



<http://biomics.ru>

БИОМИКА/BIOMICS



**ВОДЯНОЙ ОРЕХ ПЛАВАЮЩИЙ *TRAPA L.*: БИОЛОГИЯ, АРЕАЛ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ИЗОЛИРОВАННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ
В ОЗЕРАХ НУРИМАНОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

^{1,3}Кулуев Б.Р., ²Артюхин А.Е., ³Шевченко А.М., ¹Михайлова Е.В.

¹Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, kuluev@bk.ru

²ООО БашНИПИнефть, alextourist0304@rambler.ru

³Башкирский государственный университет, amsh84@yandex.ru

Резюме

В данном обзоре рассмотрены биология и ареал распространения водяного ореха плавающего (*Trapa L.*). В статье также приводятся сведения об исследованиях изолированных популяций водяного ореха в озерах Упканкуль и Бильгиляр Нуримановского района Республики Башкортостан, располагающихся на северной границе его ареала. Водяной орех плавающий – водное растение из семейства Дербенниковые (Lythraceae), плоды которого богаты крахмалом и белком и издавна используются человеком в пищу. Он был подробно изучен советскими ботаниками еще в XX веке, однако механизмы прорастания семян, опыления и распространения созревших плодов у водяного ореха до сих пор мало исследованы. Ареал водяного ореха в России имеет дизъюнктивный характер, однако пути его формирования не известны. Часть исследователей выделяет на территории России несколько десятков видов *Trapa L.*, тогда как другие считают, что все они относятся к одному виду *Trapa natans L.* Поэтому для решения вопросов по систематике видов рода *Trapa* существует необходимость использования методов молекулярной генетики. В статье также отмечается необходимость сохранения российских популяций водяного ореха, экспериментов по его интродукции и введению в аквакультуру.

Ключевые слова: *Trapa natans*, водяной орех плавающий, рогульник плавающий, чилим, ареал, популяция, вид, интродукция, Упканкуль, Бильгиляр.

Введение

Водяной орех плавающий (*Trapa L.*) – однолетнее водное растение из семейства Дербенниковые (Lythraceae), естественный ареал которого занимает обширные области Евразии и Африки. Водяной орех известен, прежде всего, своими необычными односемянными плодами, имеющими отростки в виде рогов, которые в народе часто называют “орехами”. Плоды этого растения используются в пищу, так как под твердой оболочкой находится белое съедобное ядро. В разных географических зонах своего произрастания водяной орех плавающий имеет разные названия, в России он известен как рогульник плавающий, чилим и чертов орех. На английском языке чаще всего встречаются названия water caltrop и water chestnut. В то же

время, водяной орех плавающий не следует путать с совершенно другим растением, известным под названием китайский водяной орех (chinese water chestnut) или болотница сладкая (*Eleocharis dulcis*), которое является травянистым и относится к семейству Осоковых (*Cyperaceae*). Причем съедобны у этого растения не плоды, как у *Trapa L.*, а находящиеся под водой и в иле клубнелуковицы.

Виды рода *Trapa L.* растут, в основном, в озерах, заводях и медленно текущих реках, предпочитают илистое дно. В России ареал водяного ореха плавающего имеет дизъюнктивный характер, что часто связывают с влиянием последнего четвертичного оледенения, которое завершилось примерно 10 тыс. лет назад. Однако точных ответов на этот вопрос пока нет, поскольку серьезных

исследований в этом направлении в нашей стране не проводилось.

В.Н. Васильев в середине XX века описал на территории СССР около 30-ти видов водяного ореха [Васильев, 1960]. Большинство из них, скорее всего, являются географически изолированными популяциями или подвидами одного и того же вида *Trapa natans* L. Однако на Дальнем Востоке, судя по всему, произрастают сильно различающиеся по морфологии плода популяции, часть из которых достойны статуса отдельного вида. Например, морфологически сильно отличающийся от усредненной формы водяной орех Максимовича (*Trapa maximowiczii* Korsh. или *Trapa incisa* Siebold & Zucc), имеющий мелкую розетку листьев и мелкие плоды с двумя рожками, видимо, может считаться отдельным видом. Основным критерием для разделения рода *Trapa* L. на отдельные виды является форма плода водяного ореха [Васильев, 1960]. Однако нельзя исключать того, что этот параметр может также зависеть и от условий произрастания. Например, за рубежом ботаники чаще всего выделяют всего один вид *T. natans*, представленный двумя подвидами: *T. natans* var. *natans* L. и *T. natans* var. *bispinosa* Roxb., в плодах которых, соответственно, четыре или два рога [Hummel, Kiviat, 2004]. В связи с этим, становится актуальным вопрос изучения видового разнообразия водяного ореха на территории России с привлечением современных методов молекулярной генетики. На сегодняшний день такие работы ведутся только китайскими и индийскими исследователями, которыми достигнуты определенные успехи по определению генетического полиморфизма своих собственных местных популяций *Trapa* L. методами RAPD [Kachare et al., 2013] и AFLP [Li et al., 2017]. Однако специальных исследований по определению видовой принадлежности представителей рода *Trapa* L. с привлечением методов молекулярной генетики нигде в мире еще не проводилось. Данное направление исследований является наиболее актуальным именно для территории России, где произрастает множество изолированных и уникальных популяций водяного ореха, многие из которых находятся под угрозой исчезновения. Важность исследования генетического полиморфизма российских популяций и их сохранения заключается в приспособленности каждой из них к специфическим для отдельного региона условиям внешней среды. Это имеет наибольшее значение при интродукции и реинтродукции водяного ореха в водоемах России.

Семена водяных орехов съедобны и питательны. Они содержат 20% белка, 52% крахмала и 0,7% жира, то есть по содержанию крахмала и белка не уступают пшенице и превосходят кукурузу и картофель [Дикие съедобные растения, 1941]. *Trapa* L. культивируется и употребляется во многих странах Азии – Японии, Китае, Индии и др. Также его специально разводят на юге Африки до устья реки Замбези [Сисейкин, 2007]. Плоды едят сырыми, отварными и запеченными. Из размолотых плодов получают муку и крупу. Поселения древнего человека часто были связаны с водоемами, где произрастал водяной орех. Его плоды были найдены в свайных постройках каменного века. Причем размеры запасов говорят о том, что растение играло такую же роль, какую в наше время играет картофель [Меркулова, 1967]. В дореволюционной России проводили массовые заготовки водяного ореха и продавали возами на рынках. В дельте Волги его урожай достигал 4 т с гектара, а жителей Астрахани часто называли “чилимищиками” [http://plantcare.ru]. На сегодняшний день в России плоды водяного ореха в качестве пищевого продукта не используют, в том числе, из-за вымирания или сокращения размеров популяций этого растения в водоемах нашей страны. В связи с этим, являются актуальными работы по реинтродукции и интродукции местных популяций водяного ореха в другие водоемы России с целью восстановления их численности. Работы по расселению этого ценного растения в новые водоемы уже проводятся, например, в Белорусском Поозерье [http://plant.geoman.ru] и Пензенской области [Агаева, 2016]. Также представляется весьма актуальной организация аквакультуры водяного ореха в России. Его плоды могут стать неплохим углеводно-белковым подспорьем в формировании общего баланса продуктов питания.

В данном обзоре рассмотрены биология и ареал распространения водяного ореха плавающего. В статье также приводятся сведения об исследованиях изолированных популяций водяного ореха в озерах Упканкуль и Бильгиляр Республики Башкортостан, располагающихся на северной границе его ареала.

Ботаническое описание и биология водяного ореха плавающего (*Trapa* L.)

Водяной орех плавающий *Trapa* L. – однолетнее водное растение, имеющее длинный тонкий стебель с подводными корнями и розетки надводных листьев (рис. 1а). Одни корни водяного ореха имеют типичное строение и

прикреплены ко дну, другие — перисто-рассеченные, короткие, свободно торчащие в воду (“водяные корни”) [ЭСБЕ/Рогольники]. “Земляные корни” отходят от стебля вблизи плода и выполняют функцию прикрепления ко дну и всасывания питательных веществ из ила. При этом старый плод остается на все время вегетации растения и, погружаясь в ил, помогает растению прикрепляться ко дну. Растение вместе с прошлогодним плодом легко отрывается от грунта и может свободно плавать, пока заново не зацепится “рогами” плода с последующим укоренением (рис. 1б). Перисто-рассеченные “водяные корни”, видимо, нужны не только для всасывания питательных веществ из воды и дыхания, но и для фотосинтеза, так как они зеленого цвета и содержат хлорофилл [Лесков, 2013]. Кроме этого, в подводной части стебля, на некоторых узлах рядом с перисто-рассеченными корнями, вырастают пучки длинных нитевидных корней, имеющих бело-фиолетовую окраску (рис. 1в). По мере роста стеблей, у их основания наблюдается появление большого количества придаточных корней, которые также выполняют функцию прикрепления к субстрату и извлечения питательных веществ из среды после того, как они будут исчерпаны в большой семядоле семени. Что касается перисто-рассеченных корней, высказывались предположения, что это могут быть подводные видоизмененные листья [Bitonti et al., 1996], однако анатомические исследования показали, что эти органы имеют типично корневое строение [Лесков, 2013; Недуха, 2015]. Было показано, что перисто-рассеченные корни рогольника имеют первичную структуру, в клетках которых содержатся хлоропласты [Недуха, 2015].

