

DOI 10.54596/2309-6977-2022-4-13-20

УДК 626/627

МРНТИ 05.23.07

**КУВШИНКА ЧИСТОБЕЛАЯ (*NYMPHAEA CANDIDA* J.PRESL & C.PRESL)
КАК ОДИН ИЗ КОМПОНЕНТОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ГНПП «КОКШЕТАУ» (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)**

Рахимжанов А.Н.^{1*}, Сыздыков С.К.², Лантух Н.А.³, Тасбулатов М.М.⁴

^{1*} *Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и
агроресомелиорации имени А.Н. Букейхана, Щучинск, Республика Казахстан*

^{2,3,4} *Государственный национальный природный парк «Кокшетау»,*

Республика Казахстан

**E-mail: kafri50@mail.ru*

Аннотация

Приведен анализ научных данных по биологическим признакам, стадиям развития, химическим свойствам отдельных органов (листья, корни, цветы и др.), биологической активности соединений, выделенных из кувшинки чистобелой (*Nymphaea candida* J.Presl & C.Presl). Показаны возможности практического использования растительного сырья в лекарственных целях. Отражены места произрастания вида в Казахстане как по гербарным образцам, так и по материалам собственных исследований. В результате обследований выявлены точки произрастания *N. candida* на территории государственного национального природного парка «Кокшетау» (Северный Казахстан). Ими являются водоемы - водопад «Өмір суы» филиала «Орманды бұлақ» и Урочище «Уварово» Нижне-Бурлукского лесничества Арықбалықского филиала. Площадь популяций не превышает 0,2 га для каждого водоема. Показана фитоценотическая роль вида как важного компонента водных экосистем региона и даны предложения по его сохранению.

Ключевые слова: *Nymphaea candida*, биологические особенности вида, химический состав, распространение, применение, биологические активные вещества.

**АҚБОЗ ТҰҢҒИЫҚ (*NYMPHAEA CANDIDA* J.PRESL & C.PRESL)
«КӨКШЕТАУ» МҮТП (СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН) СУ ЭКОЖҮЙЕЛЕРІНІҢ
ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІНІҢ БІРІ РЕТІНДЕ**

Рахимжанов А.Н.^{1*}, Сыздыков С.К.², Лантух Н.А.³, Тасбулатов М.М.⁴

^{1*} *Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация
ғылыми-зерттеу институты, Щучинск, Қазақстан Республикасы*

^{2,3,4} *«Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Қазақстан Республикасы*

**E-mail: kafri50@mail.ru*

Аңдатпа

Биологиялық белгілері, даму кезеңдері, жеке мүшелердің химиялық қасиеттері (жапырақтары, тамырлары, гүлдері және т.б.), ақбоз тұңғиықтан (*Nymphaea candida* J.Presl & C.Presl) бөлінген қосылыстардың биологиялық белсенділігі бойынша ғылыми деректерді талдау келтірілген. Дәрілік мақсатта өсімдік шикізатын практикалық пайдалану мүмкіндіктері көрсетілген. Қазақстанда түрдің өсу орындары гербарий үлгілері бойынша да, өзіндік зерттеулердің материалдары бойынша да көрсетілген. Зерттеу нәтижесінде «Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің (Солтүстік Қазақстан) аумағында *N. candida*-ның өсу нүктелері анықталды. Олар «Орманды бұлақ» филиалының «Өмір суы» сарқырамасы және «Уварово» шатқалы, Арықбалық филиалының Төменгі-Бұрлық орманшылығы болып табылады. Таралымдардың аумағы әр су айдыны үшін 0,2 гектардан аспайды. Аймақтың су экожүйелерінің маңызды құрамдас бөлігі ретінде түрдің фитоценотикалық рөлі көрсетілген және оны сақтау бойынша ұсыныстар берілген.

Кілттік сөздер: *Nymphaea candida*, түрдің биологиялық ерекшеліктері, химиялық құрамы, таралуы, қолданылуы, биологиялық белсенді заттар.

