

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОБЕГОВ КЛЁНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO*, SAPINDACEAE)

©2025 Цыренова Д.Ю.^{a,1}, Борзенкова Т.Г.^{b,2}

^aФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, 680035

^bМАУ ДО «Детский эколого-биологический центр», Хабаровск, 680007

e-mail: ¹duma@mail.ru; ²borzenkovatg@gmail.com

Поступила в редакцию 5.12.2024. После доработки 08.10.2025. Принята к публикации 08.11.2025

Представлены результаты анатомического исследования вегетативных побегов североамериканского клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.), встречающегося в зелёных насаждениях г. Хабаровск. Обнаружено, что однолетние на зиму остаются покрытыми эпидермой, замещения её перидермой не происходит. Формирование перидермы наблюдается у побегов начиная со второго годов вегетации. Заложение феллогена отмечается в субэпидермальном слое. Перидерма возникает отдельными фрагментами, а не сплошным кольцом по окружности побега. Сделан вывод о том, что у исследуемого вида отсутствует полное вызревание покровных тканей однолетних побегов. Предположительно эта особенность является конституционной и таксоноспецифичной.

Ключевые слова: *Acer negundo*, побеги, микроструктура, покровные ткани.

DOI: 10.35885/1996-1499-18-4-163-167

Введение

В настоящее время североамериканский клён ясенелистный (*Acer negundo* L.) служит объектом разноплановых научных исследований. Причина кроется в том, что он признан самым распространённым в России чужеродным инвазионным видом [Виноградова и др., 2022]. Массовое высаживание клёна ясенелистного для озеленения населённых пунктов привело к возникновению спонтанных инвазионных популяций этого вида в рудеральных местообитаниях в черте или вблизи поселений. В разных регионах России отмечается внедрение растений в нарушенные полустественные и естественные сообщества, чаще всего пойменных ландшафтов. Речные долины и поймы, в которых клён ясенелистный находит сходные с первичным ареалом экологические условия, являются коридорами инвазии вида в естественные природные сообщества во вторичном ареале [Майоров, Виноградова, 2024].

На Дальнем Востоке России клён ясенелистный встречается во всей территории и причисляется к группе инвазионных видов региона [Чёрная книга..., 2021]. В г. Хабаровск вид широко представлен в городских насаждениях вдоль улиц, в парках и скве-

рах, а также в антропогенных местообитаниях [Коляда, Коляда, 2016; Антонова, 2022; Борзенкова, Цыренова, 2024]. К условиям г. Хабаровск хорошо приспособилась форма *A. negundo* var. *violaceum* (Booth ex Loudon) H. Jaeger, которая даёт меньший прирост и не повреждается морозами по сравнению с типичной формой *A. negundo* var. *pseudocalifornicum* Schwer. [Калита, Калита, 2018].

Из литературных сведений известно, что клён ясенелистный характеризуется гипостоматическими листьями с аномоцитными (редко стефанокитными) устьицами. Устьица у молодых деревьев в полтора раза мельче, чем у взрослых деревьев, но при этом число устьиц выше. Отмечается в незначительной степени половой диморфизм по размерам и числу устьиц [Виноградова, 2022]. Детальное описание древесины выявило, что основная масса её представлена волокнами либриформа; волокнистые трахеиды немногочисленные; сосуды, быть может, равномерно распределены по годичному приросту (расеянно-сосудистый тип); лубодревесинные лучи одно-двурядные (редко трехрядные), состоящие в основном из лежащих клеток; древесинная паренхима паратрахеального типа (сближенная с сосудами) и апотрахеального

типа (не связанная с сосудами) [Виноградова, 2022]. З.Н. Алескерова, С.А. Степанов [2020] показали, что у клёна ясенелистного верхние ближние к апексу оси характеризуются травянистым пучковым типом стелы, по мере удаления от апекса оси приобретают древесный непучковый тип. Они же отмечают сезонное колебание содержания запасного крахмала в различных тканях однолетнего побега: в зимний период крахмальные зерна большей частью накапливаются на периферийной коровой зоне, а с началом весенней вегетации крахмальные зерна накапливаются больше во внутренних частях стелы и в сердцевине. Однако авторами анатомических исследований не обращалось внимание на особенности покровных тканей побегов.

Целью нашей работы явилось анатомическое исследование покровных тканей побегов *A. negundo* в сезонной динамике на материале с территории г. Хабаровск (Дальний Восток России).

