

УДК: 580.006

Архитектоника почек в связи с морозоустойчивостью

Мальцева А.Н.

*Ботанический сад, Южный федеральный университет ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
anmalceva@sfedu.ru,*

Аннотация

Почки, как и семена, имеют большое значение в сохранении жизни растений, особенно в неблагоприятных условиях окружающей среды. Структура почек состоит из тканей и частей с разной степенью теплопроводности. Предлагается методика оценки морозоустойчивости почек в зависимости от внутреннего строения структур и расположения в пространстве.

Ключевые слова: почка, морозоустойчивость структура.

Architectonics of the kidneys in connection with frost resistance

Maltseva A.N.

*Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
anmalceva@sfedu.ru*

Abstract:

Kidneys, like seeds, are of great importance in preserving plant life, especially in adverse environmental conditions. The structure of the kidneys consists of tissues and parts with varying degrees of thermal conductivity. A method for assessing the resistance of kidney to frost is proposed, depending on the internal structure of structures and location in space.

Key words: kidney, frost resistance structure.

Введение. Методы изучения онтогенеза менялись параллельно развитию микроскопной техники, химии и методам выращивания растений. Однако по-прежнему основой изучения онтогенеза остаётся описательный метод морфологических изменений. Описание внешнего вида растений гораздо проще в выполнении, чем оценка внутренних изменений органов. В настоящее время накапливаются данные о строении почек древесных растений. При этом существует трудность при описании структур почек, состоящая в отсутствии детальной терминологии. Большое разнообразие архитектоники почек должно иметь причинно-следственную связь с устойчивостью к факторам окружающей среды, в частности к низким температурам. Наряду с гистохимическими методами, используемыми при анализе запасных и защитных веществ в тканях почек, анализом изменений клеточных структур [1,2], строению почек с точки зрения устойчивости не уделялось должного внимания. В связи с этим нами была поставлена задача: изучить и описать строение почек в аспекте морозоустойчивости.

Почки, как и семена, имеют большое значение в сохранении жизни растений, особенно в неблагоприятных условиях окружающей среды. Структура почек состоит из тканей и их форм с разной степенью теплопроводности. Общеизвестно, что теплопроводность – способность материальных тел проводить энергию (тепло) от более нагретых частей тела к менее нагретым путём хаотического движения частиц тела. Широко известно определение теплопроводности частей растений, используемых в строительстве или для изготовления одежды. Так, для изучения теплопроводности тканей из волокон имеет значение их толщина, длина, извитость, упругость, плотность. Достаточно хорошо изучена теплопроводность веществ животного происхождения и неживой природы [4]. Так, коэффициенты теплопроводности, которые показывают сколько тепла передаётся за одну секунду через единичную поверхность, имеют значение: Рыбий жир – 0,130 Вт/м *град; Говяжий жир – 0,177 Вт/м *град; Жировая ткань человека – 0,2 Вт/м *град; Тело человека в среднем – 0,48 Вт/м *град; Кровь человека – 0,53 Вт/м *град; Вода – 0,6 Вт/м *К; Свежий снег – 0,15 Вт/м *К; Воздух – 0,022 Вт/м *К; Нефтяные масла - 0,12 Вт/м *К; Древесина – 0,15 Вт/м *К; Стекловата – 0,032 Вт/м *К.

Д.В. Сивухин [5] указывает, что «нужно учитывать передачу тепла из-за конвекции молекул и излучения. Например, при полной нетеплопроводности вакуума, тепловая энергия передаётся излучением (Солнце, инфракрасные теплогенераторы), в газах и жидкостях происходит перемешивание разнотемпературных слоёв естественным путём или искусственно (примеры принудительного перемешивания – фены, естественного – электрочайники). Также в конденсированных средах возможно «перепрыгивание» фононов из одного твёрдого тела в другое через субмикронные зазоры. Это способствует распространению звуковых волн и тепловой энергии, даже если зазоры представляют собой идеальный вакуум».

Нам не встретилось в литературе определение теплопроводности частей почек. Необходимо отметить, что как для человека зимняя одежда за счёт своей теплопроводности создаёт человеку устойчивость к морозам, также и почечные чешуи предохраняют внутренние клетки почки от гибели при низких температурах.