**PURE WHITE WATER LILY (*NYMPHAEA CANDIDA* J.PRESL & C.PRESL)
AS ONE OF THE COMPONENTS OF THE AQUATIC ECOSYSTEMS
OF THE STATE NATIONAL NATURAL PARK "KOKSHETAU"
(NORTHERN KAZAKHSTAN)**

Rakhimzhanov A.N.^{1*}, Syzdykov S.K.², Lantukh N.A.³, Tasbulatov M.M.⁴

^{1*}*Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry
named after A.N. Bukeikhan, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan*

^{2,3,4}*Kokshetau National Park, Republic of Kazakhstan*

^{*}*E-mail: kafri50@mail.ru*

Abstract

The analysis of scientific data on biological characteristics, stages of development, chemical properties of individual organs (leaves, roots, flowers, etc.), biological activity of compounds isolated from the pure white water lily (*Nymphaea candida* J.Presl & C.Presl). The possibilities of practical use of plant raw materials for medicinal purposes are shown. The places of growth of the species in Kazakhstan are reflected both according to herbarium samples and according to the materials of their own research. As a result of the surveys, the growth places of *N. candida* were found on the territory of the State National Natural park "Kokshetau" (Northern Kazakhstan). They are reservoirs - the Omir Suiy waterfall of the Ormandy Bulak branch and the Uvarovo urochishche of the Nizhne-Burluk forestry district of the Arykbalyk branch. The population area does not exceed 0.2 ha for each reservoir. The phytocenotic role of the species as an important component of the aquatic ecosystems of the region is shown and suggestions for its conservation are given.

Keywords: *Nymphaea candida*, biological features of the species, chemical composition, distribution, practical use, biological active compounds.

Введение

Nymphaea candida J.Presl & C.Presl является реликтом водной флоры с западной границей ареала по линии реки Рейн. *N. candida* тесно связана с видом *Nymphaea alba* L., описано множество разновидностей и подвидов. Несмотря на то, что этот вид был тщательно исследован, его идентификация все еще вызывает путаницу. Наиболее полезным для идентификации обоих видов во время полевых исследований является количество лучей стигмы. В случае *N. candida* рыльце пестика состоит из 9-14 лучей, тогда как в случае *N. alba* от 15 до 25 [1].

В Казахстане *N. alba* встречается только на северо-западе в низовьях рек Урала и Эмбы, и внесен в Красную Книгу [2, с. 38].

N. candida занесена в Красные книги большинства регионов Российской Федерации и Украины, а также Эстонии [3].

N. candida является интересным объектом для исследований во многих странах мира и изучение ее биологических особенностей, а также применение, распространение и сохранение в природе актуально и на сегодняшний день. Данное положение касается, в том числе Казахстана, где *N. candida* встречается дисперсно, при этом глубоких исследований по данному виду у нас почти не имеется. Таким образом, целью нашего исследования являлось проведение анализа имеющихся научных материалов по наиболее значимым исследованиям *N. candida*, а также выявление точек произрастания

данного вида на территории Государственного национального природного парка (ГНПП) «Кокшетау» (Северный Казахстан).

Методы исследований

Для достижения поставленной цели использованы методы анализа имеющихся научных материалов по наиболее значимым исследованиям *N. candida* с осуществлением информационного поиска в мировых научных базах за более чем 40 лет. Отобранные материалы были систематизированы по основным направлениям (биологические особенности вида, химический состав и применение, распространение).

В июле 2022 года в результате маршрутных и рекогносцировочных обследований на территории ГНПП «Кокшетау» (Северный Казахстан) были выявлены точки произрастания *N. candida*. Координаты устанавливались по GPS.

