

Сведения о выполненных работах
в период с 01.07.2020 г. по 30.06.2021 г.

по проекту «**Биосистематика и эволюция модельных таксонов
семейства Ranunculaceae**»,
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 19-74-10082

Руководитель: канд. биол. наук Эрст Андрей Сергеевич

В ходе таксономической обработки представителей семейства Ranunculaceae для флоры Гималаев, проведена типификация названий таксонов рода *Aquilegia*, известных из этого региона. Для типификации исследовался гербарный материал и/или цифровые изображения гербарных образцов, хранящихся в крупнейших коллекционных фондах Гербариев BM, CAL, E, K, LIV, KND, LE и P. Лектотипы и эпителипы обозначены в соответствии со статьями Международного кодекса номенклатуры для водорослей, грибов и растений (Turland et al., 2018). Соответствующая информация, указанная в протологах (“Protologue citation”), приводится для всех названий. Все образцы приведены в полном объеме, большинству из них присвоены номера штрих-кодов, следующие за кодами Гербариев. По результатам работ опубликована статья в журнале *Phytotaxa* (Erst et al., 2021).

Проведено исследование филогенетической систематики и биогеографии рода *Coptis* (Ranunculaceae). Выяснено, что род *Coptis* включает 15 видов, разрозненно распространенных в Восточной Азии и Северной Америке. Результаты исследования показывают, что *Coptis* содержит две высоко поддерживаемые клады (1 и 11). Клада 1 включает род *Coptis* и секцию *Japonocoptis* подрода *Metacoptis*; клада 11 состоит из секции *Japonocoptis* подрода *Metacoptis*. Основание центрального листочка, форма чашелистика и лепестка имеют у *Coptis* сильный филогенетический сигнал, тогда как тип листа, цвет чашелистика и лепестка, а также форма лепестка демонстрируют относительно более высокие уровни эволюционной гибкости. Наши датировки и биогеографические анализы показывают, что событие викарии между Японией и Северной Америкой произошло в среднем миоцене, что привело к разделению рода *Coptis* и его сестринской группы. Впоследствии событие колонизации произошло в 9,55 млн лет назад от Японии до материкового Китая. События как колонизации, так и расселения сыграли важную роль в формировании современного распространения и эндемизма *Coptis*, вероятно, в результате эвстатических изменений уровня моря, процессов горообразования и более сухого и прохладного климата, начиная со среднего миоцена.

История эволюции организмов с низкой способностью к расселению обычно согласуется с геологическими процессами. Столкновения Индийской и Аравийской плит с Евразией значительно изменили топографию Азии, повлияли на климат в региональном и мировом масштабе, а также на биотическую эволюцию. В то же время, геологическая эволюция Азии, связанная с этими двумя столкновениями,

остается предметом дискуссий. В настоящей работе, для изучения орогенеза Цинхай-Тибетского нагорья, Иранского нагорья и Монгольского плато, мы использовали растения рода *Eranthis*, покрытосеменные растения с низкой способностью семян к рассеянию и прерывистым распространением в Евразии. Проведенный филогенетический анализ показал, что *Eranthis* состоит из четырех основных географических клад: клада восточного Цинхай-Тибетского нагорья (I-1), клада Северной Азии (I-2), клада западного Цинхай-Тибетского нагорья (II-1) и клада Средиземноморья (II-2). Результаты молекулярного датирования и биогеографического анализа показывают, что четыре события видообразования у рода *Eranthis* хорошо коррелируют с двумя ранними поднятиями Цинхай-Тибетского плато во время позднего эоцена и границы олигоцена–миоцена и двумя поднятиями Иранского нагорья в среднем и позднем миоцене. Происхождение и дивергенция таксонов Монгольского плато связаны с двумя поднятиями Монгольского плато в среднем и позднем миоцене. Кроме того, наши результаты согласуются с гипотезой о том, что только центральная часть Тибета достигла высоты менее 2,3 км около 40 млн лет назад. Это исследование подчеркивает, что эволюция организмов может быть связана с формированием трех больших азиатских плато, что дает нам сведения о времени протекания ключевых тектонических процессов в Азии.

Несмотря на широкое применение молекулярно-генетических методов, цитогенетический подход не потерял свою актуальность для решения ряда вопросов систематики и филогении. В настоящее время сравнительный анализ кариотипов успешно применяется в рамках интегративного подхода в комплексе с морфологическим, молекулярно-генетическим, фитохимическим и другим и методами для изучения растений разных групп, в том числе сем. *Ranunculaceae* Juss. Впервые определены формулы кариотипов для видов *Halerpestes*, произрастающих в России: *H. sarmentosa* ($2n = 2x = 16 = 8m + 4sm + 4st$) и *H. salsuginosa* ($2n = 2x = 48 = 24m + 6sm + 18st$). Изучен хромосомный набор *Eranthis cilicica*, эндемичного для Турции (формула кариотипа $2n = 2x = 16 = 10m + 4sm + 2st(2sat)$), и установлена его специфичность по сравнению с другими близкими видами. Впервые локализована последовательность консервативного гена 5S рРНК на хромосомах *Eranthis byunsanensis*, *E. pinnatifida*, *E. stellata*, *E. tanhoensis* и *E. cilicica*. Разработана и апробирована олигонуклеотидная ДНК-проба к гену 5.8 S рРНК растений сем. *Ranunculaceae*.

Впервые изучен состав флавоноидов в 70 % водно-этанольных экстрактах из листьев *E. longistipitata* методом HPLC LC-MS, NMRs. Методом масс-спектрометрии обнаружено 16 соединений флавоноидной природы. Вещества относятся к следующим группам флавоноидов: флавонолам, флаванам, халконам, флаванонам и флаванонам. Наибольшее разнообразие наблюдается среди флавонолов. Выявлено восемь веществ данной группы: два свободных агликона (кверцетин и кемпферол), четыре гликозида кверцетина (гиперозид, рутин, хирсутрин и кверцетин 3-самбукозид) и два гликозида кемпферола (югланин и трифолин). В листьях *E. longistipitata* обнаружены два флавана ((+)-катехин и аурикулозид), два гидроксифлаванона (6-метокситаксифолин и аромандендрин) и один флаван –

C-гликозид лютеолина (карлинозид). Также в экстрактах из листьев выявлены дигидроксихалконы аспалатин, флоридзин и флоретин. В результате анализа сделан вывод, что вероятно, разнообразие флавоноидного спектра листьев *E. longistipitata* обусловлено внешними эколого-географическими факторами и связан с периодами вегетации и адаптивными функциями.