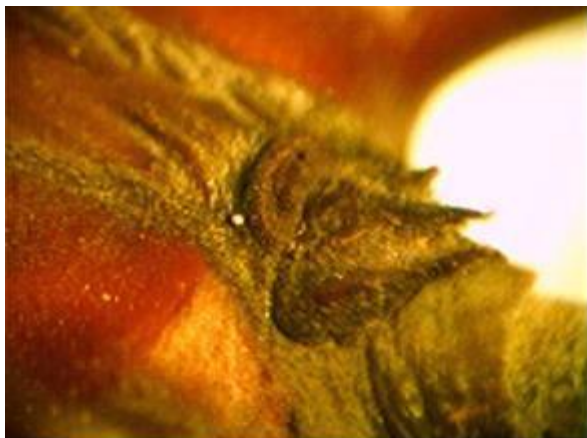
Очевидно, что толстые чешуи могут иметь коэффициент теплопроводности близкий к коэффициенту теплопроводности воды, коэффициент камеди будет схож с коэффициентами теплопроводности жиров и нефтяных масел, у тонких чешуй коэффициент почти как у древесины, а прослойки из нитевидных трихом подобны стекловате с похожим коэффициентом теплопроводности.

Зимостойкость это устойчивость к различным неблагоприятным зимним факторам. В частности растения получают солнечные ожоги в результате смены ночных низких температур дневными при нагревании солнцем. При рассмотрении почек имеет значение площадь нагрева из-за формы почки (сферическая, плоская и т. д.). Надо отметить, что установлено начало солнечной активности в середине января. Почки могут гибнуть от обледенения. И в этом случае имеет значение расположение почки в пространстве относительно побега, расположение чешуй: образуются ли пазухи, в которые попадает снег с последующим образованием льда.

Внешний вид почек описан и систематизирован [6], описание внутреннего строения для многих древесных видов отсутствует. Терминология для частей внутреннего строения почек также не разработана. Например, между чешуями и зачаточными листьями есть промежуточные формы, которые в разной степени являются одновременно чешуями и листьями. На чешуях и листьях могут быть покровы из трихом, которые также отличаются по степени развития, находясь на разной стороне чешуи или на зачаточном листе. Вследствие разной толщины чешуи создаётся сочетание разных тканей и сосудов в ней. Например, могут быть тонкие плёнчатые чешуи, тонкие из палисадной ткани и толстые чешуи из палисадной и губчатой тканей с сосудами.

Наряду с плотным прилеганием чешуй и листьев, в почках имеются воздушные прослойки, заполненные трихомами в виде рыхлого слоя ваты из волокон или наслоения звёздчатых пластинок. Кроме теплопроводности для зимостойкости имеет значение отражательная способность поверхности почек, которая иногда формируется звёздчатыми трихомами. Зимостойкость почек зависит также от их положения в пространстве: расстояния между верхушкой почки и побегом. Недостаточно изучена причина зимостойкости почек с чешуями (свободные или открытые) по сравнению с почками, расположенными под корой побега (погружённые или скрытые). Разнообразие

строения почек представлено на рисунках 1, 2.



Зизифус юба - несколько сухих почечных чешуй



Девичий виноград пятилисточковый - чешуи плотно сомкнуты



Скупия коженная - коническая форма почки



Сумах оленерогий - почки густо покрыты трихомами

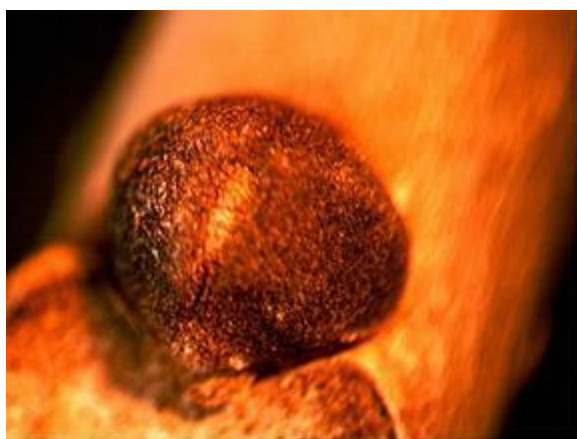


Бирючина обыкновенная - почечные чешуи неплотно сомкнутые, по краям чешуй - трихомы