Стебель *Trapa L.* погружен в воду и разделен на сегменты длиной от 60 до 90 мм, полная его длина составляет 3-5 м. Он имеет первичную анатомическую структуру, типичную для водных растений, характеризуется наличием в коре воздушных полостей, а в центральном цилиндре - концентрически расположенных элементов ксилемы и флоэмы [Недуха, 2015]. При подъеме уровня воды стебель может отделиться от дна и развиваться в толще воды. Когда уровень воды снизится и корни опустятся на дно, растение укореняется снова. Листья у водяного ореха двух типов – подводные мелкие супротивные и надводные крупные образующие розетку (диаметром 10-30 см), напоминающие по форме листья березы (рис. 1а), причем число розеток у одного растения может быть больше одного. По нашим наблюдениям, в холодное лето 2017 года в

озере Упканкуль (Упканькуль, Упкан) Республики Башкортостан чаще всего встречались растения с одной розеткой. Однако в годы с чрезмерно жарким летом на одном растении формируется большее количество розеток (6-8) [Агаева, 2012]. При этом в условиях России обычно формируется лишь одна крупная розетка диаметром 25-35 см, а остальные гораздо меньше (8-12 см). Необходимо отметить, что зрелые и развитые плоды образуются, как правило, в основных розетках, тогда как в розетках первого и второго порядка все плоды обычно оказываются недоразвитыми [Кучеров и др. 1987]. Плавающие листья рогольника более плотные, глянцевитые, правильной ромбовидной формы, черешки листьев вздуты. Эти вздутия черешков заполнены воздухоносной тканью, иногда их называют “плавательным пузырем” [Губанов и др., 2003] или “плавательным аппаратом” [ЭСБЕ/Рогольники]. Эти вздутия начинают увеличиваться в период цветения и помогают розетке листьев сохранять плавающее положение, что, видимо, важно в основном для плодоношения, так как “плавательные пузыри” способствуют сохранению плодов в плавающем состоянии до созревания. Подводные листья недолговечны, тогда как надводные листья сохраняются на весь период вегетации [ЭСБЕ/Рогольники]. Мезофилл подводных рассеченных листьев является гомогенным с большим количеством хлоропластов, устьица отсутствуют [Недуха, 2015]. Плавающие листья в нижней части пластинки цельнокрайние, в верхней зубчатые, устьица располагаются на верхней поверхности [Замотайлов, Литвинская 2007]. Цветоносы тонкие, покрытые волосками, располагаются у основания черешков листьев [Кучеров и др., 2001]. Цветки мелкие, белые, воронковидные (рис. 1г), состоят из 4 чашелистиков, 4 лепестков, 4 тычинок и одного пестика с нижней завязью, а над завязью имеется волнистый диск [ЭСБЕ/Рогольники; Губанов и др., 2003]. Плод - односемянная костянка, чашелистики разрастаются при плоде в четыре остро-колючих, деревянистых, на верхушке зазубренных шипа [ЭСБЕ/Рогольники]. Мясистый слой плода быстро разрушается в воде, после чего плод приобретает вид ореха, черного или темно-коричневого, с 4, реже с 2 мощными рогами, на концах которых имеются острые колючки [Красная книга Республики Беларусь, 2006]. Одна семядоля зародыша крупная, мясистая, заполняющая всю полость костянки, другая — маленькая. При прорастании, крупная семядоля остается внутри плода [ЭСБЕ/Рогольники].

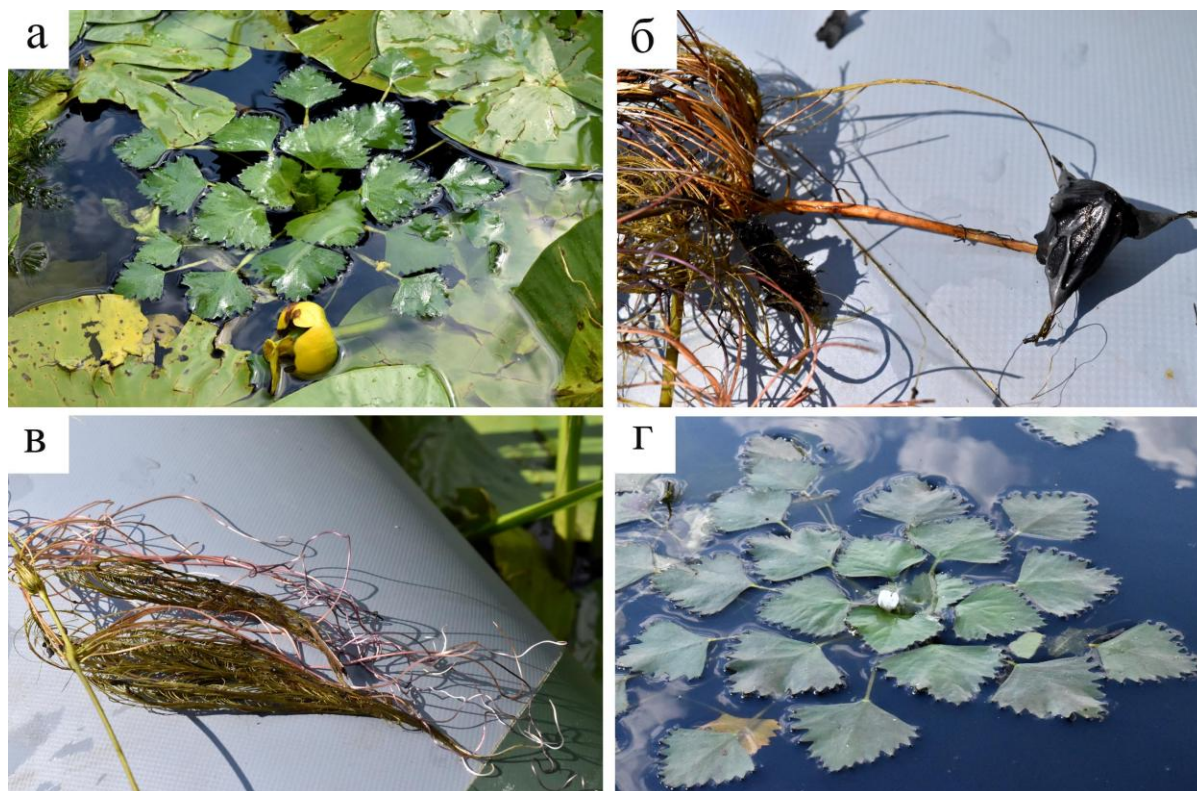


Рис. 1. Органы водяного ореха плавающего: а – розетка плавающих листьев; б – прошлогодний плод с выросшим из него стеблем и “земляные” корни водяного ореха; в - перисто-рассеченные зеленые и нитевидные бело-фиолетовые корни водяного ореха; г – цветущее растение. Все фотографии сделаны на озере Упканкуль Республики Башкортостан в 2017 году.

Так как рогольник однолетнее растение, его развитие каждый год начинается с прорастания семени из прикрепившегося ко дну плода. В средней полосе России и в Сибири прорастание семян водяного ореха начинается обычно во второй декаде июня, когда температура воды повышается до 17-18°C [Лесков, 2010]. Имеются сведения, что прорастание семян возможно при температуре воды 15-20°C [Васильев, 1960] или даже 12°C [Кучеров и др., 1991]. При этом сначала появляются не корни, как у большинства растений, а длинная шнуровидная семядоля, затем растет стебель. Лишь позже появляется корешок, который некоторое время растет вверх и лишь затем опускается вниз и прикрепляется ко дну [<http://plantcare.ru/redkie-rasteniya-severo-zapada-rossii>]. Можно предполагать, что эта особенность прорастания водяного ореха важна для надежного прикрепления ко дну водоема, однако точного объяснения значения такого роста корешка проростка нет. Далее растение довольно быстро вегетирует и, например, в Забайкалье первые розетки появляются на поверхности воды в конце третьей декады июня [Лесков, 2010], в

Беларуси водяной орех активно вегетирует уже с самого начала июня [Тухфатуллина, 2013], а в Башкирии листовые розетки появляются уже в конце мая [Кучеров и др., 1991]. В целом, определяющее значение для развития *Trapa L.* имеет степень прогревания воды. Первыми начинают прорастать и выходить на поверхность растения, расположенные ближе к берегу на меньшей глубине, так как в этих зонах водоема дно и вода быстрее прогреваются. Рост стебля и розетки также сильно зависит от температуры воды. В том числе и поэтому более крупные по размеру розетки вначале располагаются в зоне оптимума (глубина до 1,5 м), а в более глубокой зоне сосредоточены розетки маленького размера [Тухфатуллина, 2013]. В то же время выход растений на поверхность воды и сроки вегетации в целом зависят и от уровня воды в водоеме. Бутонизация в условиях Забайкалья начинается в первой декаде июля и продолжается до конца августа [Лесков, 2010], в то время как в Беларуси она начинается также в начале июля, но завершается во второй декаде августа [Тухфатуллина, 2013]. В зависимости от

температурных условий, водяной орех может цвести и в мае-июне [Кучеров и др., 2001; Губанов, 2003]. Имеются сведения, что цветение возможно только при температуре не ниже 20°C [Васильев, 1960], примерно такие же данные получены Лесковым А.П. [2010] для озера Комогорцевское в Читинской области, который показал, что цветение происходит при температуре воды 21-24°C. Считается, что водяной орех - самоопыляемое растение [Замотайлов, Литвинская, 2007]. Вероятнее всего, опыление происходит еще под водой до раскрытия цветка [<http://plantcare.ru/redkie-rasteniya-severo-zapada-rossii>]. Так как цветки часто посещаются различными насекомыми [Замотайлов, Литвинская, 2007], в литературе встречаются отдельные указания на возможность опыления цветков насекомыми (шмелями, осами, пчелами) [Красная книга Республики Беларусь, 2006]. Цветение отдельно взятого цветка длится очень короткое время, обычно около 12 часов [Лесков, 2010]. После завершения цветения цветоножки загибаются в воду и происходит созревание плодов. Плодоношение водяного ореха в условиях Забайкалья начинается с конца второй декады июля и продолжается до второй декады сентября [Лесков, 2010]. У одного растения образуется до 10-15 плодов. Они довольно тяжелые, чтобы удержать их на поверхности, поэтому в утолщенных черешках листьев к периоду плодоношения наблюдается увеличение размеров “плавательных пузырьков” [<http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000010/st014.shtml>]. В Северной Беларуси плодоношение начинается в третьей декаде июля и завершается в первой декаде сентября и уже с конца 3 декады августа начинается резкое отмирание растений [Тухфатуллина, 2013]. Созревание плода длится около одного месяца, и с конца августа наблюдается отделение зрелых плодов, которые падают на дно водоема и закрепляются в грунте своими рожками. Обычно не все плоды успевают созреть, и многие растения резко отмирают, имея большое количество незрелых плодов. Можно предполагать, что такое быстрое отмирание водяных орехов в сентябре связано со снижением температуры воды. Всхожесть семян водяного ореха может сохраняться до 50 лет [Красная книга Республики Беларусь], однако чаще всего семена прорастают в течение первых двух лет [<https://ru.wikipedia.org>].