Результаты и обсуждение

Биологические особенности вида. *N. candida* принадлежит к роду *Nymphaea* семейства *Nymphaeaceae*, является многолетним растением, имеет мощное корневище; листья округло-овальные и крупные, в длину 15-30 см, в ширину 10-18 см, сердцевидно-выемчатые у основания листа, с нижней стороны чаще всего имеют фиолетовый цвет; лопасти листьев обычно острые и примерно равнобокие, жилки листьев от основания листа отходят веерообразно [4, с. 5-6]. Кувшинки имеют водный образ жизни и, следовательно, имеют дефицит кислорода и света, что является причиной для возникновения гетерофильности. *N. candida* является гетерофильным растением, имея плавающие и подводные листья, отличие которых проявляется в отсутствии устьиц, дифференцированной паренхимы, астеросклерид, изменении ориентации хлоропластов, значительном уменьшении толщины листа (в 8 раз) и объема межклеточников (в 2 раза) [5]. Плавающие листовые пластинки у *N. candida* имеют гетеробарическую структуру, которая обусловлена камерной структурой ее мезофилла. Тем не менее, существует только камерная губчатая хлоренхима, которая делает пластинку гетеробарической, в то время как камерная частокколообразная хлоренхима не разделяет систему межклеточного воздушного пространства. Таким образом, камерный тип мезофилла по-разному сочетается с гетеробарическим типом листа [6].

Цветки крупные, белые, в диаметре достигают 10-12 см, чашечка имеет четырехугольное основание, чашелистики 4, которые имеют форму яйцевидно-продолговатую, и в некоторой степени длиннее наружных лепестков; лепестки в количестве 15-25, уменьшаются постепенно к центру и переходят в тычинки; пыльники уже нитей внутренних тычинок; завязь имеет форму шаровидно-овальную; рыльце с 6-15 лучами, в центре вдавленное, очень часто красное, реже желтое. Цветет в июле-августе [4, с. 5-6].

Цветки *N. candida* в стадию цветения открываются в утреннее время и закрываются в вечернее. Когда цветение заканчивается, то цветки закрываются совсем и в горизонтальном положении несколько дней курсируют на поверхности водоема, а следом идет их погружение под воду, где и происходит процесс созревания плода. В определенное время созревший плод раскрывается, и семена выплывают на поверхность водоема, благодаря тому, что покрыты воздухоносным пленчатым присемянником. Далее в последующий день семена опускаются на дно [7]. Опыляются цветки *N. candida*

обычно насекомыми-опылителями, принадлежащими к отрядам перепончатокрылые и двукрылые [8].

Опыление происходит следующим образом: вечером цветки закрываются, внутри цветка находятся насекомые до его ближайшего открытия, там они поедают тычинки и на них сыплется пыльца, которая далее ими переносится на близлежащие цветки. Как показал сбор насекомых в цветках *N. candida*, опылителями являются береговушки (семейство Ephydriidae, двукрылые). Береговушки откладывают яйца и проводят стадию личинки в стеблях кувшинковых.

Волкова П.А. с коллегами изучила поведение цветков *N. candida* на озере Молдино в Тверской области (Российская Федерация) и пришла к следующим выводам, что поведение определяется стадией развития цветков; регуляция диапазона изменения в течение суток открытости и погруженности цветков на стадии цветения находится в зависимости от факторов природы, имеющих изменения в течение суток; облачность и атмосферное давление влияют на продолжительность «дня»; температура воздуха и воды влияет на интенсивность цветения [9]. В солнечную погоду цветки *N. candida* утром всплывают на поверхность водоема и происходит их открытие, а в вечернее время, наоборот, происходит погружение под воду и их закрытие. Волкова П.А. с коллегами провели наблюдения за циркадным поведением цветков *N. candida* в естественной среде обитания в разные фотопериоды в Средней полосе России (естественный фотопериод и постоянная темнота) и в Северной Карелии (полярный день). Ученые выявили, что степень раскрытия цветка демонстрирует циркадную ритмичность как в Средней Полосе России, так и в Северной Карелии, в то время как степень погружения цветка остается почти постоянной; типичное для Средней Полосы России поведение цветка также наблюдается в течение полярного дня; отклонения от естественных ритмов в отсутствие темного периода менее заметно, чем при отсутствии светлого периода; движения цветков оптимизируют эффективность опыления [10].

Химический состав и применение. Согласно справочнику «Растительные ресурсы СССР» за 1984 год [11, с. 23] корневища, корни и листья *N. candida* содержат алкалоиды. Кроме того, листья содержат антоцианы (3-галактозид цианидина, 3-галактозид дельфинидина, 7-галактозид дельфинидина).