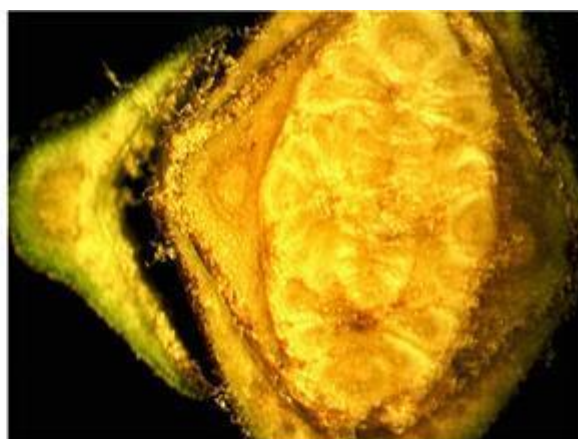


Керрия японская - сухие почечные чешуи плотно сомкнутые

Рис.1 – Разнообразие строения почек: типы почек с плотно или неплотно прилегающими чешуями, полностью покрытые трихомами или только по краям чешуй.



Ясень обыкновенный - покров из двух почечных чешуй



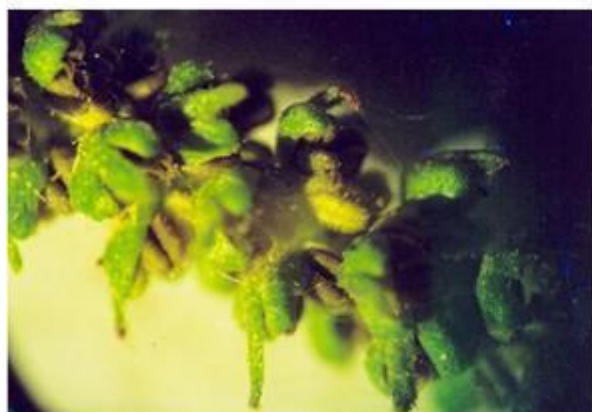
Ясень обыкновенный - поперечный срез почки, пространство между чешуями занято трихомами



Ясень обыкновенный - общий вид побега с почками



Самшит вечнозелёный - почка плотно покрыта несколькими чешуями



Кария пекан - каждый цветок покрыт одной чешуёй в серёжке



Азими́на трёхлопастная - под двумя чешуями шаровидный слой, густо покрытый чёрными трихомами

Рис. 2 – Разнообразие строения почек: по форме конические или сферические, по внутреннему расположению трихом в виде ваты или меха, по численности чешуй.

Объекты и методы.

Список растений, у которых исследована архитектоника почек, приведен в таблице. Зимостойкость растений определяли визуально с использованием балльных шкал, метод предполагает большую долю субъективности, т.е. в зависимости от того, кто оценивает степень повреждения растения от зимних факторов [3].

Для получения описания архитектоники почек в зимнее время отбирали почки с растений и препарировали их, используя бинокулярную лупу МБС-9 и фотографировали камерой MYscope 130 m Digital camera for microscope.

В описаниях внутреннего строения почек выделяли те свойства, которые могут иметь значение при сохранении почек от низких температур и других губительных факторов. После просмотра почек 21 вида древесных растений составили систему свойств с учётом сходства с уже известными коэффициентами теплопроводности различных веществ и растительных тканей.

Результаты и обсуждение.

С точки зрения устойчивости к зимним факторам растительных тканей, составляющих почки, мы предлагаем выделить следующие типы почек, по которым косвенно по совокупности частей с разной степенью устойчивости к низким температурам и к зимним неблагоприятным факторам можно предположить их зимостойкость.

I. Типы почек по наличию трихом и их характеристик.

1. Почки с чешуями, покрытыми слоем трихом с наружной и внутренней стороны. Трихомы образуют изоляционный слой между чешуями, толщину которого можно измерить. Иногда толщина слоя трихом почти одинакова с толщиной чешуй. Максимальное число зачатков листьев покрыто густым слоем трихом.

2. В почке трихомы плотным тонким слоем покрывают только поверхности чешуй.

Плотное сложение чешуй и зачатков листьев. Отсутствие трихом в почке.

II. С точки зрения устойчивости к низким температурам сами чешуи могут быть сухими плотными, т.е. менее теплопроводными и крупными с большим содержанием воды, т.е. более теплопроводными и с большей вероятностью гибели от замерзания. Здесь же имеют значение почечные структуры, которые являются частично чешуями, частично зачаточными листьями.

Такие почки тоже можно разделить на несколько групп.

Типы почек по характеристике чешуй и их строению.

1. Толстые чешуи и образования чешуи - листья.

2. Сухие тонкие чешуи.

III. Выделение смолоподобных веществ поверхностью чешуй создаёт изоляционный слой, способствует морозоустойчивости

Типы почек по выделению смолоподобных веществ.

