

Владимирская область  
Собинский район  
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Собинского района Дом детского творчества г. Собинки

**Исследовательская работа на тему:**

«Сравнительное исследование параметров популяций водяного  
ореха плавающего в водоемах техногенного и природного  
происхождения»

Выполнила обучающаяся НОУ  
«Экостарт» Жукова Лилия, 11 класс  
Руководитель работы: педагог  
дополнительного образования  
Копцева Алла Юрьевна

Собинка 2018

## Содержание:

	стр.
Введение	4
2. Материалы и оборудование, методики исследования	6
2.1. Методика изучения водоема	6
2.2. Учет количественных показателей популяций	6
3. Характеристика объекта исследования	7
4. Характеристика района исследования	9
5. Результаты исследования	11
5.1. Описание заводи Стойло и пруда-охладителя ТЭЦ	11
5.2. Наблюдения за сезонным развитием водяного ореха	12
5.3. Изучение плодовой продуктивности	14
5.4. Исследование морфометрических параметров популяций	15
5.5. Исследование фитоценоотических связей	17
5.6. Консортивные связи. Вредители водяного ореха	21
6. Выводы по итогам работы	23
Литература	24
Приложения	
Таблица 1. Изменение индекса формы листа	
Таблица 2. Потенциальная и реальная плодовая продуктивность водяного ореха в пруде-охладителе и Владимирской ТЭЦ	
Таблица 3. Морфометрические параметры орехов	
Таблица 4. Морфометрия розеток водяного ореха	

## Введение

Водяной орех плавающий — интереснейший представитель нашей флоры. Это растение было широко распространено в теплых водоемах третичного периода, о чем говорят многочисленные находки его остатков в древних отложениях. Водяной орех в большинстве регионов нашей страны встречается спорадически. Он тяготеет к стоячим и слабопроточным, преимущественно пойменным водоемам, хорошо прогреваемым солнцем и не подверженным холодным ветрам и сильному волнению (Матвеев, Шилов, 1996).

Вследствие изменения погодно-климатических условий, синантропизации водоемов, их обмеления и загрязнения, неумеренного сбора плодов человеком, истребления агентов их расселения и некоторых других причин, водяной орех на обширных территориях исчезает, в связи с чем он включен в Красные книги большинства стран, на территории которых отмечено его произрастание (Красная книга РФ, 1986).

Как известно, в настоящее время первый этап в охране генофонда (инвентаризация редких и исчезающих видов растений) в основном завершен. На новом этапе важно организовать практическую и действенную их охрану. Для этого необходимо детально изучить биологию и экологию исчезающих растений, особенности их воспроизводства и распространения. Несмотря на огромное количество отечественной и иностранной литературы, до настоящего времени все еще недостаточно изучены биология и экология водяного ореха, его болезни и вредители, консортивные связи и тд. Все это затрудняет организацию эффективной, научно-обоснованной охраны этого интереснейшего представителя флоры наших водоемов.

И в настоящее время, водяной орех привлекает пристальное внимание многих ботаников. Он изучается почти во всех областях своего обитания. Водяной орех является своеобразной биологической моделью для изучения многих ботанических проблем. Поэтому обобщение всех накопленных о нем сведений имеет большое значение и позволит ускорить решение проблемы рационального использования и охраны этого важного для человека вида.

Водяной орех – растение, до 2008 года охранявшееся на федеральном уровне. Сейчас вид охраняется на уровне регионов. Он внесен в 15 региональных Красных книг РФ. В том числе и во Владимирской области (Красная книга ВО, 2008).

Уже на протяжении 20 лет работники Собинского Центра туризма (ныне ДДТ) ведут мониторинг природных популяций чилима в пределах нашего района. Узнав о том, что на территории МО г. Владимир на пруде-охладителе ТЭЦ сформировалась устойчивая популяция этого охраняемого вида, мы решили провести сравнительное изучение параметров на водоемах,

определить разброс реакций этого растения на разные условия в пределах одного региона.

**Целью** данной исследовательской работы является изучение морфометрических и фитоценологических параметров популяций водяного ореха плавающего, имеющих техногенное и природное происхождение.

Достигнуть поставленной цели решено через решение следующих **Задач**:

- 1) наблюдение за сезонным развитием вида;
- 2) выявление зависимости между морфометрическими параметрами розеток и плодовой продуктивностью от температурных характеристик водоемов;
- 3) фитоценологические исследования популяций рогульника плавающего, определение его конкурентоспособности;
- 4) определение консортивных связей водяного ореха в обоих водоемах.

## **2. Материалы и оборудование**

1. Измерение морфометрических параметров водоемов (глубина) проводилось с использованием метра, рулетки, GPS-навигатора.
2. Описание флоры проводилось методом сплошной инвентаризации. Описание водной растительности и параметров популяций водяного ореха производилось с применением резиновой лодки и линейки.
3. Измерение параметров популяции проводилось с резиновой лодки, с использованием рулетки и GPS-навигатора.
4. Измерения температуры воды проводились лабораторным термометром.
5. При статистическом анализе результатов морфометрических измерений семян использовались электронные таблицы, стандартный пакет программ Microsoft Office Excel - BIOSTAT.