Материал и методика

Материалом для исследований послужили растения изучаемого нами чужеродного североамериканского вида *A. negundo*, также для сравнения брались растения аборигенного амуро-корейского вида *A. mono* Maxim. Оба вида широко используются для озеленения и массово представлены в городских насаждениях. Исследовались 25 образцов с деревьев генеративного возраста, собранные в течение двух вегетационных сезонов после окончания листопада у растений. Побеги фиксировали в смеси спирта, воды и глицерина в равных соотношениях (1:1:1) и выдерживали около одного месяца. Поперечные срезы делали лезвием бритвы от руки в средней части побеговых осей первого, второго и третьего годов нарастания. Гистохимические исследования проводились по традиционной методике [Фурст, 1979]. В работе использовали микроскоп БИОЛАМ-ЛОМО, цифровой микрокомплекс Альтами БИО 8 и программное обеспечение TourView.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что по завершении вегетационного сезона годовые вегета-

тивные побеги у клёна ясенелистного остаются покрытыми первичной эпидермой (рис. 1, *A, B*). Замещение её вторичной тканью перидермой не происходит.

Формирование же перидермы наблюдается у побегов второго или третьего годов вегетации (рис. 1, *D*). При этом перидерма возникает отдельными фрагментами, а не сплошным кольцом по окружности побега. Заложение феллогена наблюдается в субэпидермальном слое. Феллема, или пробка, представлена четырьмя-пятью слоями таблитчатых слабо суберинизированных клеток. Среди них заметно возвышаются над поверхностью стебля крупные чечевички. Феллодерма однослойная. Таким образом, характерной особенностью изучаемого вида является образование перидермы на втором-третьем году вегетации. Перидерма фрагментарная, т.е. отдельными участками на поверхности побегов.

Исследование побегов у аборигенного вида клёна мелколистного *A. mono* показало, что они покрыты сплошной перидермой уже в первый год (рис. 2).

У исследуемого нами *A. negundo* эпидерма осей первого года вегетации значительно кутинизированная. Кутикула состоит из двух слоев (см. рис. 1, *B*). Первый наружный представлен бесцветным структурированным рыхловатым слоем, а второй – зеленоватым аморфным более плотным слоем. Ближе к осени в эпидермальных клетках накапливаются темноокрашенные вещества. В субэпидермальном слое выделяется гиподерма, представленная двумя-тремя рядами клеток, содержащих первичный белок (окраска р-ром Люголя) (см. рис. 1, *B*).

Гистохимическими методами выявлено, что у *A. negundo* в осенний сезон наблюдается присутствие крахмальных зерен почти во всех тканях побега: в кортикальной паренхиме, во флоэме, в клетках лучевой и осевой паренхимы ксилемы и в перимедулярной зоне. Наблюдается отсутствие крахмала в сердцевинной паренхиме. Также незначительное его количество фиксируется в камбии. Обращает внимание, что наибольшее количество крахмала накапливается в перимедулярной зоне (см. рис. 1, *C*).

