

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Центральный ботанический сад  
Научно-практический центр по биоресурсам  
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича  
Институт леса



## **Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов**

Материалы III Международной конференции,  
посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского  
(7–9 октября 2015 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях  
Часть 1**

**Секция 1. Ресурсы и биоразнообразие растительного мира:  
современное состояние, воспроизводство, охрана  
и устойчивое использование**

**Секция 2. Современные направления изучения  
ботанических коллекций для сохранения  
и рационального использования  
биоразнообразия растительного мира**

Минск  
«Конфидо»  
2015

## Кристаллы оксалата кальция в коре однолетнего стебля *Rosaceae* Juss.

Матусевич Н.М., Жигар М.П.

Брестский государственный университет имени А.С.Пушкина», Брест, Беларусь,  
*botany@brsu.brest.by*

**Резюме.** Проведенное изучение кристаллов щавелевокислого кальция в коре однолетнего стебля растений семейства *Rosaceae* Juss. выявило разнообразие их форм у видов из разных подсемейств розоцветных, различную степень развития, а также различия в их размещении в тканях коры. Данные признаки кристаллов интерпретируются как диагностические и имеют значение для систематики растений.

**Summary.** Matusevich N.M., Zhigar M.P. **Calcium oxalate crystals in the cortex of the annual stem *Rosaceae* Juss.** The conducted study of calcium oxalate crystals in the cortex of the stem annual plants of the family *Rosaceae* Juss. It has revealed a variety of forms in species from different subfamilies *Rosaceae*, varying degrees of development and differences in their placement in the tissues of the cortex. These crystals are interpreted as signs of diagnostic and relevant to the taxonomy of plants.

В растениях большинства семейств часто откладывается щавелевокислый кальций. Образуется он в клетках тканей всех органов растений в виде кристаллов различной формы. Большинство ботаников рассматривают кристаллы щавелевокислого кальция как продукты отброса, образующиеся в результате нейтрализации известью щавелевой кислоты, ядовитой для растения. Они не используются растением в процессе обмена веществ [1]. Однако существует противоположное мнение, согласно которому на определенных этапах развития у растений наблюдается растворение одиночных кристаллов оксалата кальция в процессе метаболизма, в этом случае их рассматривают как запасное вещество [2].

Кристаллы оксалата кальция показывают очень большое разнообразие форм и величины. Наиболее часто встречаются монокристаллы в форме октаэдров, призм, пирамид, ромбических тетраэдров, ромбоэдров, кристаллов кубической формы и других, либо сростков кристаллов в форме друз, или в виде тонких игольчатых кристаллов – рафид, удлиненных стилоидов, иногда откладывается кристаллический песок, то есть мелкие зернышки, образующиеся в большом количестве в одной клетке [1–3]. Различно также размещение кристаллов в органах растения [4]. Ботаники отмечают, что наличие кристаллических образований, их форма, размещение в теле растения имеют значение для целей систематики [1, 4–6].

Проведено исследование форм кристаллов оксалата кальция и их размещения в тканях коры у однолетних стеблей представителей семейства розоцветные. Однолетние стебли были собраны с трех особей у деревьев в нижней части кроны, у кустарников – в средней. Образцы брали с южной стороны растения в октябре – ноябре. Материал фиксировали в 96%-ном спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1). Затем готовили постоянные препараты, которые подвергали анализу. Для изготовления препаратов была использована общепринятая в анатомии растений методика [7]. Фиксированный материал помещали в воду на 25–30 минут, чтобы спирт из стебля диффундировал в растворитель. Из стебля готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Их изготавливали на санном микротоме с замораживающим столиком. Срезы толщиной 10–30 мкм выполняли в поперечном, продольном радиальном и продольном тангенциальном направлениях. Затем их помещали в сафранин на 20 минут, после чего – в нильский синий на 3 минуты. Далее срезы проводили через серию спиртов разных концентраций (50, 70 и 96 %, абсолютный спирт). На следующем этапе их обрабатывали карболксилолом, ксилолом, после чего помещали в канадский бальзам. Анализ полученных препаратов проводили на световых микроскопах Биолам Р-15, Л-212. Измерения осуществляли с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Из подсемейства *Spiraeoideae* были исследованы шесть видов спиреи (*Spiraea hypericifolia* L., *Spiraea japonica* L., *Spiraea media* Franz Schmidt, *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zab., *Spiraea salicifolia* L., *Spiraea chamaedrifolia* L.). К концу первого года в глубоких слоях стебля, в пери-

цикле закладывается феллоген, из которого образуется перидерма. Эпидерма и первичная кора слущиваются, и кора стебля включает в себя перидерму, кольцо механических тканей, первичную и вторичную флоэму.