### **2.1. Методика изучения водоема**

При изучении водоема детально изучаются факторы абиотической среды водоема, такие как его глубина, прозрачность воды, проточность, наличие взвешенных частиц, температура, химизм, а также донные отложения и почвы побережий. Собираются интересные сведения о происхождении водоема, его морфометрии, колебаниях уровня воды. При полевых исследованиях, если есть лодка, в наиболее типичных частях водоемов закладываются поперечные профили с целью выяснения закономерностей распределения отдельных группировок в зависимости от глубины воды. Кроме того, составляется план водоема с обозначением на нем контуров растительных группировок (Садчиков, Кудряшов, 2004).

Если размер группировки меньше, то она описывается целиком. Площадки для описания размещаются по зонам растительности водоема. На описываемых участках отмечаются общее проективное покрытие и обилие каждого вида. Оценка степени проективного покрытия производится глазомерно и выражается в процентах. С целью изучения характера размещения отдельных видов внутри фитоценозов, их ярусности вычерчиваются вертикальные и горизонтальные проекции. Для каждого вида отмечается его фенофаза (Белавская, 1975).

### **2.2. Учет количественных показателей популяций**

Учет количества водяного ореха на заводи Стойло проводился методом сплошного пересчета. За 1 экземпляр принимались все розетки, выросшие от одного ореха, учет розеток плавающих листьев проводился с подразделением на материнские и дочерние розетки. Количественный учет розеток осуществлялся в конце второй декады августа. Согласно общепринятой методике (Бейдеман, 1960) осуществлялись фенологические наблюдения за ходом развития. Для определения семенной продуктивности водяного ореха мы пользовались методикой Т.А. Работнова (1969) в модификации И.В. Вайнагий (1974). За единицу продуктивности принимались образовавшиеся генеративные побеги и плоды.

### 3. Характеристика объекта исследования

Водяной орех плавающий (*Trapa natans*) - растение семейства Дербенниковые.

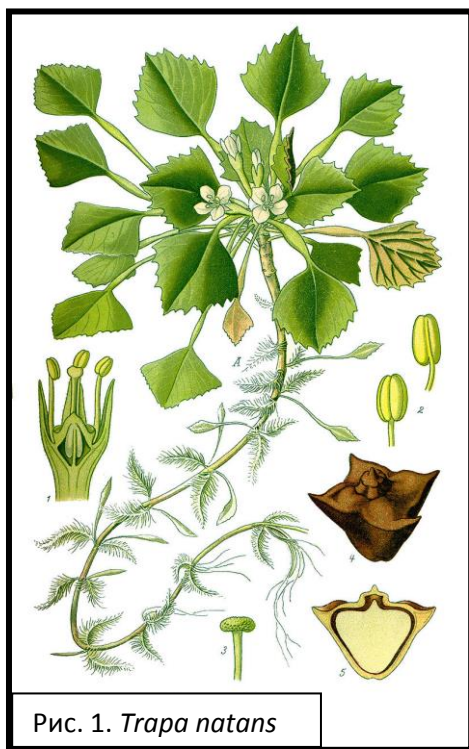


Рис. 1. *Trapa natans*

Имеет весьма обширный ареал, в пределах которого он представлен многими видами, отличающимися друг от друга формой и размерами плодов, цветков, листьев и характером опушения (Матвеев, Шилов, 1996).

Стебель его тонкий, чаще ветвистый, до 150-200 см и более длиной. Длина стеблей водяного ореха зависит от глубины водоема и других факторов. В благоприятных условиях может достигать 4-8 м.

Листья водяного ореха довольно разнообразны по своему строению. Листья, плавающие на поверхности воды, собраны в розетку. По виду они отдаленно напоминают листья березы. Листовая пластинка кожистая, ромбическая, с крупнозубчатыми краями. Длинные черешки по мере увеличения веса плодов утолщаются за счет сильного развития воздухоносных полостей, образуя своеобразные поплавки.

Корневая система водяного ореха долго была предметом дискуссий. Как известно, при основании рано опадающих подводных листьев находятся особые образования зеленого цвета, напоминающие придаточные корни В.Н. Васильев (1950) и П.М. Жуковский (1982) считают их прилистниками; А.А. Флеров (1962) – корнями; Д.Н. Доброчаева (1987) – ассимилирующими придаточными корнями; А.Ф. Флеров (1910) – листьями.

В нижней части стебля развиваются настоящие корни, с помощью которых растение прикрепляется на дне водоема.

Цветки у водяного ореха пазушные, мелкие, белые, или розоватые, слегка приподнимающиеся над поверхностью воды. Цветок имеет 4 отдельные чашелистика, 4 лепестка и 4 тычинки, один пестик. Завязь полунижняя, двугнездная, так как одно из гнезд стерильно, то плод формируется односемянным. При созревании доли чашечки одревесневают и превращаются в роговидные шипы - гарпунчики, которыми плод закрепляется в грунте. Скульптура плодов водяного ореха является защитой от поедания их животными. Плодов образуется немного, они довольно массивны и мало удобны для расселения. После созревания плод оседает на дно и закрепляется в грунт. Впоследствии наряду с корнями плод удерживает развившееся из семени растение на постоянном месте.