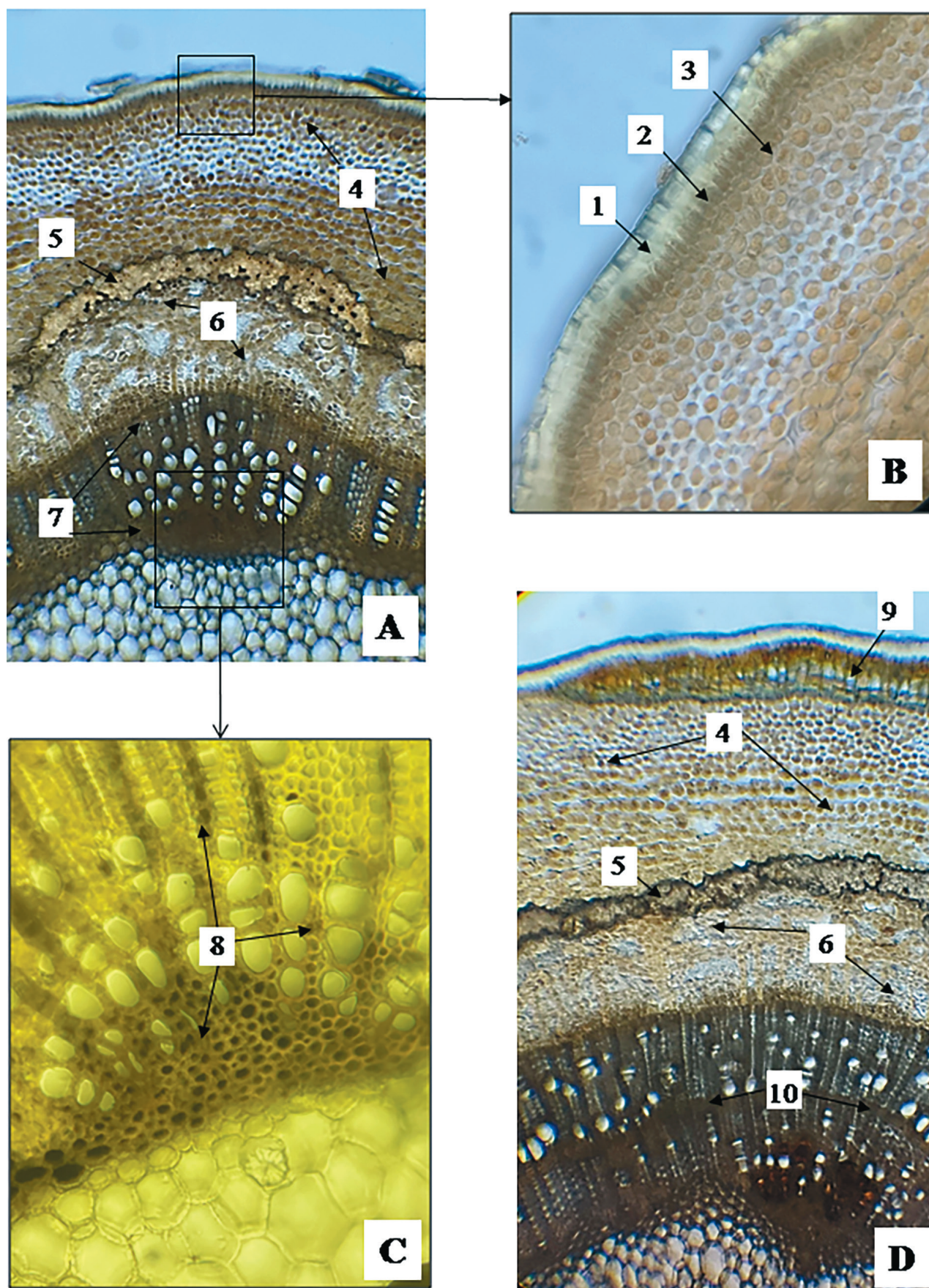


Рис. 1. Микрофотографии поперечного среза побега *Acer negundo*: *A* – ось первого года, $\times 120$; *B* – фрагмент коры, $\times 280$; *C* – фрагмент древесины, $\times 280$; *D* – ось второго года, $\times 120$; 1 – кутикула; 2 – эпидерма; 3 – гиподерма; 4 – первичная кора; 5 – протофлоэмные волокна; 6 – луб; 7 – древесина; 8 – запасной крахмал в древесине; 9 – перидерма; 10 – граница годичного прироста.