Локализация кристаллов оксалата кальция у исследованных видов спирей связана с кольцом механических тканей, образуя вблизи него кристаллическую обкладку. При этом кристаллы могут располагаться по обеим сторонам механического кольца и в кольце (*Spiraea hypericifolia* и *Sp. japonica*) или только снаружи кольца и в кольце (*Sp. media*, *Sp. vanhouttei*, *Sp. salicifolia*, *Sp. chamaedrifolia*). Кристаллы спирей японской и спирей иволистной имеют ромбоидную форму, у *Spiraea media* и *Spiraea chamaedrifolia* – ромбоидную и призматическую, а у *Spiraea hypericifolia* и *Spiraea vanhouttei* – ромбоидные, призматические и кубические кристаллы.

Мелкие, малочисленные кристаллы имеются также и в клетках аксиальной паренхимы вторичной флоэмы. Они лучше выявляются на продольных срезах. У всех видов спирей кристаллы здесь имеют форму ромбоида, а у *Spiraea japonica*, *Spiraea salicifolia*, *Spiraea chamaedrifolia*, кроме того, есть также короткие кристаллы призматической формы. У *Spiraea hypericifolia* и *Spiraea japonica* кристаллы ромбоидной формы имеются также в клетках сердцевинных лучей.

В подсемействе *Prunoideae* были проанализированы представители родов *Prunus*, *Padus*, *Cerasus*. Кора их включает в себя эпидерму, перидерму, паренхиму первичной коры, кольцо механических тканей, первичную флоэму, вторичную флоэму. Преобладающей формой кристаллов у исследованных видов являются друзы. Они были отмечены у всех исследованных сливовых. Эти сростки кристаллов особенно крупные у *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus salicina* Lindl., *Prunus ussuriensis* Koval. & Kostina, более мелкие и в меньшем количестве они у терна (*Prunus spinosa* L.). Их особенно много в клетках паренхимы первичной коры. Развитие таких крупных кристаллов приводит к отмиранию клетки, в которой они располагаются.

Реже встречаются кристаллы призматической (у *Prunus salicina* Lindl., *Amygdalus georgica* Desf., *Padus maackii* (Rupr.) Kom., *Padus serotina* (Ehrh.) Agardh.) и кубической форм (*Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus salicina* Lindl., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Padus serotina*, *Padus virginiana* (L.) Mill.). В клетках колленхимы *Cerasus vulgaris* Mill., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Amygdalus georgica* Desf. встречаются мелкие друзы, у миндаля низкого – единичные ромбоидные кристаллы. Кристаллоносная обкладка механического кольца, наблюдаемая у спирейных, у сливовых не выражена, однако во вторичной флоэме кристаллов также много. Это, главным образом, мелкие друзы, располагающиеся в аксиальной паренхиме луба. Реже встречаются призматические (у *Armeniaca vulgaris*, *Cerasus besseyi*), ромбические (*Prunus spinosa*, *Amygdalus nana*, *Padus serotina*, *Padus virginiana*, *Cerasus tomentosa*), а у *Padus serotina* имеются сростки кубические кристаллы, у абрикоса – кристаллический песок. У слив, миндаля друзы образуются одновременно почти во всех клетках аксиальной паренхимы, прилегающей к флоэмным сердцевинным лучам, поэтому на поперечном срезе отчетливо просматривается кристаллоносная обкладка с обеих сторон лучей.

Большое сходство в форме и расположении кристаллов с упомянутыми сливовыми наблюдается в коре *Louiseania triloba* (Lindl.) Pachom. Здесь также преобладающей формой являются друзы, обильные в паренхиме первичной коры и аксиальной паренхиме луба, а также отмечены ромбические монокристаллы в паренхиме первичной коры и мелкие друзы в феллодерме.

Большое разнообразие форм показывают кристаллы в коре растений подсемейства *Maloideae*. Они встречаются во всех ее тканях, кроме покровных. Особенно много их в клетках паренхимы первичной коры – друзы, монокристаллы призматические, кубические, ромбоидные, многогранники, кристаллический песок. Не обнаружили у *Crataegus altaica* (Loud.) Lange друзы, у *Crataegus dahurica* Koehne and Schneid., *Crataegus altaica* (Loud.) Lange, *Crataegus arnoldiana* Sarg. – призматические, у *Crataegus oxyacantha* L. – кристаллы многогранной формы.