В черешках обнаружены флавоноиды (3-глюкозид кемпферола. Корневища применяются как вяжущее средства, в Сибири - при белях, болезнях почек и мочевого пузыря. Продуктивность сырых корневищ колеблется от 0,4 до 4,2 кг/м². Высушенные и размолотые молодые корневища как добавка к муке, а также употребляется в пищу в отваренном и жареном виде (содержат до 20% крахмала). Корневища также используют для дубления и окраски кожи в желтый цвет, так как содержат до 10% таннидов. В свежем виде - для борьбы с тараканами. Корм в свежем и вареном виде для свиней, а также для лося, водяной крысы ондатры, бобра, в измельченном виде - для водоплавающей птицы. В сыром виде ядовиты.

В Сибири настой и водный отвар листьев и черешков используют при болезнях почек и мочевого пузыря, при желтухе, запорах, язвах кишечника. Корм для свиней, лося, ондатры, бобра. Семена применяют как средство для ухода за кожей (против угрей и веснушек). В поджаренном виде семена - суррогат кофе, содержат до 47% крахмала. Корм для уток. В Синьцзяне (Китай) *N. candida* используется в качестве народного средства от головных болей, кашля, гепатита и гипертонии. *N. candida* является декоративным растением [11, с. 23].

Флавоноловые гликозиды *N. candida* и их биологическая активность были выявлены и исследованы уже в 2000-х гг. Полифенольное соединение изостриктинин, выделенное из *N. candida*, обладает антиоксидантной и гепатопротекторной активностью [12-15], оказывает профилактический эффект против фиброза печени, вызванного четыреххлористым углеродом, у мышей [16]. Флавоноловые гликозиды кемпферол 3-О-(2"-О-галлоилрутинозид) (1), кемпферол (2), кемпферол 3-О-β-D-глюкопиранозид (3), кемпферол 3-О-α-1-рамнопиранозид (4), кемпферол 3-О-α-1-рамнопиранозид (5), кемпферол 7-О-β-D-глюкопиранозид 3-(О-α-1-рамнопиранозилглюкопиранозид) (6), кверцетин (7), кверцетин 3-О-β-D-ксилопиранозид (8), мирицетин (9), мирицетин 3'-О-β-D-ксилопиранозид (10), выделенные из *N. candida*, проявляют биологическую активность. Соединения 1-7 и 9 проявляли умеренную или значительную антиоксидантную активность, которая оценивалась путем измерения уровней липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и малонового диальдегида (МДА) *in vitro*. Соединения 1, 3, 4, 6 и 9 проявляли многообещающие нейропротекторные эффекты на модели ишемического повреждения культивируемых нейронов коры крыс, обработанных дитионитом натрия в среде без глюкозы. Соединения 1, 5 и 9 обладали выраженной цитотоксичностью по отношению к феохромоцитоме надпочечников, клеткам РС12, которые обрабатывались тем же способом [17]. Экстракты из цветков *N. candida* обладают лучшим поглощением свободных радикалов и гепатопротекторной активностью. Флавоноловый гликозид никотифлорин (кемпферол 3-О-β-рутинозид) является одним из основных характерных соединений *N. candida* и обладает различными фармацевтическими эффектами, такими как антиоксидантный, противовоспалительный и нейропротекторный. Также никотифлорин в дозах 200 и 400 мг/кг массы тела показал профилактический эффект при индуцированном четыреххлористым углеродом повреждении печени у мышей [18-19].

Распространение. Согласно Флоре Казахстана [4, с. 5-6] *N. candida* произрастает в реках, озерах, дельтах рек, образуя часто заросли. На территории Казахстана встречается рассеянно (рисунок 1, а-б), редко на юге, исключение составляют высокогорные районы. Распространена *N. candida* также в Европейской части Российской Федерации, Кавказе, Западной и Восточной Сибири, Средней Азии, Средней и Западной Европе, Скандинавии.