1. Чешуи выделяют смолоподобные вещества.
2. Чешуи не выделяют смолоподобные вещества.

IV. Типы почек по глубине закладки в побеге и размерам.

1. Скрытые почки, т.е. расположенные под корой или под структурными частями основания почки.
2. Открытые почки, типичные для вида, то есть видимые невооружённым глазом и используемые для описания вида.

V. Типы почек по степени формирования генеративных органов.

1. Цветки на стадии зачатков, конусов нарастания. Завязь и тычинки на стадии зачатков, бугорков.
2. Несозревшие пыльники тычинок, клетки тетрады в стадии деления, сформированы соцветия. Сформированы все органы цветка

VI. Типы почек по глубине закладки генеративной части.

1. Много чешуй и листьев от поверхности почки до генеративной части.
2. Один слой чешуй.

VII. Типы почек по внутреннему строению чешуй.

1. Содержание хлорофилла в чешуях, и наличие ксилемных тяжей.
Содержание хлорофилла в чешуях (почки листовые, голые).
2. Отсутствует хлорофилл в чешуях.

VIII. Типы почек по положению в пространстве.

1. Прилегающие к побегу по всей длине почки или под корой.
2. Прилегающие к побегу под углом. Не прилегающие к побегу.

IX. Типы почек по тональности окраски поверхности.

1. Тёмная.
2. Светлая.

X. Типы почек по форме (в данном случае использована не стандартная классификация почек, а применён ограниченный подход, только по площади нагрева)

1. Шаровидная.
2. Коническая

Ниже представлен пример характеристики строения почек облепихи крушиновидной.

- I. Почки с чешуями, покрытыми слоем трихом с наружной и внутренней стороны. Трихомы образуют изоляционный слой между чешуями, иногда чешуи и слой между ними почти одинаковы по толщине. Максимальное число зачатков листьев покрыто густым слоем трихом (подтип 1).
- II. Толстые чешуи (подтип 1).
- III. Чешуи выделяют смолоподобные вещества (подтип 1).
- IV. Открытые, типичные для вида (подтип 2).
- V. Завязь и тычинки на стадии зачатков, бугорков (подтип 1).
- VI. Много чешуй и листьев от поверхности почки до генеративной части (подтип 2).
- VII. Содержание хлорофилла в чешуях (подтип 1).
- VIII. Прилегающие к побегу по всей длине почки (подтип 1).
- IX. Почка тёмная (подтип 1).
- X. Почка шаровидная (подтип 1)

Таким образом, строение почек помогает составить представление о роли структурных особенностей почек в механизме их зимостойкости. Известно, что структурные особенности деревьев послужили отправной идеей для создания железобетона, а складчатость веерных листьев пальм была рассмотрена как увеличение рёбер жесткости и применена для строительства потолков в тоннелях. Вполне вероятно, предположить, что комбинация различных тканей по теплопроводности в почках может быть повторена в строительстве и технике.

Такая попытка рассмотреть особенности внутренних структур почек в связи с зимостойкостью может быть предпосылкой изучения теплопроводности различных структур почек. Данные могут быть использованы в систематике при спорных вопросах определения видов и разработке вопросов эволюционной теории.

Используя характеризующие подтипы, как баллы, получаем общую сумму баллов - 12. Минимальная сумма баллов (10) соответствует максимальной потенциальной морозостойчивости, поскольку выше принята градация типов почек по снижению теплопроводности их защитных структур. В процессе дальнейшего анализа балльных оценок почек по зимостойкости для 21 вида древесных растений (таблица) выяснилось по многолетним наблюдениям в процессе интродукции, что они не имеют прямой связи со средними балльными оценками зимостойкости надземных частей видов древесных растений. Коэффициент ранговой корреляции Спирмана 0,32 (при 5% ошибке).

Таблица – Список растений, у которых исследована архитектура почек.

Условные обозначения таблицы: МУ – морозоустойчивость почек, ЗР – зимостойкость вида растений по пятибалльной системе, в которой 5 максимальная зимостойкость.

