж, Гуреева, 2009; Page, Gureyeva, 2013).

E. pratense имеет фертильные светло-зелёные или буроватые весенние побеги, которые после созревания спор зеленеют и развивают ветви; листовые влагалища на них до 1.5 см дл., прилегающие к стеблю. Вегетативные (летние) побеги тонкие, 2 мм в диам., с (10)12–16(24) угловатыми рёбрами, в верхней части с тонкими острыми шипиками; листовые влагалища 4–17 мм дл., слегка колокольчатые, бледно-зелёные, с тонкими тёмными прямыми зубцами до 4 мм дл., в числе рёбер; веточки

тонкие, отходят почти под прямым углом от стебля и поникают; первое междоузлие боковой веточки примерно равно по длине соответствующему листовому влагалищу стебля; листовые влагалища веточек очень короткие (1–1.7 мм дл.), заканчиваются тремя широкотреугольными белоплёнчатыми по краю зубцами (Шауло, 2005; Page, 1997).

E. pratense распространен циркумбореально, в Европе преимущественно севернее 48° с.ш. от Центральной Европы и Альп на север до Исландии и Северной Скандинавии, в России – на тех же широтах от западных районов до Дальнего Востока, на север – в Арктической Европе и Сибири, на Чукотке, на юг – до Монголии и Китая, в Северной Америке – от Аляски до Лабрадора (Ильин, 1934; Шауло, 2005; Jalas, Suominen, 1972; Dostal, 1984). Растёт на богатых основных влажных субстратах в разреженных лесах, на лугах, сенокосах, по окраинам полей, обочинам дорог, берегам рек, в зарослях кустарников, в тундрах (Шауло, 2005; Dostal, 1984; Page, 1997), обилён на песчано-глинистых берегах рек и ручьёв, на влажных, слегка затенённых склонах долин в горных районах, хорошо разрастается на грунтах с большим содержанием минеральных веществ, особенно на песках с большим содержанием кальция (Jermy et al., 1978; Page, 1997).

С участием *E. sylvaticum* в качестве одного из родителей были описаны 3 межвидовых гибрида: *E. × mildeanum*, *E. × lofotense* (*E. sylvaticum* × *E. arvense*), известный из единичных местонахождений из Норвегии (Lubienski, 2010), и *E. × bowmanii* С.Н. Page (*E. sylvaticum* × *E. telmateia*) описанный из Британии (Южный Гемпшир) (Page, 1988). У *E. sylvaticum* молодые фертильные побеги неветвящиеся, красновато-бурые, с крупными листовыми влагалищами, 1.5–3.5 см дл. и до 1 см шир., заканчивающимися зубцами, спаянными по нескольку в 3–6 широких плёнчатых светло-коричневых лопасти. При созревании стробила фертильные побеги зеленеют и формируют мутовки дважды-трижды ветвистых боковых веточек. Вегетативные (летние) побеги 3–6 мм в диам., с 10–14 ребрами, усаженными 2 рядами коротких тонких шипиков; листовые влагалища 6–12 мм дл., бледно-зелёные, колокольчатые, с 9–15 листовыми зубцами, оканчивающимися ржаво-коричневыми лопастями, спаянными из нескольких зубцов. Ветви 3–5-гранные, дугообразно книзу изогнутые, дважды ветвистые (Шауло, 2005; Page, 1997). Широко распространенный вид, встречающийся во всей Европе от северных районов до Средиземноморья, далее в Восточной Европе, Северной Азии до Камчатки и Японии, на юге – до Монголии и Китая, в Северной Америке преимущественно в северных широтах от Аляски до Лабрадора. Растёт в лесах, на лесных лугах, в зарослях кустарников, в горах доходит до субальпийского пояса; обилён на хорошо развитых, богатых гумусом, кислых, иногда на торфяных почвах с грунтовым увлажнением (Ильин, 1934; Шауло, 2005; Page, 1997).