Водяной орех – одно из немногих водных растений, размножающихся только семенным путем. В условиях укороченного вегетационного периода, недостаточной освещенности, резкого колебания уровня воды вегетативное размножение стало важнейшим условием выживания и успеха в конкурентной борьбе за существование среди гидрофитов. Одним из первых на эту причину вымирания водяного ореха обратил внимание А.В. Цингер (1951), сравнив при этом успех элодеи канадской, эффективно размножающейся вегетативным путем, в освоении европейских водоемов с отступлением водяного ореха.

Краткий физико-географический обзор водоемов с водяным орехом показывает, что в основном он распространен в притеррасных поймах, близ болотистых местностей. Так, в пойме р.Клязьмы большинство из 33 озер с водяным орехом расположено в непосредственной близости к Мещерской или Балахнинской низменности (В.И.Матвеев, М.П. Шилов, 1996)

Видовое разнообразие водяного ореха до сих пор является предметом научных дискуссий. Некоторые из них считают, что встречается около 15 видов чилима, образующих много форм, другие принимают их за самостоятельные виды (в этом случае насчитывают 30—50 видов, а с ископаемыми — до 100).



Фото 1. Внешний вид розетки водяного ореха  
заводь Стойло 29.06.18



Фото 2. Плоды водяного ореха  
заводь Стойло 12.09.09

#### 4. Характеристика района исследования.

Собинский район относится к шестому гидрогеологическому району Московского бассейна. Здесь широко распространены воды четвертичных и древнеаллювиальных песков. Климат - умеренно-континентальный с умеренно теплым летом и холодной многоснежной зимой, относительно короткой весной и облачной, часто дождливой осенью. Вегетационный период длится 150 дней. В среднем за год выпадает 650-700 мм осадков. В районе преобладают ветры южного и юго-западного направления.

Основной водной артерией Собинского района является р. Клязьма. Ширина долины достигает 3-5 км, профиль ее асимметричен - левобережная часть выше правобережной. Долина Клязьмы имеет две надпойменные террасы и четко выраженную пойму. Ширина поймы у г. Собинка 1,5-2 км представляет собой заболоченную низменность, поросшую травянистой и кустарниковой растительностью. Глубина затопления в половодье 3-4 м. Ширина русла Клязьмы в среднем 60-80 м, глубина от нескольких десятков см до 4 м на плесах. Продолжительность весеннего половодья примерно 36 дней.

Завод Стойло расположена в притеррасной пойме правого берега р.Клязьмы, в 1 км. восточнее восточной окраины г. Собинка.



Фото 3. Внешний вид заводи Стойло с восточного берега



Фото 4 Фрагмент космоснимка

Владимирская ТЭЦ-2 входит в состав ПАО «Т-Плюс». Ее главная функция - это выработка и распределение энергии для города Владимира, 80% которой уходит на потребление теплоэнергии и 40% на потребление электрической.

Возведение Владимирской ТЭЦ-2 началось в 1958 году, а в 1962 году была утверждена первая очередь станции. В это же время, строительством запруды на р. Рпень, был образован пруд-охладитель. Сооружение состоит из двух железобетонных дымовых труб высотой 150 метров и двух гиперболических градирен.



Фото 5. Внешний вид пруда-охладителя



Фото 6. Фрагмент космоснимка

Благодаря технологическим особенностям производства теплоэнергии, необходимо большое количество воды для охлаждения нагретой циркуляционной воды в системах оборотного водоснабжения. Поэтому температура воды в пруде - охладителе даже зимой не опускается ниже 10 градусов, пруд не замерзает.

По результатам наших измерений, разница температуры воды в пруде-охладителе ТЭЦ с природными водоемами нашего региона составляет 6-7 градусов.

## **5. Результаты исследования.**

### **5.1. Описание заводи Стойло.**

Заводь вытянута с востока на запад. Наибольшая длина 150 м, ширина 50 м. Восточная, устьевая часть заводи узкая, шириной в 3-5 м, мелкой протокой соединяется с р. Клязьмой. Проход на лодке в заводь затруднен. Протока илистая, проходима лишь в болотных сапогах. Устьевая часть заводи отделена от р.Клязьма невысоким валом шириной 10 м. Первая надпойменная терраса, вдоль которой вытянута заводь Стойло, покрыта сосновым лесом. На склонах этой террасы растут сосна, вяз гладкий, ольха черная, в подлеске смородина черная и ива пепельная. Ольхи здесь старовозрастные, достигают 160 см в обхвате. Берега заводи в основном суглинистые. Северный и северо-западный берега открытые, кочкарниковые, поросли осоками острой и водяной, южный и юго-восточный отлогие, поросли ольхой черной, березой пушистой, вязом гладким и ивой пепельной в подлеске. Низкая осоково-кочкарниковая прибрежная полоса местами покрыта ивняками (ивы пепельная, трехтычинковая и остролистная), более возвышенная - древесной растительностью. На 30% берега заболоченные и на 70% кочкарниковые; на 75% заросли травянистой, на 25% древесной растительностью. На склонах южного берега имеются многочисленные фронтальные выходы сильно ожелезненных грунтовых вод. С северной стороны заводи расположено пастбище. Прибрежные заросли осок стравлены скотом.