Кроме того, у всех яблоневых наблюдается формирование кристаллов оксалата кальция различной формы вблизи кольца механических тканей. У *Crataegus hissarica* Pojark. – это

ромбоиды, у остальных видов боярышника кристаллы ромбоидные, кубические, призматические. Размещение кристаллов разнообразное. Они могут быть в клетках, прилегающих к механическому кольцу снаружи и изнутри его, у *Crataegus dahurica* Koehne – в клетках кольца и снаружи его, у *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. и *Crataegus altaica* (Loud.) Lange – в кольце и в клетках, прилегающих к кольцу изнутри его, у *Crataegus almaatensis* Pojark. – с обеих сторон кольца, но большее их число находится в клетках самого механического кольца. Особенно много кристаллов отмечено в кольце у *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark.

Много кристаллов отмечено в клетках аксиальной паренхимы луба. Они в основном имеют призматическую форму, часто сдвоенные, а у *Crataegus arnoldiana* и *Crataegus oxyacantha* – сросшиеся по три. Помимо указанных, реже встречаются ромбоиды (*Crataegus hissarica*, *Crataegus oxyacantha*, *Crataegus altaica*, *Crataegus dahurica*, *Crataegus almaatensis*) и кубические кристаллы (*Crataegus hissarica*, *Crataegus dahurica*, *Crataegus almaatensis*, *Crataegus pseudoheterophylla*).

Исследованные виды рябины различаются содержанием в коре кристаллов оксалата кальция. В клетках колленхимы у *Sorbus koehneana* Schneid. имеются друзы и многогранные кристаллы, у *Sorbus graeca* (Spach) Lodd. ex Schauer – редкие друзы и ромбоидные кристаллы, у *Sorbus aucuparia* L. – короткие призматические. Колленхима *Sorbus sambucifolia* (Cham. and Schlecht.) M. Roem. и *Sorbus scandica* (L.) Fries оксалата кальция не содержит. Наиболее насыщена кристаллами паренхима первичной коры у рябины бузинолистной, рябины обыкновенной, рябины скандинавской. У всех видов встречаются друзы различных очертаний, меньшее количество их наблюдается у *Sorbus sambucifolia* (Cham. and Schlecht.) M. Roem. и *Sorbus aucuparia* L. Кроме друз, всем видам свойственны призматические кристаллы, причем у рябины обыкновенной они часто сдвоенные, у *Sorbus aucuparia*, *Sorbus graeca*, *Sorbus scandica* и *Sorbus koehneana* – ромбоиды, у трех последних имеются также кристаллы кубической формы.

С кольцом механической ткани связана кристаллоносная обкладка. У рябины обыкновенной кристаллы встречаются как с обеих сторон от кольца, так и в клетках самого кольца (ромбоиды, призматические). У остальных видов кристаллы располагаются в клетках, подстилающих механическое кольцо изнутри. Это призматические, призматические сдвоенные, ломано-призматические (*Sorbus koehneana*, *Sorbus scandica*) или ромбоидные и мелкие призматические (*Sorbus sambucifolia*, *Sorbus graeca*).

Кристаллы характерны также для луба, откладываясь в клетках осевой и лучевой лубяной паренхимы. У всех видов они призматические и ломано-призматические, у *Sorbus graeca* и *Sorbus koehneana* – призматические, сросшиеся по два. Кроме того, у *Sorbus aucuparia* встречаются друзы, а у остальных видов присутствуют также мелкие ромбоидные кристаллы. У рябины обыкновенной призматические кристаллы имеются также в отдельных клетках сердцевинных лучей.

Сравнительное изучение форм кристаллов и их размещения в коре *Rubus idaeus* L. и *Rosa rugosa* Thunb. из подсемейства *Rosoideae* выявило значительные отличия. У малины кристаллы оксалата кальция в клетках коры отсутствуют. У *Rosa rugosa* в клетках колленхимы отмечены ромбоиды, в паренхиме первичной коры – друзы и ромбоиды, а в лубе у этого вида, кроме названных, отмечены также кристаллы кубической формы.