Согласно описанию, приведённому С.Н. Page (1973, 1997), для *E. × mildeanum* характерны прямостоячие тонкие стебли 10–35 см дл. и 0.8–1.5 мм в диам., обычно с поникающей верхушкой; междоузлия на стебле

бледно-зелёные, желобки в числе 8–15, достаточно глубокие, листовые влагалища на главном стебле 3.0–4.5 мм (без зубцов). Наиболее чёткое отличие от *E. pratense* состоит в том, что гибрид имеет вторичное ветвление по всей длине главного стебля, несколько более широкие листовые влагалища, несущие меньше зубцов; зубцы с широкими пленчатыми светлыми краями, которые обычно спаяны. От *E. sylvaticum* гибрид отличается более короткими и редкими вторичными веточками, одноцветными зубцами на ветвях и более прямыми, с тёмной полосой в центре, более острыми зубцами листовых влагалищ главного стебля; листовые влагалища узкоколокольчатой формы, более прилегающие к стеблю, чем у *E. sylvaticum*, особенно в нижней его части.

Найденные нами гибридные растения по габитусу более сходны с *E. sylvaticum*, листовые влагалища имеют промежуточные признаки между таковыми у родительских видов: листовые зубцы в большем числе, чем у *E. sylvaticum*, но в меньшем, чем у *E. pratense*, более длинные, чем у *E. pratense*, но короче и уже, чем у *E. sylvaticum*, с тёмной полосой в центре, как у *E. pratense*, и светлыми буроватыми плёнчатыми краями, более узкими, чем у *E. sylvaticum*, и так же, как у него, спаянные, но не по несколько, а по 2–3 (рис. 1 / Figure 1).

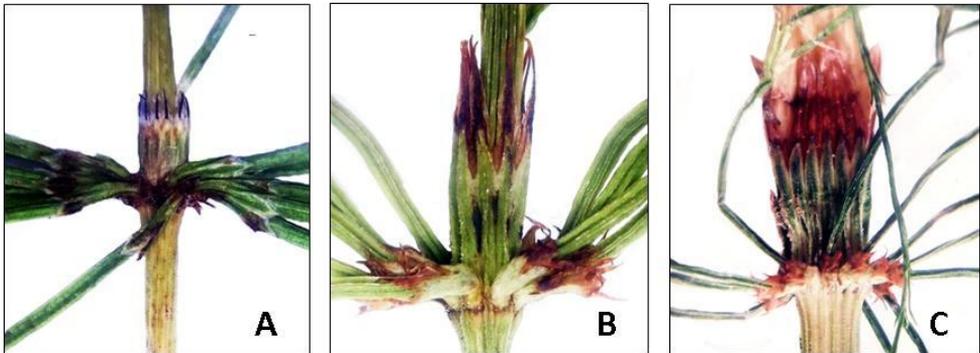


Рис. 1. Морфология листовых влагалищ и листовых зубцов главного стебля родительских видов и межвидового гибрида *Equisetum*:

A – *E. pratense*, B – *E. x mildeanum*, C – *E. sylvaticum*

Figure 1. Sheaths and teeth of the main stem of parental species and hybrid of *Equisetum*:

A – *E. pratense*, B – *E. x mildeanum*, C – *E. sylvaticum*

По признакам ультраструктуры поверхности стебля гибрид более сходен с *E. sylvaticum*. Для него характерны крупные заостренные кремнеземные бугорки по краям рёбер и устьица, расположенные в бороздках в несколько рядов, как у *E. sylvaticum*, а не в один ряд, как у *E. pratense*. Клетки устьиц имеют промежуточные признаки (рис. 2 / Figure 2).