Заводь довольно интенсивно зарастает прибрежной и водной растительностью. Западная часть заводи чистая, лишь местами водная гладь покрыта кубышкой и кувшинкой.

Среди прибрежно-водных растений доминируют осока острая, полевица побегообразующая и лютик ползучий. Очень обычны: аир болотный (численность его за последние 20 лет заметно увеличилась), вех ядовитый, вербейник обыкновенный, почечуйник перечный, дербенник иволистный, двукисточник тростниковидный, ежеголовник всплывающий (образует округлые заросли), зюзник европейский, крапива двудомная, кипрей болотный, лапчатка гусиная, мята полевая, мятлик болотный, осока водяная, подмаренник болотный, стрелолист обыкновенный, хвощ речной, частуха подорожниковая, шлемник обыкновенный и череда трехраздельная. Изредка и довольно часто встречаются вероника длиннолистная, наземная форма почечуйника земноводного, ежеголовник прямой, жерушник земноводный, камыш лесной, лабазник вязолистный, леерсия рисовидная, манник большой, омежник водяной, норичник шишковатый, поручейник широколистный, повой призаборный, кочедыжник женский, сусак зонтичный, сушеница топяная, череда поникшая и щавель конский. Из редких растений отмечен касатик ложноаирный (или водяной). Из заносных растений встречается череда олиственная. Среди плавающих водных растений преобладают кубышка желтая, кувшинка белоснежная, довольно часто встречаются водяной орех, многокоренник обыкновенный, ряска малая, рдест

плавающий, изредка - водокрас, телорез. Из погруженных растений доминирует элодея канадская и роголистник темнозеленый, обычны рдест пронзеннолистный, ряска трехдольная, изредка встречается рдест курчавый.

Заводь имеет большое научное значение, как место обитания водяного ореха и заслуживает особой охраны в качестве памятника природы. Она является также популярным местом любительского рыболовства. В заводи обитают щука, окунь, караси, линь, язь, лещ, ерш, судак, налим и плотва.

## ***5.2. Наблюдения за сезонным развитием водяного ореха.***

Мы не первый год занимаемся наблюдением за циклом развития водяного ореха в течение вегетационного периода. И уже давно установили, что в годы с ранним и дружным летом чилим выбрасывает розетки на поверхность воды уже в 10-15 числах июня. В 2016 г. мы при проведении обследования заводи Стойло поймали в сачок 15 мая несколько орехов с проросшей семядолей. Массовый выход розеток в тот год мы отметили 12-13 июня. Получается, что при глубине залегания орехов 70-80 см от поверхности водоема развитие от начала прорастания семядоли до появления розеток на поверхности, т.е. подводный этап развития чилима, длится около месяца.



Фото 7. Прорастающие орехи чилима  
15.05.2016



Фото 8. Прорастающие розетки чилима  
19.06.2018

Лето 2018 года в первой половине июня было холодным, отставало от климатической нормы в целом на 3,2°C. 12 июня температура воды составляла всего 15°C, розеток еще не было (как это бывало раньше). Первые розетки на поверхности воды отмечены 19 июня, когда температура воды составила 16°C.

Появление бутонов произошло через 10-11 дней после выхода розеток на поверхность. Начало цветения пришлось на 5 июля, массовое цветение с 15 июля и продолжалось в августе-сентябре; бутонизация длилась 25-30 дней.

В заводи Стойло цветение водяного ореха летом 2018 началось в среднем на 7-8 дней позже аналогичного показателя в пруде-охладителе. Однако цветение длилось дольше – в первой декаде сентября на ТЭЦ цветение не отмечалось, на

заводи Стойло замечено 2 случая. Такое позднее цветение говорит о том, что это растение приспособлено к продолжительному вегетационному периоду, более теплому климату.

Также нами было зафиксировано, что цветение отдельно взятого цветка длится очень короткое время, по-видимому, 1 день. В большинстве случаев цветоножки загибаются в воду уже к концу того же дня, после начинается завязь орехов, длительность созревания которых составляет около полутора месяцев. Впоследствии плод отрывается от плодоножки и опускается на дно водоема.

Завязывание плодов происходит с конца второй декады июля, и их дальнейшее развитие продолжается до второй декады сентября. А уже в третьей декаде того же месяца, зрелые орехи начинают отпадать от розеток. Растения распадаются во второй половине сентября, имея еще достаточно много не созревших плодов.

Начало осенней раскраски листьев приходится на 20-25 августа, когда температура воды снизится ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ . Массовая раскраска листьев наблюдается с 30 августа по 10 сентября. Начало распада розеток происходит с 26 августа по 10 сентября. В среднем надводное развитие водяного ореха длится около 95 дней. Общая длительность вегетационного периода от 127 до 144 дней.