Во флоре Казахского мелкосопочника *N. candida* произрастает в медленно текущих реках, плесах, пресноводных озерах. Изредка встречается в Кокчетавском флористическом районе - озера Светлое и Лебяжье; Западном мелкосопочнике - окружности г. Караганда; Карагандинская область: окружности с. Петровка, берег реки Нура; окружности пос. Интымак, берег реки Нура; в воде рек Ашису, Терсаккан; заводи реки Сабырлыозен, возле с. Садовое; Улутавском подрайоне - степные реки в горах Арганаты [22, с. 51].

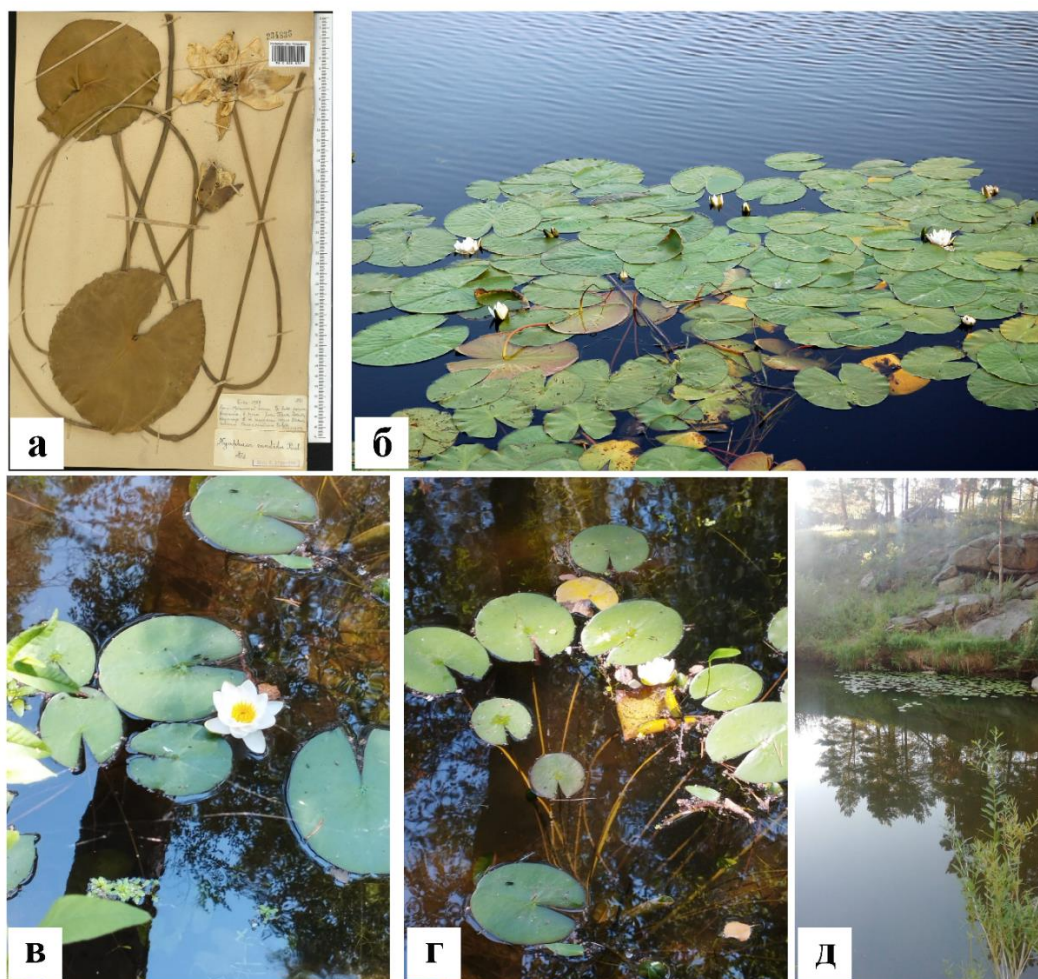


Рисунок 1. *Nymphaea candida* J.Presl & C.Presl в различных регионах Казахстана: (а) образец гербария, собранного в Кызылординской области в воде озера, расположенного в русле реки, 05.07.1929 г. [20]; (б) цветущие растения, Актыубинская область, Темирский район, окр. пос. Шебаркудук, река Уил, 25.06.2007 г., фото –© Павел Горбунов [21]; (в-г) Водопад «Өмір суы» филиала «Орманды булак» ГНПП «Кокшетау», Акмолинская область, июль 2022 г.; (д) Урочище «Уварово», Нижне-Бурлукское лесничество Арыкбалыкского филиала ГНПП «Кокшетау», Северо-Казakhstanская область, конец августа – начало сентября 2022 г.