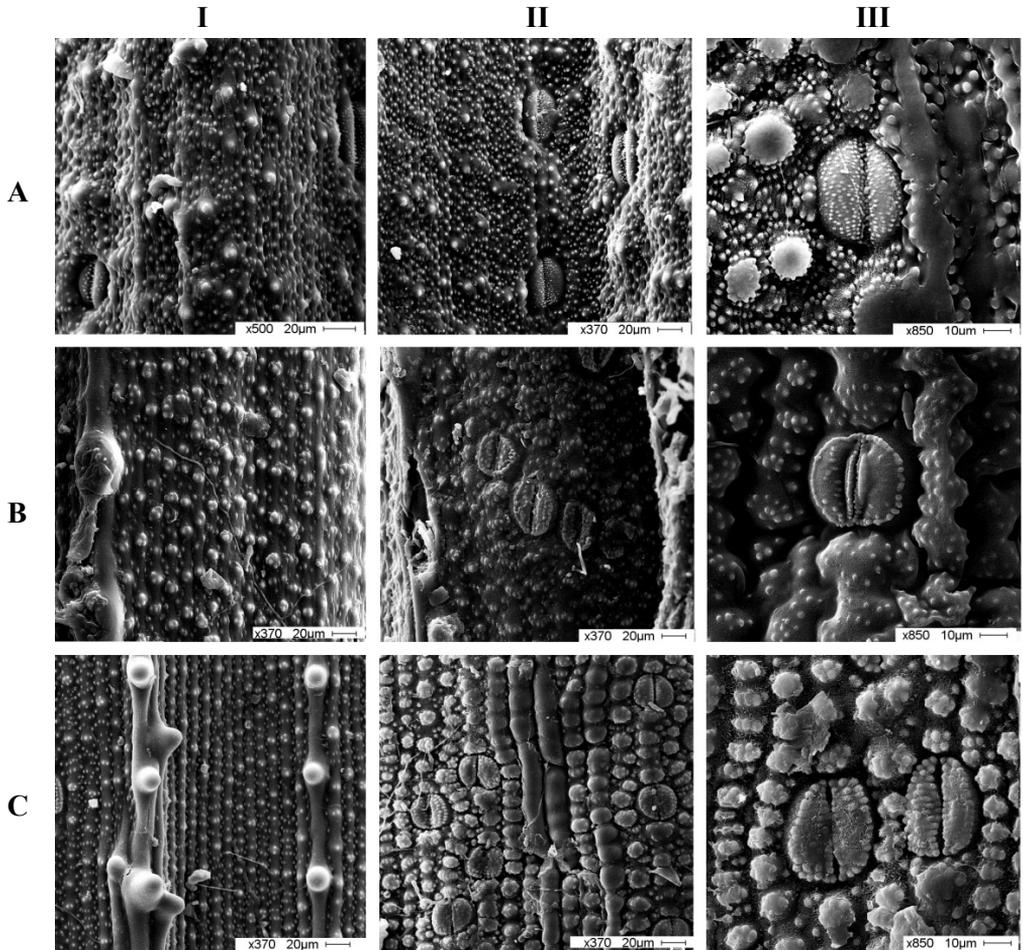


Рис. 2. SEM-микрофотографии поверхности стебля родительских видов *Equisetum pratense* и *E. sylvaticum* и их гибрида *E. × mildeanum*:

A – *E. pratense*; B – *E. × mildeanum*; C – *E. sylvaticum*; I – участок ребра; II – участок бороздки с устьицами; III – устьица

Figure 2. SEM-micrographs of the main stem surface of parental species *Equisetum pratense* and *E. sylvaticum* and their hybrid *E. × mildeanum*:

A – *E. pratense*; B – *E. × mildeanum*; C – *E. sylvaticum*; I – the part of ridge; II – the part of groove with stomata; III – stomata

При молекулярном исследовании после проведения ПЦР была получена ISSR-электрофореграмма, по результатам которой составлена бинарная матрица наличия или отсутствия полосы на геле у каждого образца. Анализ матрицы с помощью кластерного анализа (Neighbour Joining) в программе PAST дал разделение образцов на 2 кластера, наиболее удалённых друг от друга (рис. 3/ Figure 3). Это разделение характеризуется довольно высокой бутстреп-поддержкой, что говорит о большой вероятности правильности построения дерева. В первый кластер попали образцы, относящиеся к *E. sylvaticum*, во второй – образцы, относящиеся к *E. pratense*. Образец, определённый нами как гибрид *E. × mildeanum*, кластеризовался с *E. pratense*. Это говорит о том, что по использованному ISSR-маркеру (M6) он более сходен с *E. pratense*, чем с *E. sylvaticum*.