Фото 9. Осенняя раскраска розеток водяного ореха



Фото 10. Распадающиеся розетки



Фото 11. Стебель чилима после опадения листьев и плодов



Фото 12. Отпавшие орехи

Нами отмечено, что первыми стали краснеть самые крупные, материнские розетки. Розетки 2-3 порядков продолжали свое развитие в целом на 7-10 дней дольше. Однако орехи в большинстве случаев на них уже не вызревают.

Интересен тот факт, что, не смотря на повышенную температуру воды, листья водяного ореха на пруде-охладителе ТЭЦ стали краснеть даже немного раньше, чем в природном водоеме. Т.е процесс разрушения хлорофилла запускается, по-видимому, не перепадом температур, как отмечено в литературных источниках (Матвеев, Шилов, 1996), а изменением длины светового дня.

### ***5.3. Плодовая продуктивность.***

Чаще всего плод рогульника называют орехом. В определителе «Флора средней полосы европейской части России» Маевского (2014) он назван односемянной костянкой.

Зрелые плоды развиваются в основном на материнских розетках. На розетках второго и последующих порядков плоды обычно недоразвиты.

Показатель потенциальной семенной продуктивности (ПСП), для чилима несколько выше реальной семенной продуктивности (РСП). Это обусловлено тем, что период цветения рогульника плавающего занимает большой промежуток времени. Поэтому на одной и той же розетке находятся плоды на разных стадиях созревания, включая окончательно зрелые и только формирующиеся, из-за этого плоды, которые поздно завязались, не достигают окончательной стадии созревания.

Абиотические экологические факторы проявляют наибольшее влияние на величину семенной продуктивности, и главную роль играет температура окружающей среды. Более высокая потенциальная и реальная семенная продуктивность определена у водяного ореха на пруде-охладителе Владимирской ТЭЦ – в среднем на материнских розетках у него завязывалось 12,56 плодов, из них примерно 40% успело вызреть. На дочерних потенциальная ПП закладывалась в пределах 8,76 шт. орехов, вызревали лишь единичные экземпляры.

За заводи Стойло в среднем на материнских розетках закладывалось 8,20 завязей, вызрели только 14%. На дочерних розетках закладывалось по 6,7 завязей, орехи на них не вызревали.

После опадения орехов нами были собраны по 10 шт. в каждом водоеме и проведены их обмеры по 5 показателям (рис.2).

Из морфометрических данных (табл.3) следует, что плоды ореха, выросшего на пруде-охладителе больше по массе и крупнее по линейным размерам, скульптура у них выражена четче.

По мнению Н.Н. Цвелева (1993 г.) плоды со слабой скульптурой и тонкими рогами формируются в более суровых климатических условиях. В годы с холодным летом плодов образуется не только меньше, но и они сами оказываются более мелкими, с менее развитой скульптурой. Прошедшее лето не было сильно холодным, однако укороченный из-за позднего прорастания период вегетации все же сказался на развитии орехов. В заводи Стойло они мельче:



Фото 13. Орехи чилима с заводи Стойло

Фото 14. Орехи чилима с пруда-отстойника ТЭЦ

#### 5.4 Морфометрия растений

Листья, водяного ореха бывают двух видов. Погруженные листья, которые развиваются на стебле раньше поверхностных, располагаются супротивно, линейные. Опадают довольно быстро после того, как розетка «вышла» на поверхность воды. Плавающие на поверхности воды собраны в розетку. По виду они отдаленно напоминают листья березы. Листовая пластинка кожистая, ромбическая, с крупнозубчатыми краями. Их форма меняется в ходе сезонного развития – сначала они более широкие и короткие, по мере сезонного развития показатель длины по центральной жилке начинает немного преобладать над шириной листа.

Мы промерили за сезон более 500 растений, в том числе по показателям: ширина/длина внешнего листа.

В обеих популяциях формула листа в ходе онтогенетического развития меняется:

**Таблица 1. Изменения размеров внешнего листа розетки**

Форма Средние значения	Стойло			ТЭЦ		
	19.06	25.06	13.07	24.06	15.06	11.08
Длина листа (см)	1,7	1,95	3,23	2,95	3,2	4,08
Ширина листа (см)	1,87	2,26	4,02	3,97	4,11	4,89
Индекс формы листа	0,90	0,86	0,80	0,74	0,77	0,83

Стебель водяного ореха тонкий, чаще ветвистый, до 150-200 см и более длиной. Длина стеблей водяного ореха в значительной степени зависит от глубины водоема и других факторов. Мы заметили, что стебель имеет длину немного большую (на 10-20 см) чем глубина произрастания – по-видимому, это – запас, необходимый для «маневра» - например, чтобы иметь возможность не оторваться при сильном ветре, или волнах.

Длинные черешки листьев по мере увеличения веса плодов утолщаются за счет сильного развития воздухоносных полостей, образуя своеобразные поплавки. Плавательные пузыри не только поддерживают розетки на поверхности воды, но и регулируют положение их в поверхностном слое. Ночью, перед дождем и осенью розетки погружаются средней частью на 2-3 см в толщу воды. Глубокой осенью они погружаются даже на 5 см, при этом листья устанавливаются под углом почти в 45°, розетка приобретает чашевидную форму.