№ п/п	Семейство	Вид	МУ	ЗВ
1	Aceraceae	<i>Acer campestre</i> L. – Клён полевой	20	5
2	Anacardiaceae	<i>Rhus typhina f. laciniata</i> Wood. – Сумах оленерогий	19	5
3	Betulaceae	<i>Betula pendula</i> Roth. – Берёза повислая	20	5
4	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb. – Лох зонтичный	14	4
5	Elaeagnaceae	<i>Hippophae rhamnoides</i> L. – Облепиха крушиновидная	14	5
6	Fabaceae	<i>Gymnocladus dioica</i> L. – Бундук двудомный	15	4
7	Juglandaceae	<i>Carya pecan</i> L. – Кария пекан	16	3
8	Oleaceae	<i>Forsythiae ovata</i> Nakai – Форзиция яйцевидная	20	4
9	Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> L. – Ясень обыкновенный	14	5
10	Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i> L. – Бирючина обыкновенная	17	4
11	Rhamnaceae	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill. – Зизифус ююба	19	4
12	Rosaceae	<i>Chaenomeles japonica</i> Thunb. – Хеномелес японский	20	5
13	Rosaceae	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Deene. – Кизильник горизонтальный	14	4
14	Rosaceae	<i>Crataegus x prunifolia</i> Poir. – Боярышник сливолистный	18	5
15	Rosaceae	<i>Kerria japonica</i> L. – Керрия японская	18	3
16	Rosaceae	<i>Spiraea x bumalda</i> Burv. – Спирея Бумальда	19	5
17	Salicaceae	<i>Populus tremula</i> L. – Тополь дрожащий (осина)	20	5
18	Sambucaceae	<i>Sambucus nigra</i> L. – Бузина чёрная	17	5
19	Sapindaceae	<i>Xanthoceras sorbifolium</i> Bunge. – Чекалкин орех	17	5
20	Viburnaceae	<i>Viburnum opulus</i> L. – Калина обыкновенная	19	5
21	Vitaceae	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L. – Девичий виноград пятилисточковый	20	5

Заключение. Вероятно, балльная оценка зимостойкости растений не всегда совпадает с балльной оценкой зимостойкости почек и при определении устойчивости видов доминирует зимостойкость растений. Вместе с тем, строение почек помогает составить представление о роли структурных особенностей почек в механизме их

зимостойкости. Такая попытка рассмотреть особенности внутренних структур почек в связи с зимостойкостью может быть предпосылкой изучения теплопроводности различных структур почек. Данные могут быть использованы в систематике при спорных вопросах определения видов и разработке вопросов эволюционной теории.

Список литературы

1. Барская Е.И. Изменения хлоропластов и вызревание побегов в связи с морозоустойчивостью древесных растений. М.: Наука, 1967. – 223 с.
2. Вернигора Е.Г., Чернышев В.Д. Производные эпидермы, как показатели адаптированности хвойных растений // Биологические исследования на Горно-таёжной станции. Владивосток. 2002. Вып. 8. – С. 131-145.
3. Козловский Б. Л., Огородников А. Я., Огородникова Т. К., Куропятников М. В., Федоринова О. И. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета (экология, биология, география). Ростов н/Д, 2000. 144 с.
4. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. Для вузов. 4 изд., перераб. и дополнен. М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Физматлит, 2006. – 345 с.
6. Фёдоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень., М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – 348 с.

Spisok literatury

1. Barskaya E.I. Izmeneniya hloroplastov i vyzrevanie pobegov v svyazi s morozoustojchivost'yu drevesnyh rastenij. M.: Nauka, 1967. – 223 s.
2. Vernigora E.G., Chernyshev V.D. Proizvodnye epidermy, kak pokazateli adaptirovannosti hvojnyh rastenij // Biologicheskie issledovaniya na Gorno-tayozhnoj stancii. Vladivostok. 2002. Vyp. 8. – S. 131-145.
3. Kozlovskij B. L., Ogorodnikov A. YA., Ogorodnikova T. K., Kuropyatnikov M. V., Fedorinova O. I. Cvetkovye drevesnye rasteniya Botanicheskogo sada Rostovskogo universiteta (ekologiya, biologiya, geografiya). Rostov n/D, 2000. 144 s.
4. Remizov A. N. Medicinskaya i biologicheskaya fizika: Ucheb. Dlya vuzov. 4 izd., pererab. i dopolnen. M.: Drofa, 2003. – 560 s.
5. Sivuhin D.V. Obshchij kurs fiziki. Termodinamika i molekulyarnaya fizika. M.: Fizmatlit, 2006. – 345 s.
6. Fyodorov A.A., Kirpichnikov M.E., Artyushenko Z.T. Atlas po opisatel'noj morfologii vysshih rastenij. Stebel' i koren', M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1962. – 348 s.