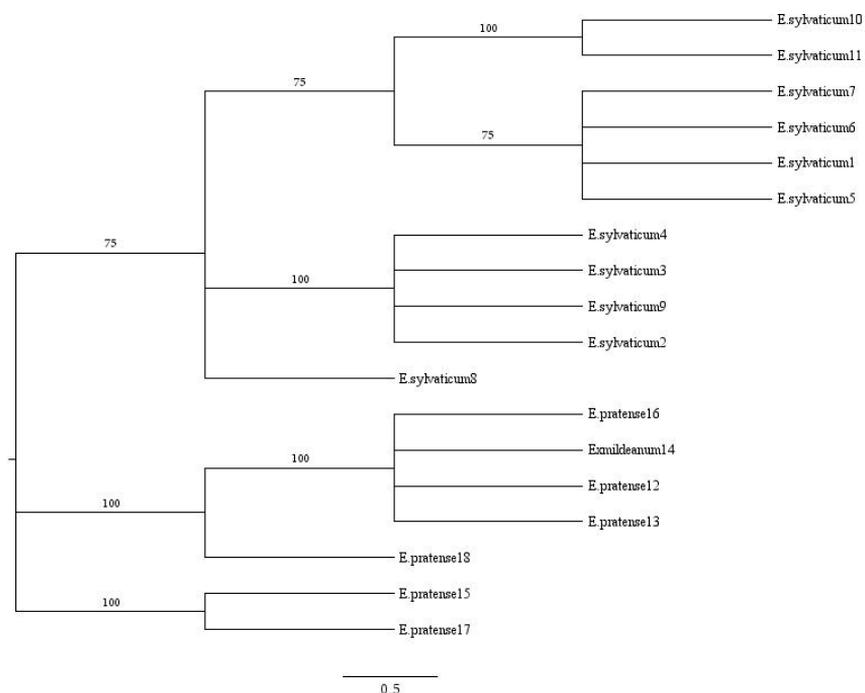


Рис. 3 Дендрограмма сходства образцов *Equisetum sylvaticum*, *E. pratense* и *E. × mildeanum*, полученная методом Neighbour Joining по результатам ПЦР с ISSR-маркером M6. Цифрами над ветвями обозначены индексы бутстреп-поддержки

Figure 3. Neighbour Joining dendrogram of similarity of samples *Equisetum sylvaticum*, *E. pratense* and *E. × mildeanum* based on the result PCR using ISSR-marker M6 (bootstrap support under branches)

Таким образом, по морфологическим признакам гибрид *Equisetum × mildeanum* показывает большее сходство с *E. sylvaticum*, чем с *E. pratense*, по молекулярным признакам (по ISSR-маркеру M6) – большее сходство с *E. pratense*. В целом, по всем признакам исследованный образец гибрида демонстрирует

промежуточный характер между двумя видами хвоща *Equisetum sylvaticum* и *E. pratense* и принадлежит к гибриду $E \times mildeanum$. Найденный образец и образец, хранящийся в OMSK, являются первыми достоверными находками $E \times mildeanum$ не только для территории Сибири, но и для России в целом.

Новые местонахождения $E \times mildeanum$ Rothm.: Омская область, Усть-Ишимский район, 20 км западнее поселка Усть-Ишим, близ оз. Чёрное, 57°42' с.ш. 70°48' в.д. Нарушенные места на лугу. 10.08.2014. Д.С. Феоктистов (ТК); Омская обл., Тарский район, 2 км восточнее пос. Атак. Вырубка в сосновом лесу. 17.06.2002. А.А. Балова, О.В. Легких, А.А. Ноздрунов (вегетативное растение) (OMSK, sub nom. *Equisetum sylvaticum* L.).