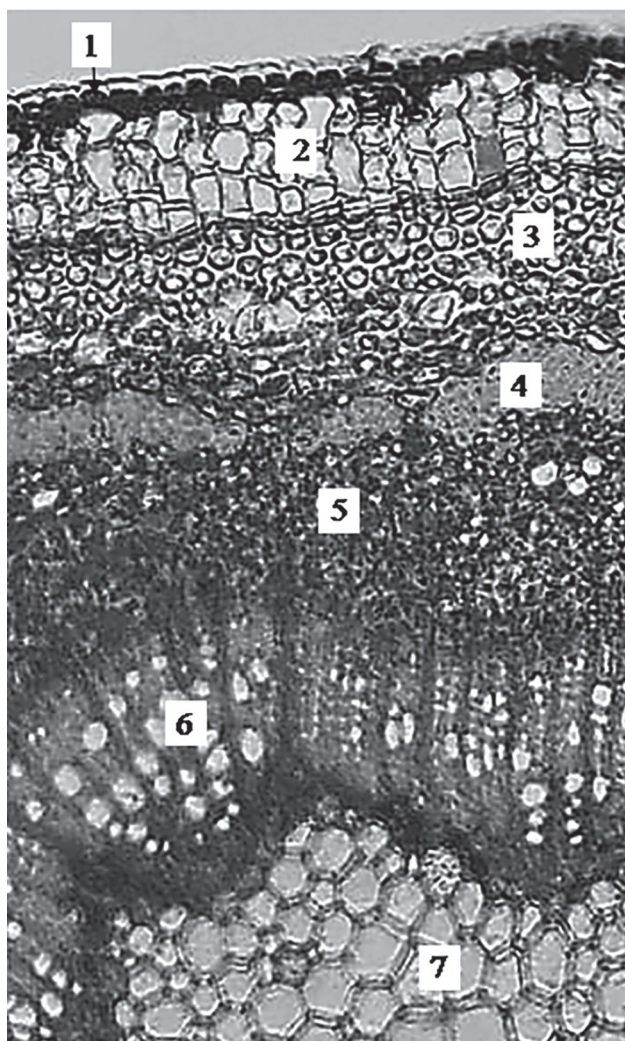


Рис. 2. Микрофотография поперечного среза побега *Acer mono*, $\times 120$: 1 – эпидерма; 2 – перидерма; 3 – первичная кора; 4 – протофлоэмные волокна; 5 – луб; 6 – древесина; 7 – сердцевина.

Заключение

Изучены анатомические особенности побегов чужеродного инвазионного вида клёна ясенелистного на материале из г. Хабаровск (Дальний Восток России) в сравнении с аборигенным видом клёна мелколистного. Выявлено, что у однолетних побегов растений у первого вида полного вызревания покровной ткани – перидермы не происходит, тогда как у второго вида наблюдается противоположное явление. Полученных данных пока недостаточно для их интерпретации в контексте инвазионной природы клёна ясенелистного. Для этого требуются дальнейшие анатомические исследования растений в разных климатических зонах как в первичном, так и во вторичном ареале вида. Предварительно полагаем, что особенности процесса вызре-

вания покровных тканей у представителей клёнов являются конституционными и таксоноспецифичными.

Финансирование работы

Анализ данных и подготовка рукописи выполнены за счёт собственных средств авторов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Алескерова З.Н., Степанов С.А. Морфолого-анатомические и физиологические особенности развития стебля фитомеров побега *Acer negundo* L. // В сб.: Исследования молодых учёных в биологии и экологии: сборник научных статей по материалам I Международной и XII Региональной научной конференции «Исследования молодых учёных в биологии и экологии», посвящённой 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / под ред. В.В. Аникина, В.А. Болдырева, М.Ю. Воронина [и др.]. Саратов: Амирит, 2020. С. 8–10.
- Антонова Л.А. Инвазионные виды-«трансформеры» во флоре бассейна реки Амур // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 2. С. 10–13. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-2-10-13
- Борзенкова Т.Г., Цыренова Д.Ю. Чужеродные древесные растения озеленении города Хабаровска // Социально-экологические технологии. 2024. Т. 14, № 1. С. 121–137. DOI: 10.31862/2500-2961-2024-14-1-121-13
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Костина М.В. Клён ясенелистный (*Acer negundo* L.): морфология, биология и оценка инвазивности. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2022. 218 с.
- Калита Г.А., Калита О.Н. Клён ясенелистный (американский) – современное состояние интродукции // в сб.: Материалы научно-практической конференции «Философия современного природопользования в бассейне Амура» (Хабаровск, июнь 2018). Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2018. С. 70–72.
- Коляда Н.А., Коляда А.С. Встречаемость потенциально инвазионного вида клёна негундо (*Acer negundo* L.) на юге Дальнего Востока России // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 4. С. 51–55.
- Майоров С.Р., Виноградова Ю.К. Введение в инвазионную биологию растений. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2024. 165 с.

Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М.: Наука, 1979. 155 с.
Чёрная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного

федерального округа / Ю.К. Виноградова, Л.А. Антонова, Г.Ф. Дарман [и др.]; ответственный редактор Ю.Ю. Дгебуадзе. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 510 с.

ANATOMICAL FEATURES OF VEGETATIVE SHOOTS OF THE *ACER NEGUNDO* L. (SAPINDACEAE)

©2025 Tsyrenova D.Yu.^{a,1}, Borzenkova T.G.^{b,2}

^aPacific State University, Khabarovsk, 680035

^bChildren's Ecological and Biological Center, Khabarovsk, 680007

e-mail: ¹duma@mail.ru; ²borzenkovatg@gmail.com

The article presents the results of an anatomical study of vegetative shoots of the North American *Acer negundo* L., found in Khabarovsk. It was found that annuals remain covered with epidermis during the winter and are not replaced by periderm. Formation of periderm is observed in shoots starting from the second years of vegetation. The formation of phellogen is noted in the subepidermal layer. Periderm appears in separate fragments, and not as a continuous ring around the circumference of the shoot. It was concluded that the studied species lacks complete maturation of the integumentary tissues of annual shoots. Presumably, this feature is constitutional and taxon-specific.

Key words: *Acer negundo*, shoots, microstructure, covering tissues.