В ГНПП «Кокшетау» в настоящее время выявлено 2 места ее произрастания (таблица 1, рисунок 1, в-д).

Таблица 1. Места произрастания *N. candida* в ГНПП «Кокшетау»

GPS координаты	Водоем	Квартал, выдел	Примерная площадь, га	Кол-во, шт.
52.55447511 С, 68.45447111 В	Водопад «Өмір суы» филиала «Орманды булак»	Квартал №9, выдела 8 и 9	0,1-0,2	8-10

52.49119811 С, 68.01371011 В; 52.03555511 С, 68.01433711 В; 52.48574211 С, 68.01592711 В	Урочище «Уварово», река Бабыкбурлук, Нижне-Бурлукское лесничество Арыкбалыкского филиала	Квартал №2, выдела 91, 99, 100	0,1-0,2	10-12
---	--	--------------------------------------	---------	-------

Роль в природе и охрана. Кувшинковые, в том числе *N. candida*, определяют структуру фитоценозов на определенном этапе жизни водоема и принимают активное участие в сложных внутренних связях биоценоза. Выделение биологически активных веществ угнетает рост водорослей, в частности тех, которые приводят к образованию «цветения воды», а также патогенных микроорганизмов, содействуя чистоте воды.

Кувшинковые оказывают существенное влияние на распределение фауны в водоеме. Обладая определенной стабильностью в ежегодном накоплении биомассы, а также повышенным сравнительно с другими видами водных растений содержанием элементов и соединений в листьях и особенно в корневищах кувшинковые занимают видное место в кормовом рационе животных и, следовательно, в трофических связях.

Кувшинковые являются компонентами водных биогеоценозов в местах отдыха, рекреационных зонах, садах и парках [23, с. 207-210].

Заключение

В ГНПП «Кокшетау» с целью сохранения *N. candida* будет продолжаться выявление и картирование местонахождений вида, организация систематических наблюдений за состоянием выявленных популяций, изучение возможностей введения в культуру, соблюдение чистоты водоемов от загрязнения, и пропаганда идеи видовой охраны.

References:

1. Nowak A., Nobis M., Dajdok Z., Zalewska-Galosz J., Nowak S., Nobis A., Czerniawska-Kusza I., Kozak M., Stebel A., Bula R., Sugier P., Szlachetka A., Bena W., Trojecka A., Piwowarczyk R., Adamiec A., Krawczyk R. Revision of *Nymphaea candida* range - new data on the distribution and habitat preferences of the species in southern Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 79(4), 333-350 (2010). DOI:10.5586/asbp.2010.041.
2. Красная книга Казахстана. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Т. 2: Растения (колл. авт.). - Астана: ТОО «Арт Print XXI», 2014. - 452 с.
3. *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl. Плонтариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/25196.html/> (дата обращения: 02.11.2022).
4. Флора Казахстана. Т. 4. - Алма-Ата: Издательство Академии наук Казахской ССР, 1961. - 548 с.
5. Klimenko E. Anatomy of floating and submerged leaves of heterophyllous plant of *Nymphaea candida* L. *Modern Phytomorphology*, 6, 327-330. (2014). DOI:10.5281/zenodo.160793.
6. Timonin A.C. Structure of intercellular airspace in the lamina of floating leaves of *Nymphaea candida* C.Presl (Nymphaeaceae): bizarre combination of homobaric and heterobaric types. *Wulfenia*. 24, 267-274 (2017).
7. Velde van der G. Developmental stages in the floral biology s. l. of dutch Nymphaeaceae (*Nymphaea alba* L., *Nymphaea candida* Presl, *Nymphaea lutea* (L.) Sm.). *Acta Botanica Neerlandica*. 35(2), 111-113 (1986). DOI:10.1111/j.1438-8677.1986.tb00467.x.
8. Wiersema H.J. Reproductive biology of *Nymphaea* (Nymphaeaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75(3), 796-804 (1988). DOI:10.2307/2399367.