Считается, что плавательные пузыри развиваются в период плодоношения и нужны для того, чтобы удерживать розетки с тяжелыми орехами на поверхности воды (Матвеев, Шилов, 1996). Однако нами установлено отсутствие зависимости между количеством и массой орехов и степенью развития воздухоносных пузырей. Если заросли скучены, то аэренхимные зоны черешков листов иногда достигают очень значительных размеров, и практически не развивается, если розетка плавает на расстоянии. По-видимому, они скорее служат для газообмена, чем как поплавки.

Нами сделаны поперечные срезы через воздухоносные утолщения листьев, имеющих разную степень развитости полостей. Видно, что разница в диаметре черешка образуется не за счет увеличения количества воздухоносных ячеек, а за счет увеличения их размеров:

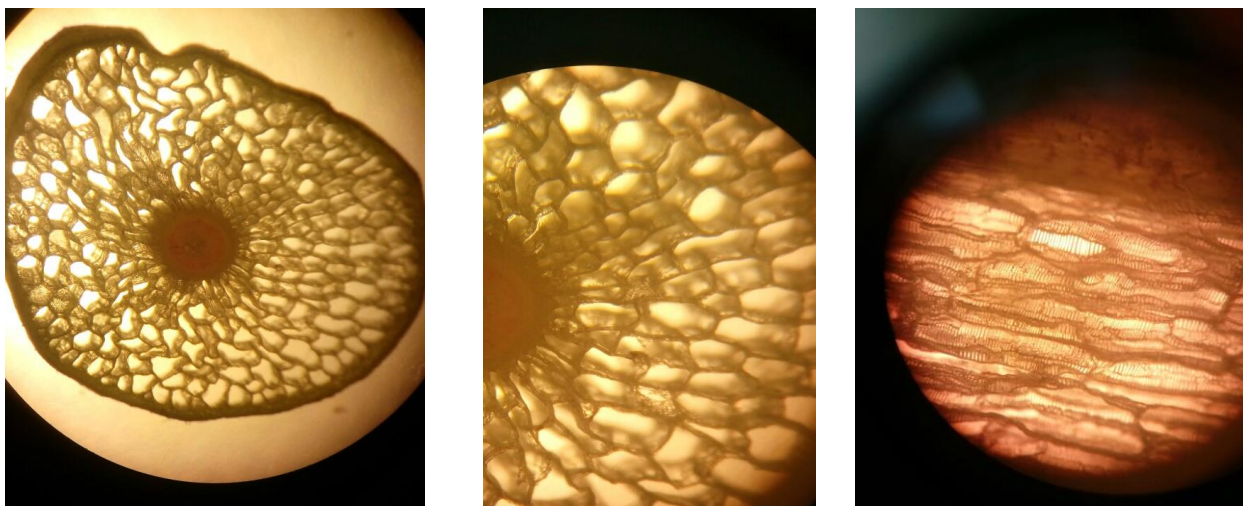


Фото 15. Поперечные и продольный срезы аэренхимы водяного ореха при увеличении x 40.

Для статистической характеристики популяций нами каждый раз обмерялись по 50 растений с каждой популяции водяного ореха по параметрам: диаметр розетки, количество листьев, длина внешнего листа розетки, ширина.

**Таблица 2. Статистические параметры растений**

Статистический параметр		Диаметр розетки						
		Стойло				ТЭЦ		
	Дата	19.06	25.06	13.07	16.08	24.06	15.07	11.08
	t воды °С	19	21	22	21	23	27	27
Среднее арифметическое		8,76	11,5	22,76	29,1	18,86	22,44	22,29
Стандартное отклонение		0,705516	0,7321	0,8734	0,6432	0,78643	0,6797	0,76543
Среднее отклонение		0,69273	0,6789	0,6123	0,7065	0,67890	0,7123	0,8006
		Кол-во листьев						
Среднее арифметическое		12,7	16,32	14,98		17,86	20,38	20,98
Стандартное отклонение		0,7321	0,8734	0,6432		0,7321	0,705516	0,7321
Среднее отклонение		0,6789	0,6123	0,7065		0,6789	0,69273	0,6789

В пруде-охладителе температура воды в среднем на 6-7 градусов превышала данный показатель в заводи Стойло. Результаты промеров розеток уже в первое измерение показывают статистически значимое различие по параметрам: диаметр розетки, величина самого внешнего листа, количество листочков. На ТЭЦ все эти параметры в первую половину вегетационного периода значимо превышали эти показатели по заводи Стойло.

Однако августовские промеры уже показывают незначимые различия по характеристикам развития вегетативных органов.

Наибольших размеров розетки листьев достигают в мелких прогреваемых зонах водоемов. В чистых зарослях водяного ореха сильно удлиняются листовые черешки, а в зарослях других растения нередко наблюдается общее увеличение его габитуса и, прежде всего, мощное утолщение черешков листьев и воздухоносных полостей в них.