Водяной орех распространяется при помощи плодов. Водяной орех предположительно является гидрохором. Наибольшее значение могут иметь водные течения, которые возникают в водоемах в период весеннего половодья. Отмечается также возможность распространения

плодов водой в пределах одного речного бассейна и преимущественно вниз по течению. Однако необходимо иметь в виду, что распространение водяных орехов происходит в довольно больших временных диапазонах (тысячи лет). Поэтому необходимо учитывать влияние четвертичных оледенений и неотектонических движений, которые способствовали заметной перестройке структур гидрографической сети [Двуреченский и др., 1995]. Основными переносчиками плодов водяного ореха могут являться крупные копытные животные, так как “орехи” своими щетинками и зазубринами могут прикрепляться к шерсти этих животных [Купцов, 2006]. В литературе обсуждается также значение рыб, уток, гусей, бобров и кабанов в распространении плодов этого растения [Замотайлов, Литвинская 2007; <http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000010/st014.shtml>]. Однако многие животные, которые могли бы переносить плоды *Trapa L.*, на сегодняшний день истреблены или их численность заметно уменьшилась, что отрицательно влияет на возможность расселения водяного ореха по различным водоемам [Двуреченский и др., 1995]. Важную роль в расселении водяного ореха с древнейших времен, судя по всему, играл и человек. Причем нельзя исключать того, что еще в эпоху раннего железного века или даже раньше, могли существовать народности (культуры), которые целенаправленно расселяли это растение [Русанов, 2015]. Отметим, что толстые слои скорлупы водяного ореха, а также каменные жернова, при помощи которых первобытные люди разбивали плоды орехов, обнаруживаются даже в палеонтологических раскопках, относящихся к палеолиту [Кучеров и др., 1991].

В целом, биология водяного ореха пока еще до конца не изучена. Например, не совсем понятно значение уникальных особенностей прорастания семян водяного ореха и причина роста зародышевого корешка вверх. Также представляет интерес изучение физиологических механизмов прорастания этого растения, образования “плавательного аппарата”, образования хлоропластов в корневых клетках. Достоверно не известно, возможно ли перекрестное опыление у водяных орехов. Это особенно интересно в плане возможности получения различных гибридных форм этого растения с хозяйственно ценными признаками. Незучеными остаются также и механизмы распространения водяного ореха, что имеет немаловажное значение при разработке подходов для сохранения и интродукции данного растения.

Ареал распространения водяного ореха плавающего *Trapa L.* в России и мире

Водяной орех плавающий (род *Trapa L.*) имеет обширный естественный ареал, который включает Африку, многие районы Азии (Турция, Азербайджан, Грузия, Казахстан, Китай, Вьетнам, Япония, Индия, Пакистан и др.). Водяной орех плавающий также произрастает в Северной Америке [Hummel, Kiviat, 2004] и Австралии [<http://www.iucnredlist.org/details/summary/164153/1>], где он интродуцирован человеком, стал инвазивным видом и довольно быстро засоряет водоемы. Особенно тяжелая ситуация складывается в Австралии, так как там отсутствуют травоядные рыбы, и местные мелкие озера идеально подходят для размножения *Trapa L.* Необходимо отметить, что в доледниковое время в Северной Америке обитал родственный евразийскому вид водяного ореха, однако он вымер [Купцов, 2006]. Теперь благодаря человеку водяной орех снова распространяется в Северной Америке. В США водяной орех был завезен в 1870 гг. и первоначально выращивался в прудах Кембриджского ботанического сада г. Кембридж штата Массачусетс. Дальнейшее его распространение на территории США происходило в основном естественными путями. В настоящее время водяной орех в Северной Америке можно найти в таких штатах США, как Нью-Йорк, Делавэр, Мэриленд, Массачусетс, Нью-Хэмпшир, Пенсильвания, Вермонт, Вирджиния и Вашингтон. Также это растение обнаруживается в бассейне Великих озер и в провинции Квебек в Канаде [<http://www.columbia.edu>; <http://nyis.info>]. Водяной орех признан весьма опасным сорным растением в 35 штатах США и в провинции Квебек Канады. В Северной Америке разрабатываются специальные меры для сдерживания увеличения его численности и распространения.

Водяной орех широко распространен в центральной Европе и в меньшей степени в южной Европе. В этих относительно теплых регионах представители рода *Trapa L.* являются довольно редкими, но не всегда находятся под угрозой исчезновения. В целом, из европейских стран водяной орех, судя по всему, не встречается в Испании, Португалии, Великобритании, Ирландии, Норвегии, Финляндии. Самые северные европейские популяции распространены в Германии, где отмечено их произрастание в нескольких водоемах [<https://de.wikipedia.org/wiki/Wassernuss>]. В Швейцарии известна лишь одна популяция водяного ореха [Welten, Sutter, 1982]. Сообщается, что в Греции сохранились лишь две популяции водяного ореха [<http://www.iucnredlist.org/details/summary/164153/1>].

В Швеции он относится к вымершим видам. Что касается восточной Европы, то здесь водяной орех внесен в красные книги многих стран: Польши, Беларуси, Украины, Латвии и других [Тухфатуллина, 2013]. В Латвии в настоящее время известны лишь две популяции (озеро Пократас и озера Приекулани и Клауцаны (Priekulani и Klausani)) [Vankina, 1970]. В Эстонии водяного ореха нет, а в Литве на сегодняшний день он относится к вымершим видам, хотя раньше и входил в Красную книгу этой страны [Gupta, 2017]. Отметим, что еще в XIX веке водяной орех произрастал в Литве в таких озерах, как Širvenos и Kilučiai [https://lt.wikipedia.org/wiki/P1%C5%ABduriuojantysis_agaras]. В то же время, например, на Украине отмечается широкое распространение некоторых видов или подвидов *Trapa L.* [Дидух, 2011], численность которых необходимо ограничивать, поскольку ими буквально полностью зарастают некоторые водоемы [Курганский, Бузевич, 2014]. Особенно сложная ситуация с водяным орехом сложилась в Киевском и Каневском водохранилищах, где он даже стал причиной гибели рыбы [<http://kiev.segodnya.ua/kaccidents/v-kievskom-more-massovo-gibnet-ryba-733259.html>]. Ранее на Украине выделяли от 6 до 9 гипотетических видов водяного ореха [Доброчаева, 1965; Доброчаева и др., 1986]. Последняя инвентаризация, проведенная в 2001-2010 гг., также обнаружила 9 предполагаемых видов [Дидух, 2011]. В связи с этими данными возрастает актуальность точной видовой идентификации представителей рода *Trapa L.*, так как некоторые формы могут даже исчезнуть при одновременном широком распространении других видов или подвидов, что особенно актуально для Украины. В северной Беларуси также наблюдается увеличение площадей произрастания и численности популяции *Trapa L.* [Тухфатуллина, 2013]. Однако, в отличие от Украины, из Беларуси, сообщений о необходимости ограничения распространения водяного ореха в водоемах не поступает. В целом по всей Беларуси водяной орех растет на севере — в ряде озер Витебской области (Озерок, Ромашково, Алексеевское, Тиосто, Озерское, Синыпа), и на юге — в пойменных озерах Днепра, Сожа, Припяти, Уборти и Березины. Совсем недавно он обнаружен в искусственном водохранилище, созданном на реке Плисса, то есть в центральной части республики [<http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000010/st014.shtml>].

На территории России водяной орех имеет дизъюнктивный ареал и встречается от западных границ (Смоленская область) до Тихого океана, чаще всего в центральной европейской части, на юге Западной Сибири, в Забайкалье и на Дальнем

Востоке [<http://www.zapoved.ru/species/399>]. В Европейской части России рогульник встречается в бассейнах Днепра, Волги (наиболее часто и обильно по Оке и Клязьме, и в дельте Волги), Дона, Суры, Урала, Кубани. В Псковской области *Trapa L.* обнаружен в четырех точках. Например, в озерах Синьша и Донское его распространению способствует использование рыболовных сетей [Ефимов, Конечная, 2005]. В Ростовской области отмечается произрастание водяного ореха на озере Островное [Кузнецова, Сивцов, 2011]. В Краснодарском крае он охраняется на Приморско-Ахтарском участке Краснодарского государственного лесохозяйственного хозяйства, в Приазовском заказнике [Замотайлов, Литвинская, 2007]. В г. Краснодар имеются очень небольшие популяции на озере Карасун, на озере у улицы Старо-кубанской и в лимане Среднем. Отмечается, что в плавнях р. Кубани вид хорошо восстанавливает свою численность, но изначальные площади, занимаемые водяным орехом, сократились в десятки раз. В Воронежской области насчитывается около 40 водоемов, где произрастает это растение. В Брянской области есть озеро Ореховое, где отмечаются большие его заросли. В Липецкой области *Trapa L.* растет на р. Воронеж и его правобережных затонах на отрезке с. Вербилово – Малинино. В 1992 году водяной орех был обнаружен также в Орловском районе Орловской области в реке Мезенке (приток р. Оки). В Московской, Ивановской, Ярославской областях отмечается лишь по 1-3 его местонахождения, в Нижегородской – 2-3, во Владимирской – 28 и в Рязанской области – 36 водоемов [Двуреченский и др., 1995]. Во Владимирской области водяной орех произрастает в водоемах Великое Луговое, Монастырское и Волошка [Вяземская, Морозова, 2011]. В Тверской области он обнаружен в Западновинском (озера Высочерт, Савинское), Жарковском (озера Ореховно, Боровно, Песотно, Островное, Алмышево, долина реки Туросны), Конаковском (Иванковское водохранилище) и пруду-охладителе ТЭЦ-3 г. Твери [Дементьева, Петушкова, 2010]. В Калужской области водяной орех произрастает в двух водоемах – в озере-старнице Гороженое в долине р. Жиздра и в пруду с. Мокрое в бассейне реки Снопот [Булавинцева, 2014]. А.Г. Булавинцева предполагает, что обе точки его произрастания в Калужской области возникли в результате интродукции человеком, так как плоды водяного ореха традиционно употреблялись в пищу. В Пензенской области известны два местообитания растения: в окрестностях села Большой Вяс (озеро Чапчор, Лунинский район) и в старом русле Суры близ фабрики «Маяк революции» (г. Пенза).