БЛАГОДАРНОСТИ

Д.С. Феоктистов благодарит Омский филиал Русского географического общества и руководителя экспедиции И.А. Вяткина за возможность участия в экспедиции по Усть-Ишимскому району Омской области. Авторы признательны известному британскому птеридологу, знатоку хвощей Кристоферу Пейджу (С.N. Page) за проверку правильности определения найденного гибрида. Авторы благодарят также куратора Гербария Омского педагогического университета (OMSK) за возможность работы с гербарным материалом.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильин М.М. Сем. VII. Хвощевые – Equisetaceae L.C. Rich // Флора СССР: В 30 т. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. Т. 1. С. 101–112.
- Календарь Р.Н., Глазко В.И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культурных растений. 2002. № 4. С. 141–156.
- Пейдж К.Н., Гуреева И.И. Новый гибрид хвоща из Западной Сибири // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2009. № 101. С. 15–21.
- Пейдж К.Н., Гуреева И.И., Мочалов А.С. Новый для флоры Сибири гибрид хвоща *Equisetum* \times *trachyodon* A. Braun (Equisetaceae) // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2009. № 101. С. 21–23.
- Скворцов В.Э. О распространении межвидовых гибридов *Equisetum* L. (Equisetaceae) в России и республиках бывшего СССР // Труды Первой Российской птеридологической конференции и школы-семинара по птеридологии (Томск–Барнаул, 20–30 августа 2007 г.). Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. С. 86–92.
- Фризен Н.В. Молекулярные методы, используемые в систематике растений. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2007. 64 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995. 990 с.
- Шауло Д.Н. Отдел Equisetophyta – Хвощевидные // Флора Алтая. Барнаул: Азбука, 2005. Т. 1. С. 140–157.
- Dines T.D., Bonner I.R. A new hybrid horsetail, *Equisetum arvense* \times *E. telmateia* (*E.* \times *robertsii*) in Britain // Watsonia. 2002. Vol. 24. P. 145–157.
- Dostal J. *Equisetum* L. // G. Hegi. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Berlin; Hamburg: Verlag Paul Parey, 1984. Bd. 1, T. 1. P. 55–79.

- Hauke R.L.* A taxonomic monograph of *Equisetum* subgenus *Equisetum* // *Nova Hedwigia*. 1978. Vol. 30. P. 385–455.
- Hiitonen I.* Suomen Kasvio. Luonto: Otava, 1933. 771 S.
- Jalas J., Suominen J.* Atlas Florae Europaeae. Vol. 1. Pteridophyta. Helsinki: Committee for mapping the Flora of Europe, 1972. 122 p.
- Jermy A.C., Arnold H.R., Farrel L., Perring F.H.* Atlas of Ferns of the British Isles. London: BSBI & BPS, 1978. 102 p.
- Lubienski M.* *Equisetum* × *mildeanum* Rothm. (*E. pratense* Ehrh. × *E. sylvaticum* L.), en snellehybrid ny for Norge // *Blyttia*. 2003. Vol. 61. P. 171–178.
- Lubienski M.* A new hybrid horsetail *Equisetum* × *lofotense* (*E. arvense* × *E. sylvaticum*, Equisetaceae) from Norway // *Nordic Journal of Botany*. 2010. Vol. 28, Iss. 5. P. 530–540.
- Lubienski M., Jager W., Bennert H.W.* *Equisetum ascendens* Lubienski & Bennert (subg. *Hippochaete*, Equisetaceae), a new horsetail taxon for the flora of North Rhine-Westphalia (Germany) // *Jahrbuch Bochumer Botanischer Verein*. 2012. Vol. 3. P. 7–20.
- Page C.N.* A hybrid horsetail from the Hebrides // *British Fern Gazette*. 1963. Vol. 9. P. 117–119.
- Page C.N.* An assessment of inter-specific relationships in *Equisetum* subgenus *Equisetum* // *New Phytologist*. 1972. Vol. 71. P. 355–369.
- Page C.N.* Two hybrids in *Equisetum* new to the British Flora // *Watsonia*. 1973. Vol. 9. P. 229–237.
- Page C.N.* Two hybrids of *Equisetum sylvaticum* new to the British Flora // *Watsonia*. 1988. Vol. 17. P. 273–277.
- Page C.N.* *Equisetum* × *willmotii* C.N. Page – a new hybrid horsetail from County Cavan, Ireland // *Glasra*. 1995. Vol. 2. P. 135–138.
- Page C.N.* The Ferns of Britain and Ireland. 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 540 p.
- Page C.N.* Ferns and allied plants // *Hawksworth D.L.* (ed.). *The Changing Wildlife of Great Britain and Ireland*. Systematics Association Special. London; New York: Taylor & Francis, 2001. Vol. 62. P. 50–77.
- Page C.N., Barker M.A.* Ecology and geography of hybridisation in British and Irish horsetails // *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*. 1985. Vol. 86B. P. 265–272.
- Page C.N., Gureyeva I.I.* *Equisetum* × *sergijevskianum*, a hybrid horsetail from Siberia // *Fern Gazette*. 2013. Vol. 19, № 5. P. 181–190.
- Page C.N., McHaffie H.S., Butler J.K.* A new far-northern hybrid horsetail from Scotland: *Equisetum* × *mchaffieae* C.N. Page (*Equisetum fluviatile* L. × *E. pratense* Ehrh.) // *Watsonia*. 2007. Vol. 26. P. 339–345.
- Rothmaler W.* Pteridophyten Studien I // *Feddes Repertorium*. 1944. Vol. 54. P. 55–82.