### **5.5 Фитоценология**

По нашим данным, чаще всего водяной орех встречается на глубине от 40 до 120 см, массовые заросли образует на глубине 80-120 см.

Нередко, особенно при доминировании и содоминировании, водяной орех встречается и на песчаном грунте. Но массовые заросли с проективным покрытием более 50% образуются на илистых грунтах. На хорошо прогреваемых мелководьях обычно образуется больше розеток, чем на глубоких местах.

Для фитоценотической характеристики водяного ореха нами было заложено 20 площадок размером 2x2 м в его зарослях или с его присутствием в сообществах других видов водных растений.

Некоторые авторы (Добрчаева, 1982 и др.) одной из причин исчезновения водяного ореха считают его слабую конкурентную способность по отношению к другим видам гидрофитов.

На наш взгляд, фактор конкуренции не является однозначным. По нашим наблюдениям, во Владимирской области именно в зарослях водных растений, где водяной орех укрывается от ветров, он нередко развивает наиболее жизнеспособные розетки листьев. Высокая конкурентная способность водяного ореха на наш взгляд доказывается его реликтовостью - он сохранился в наших озерах при неблагоприятных для него климатических условиях и антрополических воздействиях.

В качестве содоминанта водяной орех был найден в сообществе большинства водных растений. В зарослях с доминированием водяного ореха нами было обнаружено лишь 14 видов растений, при этом их обилие в его зарослях иногда резко падает. Присутствие в плотных зарослях водяного ореха сравнительно небольшого числа водных растений говорит о том, что он является достаточно сильным конкурентом.

Чем сильнее конкурентная способность растения, тем меньшее число видов уживается в его зарослях. Сравнивая приведенные цифры, придется заключить, что водяной орех более конкурентоспособен, нежели кубышка, несмотря на то, что в литературе высказывается противоположная точка зрения. Более сильное в конкурентном отношении растение должно встречаться в большом количестве ценозов и быть менее «терпимым» к другим растениям.

Это можно выразить формулой:

$$K=a/v,$$

где  $K$  — индекс конкурентности исследуемого растения;

$v$  — количество видов растений, присутствующих в зарослях исследуемого растения, когда оно доминирует;

$a$  — количество присутствий исследуемого вида в зарослях других видов, когда они доминируют.

Очевидно, чем больше  $a$  и меньше  $v$ , тем больше индекс конкурентной способности вида.

Для водяного ореха он составит (по нашим материалам):

$$K=11/14=0,80;$$

для кубышки:

$$K=13/26=0,50.$$

Еще одно наблюдение, говорящее в пользу высокой конкурентности водяного ореха. В начале лета водяной орех на пруде-охладителе располагался отдельными зигзагообразными лентами и пятнами, промежутки между которыми были заполнены рдестом гребенчатым. Затем чилим постепенно смыкался и в августе полностью затягивал всю водную поверхность, так что рдест становился незаметным и в силу конкуренции со стороны рогульника отмирал. На вытеснение водяным орехом рдестов и урутей указывает Б.А.Быков (1964).

Фитоценозы с участием водяного ореха описаны нами на 20 площадках (по 10 на каждом водоеме). В результате обработки данных, мы пришли к выводу, что он участвует в образовании 12 ассоциаций. Первым пяти ассоциациям дадим краткую статистическую характеристику, остальные только назовем в порядке уменьшения их встречаемости. Выделение ассоциаций проведено с использованием доминантного подхода.

#### *Nuohar lutea* + *Trapa natans*

Грунт илистый, реже песчаный, глубина — 90-140 см. Среднее проективное покрытие кубышки 10-30% (колеблется от 5 до 70 %) водяного ореха соответственно  $\pm 1$ ,  $\pm 20\%$ . Участвуют в ассоциации: многокоренник темно-зеленый, рдест пронзеннолистный, рдест плавающий, ряска трехдольная, хвощ речной.

#### *Trapa natans* + *Lemna minor*.

Участки ассоциации встречаются весьма часто. Глубина воды 60-120 см, грунт дна топкий, илистый. Общее проективное покрытие от 55 до 100%. Они особенно характерны для заводи Стойло. Ряска малая нередко заполняет все промежутки между листьями и розетками водяного ореха, образуя сплошной зеленый «ковер». Из сопутствующих видов отмечены многокоренник обыкновенный, рдест пронзеннолистный, и горец земноводный.

#### *Sagittaria sagittifolia* — *Trapa natans*

Грунт илистый, глубина — 30-80 см. Среднее проективное покрытие стрелолиста 30-60% (колеблется от 10 до 100%), водяного ореха соответственно  $\pm 10$  и  $\pm 30\%$ . Участвуют в ассоциации: сусак зонтичный, элодея канадская, ряска трехдольная, рдест пронзеннолистный, а многокоренник обыкновенный имеет проективное покрытие (ПП) до 80%.

#### *Eloдея canadensis* — *Trapa natans*

Грунт илистый, глубина 90-120 см. Среднее проективное покрытие элодеи 25-100% (колеблется от 5 до 100%), водяного ореха соответственно  $\pm 10$  и  $\pm 40\%$ . Принимают участие: хвощ речной, рдесты (сплоснутый и плавающий), ряска малая, роголистник погруженный, кубышка желтая, стрелолист, многокоренник обыкновенный.