Единственное природное местообитание *Trapa L.* – это старое русло Суры [Агаева, 2012]. При этом в период 1935-1940-х гг. в Пензенской области водяной орех был довольно распространенным растением и обнаруживался в 22 водоемах. Это говорит о том, что во многих регионах России в XX веке произошло резкое сокращение ареала его обитания. В основном это происходит из-за хозяйственной деятельности человека, в особенности в результате строительства водохранилищ. В Самарской области водяной орех был высеян искусственно в Самарском водохранилище в 1972 году, и на сегодняшний день обнаруживается в затоне Грязный на правом берегу р. Волги [Дюгаев, Старкова, 2015]. На территории Мордовии он был отмечен в Ардатовском, Больше-березниковском и Ичалковском районах. Например, имеются сообщения о произрастании *Trapa L.* в оз. Дубовое-1 в национальном парке «Смольный» [Кунаева и др., 2016] и озерах Пичерки и Инорки в Мордовском заповеднике [Силаева, 2014]. В данном регионе водяной орех произрастает также и в других водоемах бассейна реки Суры и её притока Алатыря. В Чувашской Республике он сохранился в озерах Старица и Заводь [Силаева, Варгот, 2010]. В Саратовской, Ульяновской и Тамбовской областях *Trapa L.*, вероятно, уже полностью исчез [Агаева, 2012]. Интересно отметить, что в Ульяновской области есть река Чилимовка, но водяного ореха там нет, что говорит о более широком распространении этого растения в регионе в еще недавнем прошлом [Силаева, 2014]. В Волгоградской области водяной орех произрастает в нескольких водоемах [Сагалаев, Жигачева, 2011], например, имеются сведения о его обнаружении в низовьях р. Хопер близ станицы Букановской Волгоградской области [Савин и др., 2007]. В целом достоверно известно о его произрастании в 27 пунктах в долинах рек Дон, Хопер и Медведица в Волгоградской области [Сагалаев, Жигачева, 2011]. В Астраханской области *Trapa L.* встречается в дельте Волги в местах со слабым течением [Куканова и др., 2009]. Таким образом, ареал водяного ореха в европейской части России не сплошной, а сильно прерывистый, и на востоке он простирается вплоть до Уральских гор. В Предуралье на территории Республики Башкортостан это растение произрастает лишь в двух близко расположенных озерах: Упканкуль и Бильгиляр, первое из которых является старицей реки Уфа, а второе озеро карстового происхождения [Кучеров и др., 2001]. Севернее Башкирии популяций водяного ореха нет, а южнее он произрастает в Оренбургской области ниже г. Оренбурга [http://www.uralgeo.net/flora_or.htm] в таких озерах-старицах как Беспелюхино, Ореховое,

Б. Орлово, Белужье [<http://www.orenpriroda.ru>]. В Оренбургской области водяной орех был изучен Е.В. Кучеровым в озерах Лебяжьем и Медвежьем [Кучеров, 1963]. В целом, *Trapa L.* произрастает в 20 озерах и старицах рек Урала и Илек Оренбургской области [Кучеров и др., 1987]. Также он произрастает в ряде водоемов Казахстана, например, имеются сообщения о его находке в озере Даниляколь [<http://zhas-geolog.kz/sarmat-g-uralsk>] и пойме Черного Иртыша [Щербакова, Щербаков, 2011]. Дальше на востоке России ареал водяного ореха разрывается вплоть до юга Западной Сибири. Здесь *Trapa L.* встречается в южных районах бассейна Оби и Иртыша, на Алтае [<http://www.zapoved.ru/species/399>]. На Алтае водяной орех произрастает в Колывановском озере (Предгорья Северо-Западного Алтая) и Манжерокском озере (Низкогорья Северного Алтая) [Красная книга Республики Алтай, 2002; Красная книга Алтайского края, 2009]. Считается, что в Колывановском озере (Алтайский край) произрастает вид *T. natans*, а в Манжерокском (Республика Алтай) – *Trapa pectinata*, причем в последнем из этих озер за последние 35 лет отмечен переход доминирующего вида водной растительности от водяного ореха к кувшинке чисто-белой [Зарубина, Соколова, 2016]. По мнению авторов, сохранению водяного ореха в Манжерокском озере способствовали древность происхождения озера и его изолированное расположение. Однако Г.Г. Русанов [2015] на основе довольно весомых аргументов полагает, что в суровых условиях четвертичных оледенений водяной орех не мог выжить ни в одном из этих двух озер. Поэтому, нельзя исключать того, что он был занесен в эти два озера человеком в позднем голоцене, тем более, в районах Колывановского и Манжерокского озер имеются археологические памятники эпохи бронзы и раннего железа [Русанов, 2015]. В Алтайском крае водяной орех произрастает также в оз. Канонерское [Черных, 2011]. Имеются сообщения о его обнаружении в Новосибирской области в малом островном заливе в верхней части Новосибирского водохранилища [Визер, Киприянова, 2010]. В Западной Сибири водяной орех также произрастает в Томской и Кемеровской областях [Власова, 1996]. В Восточном Забайкалье отмечено несколько мест произрастания, а именно в бассейне р. Нерчи (оз. Комогорцевское), в небольших озерах Куандинской котловины и в устье р. Аргунь (с. Покровка) [Лесков, 2010]. Имеется отдельное сообщение о произрастании водяного

ореха в озерах Налегар и Кубалыр в Читинской области [Макаров и др., 2007]. Судя по всему, между ареалом юга Западной Сибири и Восточного Забайкалья в районе озера Байкал также имеется довольно большой разрыв [<http://www.zapoved.ru/species/399>]. Далее идут амурские популяции водяного ореха. В бассейне Амура расположен самый крупный фрагмент ареала на территории нашей страны. На самом деле этот фрагмент является лишь северной частью куда более обширного ареала, охватывающего восток Китая, Юго-Восточную Азию и даже Индию [Кущов, 2006]. Я.В. Болотова в своей работе для Амурской области отмечает 5 предполагаемых видов водяного ореха: *Trapa japonica* Fler., *Trapa manshurica* Fler., *Trapa maximowiczii* Korsch., *Trapa pseudoincisa* Nakai и *Trapa sibirica* Fler. Отмечается, что рогульник японский *T. japonica*, рогульник маньчжурский *T. manshurica* и рогульник ложновыемчатолостный *T. pseudoincisa* в России встречаются только на юге Дальнего Востока (Амурская и Еврейская автономная области, Хабаровский и Приморский края). В Амурской области эти виды находятся на северном пределе распространения [Болотова, 2014]. *T. maximowiczii* по сравнению с другими видами рогульника в Амурской области имеет более широкое и северное распространение. Довольно редко встречается в Амурской области также рогульник сибирский *T. sibirica*, который обнаруживался в долинах рек Амур, Зея, Ташина. Большое разнообразие гипотетических видов водяного ореха характерно также для Приморского края. В целом *Trapa L.* произрастают почти на всей территории Приморского края. Водяные орехи Приморского края подробно описаны в диссертационной работе Берестенко Е.Н. “Род *Trapa L.* (Trapaceae Dumort.) в Приморском крае” [Берестенко, 2012]. Эндемичным для Приморского края является рогульник ханкайский встречающийся в окрестностях села Троицкое (близ устья реки Комиссаровки) и села Комиссарово [<https://ru.wikipedia.org>]. Таким образом, в России можно выделить три большие изолированные друг от друга ареала произрастания водяного ореха: европейская часть России, юг западной Сибири и юг Дальнего Востока (рис. 2). Также отдельно можно рассматривать забайкальский ареал, который изолирован от большого дальневосточного ареала. На рисунке 2 представлены некоторые наиболее известные районы произрастания *Trapa L.* на территории России, упомянутые в статье.

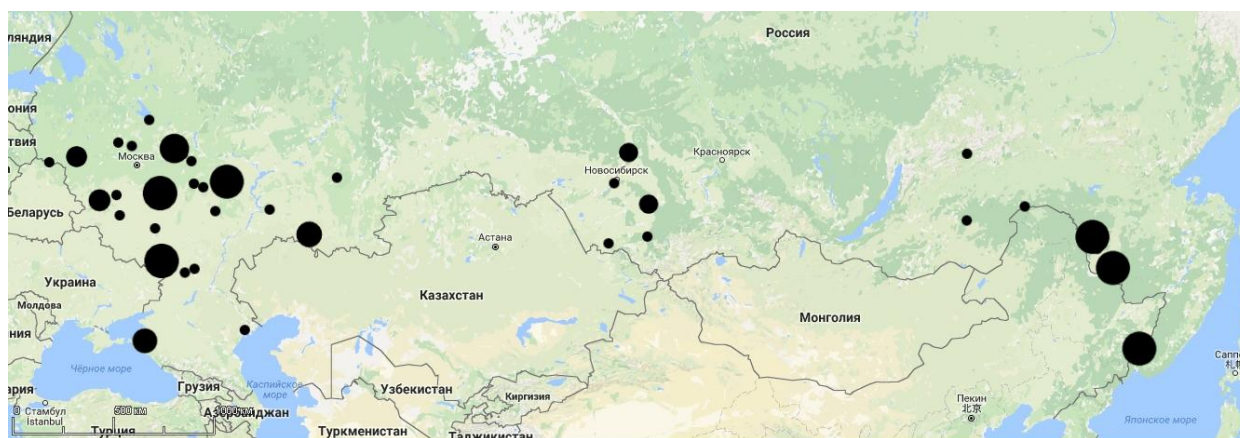


Рис. 2. Ареал распространения водяного ореха плавающего на территории Российской Федерации. На карте черными кругами отмечены основные районы произрастания *Trapa L.* Маленькими кругами обозначены небольшие популяции водяного ореха, включающие 1-2 озера. Кругами большего размера обозначены более крупные популяции, произрастающие на большем количестве озер.

Водяной орех плавающий считается реликтовым видом, ареал которого в Евразии то сокращается, то увеличивается в зависимости от изменения климатических условий. Можно предполагать, что при третичных и четвертичных оледенениях его ареал сильно смещался на юг. Возможно, на территории основной части России водяной орех полностью вымирал неоднократно. Затем, при потеплениях климата, он заново постепенно распространялся на север. Современный дизъюнктивный ареал водяного ореха в России часто связывают с влиянием последнего четвертичного оледенения, которое началось примерно 24 тыс. лет назад и завершилось примерно 10,2 тыс. лет назад. Вероятнее всего, в этот период сильного похолодания климата ареал водяного ореха смещался на юг, но в некоторых озерах благодаря каким-либо уникальным особенностям местного ландшафта и микроклимата водоема он сохранялся. Какие именно характеристики того или иного водоема помогали сохраниться этому растению, пока остается не совсем понятным. Таковыми могут быть, к примеру, защищенность водоема от холодных северных ветров горами или лесами. Для вегетации и плодоношения *Trapa L.* особенно важна возможность прогревания воды летом примерно до +20°C, тогда как зимние температуры имеют меньшее значение, поскольку его плоды долго сохраняют всхожесть при температуре воды +4°C [Берестенко, 2011]. Определенное значение для сохранения реликтового растения может иметь морфология самого водоема, например, его глубина, наличие подводных родников и т.д. В связи с этим, представляет интерес проведение междисциплинарных исследований водяного ореха совместно с геологами и другими специалистами.