Поступила 26.11.2014

***Equisetum* × *mildeanum* Rothm. (Equisetaceae), a horsetail hybrid new for the flora of Siberia**

D.S. Feoktistov, I.I. Gureyeva

Tomsk State University, Tomsk, Russia; feoktistovdmitriy@gmail.com,
gureyeva@yandex.ru

Abstract

The present study provides information on the finding of a hybrid *Equisetum* × *mildeanum* Rothm. Morphological differences from the putative parents, results of the study of the stem surface ultrastructure using scanning electron microscope, the results of the analysis of DNA samples of hybrid and parental species by ISSR-method are shown. This hybrid is new to the flora of Siberia and Russia in general. New records for *Equisetum* × *mildeanum* Rothm. are following: “Omsk region, Ust-Ishim district, 20 km to the west of the village of Ust-Ishim, near the Black lake, 57°42' N and 70°48' E. Disturbant meadow. 08.10.2014. D.S. Feoktistov (TK); Omsk region, Tarski area, 2 km east of the Atack village. Felling in the pine forest. 17.06.2002. A.A. Balova O.V. Legkikh, A.A. Nozdronov (OMSK).

Key words: *Equisetum* × *mildeanum* Rothm., new findings, Siberia.

REFERENCES

- Calendar R.N., Glazko V.I.* 2002. The types of molecular-genetic markers and their use. *Fiziologiya i biohimiya kulturnykh rastenii* [Physiology and biochemistry of the cultivated plants]. 4: 141–156. [in Russian].
- Cherepanov S.K.* 1995. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopedelnykh gosudarstv* [Vascular plants of Russia and adjacent states]. St. Petersburg: Mir i sem'ya-95 Publ. 990 p.
- Dines T.D., Bonner I.R.* 2002. A new hybrid horsetail, *Equisetum arvense* × *E. telmateia* (*E. × robertsii*) in Britain. *Watsonia*. 24: 145–157.
- Dostal J.* 1984. *Equisetum* L. In: G. Hegi. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Berlin; Hamburg: Verlag Paul Parey, 1(1): 55–79.
- Frizen N.V.* 2007. *Molekulyarnye metody, ispol'zuemye v sistematike rasteniy* [Molecular methods using in plant systematics]. Barnaul: Altai State University Publ. 64 c.
- Hauke R.L.* 1978. A taxonomic monograph of *Equisetum* subgenus *Equisetum*. *Nova Hedwigia*. 30: 385–455.
- Hiitonen I.* 1933. *Suomen Kasvio*. Luonto: Otava. 771 S.
- Il'in M.M.* 1934. *Equisetaceae* L.C. Rich. In: *Flora SSSR* [Flora of the USSR]. Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR, 1: 101–112. [in Russian].
- Jalas J., Suominen J.* 1972. *Atlas Florae Europaeae*. Vol. 1. Pteridophyta. Helsinki: Committee for mapping the Flora of Europe. 122 p.
- Jermy A.C., Arnold H.R., Farrel L., Perring F.H.* 1978. *Atlas of Ferns of the British Isles*. London: BSBI & BPS. 102 p.
- Lubienski M.* 2003. *Equisetum* × *mildeanum* Rothm. (*E. pratense* Ehrh. × *E. sylvaticum* L.), en snellehybrid ny for Norge. *Blyttia*. 61: 171–178.