Таким образом, сравнительное изучение кристаллов оксалата кальция в тканях коры однолетнего стебля представителей семейства *Rosaceae* Juss. выявило значительное разнообразие их форм и размещения в тканях коры. Этот признак может быть использован для розоцветных как диагностический.

#### Список литературы

1. Эсау, К. Анатомия растений / К. Эсау. – М.: Мир, 1969. – С. 36–37.
2. Савченко, М.И. Образование и роль кристаллов оксалата кальция в растительной клетке / М.И. Савченко, Г.А. Комар // Тр. Бот. ин-та имени В.Л. Комарова АН СССР. – 1962. – Вып. 5, сер. VII. – С. 86–106.
3. Александров, В.Г. Анатомия растений / В.Г. Александров // Учебник для госуниверситета. – М.: Советская наука, 1954. – С. 62–67.

4. Küster, E. Die Pflanzenzelle / E. Küster – Jena, Gustav Fischer – 1956. – 3 Aufl.
5. Бойко, В.И. Анатомическое строение коры видов семейства Ericaceae D.C.: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – Воронеж, 1996. – 237 с.
6. Матусевич, Н.М. Таксономический анализ древесных представителей сем. Rosaceae по признакам анатомической структуры коры их однолетних стеблей: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – Минск, 2005. – 182 с.
7. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М.: Высш. школа, 1960. – 206 с.

## Новые находки охраняемых видов растений на малых трансформированных водотоках бассейна реки Припять

Мойсейчик Е.В.

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e.mojsejchik@gmail.com

**Резюме.** Представлены данные о новых местах произрастания видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: водяного ореха настоящего *Trapa natans* L. s.l., берулы прямой *Berula erecta* (Huds.) Cov. и сальвинии плавающей *Salvinia natans* (L.) All. Приведены фитоценотическая и экологическая характеристики фитоценозов произрастания данных видов.

**Summary.** Mojsejchik E.V. **New finds of protected species of plants on small rivers transformed the Pripyat River Basin.** Article contains information about the new place of growth plant species included in the Red Book of the Republic of Belarus: *Trapa natans* L. s.l., *Berula erecta* (Huds.) Cov. and *Salvinia natans* (L.) All. Describes the habitat of rare species of plants. Refer ecological characteristics phytocenoses.

При проведении работ по изучению растительного покрова малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять, выполненных в 2013–2014 гг., выявлены новые местонахождения трех видов растений включенных в Красную книгу Республики Беларусь (2015): водяной орех настоящий *Trapa natans* L. s.l., берула (сиелла) прямая *Berula erecta* (Huds.) Cov. и сальвиния плавающая *Salvinia natans* (L.) All.

Геоботанические исследования выполнены методом пробных площадей. Градации экологических факторов рассчитаны по шкалам Д.Н. Цыганова (1983) с помощью регрессионного анализа (Бузук, Созинов, 2009). Гербарные сборы хранятся в Гербарии ГНУ «Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси» (MSK-V).

### *Trapa natans* L. s.l. – водяной орех плавающий

Водяной орех настоящий имеет III (VU) категорию охраны – уязвимый вид. Вид внесен в Приложение I к Бернской конвенции об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе, в европейский Красный список МСОП. Включен в Красные книги Литвы, Латвии, Польши, Украины, Брянской, Псковской и Смоленской областей Российской Федерации.

Популяция выявлена 17 августа 2014 года на меандрированном участке реки Сколодина (левый берег) в юго-западных окрестностях д. Шестовичи Мозырского района Гомельской области: координаты местоположения N 52°04.272' E 28°38.087' (WGS-84). Площадь популяции составила 100 кв. м. Уровень стояния вод – 38 см. Грунт – илисто-песчаный, вода прозрачная коричневого цвета, скорость течения слабая. На антропогенные нарушения указывает наличие тропинойной сети (рыбаки) при подходах к воде.

Сколодина или Сколодинка – река длиной 42 км, правый приток реки Припять. Долина преимущественно невыраженная, сливается с прилегающей местностью. Склоны пологие, поросшие лесом и кустарником. Русло извилистое и слабоизвилистое. Берега низкие, на значительном протяжении поросшие лесом, в низовье открытые, луговые («Блакітны скарб Беларусі», 2007).

Из-за многочисленности растений в популяции произвести учет количества экземпляров не представилось возможным. Фенофаза – плодоношение, лишь единичные особи находились на стадии вегетации.