Особенно важно выяснить, какие климатические условия были в том или ином местообитании *Trapa L.* в летнее время в период последнего довольно сурового четвертичного оледенения (24-10,2 тыс. лет назад). В данном направлении исследования в России уже ведутся Г.Г. Русановым [2015], который пришел к выводу, что реликтовый водяной орех, по крайней мере, в Манжерокском и Кольвановском озерах Алтая не мог сохраниться с доледникового времени. Показано, что во время последнего оледенения температура поверхности воды в этих озерах в летний период была не более +11-12°C, тогда как цветение водяного ореха возможно только при температуре не ниже 20°C. По мнению Г.Г. Русанова, водяной орех в Манжерокское и Кольвановское озера был занесен древними людьми из более южных районов, где он смог благополучно пережить последнее оледенение [Русанов, 2015]. Исходя из этих данных, можно предположить, что древний человек тоже мог сыграть определенную роль в расселении водяного ореха. Безусловно, человек издревле употреблял в пищу водяной орех. Возможно, на территории России проживали племена древних людей, которые целенаправленно расселяли это растение в местах своего проживания. У водяного ореха, как и у любого другого растения, есть и естественные механизмы для расселения. Например, крупные животные могут переносить его плоды, прикрепившиеся к шерсти, на сотни километров во время миграций. Все это могло способствовать постепенному продвижению рогольника на север после начала очередного этапа потепления климата 10 тыс. лет назад.

Дизъюнктивный ареал *Trapa L.* в России может также объясняться отрицательным влиянием хозяйственной деятельности современного человека.

Человек употреблял в пищу плоды водяного ореха не только в древности, но и в недавнем прошлом (XVII-XX веках). Тем самым, именно современный человек мог способствовать вымиранию этого растения во многих водоемах. В течение всего XX века и по сей день численность и ареал водяного ореха в России продолжают сокращаться, что связано с обмелением, высыханием и загрязнением водоемов. Этому также способствует использование водяного ореха на корм скоту, добывание и употребление плодов в пищу, большой вред ему наносит и ондатра [<http://plantcare.ru>; <http://plant.geoman.ru>]. Основными факторами угрозы для водяного ореха являются мелиоративные работы, зарастание и заболачивание водоемов, пересыхание, загрязнение и засоление водоемов, повреждение зарослей рыболовными сетями и водномоторным транспортом, чрезмерные рекреационные нагрузки, вытеснение более конкурентоспособными видами [Красная книга Республики Беларусь]. Особенно быстро происходит вымирание водяного ореха, когда поверхность водоема покрывается ряской. Отрицательную роль также сыграло сооружение людьми водохранилищ, что привело к затоплению естественных местообитаний *Trapa L.* Например, зарегистрировано исчезновение водяного ореха при сооружении Кубанского водохранилища [Красная книга Краснодарского края], в ряде водоемов по Оке и Клязьме в Рязанской и Владимирской областях, в Калининской обл. [<http://www.zapoved.ru/species/399>]. Также необходимо учитывать, что каждая местная популяция или вид водяного ореха по своему уникальна и максимально приспособлена к произрастания именно на этой территории. Поэтому важно сохранить каждую из этих еще сохранившихся до наших дней уникальных популяций водяного ореха. Это растение должно быть обязательно включено в региональные красные книги, а его местообитания должны объявляться памятниками природы, и в них необходимо устанавливать режим заказников. Также существует необходимость в обратном включении водяного ореха в Красную книгу России, откуда он был исключен в 2008 году. Это связано не с опасностью полной утраты водяного ореха на территории России, а с проблемой сохранения всех уникальных российских популяций, сохранившихся до наших дней. В этой связи также представляет большой интерес проведение молекулярно-генетических анализов с целью ревизии видовой принадлежности и определения генетического полиморфизма всех водяных орехов, произрастающих на территории России.

Водяной орех плавающий в Республике Башкортостан

В Республике Башкортостан водяной орех на сегодняшний день произрастает только в двух близко расположенных небольших озерах – Упканкуль (Упканнукуль, Упкан) и Бильгиляр, первое из которых является старицей реки Уфа, а второе имеет карстовое происхождение [Кучеров и др., 2001]. Оба озера находятся севернее г. Уфы в Нуримановском районе между деревнями Нимислярово и Истриково. Наибольшее значение для сохранения популяции водяного ореха в Башкирии имеет озеро Упканкуль. Длина озера по оси составляет 2,25 км, наибольшая ширина его достигает 90 м, глубина не более 5 м [Кучеров и др., 1991]. С севера и севера-запада озеро защищено густым заболоченным лесом, с юго-запада располагаются луга, используемые преимущественно в качестве сенокосных угодий. Имеются сведения, что в озере Упканкуль произрастает два вида водяного ореха – водяной орех уральский (*Trapa uralensis* V.Vassil.) и водяной орех алатырский (*Trapa alatyrica* Spryng.) [Кучеров, Федорако, 1963], первый из которых был впервые определен профессором В.Н. Васильевым именно в этом озере. Поэтому водяной орех уральский считается эндемиком Южного Урала. Отмечается, что водяной орех уральский и водяной орех алатырский отличаются между собой в основном только по строению плода [Кучеров и др., 1987], однако каких-либо более тщательных исследований видовой принадлежности этого растения в озере Упканкуль никогда не проводилось. В то же время в Красной книге Республики Башкортостан 2011 года для озера Упканкуль приводится только один вид – водяной орех сибирский (*T. sibirica* Fler.) [Красная книга Республики Башкортостан, 2011]. Водяной орех был включен также в Красную книгу Башкирской АССР (1984) и охраняется в озере Упканкуль, которое в 1965 году было объявлено памятником природы Республики Башкортостан. По подсчетам Кучерова с соавт. [1987, 1991], на этом озере в 1961 году насчитывалось до 3 тысяч плавающих розеток, тогда как в 1982 году было обнаружено лишь 200 шт. Учитывая, что одно растение может иметь несколько розеток, число особей, скорее всего, было еще меньше. Исходя из этих данных, авторы делают вывод, что популяция водяного ореха в этом озере продолжает сокращаться и нуждается в охране. Популяция водяного ореха озера Упканкуль исследовалась также воспитанниками Детского эколого-биологического центра Демского района г. Уфы (ДЭБЦ) с 2004 по 2011 годы. Так, в 2004 году воспитанники ДЭБЦ насчитали 320 розеток, в 2006 году – 1198, в 2010 – 1, в 2011 году – более 3000

розеток [Вяземская, Морозова, 2011]. В последней редакции Красной книги Республики Башкортостан для озера Упканкуль приводятся следующие данные по числу розеток: 1961 – 3000, 1981 – 100, 1982 – 200, 1987 – 200, 1992 – 18, 2010 – 300 [Красная книга Республики Башкортостан, 2011]. Таким образом, из ретроспективных данных видно, что именно для 2011 года было характерно рекордное количество розеток водяного ореха. Воспитанниками ДЭБЦ отмечается, что в 2011 году количество плодов и размеры листьев также были больше, чем в 2004 и 2006 годах. А 2010 год, возможно, оказался неблагоприятным для вегетации водяного ореха в озере Упканкуль, хотя вряд ли можно полностью доверять данным ДЭБЦ об одном экземпляре водяного ореха на всем озере в 2010 году. Скорее всего в этот год произрастало около 300 розеток водяного ореха, как указано в Красной книге Республики Башкортостан [2011]. Данные о состоянии популяции водяного ореха после 2011 года в литературе отсутствуют.

Что касается озера Бильгиляр, то имеются сведения, что там водяной орех появился лишь в

начале 80-х гг. прошлого века в результате заноса при сильном половодье или преднамеренной интродукции. В 2011 году озеро и болото Бильгиляр было объявлено памятником природы республиканского значения. На оз. Бильгиляр в 1992 г. было приблизительно 450-500 растений, в 2008 г. 60 розеток и в 2010 году было зафиксировано дальнейшее падение численности [Красная книга Республики Башкортостан, 2011].

В конце июля 2017 года нами было проведено исследование озер Упканкуль и Бильгиляр, а также водяных орехов, произрастающих в этих озерах. Май, июнь и начало июля 2017 года были одними из самых холодных и дождливых за последние 20 лет, поэтому предполагалось, что мы обнаружим небольшое число экземпляров водяного ореха. Однако, несмотря на аномально низкие летние температуры, водяной орех активно вегетировал и местами переходил на стадию цветения (рис. 3). Довольно часто водяной орех произрастал в сообществе с кубышкой желтой (*Nuphar lutea*) (рис. 3а), а иногда формировал собственные заросли (рис. 3б, в).

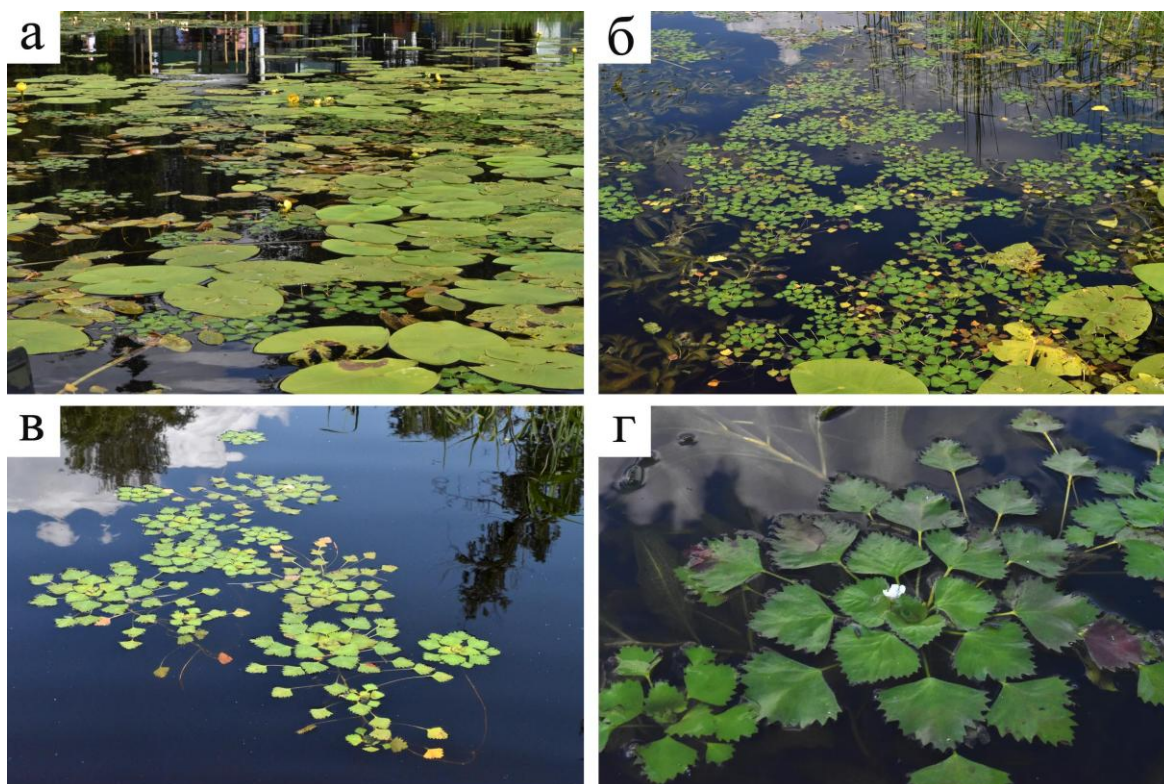


Рис. 3. Водяной орех плавающий в озере Упканкуль: а – сообщество водяного ореха и кубышки желтой; б – скопление большого числа розеток водяного ореха в точке 2; в – растения с 2-3 плавающими розетками листьев в точке 2; г – цветущий водяной орех из точки 2 озера Упканкуль.