- Lubienski M. 2010. A new hybrid horsetail *Equisetum* × *lofotense* (*E. arvense* × *E. sylvaticum*, Equisetaceae) from Norway. *Nordic Journal of Botany*. 28(5): 530–540.
- Lubienski M., Jager W., Bennert H.W. 2012. *Equisetum ascendens* Lubienski & Bennert (subg. *Hippochaete*, Equisetaceae), a new horsetail taxon for the flora of North Rhine-Westphalia (Germany). *Jahrbuch Bochumer Botanischer Verein*. 3: 7–20.
- Page C.N. 1963. A hybrid horsetail from the Hebrides. *British Fern Gazette*. 9: 117–119.
- Page C.N. 1972. An assessment of inter-specific relationships in *Equisetum* subgenus *Equisetum*. *New Phytologist*. 71: 355–369.
- Page C.N. 1973. Two hybrids in *Equisetum* new to the British Flora. *Watsonia*. 9: 229–237.
- Page C.N. 1988. Two hybrids of *Equisetum sylvaticum* new to the British Flora. *Watsonia*. 17: 273–277.
- Page C.N. 1995. *Equisetum* × *willmotii* C.N. Page – a new hybrid horsetail from County Cavan, Ireland. *Glasra*. 2: 135–138.
- Page C.N. 1997. The Ferns of Britain and Ireland. 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press, 540 p.
- Page C.N. 2001. Ferns and allied plants. In: Hawksworth D.L. (ed.). *The Changing Wildlife of Great Britain and Ireland*. Systematics Association Special. London; New York: Taylor & Francis, 62: 50–77.
- Page C.N., Gureyeva I.I. 2009. A new horsetail hybrid from Western Siberia. *Sistematische zametki po materialam Gerbariya imeni P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Systematic notes on the materials of P.N. Krylov Herbarium of Tomsk State University]. 101: 15–21.
- Page C.N., Barker M.A. 1985. Ecology and geography of hybridisation in British and Irish horsetails. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*. 86B: 265–272.
- Page C.N., Gureyeva I.I. 2013. *Equisetum* × *sergijevskianum*, a hybrid horsetail from Siberia. *Fern Gazette*. 19(5): 181–190. [in Russian, Latin & English].
- Page C.N., Gureyeva I.I., Mochalov A.S. 2009. A horsetail hybrid *Equisetum trachyodon* A. Braun (Equisetaceae), new for the flora of Siberia. *Sistematische zametki po materialam Gerbariya imeni P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Systematic notes on the materials of P.N. Krylov Herbarium of Tomsk State University]. 101: 21–23. [in Russian with English summary].
- Page C.N., McHaffie H.S., Butler J.K. 2007. A new far-northern hybrid horsetail from Scotland: *Equisetum* × *mchaffieae* C.N. Page (*Equisetum fluviatile* L. × *E. pratense* Ehrh.). *Watsonia*. 26: 339–345.
- Rothmaler W. 1944. Pteridophyten Studien I. *Feddes Repertorium*. 54: 55–82.
- Shauro D.N. 2005. Equisetophyta. In: *Flora Altaya* [Flora of the Altai]. Barnaul: Azbuka Publ. 1: 140–157. [in Russian].
- Skvortsov V.E. 2007. On the distribution of interspecific hybrids in *Equisetum* L. (Equisetaceae) in Russia and republics of the former USSR. In: *Proceedings of the First Russian Pteridological conference* (Tomsk-Barnaul, August, 20–30, 2007.). Tomsk: Izdatelstvo Tomskogo Universiteta. P. 86–92. [in Russian].

Recieved November, 26.2014