9. Волкова П.А., Сони́на С.И., Шипунов А.Б. Особенности поведения цветков кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida* Presl.) на оз. Молдино (Тверская область) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. - 2002. - Т. 107. № 5. - С. 57-63.
10. Волкова П.А., Пескова Е.Ю., Шипунов А.Б. Поведение цветков кувшинки *Nymphaea candida* при разных фоторежимах // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. - 2008. - Т. 113. № 2. - С. 62-67.
11. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Magnoliaceae - Limoniaceae. - Ленинград: Наука, 1984. – 460 с.
12. Zhao J., Liu T., Ma L., Yan M., Gu Z.Y., Huang Y., Xu F., Zhao Y. Antioxidant and preventive effects of extract from *Nymphaea candida* flower on in vitro immunological liver injury of rat primary hepatocyte cultures. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2011, 1-8 (2011). DOI:10.1093/ecam/nep003.
13. Zhang S., You S.P., Liu T., Zhao J., Teng-Fei J., Xu F. Preventive effects of total flavonoids from *Nymphaea candida* on CCl₄ induced acute liver injury in mice. *Natural Product Research and Development*. 28(12), 2017-2020 (2016). DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.12.029.
14. Maierdan T., Liu T., Li C.Y., Chen Y., Xu F., Zhao J. Preventive effect of isostrictiniin from *Nymphaea candida* on acute liver induced by CCl₄ in mice and its antioxidant activities in vitro. *Journal of Xinjiang Medical University*. 41(3), 321-325 (2018). DOI:10.1080/14786419.2022.2065673.
15. Zhao J., Maierdan T., Ji F., Liu T., Xu F. Hepatoprotective activity of isostrictiniin from *Nymphaea candida* on Con A-induced acute liver injury in mice. *Natural Product Research*. 35(10), 1662-1666 (2021). DOI:10.1080/14786419.2019.1622105.
16. Dong H.-J., Guo Y., Liu T., Zhao J. Preventive effect of isostrictiniin from *Nymphaea candida* on carbon tetrachloride-induced hepatic fibrosis in mice. *Natural Product Research*. online (2022). DOI:10.1080/14786419.2022.2065673.
17. Liu R.-N., Wang W., Ding Y., Xie W.-D., Ma C., Du L.-J. A new flavonol glycoside and activity of compounds from the flower of *Nymphaea candida*. *Journal of Asian Natural Products Research*. 9(4), 333-338 (2007). DOI:10.1080/10286020600727665.
18. Zhao J., Yan M., He J.H., Huang Y., Zhao Y. Flavonol glycosides from the flowers of *Nymphaea candida*. *Chin. JMAP*. 25, 115-117 (2008).
19. Zhao J., Zhang S., You S., Liu T., Xu F., Ji T., Gu Z. Hepatoprotective effects of nicotiflorin from *Nymphaea candida* against Concanavalin A-induced and D-galactosamine-induced liver injury in mice. *International Journal of Molecular Sciences*. 18(3), 587 (2017). DOI:10.3390/ijms18030587.
20. Серегин А.П. (ред.) Цифровой гербарий МГУ: Электронный ресурс. – М.: МГУ, 2022. – Режим доступа: <https://plant.depo.msu.ru/> (дата обращения 01.11.2022).
21. Горбунов П. *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl (семейство Nymphaeaceae) - Кувшинка чисто-белая. - [Электронный ресурс] - URL:<https://www.plantarium.ru/page/image/id/662023.html/> (дата обращения 04.11.2022).
22. Куприянов А.Н. Конспект флоры Казахского мелкосопочника. – Новосибирск: Гео, 2020. – 423 с. DOI:10.21782/B978-5-6043021-8-7.
23. Дубына Д.В. Кувшинковые Украины. – Киев: Наукова Думка, 1982. – 232 с.