В озере Упканкуль нами были обнаружены 5 скоплений большого числа водяных орехов, которые были обозначены нами в качестве отдельных точек (рис. 4). В первой точке мы насчитали 66 плавающих розеток. Температура воды на поверхности составляла 28°C, на глубине 1 метра – 25°C, рН воды – 6,78, рН суспензии донного ила - 6,80. В точке 2 (район турбазы УМПО) произрастало наибольшее число водяных орехов (рис. 3б), здесь мы насчитали 3561 плавающих розеток. Часть растений формировала по 2-3 плавающие розетки (рис. 3в). Температура воды в этой точке на поверхности

составляла 27°C, на глубине 1 метра – 26°C. рН воды – 6,70, рН суспензии донного ила - 6,82. В точках 3 и 4 произрастали по 100 и 1318 розеток соответственно. В точке 5 было насчитано 372 розеток, при этом рН поверхности воды в этой точке составляла 6,88, а рН суспензии ила – 6,90, температура воды на поверхности – 28°C, а на глубине 1 м – 26°C. Кроме этих точек единичные экземпляры (по 2-3 штуки) водяного ореха встречались почти по всему периметру озера, причем всегда недалеко от берега.

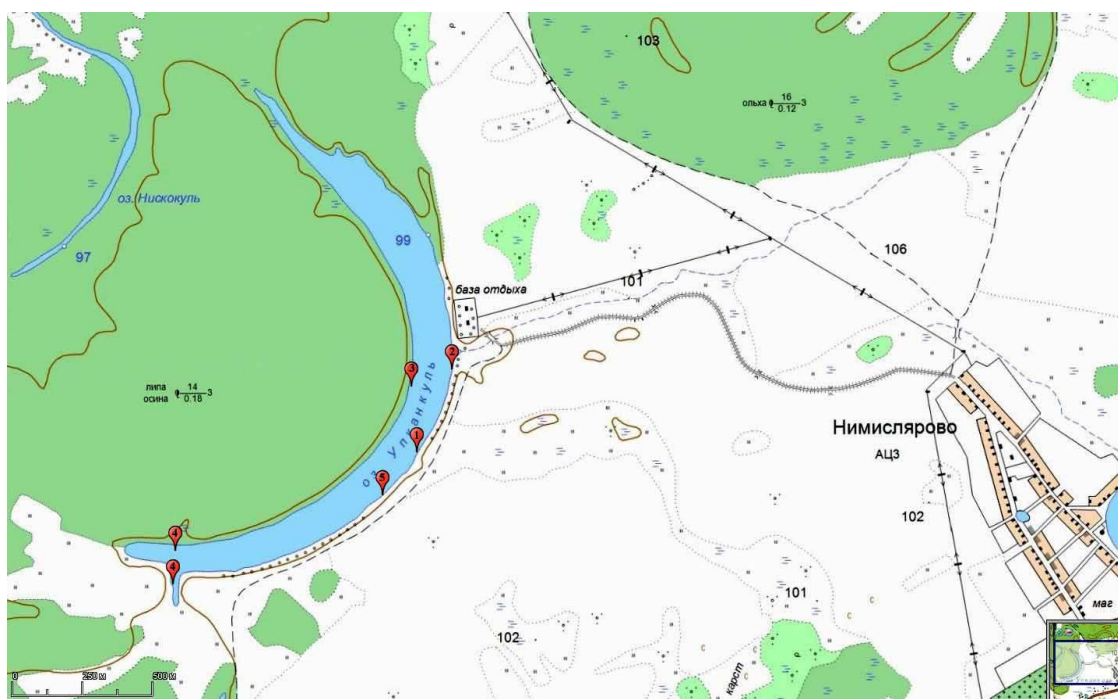


Рис. 4. Озеро Упканкуль с обозначениями основных точек произрастания водяного ореха по данным на 2017 год.

Водяные орехи на озере Упканкуль произрастали на глубине в среднем 180-200 см, при рН воды в среднем – 6,79 и температуре воды – 28°C (на конец июля, в середине солнечного жаркого дня). Ни одного экземпляра водяного ореха мы не обнаружили лишь в северном конце озера Упканкуль. Температура воды в этой части озера составляла 24°C на поверхности и 22° на глубине 1 м. рН воды – 6,78, суспензии донного ила – 6,70. В целом общее число плавающих розеток водяного ореха на озере Упканкуль составило 5722, что почти в два раза больше, чем по данным Кучерова с соавт. за 1961 г. [Кучеров и др., 1987] и воспитанников ДЭБЦ за 2011 год [Вяземская, Морозова, 2011]. Также необходимо отметить, что по нашей визуальной оценке в предыдущие годы (2014-2016 гг.) число розеток *Trapa L.* в озере Упканкуль могло быть почти в 2 раза больше, чем в 2017 году.

Можно предполагать, что в 2014-2016 гг. численность популяции водяного ореха в озере Упканкуль достигала до 10 тыс. растений, однако точных данных за этот период времени мы не нашли. Вероятнее всего, низкая численность популяции связана с холодным летом 2017 года, что сильно сдержало вегетацию водяного ореха. Действительно, нами было обнаружено большое количество розеток водяного ореха, которые к концу июля так и не смогли достичь поверхности озера (рис. 5а). Это может быть также связано с высоким уровнем воды в озере из-за очень обильных дождей летом 2017 года. Также нами зарегистрировано большое число водяных орехов с пожелтевшими и покрасневшими листьями розетки, что также свидетельствует о воздействии неблагоприятных факторов среды, в том числе и низких положительных температур в период вегетации (рис. 5б, в). Особенно

много заболевших растений нами было обнаружено в точке 5 (южный конец озера), причем листья у многих растений содержали следы поедания вредителями (рис. 5г). Наиболее здоровые растения произрастали в точке 2 (район турбазы УМПЮ), и только в этой точке водяные орехи начинали цвести и формировать вздутия на черешках листьев (рис. 3г). Таким образом, популяция водяного ореха в озере Упканкуль, судя по всему, существенно увеличилась по сравнению с данными как прошлого века, так и начала 2000-х, однако проблема его охраны остается до сих пор нерешенной. Например, хотя в озере запрещено использовать моторные лодки, мы были свидетелями многократного нарушения этого запрета отдыхающими. На всех озерах в Республике Башкортостан запрещена ловля рыбы при помощи сетей, однако в озере Упканкуль, которое теоретически находится в особом режиме охраны, продолжается браконьерство. В целом, это говорит об очень низком уровне охраны данного озера, поэтому необходимо признать, что одна из самых северных естественных популяций водяного ореха в озере Упканкуль все еще находится под угрозой исчезновения. Также остаются без объяснения резкие колебания численности *Trapa L.* в этом местообитании. Например, в 2010 году водяного ореха в этом озере было мало. Можно предположить, что эти колебания численности водяного ореха связаны

преимущественно с климатическими условиями, так как в 2010-2011 гг. не было зафиксировано изменений химического состава озерной воды и повышенной интенсивности антропогенной нагрузки [Вяземская, Морозова, 2011]. Действительно, условия летнего периода 2010 года характеризуются аномальными параметрами: средняя температура летних месяцев была на 5 градусов больше среднемесячных температур за 1988-1996 гг., также было зарегистрировано и рекордно низкое количество осадков. Жители Башкирии помнят, что 2010 год был одним из самых жарких и засушливых за многие годы наблюдений. Эти данные могут говорить о том, что для вегетации водяного ореха вредны не только низкие, но и высокие температуры воды. В то же время, это может быть особенностью данной северной популяции водяного ореха, произрастающего в озере Упканкуль, так как не вызывает сомнения, что в тропических зонах произрастания водяной орех сталкивается и с более высокими температурами, которые не оказывают негативного влияния на его численность. Интересно отметить, что для озер Пензенской области в 2010 году, несмотря на аномальную жару, снижения численности водяного ореха не отмечено, наоборот, выявлено увеличение числа розеток на одном растении [Агаева, 2012].

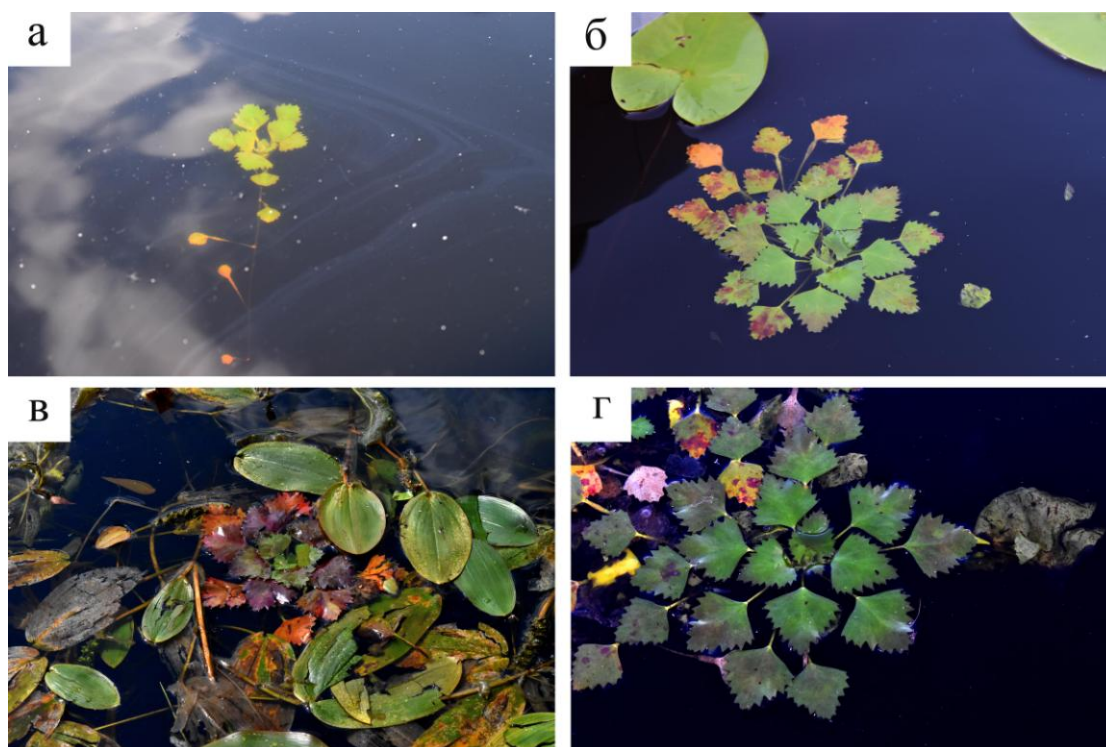


Рис. 5. Розетки водяного ореха с признаками воздействия негативных факторов внешней среды: а – растущая подводная розетка, так и не достигнувшая поверхности озера к концу июля; б, в – розетки с пожелтевшими и покрасневшими листьями; г – розетка листьев со следами поедания вредителями.

В озере Бильгиляр мы обнаружили всего лишь одну точку, в которой произрастают водяные орехи (рис. 6). В целом, мы насчитали в этом озере только 28 экземпляров. Произрастали они на глубине в среднем 113 см. Температура воды в полдень составляла 25°C, рН воды – 6,73. Не совсем понятно происхождение водяного ореха в этом озере. Он мог быть перенесен из озера Упканкуль человеком. Необходимо отметить, что озеро Бильгиляр испытывает гораздо большую антропогенную нагрузку по сравнению с озером Упканкуль. Во-первых озеро Бильгиляр находится рядом с шоссе, а во-вторых вокруг озера ведется интенсивная сельскохозяйственная деятельность с применением пестицидов. Учитывая выявленное нами резкое уменьшение численности популяции водяного ореха в этом озере, продолжающееся загрязнение озера и высказывания местных жителей, можно полагать, что это краснокнижное растение скоро полностью исчезнет из озера Бильгиляр.

Также необходимо отметить, что в окрестностях озера Упканкуль имеется много других озер, которые необходимо исследовать на предмет наличия в них водяных орехов или

возможностей его интродукции (рис. 7). Мы предполагаем, что по мере изменения климата, снижения антропогенной нагрузки из-за уменьшения числа сельских жителей и увеличения численности животных, способных переносить плоды водяного ореха, возрастает вероятность распространения этого растения и в соседние озера, которых много в окрестностях сел Нимислярово, Истриково и Укарлино Нуримановского района Республики Башкортостан (рис. 7). Для интродукции должны быть выбраны озера с наименьшей антропогенной нагрузкой, что характерно для озер Басмалы, Осаеш, Клы, Иманкуль, Каракуль, Ож-куль, Нискакуль и некоторых мелких озер без названия. В некоторых озерах расположенных непосредственно возле или внутри деревень мы в ходе наблюдений не обнаруживали даже кубышку желтую, поэтому в тех озерах водяной орех не может быть рекомендован к интродукции. Также за последние два года в Нуримановском районе Республики Башкортостан наблюдается увеличение интенсивности сельскохозяйственного производства, что может играть отрицательную роль в вопросах интродукции водяного ореха.

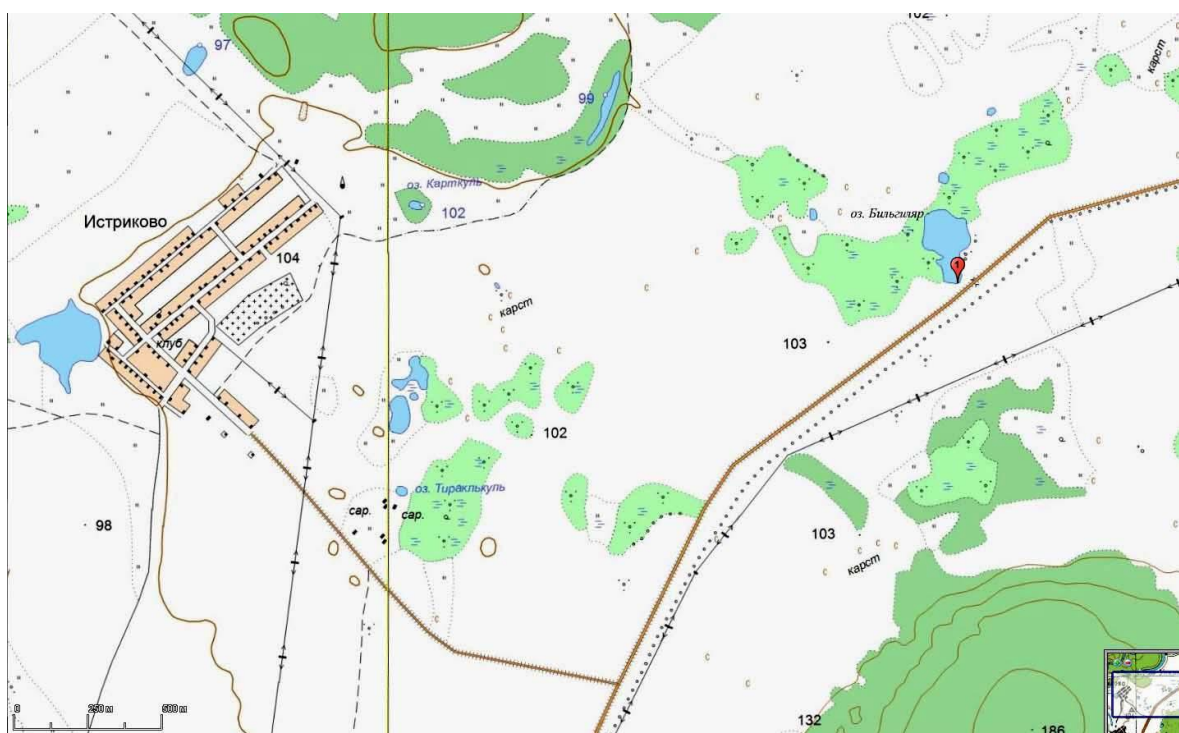


Рис. 6. Район озера Бильгиляр с обозначением точки произрастания небольшой популяции водяного ореха.

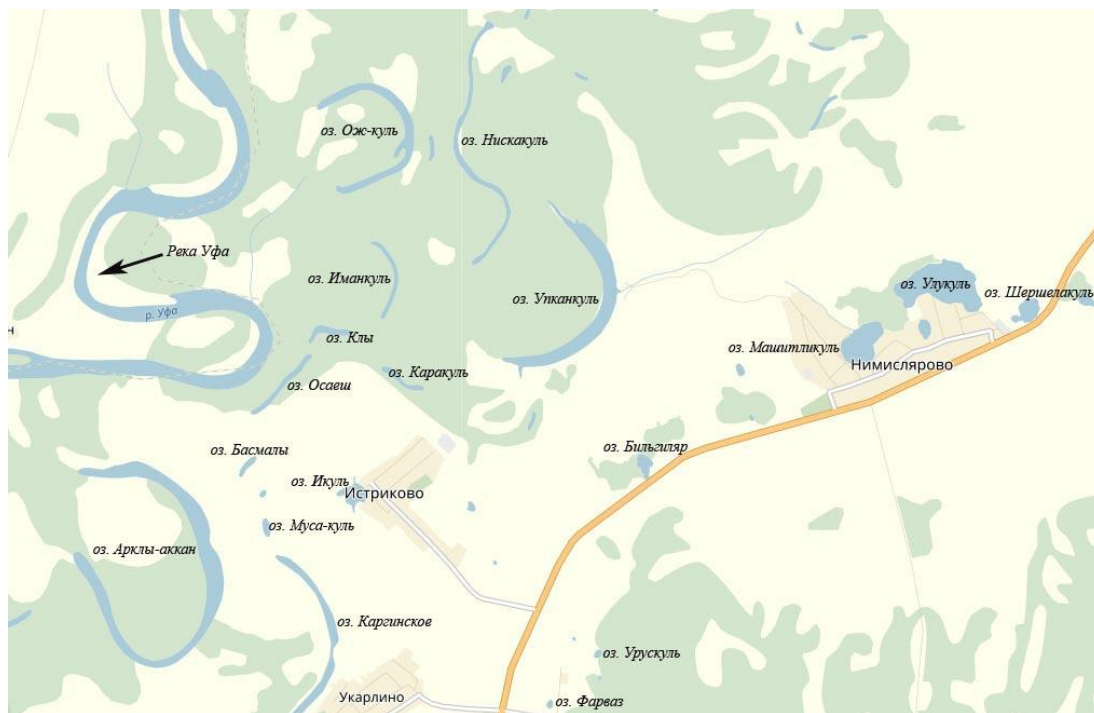


Рис. 7. Окрестности сел Нимислярово, Истриково и Укарлино Нуримановского района Республики Башкортостан, где расположены около 20-ти озер, в которых может быть интродуцирована местная популяция водяного ореха из озера Упканкуль. По нашим наблюдениям наименьшая антропогенная нагрузка характерна для озер Басмалы, Осаеш, Клы, Иманкуль, Каракуль, Ож-куль, Нискакуль и некоторых других озер без официального названия.

Заключение

Водяной орех плавающий это уникальное хозяйственно-ценное растение, многие популяции которого в России находятся под угрозой исчезновения. Для его сохранения в России требуется организация заказников во всех озерах и водоемах, где произрастают естественные популяции этого растения. Также большой интерес представляет интродукция водяного ореха в подходящие для этого водоемы и использование его аквакультуры для получения урожая плодов в промышленных масштабах. Так как водяной орех обладает большим инвазивным потенциалом, для интродукции должны использоваться только местные популяции водяного ореха, которые наиболее быстро и гармонично будут включаться в экосистемы, не вызывая в них серьезных нарушений. Для более точной идентификации этих популяций и гипотетических видов водяного ореха представляется актуальным проведение молекулярных анализов с целью выявления в них генетического полиморфизма. Результаты молекулярно-генетического анализа также могут помочь приблизиться к ответу на вопрос о происхождении и эволюции водяного ореха на территории России.

Литература

1. Агаева И.В. Рогольник плавающий (*Trapa natans L.*), как объект Красной книги Пензенской области // В сборнике: Раритеты флоры Волжского бассейна доклады участников II Российской научной конференции. 2012. С. 11-15.
2. Агаева И.В. Опыт реинтродукции рогольника плавающего (*Trapa natans L.*) в Пензенской области как перспективного объекта для введения в культуру // Нива Поволжья. 2016. № 3. С. 2-8.
3. Берестенко Е.Н. Род *Trapa L.* (Трапасае Dumort.) в Приморском крае // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Владивосток. 2012. 21с.
4. Болотова Я.В. Распространение видов *Trapa L.* (Трапасае) на территории Амурской области (Российский дальний восток) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2014. Т. 11. № 2. С. 22-28.
5. Булавинцева А.Г. Вторая находка *Trapa natans L.* (Lythraceae) в Калужской области // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2014. Т. 119. № 3. С. 68-69.

6. Васильев В.Н. Водяной орех и перспективы его культуры в СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1960. 97 с.
7. Визер А.М., Киприянова Л.М. Находка водяного ореха *Trapa natans* L. (Трапасае) в Новосибирской области // *Turczaninowia*. 2010. Т. 13. № 3. С. 67-69.
8. Власова Н.В. Семейство Трапасае // Флора Сибири. Т.10. Geraniaceae-Cornaceae. Новосибирск: Наука. 1996. С. 120.
9. Вяземская А., Морозова И.М. Динамика популяции реликтового вида *Trapa sibirica* Fleg. на территории памятника природы «Озеро Упканькуль» // Исследовательская работа детского эколого-биологического центра Демского района г. Уфы. 2011. Уфа. 19 с.
10. Губанов И.А. и др. *Trapa natans* L. S.L. — Рогольник плавающий, или Рогольник, или Чилим // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). С. 597.
11. Двуреченский В.Н., Григорьевская А.Я., Радыгина В.И. Новые сведения об ареале и экологии водяного ореха в центрально-черноземном регионе // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов. Материалы Российско-Украинской конференции, 22-27 мая 1995. С. 151-153.
12. Дементьева С.М., Петушкова Т.П. К экологии и распространению *Trapa natans* L. в озерах Тверской области // *Экология*. 2010. №5. С. 393–396.
13. Дидух А.Я. Водяной орех плавающий *Trapa natans* L. S.L. и необходимые меры для его сохранения в Украине // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2011. № 102. С. 20-26.
14. Дикие съедобные растения / Под ред. акад. В. А. Келлера; АН СССР; Моск. ботан. сад и Ин-т истории матер. культуры им. Н. Я. Марра. М.: б. и. 1941. 40 с.
15. Доброчаєва Д. М. Родина Водяногоріхові – *Hydrocharitaceae* // *Визначник рослин України*. – К.: Урожай. 1965. – С. 484-485.
16. Доброчаєва Д. М., М'якушко Т.Я., Сябряй С.В. Водяний горіх (рід *Trapa* L.) в басейні середньої частини р. Дніпро // *Укр. ботан. журн.* К. 1986. Т. 43. № 1. С. 87-90.
17. Дюгаев Л.В., Старкова Т.С. Изучение состояния ценопопуляции водяного ореха в затоне Грязный // В сборнике: Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова. Материалы II всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения д.б.н., проф. В.И.Матвеева. 2015. С. 180-183.
18. Ефимов П.Г., Конечная Г.Ю. Редкие виды в бассейне реки Уша (Псковская область) // *Вестник СПбГУ*. 2005. Сер. 3. вып. 1. С. 35-40.
19. Замотайлов А.С., Литвинская С.А. Красная книга Краснодарского края Краснодар. 2007. Том Растения и грибы (2-е издание, исправленное и дополненное).
20. Зарубина Е.Ю., Соколова М.И. Трансформация структуры растительного покрова Манжерокского озера (Республика Алтай) за 35-летний период // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2016. № 4. С. 47-61.
21. Красная книга Республики Алтай. Особо охраняемые территории и объекты. Горно-Алтайск. 2002. 253 с.
22. Красная книга Алтайского края. Особо охраняемые природные территории. 2009. Барнаул. 2009. 284 с.
23. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. д-ра. биол. наук, проф. Б. М. Миркина. — 2-е изд., доп. и переработ. — Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.: ил.
24. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Мн. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. 2006.
25. Кузнецова Н.П., Сивцов С.А. Изучение состояния популяции водяного ореха на озере Островное // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание*. 2011. № 2. С. 11-12.
26. Куканова О.Н., Курочкина Т.Ф., Шаплыгина Ю.Н. Сравнительный анализ прибрежно-водной растительности дельты и авандельты р. Волги // *Естественные науки*. 2009. № 3. С. 41-44.
27. Кунаева А.С., Кунаева Е.Н., Орлова Ю.С. Фитопланктон в сообществе *Trapa natans* L. озера Дубовое в национальном парке «Смольный» // *Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича*. 2016. № 17. С. 98-106.
28. Купцов С. Эвриала и чилим // *Сад и Садик*. 2006. №3.
29. Курганский С.В., Бузевич О.А. Влияние развития водяного ореха (*Trapa natans*) на условия нагула молоди рыб Киевского водохранилища // *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 2. С. 5-13.

30. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале // Ответственный редактор Б.М. Миркин. Москва, 1987. 205 с.
31. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Ботанические памятники природы Башкирии // Уфа, 1991. 144 с.
32. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Красная книга Республики Башкортостан. Уфа. 2001. Том 1 Редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений.
33. Лесков А.П. Экология и биология *Trapa natans* L. (Восточное Забайкалье) // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки. 2010. № 1. С. 140-146.
34. Лесков А.П. К анатомии *Trapa natans* (Трарасеае) // В сборнике: Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий. под общей редакцией М. В. Гилёвой, О. А. Поповой, Е. П. Якимовой. 2013. С. 69-71.
35. Макаров В.П., Замана Л.В., Захаров А.А., Усманов М.Т. Водяной орех озера Налегар // География и природные ресурсы. 2007. № 2. С. 189-192.
36. Меркулова В.А. Очерки по русской народной номенклатуре растений: Травы, грибы, ягоды. М.: Наука. 1967. С. 18.
37. Недуха О.М. Анатомічна структура підводних органів *Trapa natans* L. у зв'язку з екологією виду // Modern Phytomorphology. 2015. Т. 8. С. 153-160.
38. Рогульники // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб. С. 1890-1907.
39. Русанов Г.Г. Одна из гипотез появления водяного ореха в Манжерокском и Кольвановском озерах Алтая // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2015. № 3. С. 30-34.
40. Савин Г.А., Колесникова И.Л., Климова Г.Ю. Химический состав и особенности экологии водяного ореха *Trapa natans* L. в Волгоградской области // Альманах современной науки и образования. 2007. № 6. С. 126-127.
41. Сагалаев В.А., Жигачева О.И. Распространение водяного ореха (чилима) (*Trapa natans* L. S.L., Трарасеае) в прошлом и настоящем на территории Волгоградской области и вопросы его охраны // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2011. № 1. С. 23-29.
42. Силаева Т.Б., Варгот Е.В. Рогульник плавающий в бассейне реки Суры // Чистая вода: проблемы и решения. 2010. № 4. С. 96-98.
43. Силаева Т.Б. Водяной орех, или рогульник // Мордовский заповедник. 2014. № 6 (6). С. 34-35.
44. Сисейкин А. Чилим // В мире растений. 2007 г. №11.
45. Тухфатуллина М.С. Ресурсы водяного ореха *Trapa natans* L. в Северной Беларуси // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2013. № 2. С. 36-40.
46. Черных Д.В. Флора водоемов Бийска // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 3-1. С. 48-52.
47. Щербакова Л.И., Щербаков Б.В. О сохранении пойменных звеньев Верхнего Иртыша – уникальных ботанико-зоологических комплексов Восточного Казахстана // Русский орнитологический журнал. 2011. Т. 20. С. 87-93.
48. Gupta A.K. "IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2". *Trapa natans*. Retrieved 12 July 2017.
49. Kachare S., Tiwari S., Tripathi N. Morphological and molecular assessment of genetic diversity of water chestnut (*Trapa natans*) from different ponds of central India // World Research Journal of Cell Biology. 2013. V. 1. P. 028-031.
50. Li X.L., Fan X.R., Chu H.J., Wei Li., Chen Y.Y. Genetic delimitation and population structure of three *Trapa* taxa from the Yangtze River, China // Aquatic Botany. 2017. V. 136. P. 61-70.
51. Vankina L. Torfyanikovaya stoyanka Sarnate. 1970. Zinatne, Riga.
52. Welten M., Sutter H.C.R. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. 1982. V. 2. Birkhäuser Verlag, Basel.

Электронные ресурсы

1. <https://de.wikipedia.org/wiki/Wassernuss>
2. <http://kiev.segodnya.ua/kaccidents/v-kievskom-more-massovo-gibnet-ryba-733259.html>
3. <https://lt.wikipedia.org>
4. <http://nyis.info>
5. <http://plantcare.ru>
6. <http://plant.geoman.ru>
7. <https://ru.wikipedia.org>
8. <http://www.columbia.edu>
9. <http://www.iucnredlist.org/details/summary/164153/1>
10. <http://www.orenpriroda.ru>
11. http://www.uralgeo.net/flora_or.htm
12. <http://www.zapoved.ru/species/399>
13. <http://zhas-geolog.kz/sarmat-g-uralsk>

WATER CHESTNUT *TRAPA L.*: BIOLOGY, HABITAT AND THE STUDY OF ITS ISOLATED POPULATIONS IN THE LAKES OF NURIMANOVSKY DISTRICT IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

¹Kuluev B.R., ²Artyukhin A.E., ³Shevchenko A.M., ¹Mikhaylova E.V.

¹Institute of Biochemistry and Genetics of Ufa Scientific Center of RAS, kuluev@bk.ru

²ООО BashNIPIneft, alextourist0304@rambler.ru

³Bashkir State University, amsh84@yandex.ru

Resume

We review the biology and the habitat of water chestnut (*Trapa L.*). We report about the studies of isolated populations of this plant in lakes Upkankul and Bilgilyar of Nurimanovsky district in the Republic of Bashkortostan, which are situated on the northern boundary of its habitat. The water chestnut is an aquatic plant of Lythraceae family. Its fruits are mainly composed of starch and protein, and have been used as a human food source for a very long time. In the 20th century the plant has been studied comprehensively by soviet botanists, but some mechanisms of germination, pollination and dispersal of seeds are not known well enough yet. Distribution area of water chestnut is disjunctive, however the ways of its formation remain an open question. Some researchers separate dozens of species of *Trapa L.*, whereas others assume there are just many forms of *Trapa natans L.* That is why there is molecular genetics methods are required to answer the question about water chestnut taxonomy. We also note the necessity of preservation of local Russian populations of water chestnut, its introduction and aquafarming.

Key words: *Trapa natans*, water chestnut, water caltrop, habitat, population, species, introduction, Upkankul, Bilgilyar.