*Potamogeton perfoliatus* — *Trapa natans*

Глубина 60-140 см, грунт — ил, редко — песок. Среднее проективное покрытие рдеста 10-35% (колеблется от 5 до 60%), водяного ореха соответственно  $\pm 10$  и  $\pm 15\%$ .

*Equisetum fluviatile* — *Trapa natans*

Грунт — ил, песок. Глубина 50-60 см. Среднее проективное покрытие хвоща 20-60% (колеблется от 20 до 80%), водяного ореха соответственно  $\pm 30$  и  $\pm 40\%$ .

Из более редких ассоциаций отмечены следующие:

7. *Trapa natans* + *Potamogeton natans*;
8. *Nymphaea Candida* + *Trapa natans*;
9. *Trapa natans* — *Ceratophyllum demersum*;
10. *Carex acuta* — *Trapa natans*;
11. *Stratiotes aloides* + *Trapa natans*;
12. *Typha angustifolia* — *Trapa natans*.

Примеры основных ассоциаций:



Фото 16. Кубышково-рясково-чилимовая

Фото 17. Чилимово-телорезовая ассоциация



Фото 18, 19, 20 Чилимово- урутевая, чилимово-роголистниковая и чилимо-ряковая ассоциации



Фото 21. Сусаково-чилимовая ассоциация



Фото 22. Рдесто-чилимовая ассоциация

### 5.6 Консортивные связи. Вредители водяного ореха.

Водяной орех связан с целым рядом насекомых, некоторые из которых, по-видимому, являются факультативными опылителями его цветков.

В связи с тем, что на территории наших исследований вредители водяного ореха никогда и никем не изучались, все сведения о них могут представлять определенный теоретический и практический интерес.

Вредители водяного ореха до настоящего времени изучены крайне слабо. К числу вредителей водяного ореха относят жука-листогрыза *Calerucella nymphaeae*, который откладывает бледно-желтые яички на листья этого растения. Из яичек развиваются личинки длиной около 5 мм. Они делают сплошные погрызы. Наибольшего развития жук достигает в конце июня.



Фото 23 и 24 Яйца и имаго *Calerucella nymphaeae*

Наши наблюдения показали, что уже с начала июля на заводи Стойло на плавающих листьях большинства розеток появляются многочисленные тли пепельно-серого цвета. Наибольшее количество их отмечалось в конце июля — начале августа. Резкое уменьшение тлей начинается с укорачиванием светового дня и наступлением осеннего ночного понижения температуры воздуха. В целом к концу сезона листовые пластинки водяного ореха с заводи Стойло оказались повреждены в гораздо большей степени, чем на пруде-охладителе ТЭЦ. По-видимому, либо повышенные температуры выходят за зону оптимума некоторых наших местных вредителей, либо в таких условиях сам орех имеет более стойкий иммунитет к поражению ими.

Большое количество моллюсков питается вегетативными органами чилима: катушки, прудовики.



Фото 25 Погрызы листьев водяного ореха моллюсками



Фото 26. Тля на листьях водяного ореха. Стойло, сентябрь 2018.

### **Выводы по итогам работы:**

1. Разные условия развития в водоемах техногенного и природного происхождения сказываются на скорости сезонного развития вида.
2. Повышенные значения температурного фактора приводят к ускоренному развитию вегетативных органов водяного ореха в первой половине вегетационного периода, повышению его потенциальной и реальной плодовой продуктивности. Однако к августу месяцу различия становятся статистически недостоверными.
3. В исследованных водоемах водяной орех образует 12 ассоциаций с другими высшими водными растениями. Водяной орех вопреки мнению, выраженному в большинстве литературных источников, является сильным конкурентом.
4. Рогольник образует большое количество консортивных связей, активно включен в биотические связи наших водоемов.

## Литература

1. Абросов В.Н. О видообразовании в озерах. М., 1987.
2. Белавская А.П. Высшая водная растительность // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
3. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений. Ботанический журнал. 1974.
4. Васильев В.Н. Таксономическое значение вегетативных и генеративных органов рода *Trapa* L.// Ботан. Материалы гербария Ботан. Института АН СССР, 1950.
5. Вахромеев И.В. Определитель сосудистых растений Владимирской области.
6. Доброчаева Д.М. *Trapaceae* //Определитель высших растений Украины. Киев, 1987.
7. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР: их флора и фауна. М., 1961.
8. Жуковский А.В. Ботаника. М., 1982.
9. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М., 1984. Т.2.
10. Красная книга РСФСР. Растения. М., 1988.
11. Красная книга Владимирской области. Владимир, 2008.
12. Кузнецов Н.И. О некоторых интересных озерах Владимирской губернии/ Труды Владимирского общества любителей естествознания. 1910 т.3 с.32-47
13. Ласуков Р.Ю. Обитатели водоемов: карманный определитель. М., 1999.
14. Маевский П.Ф. Флора европейской части России. Л,: 2014.
15. Матвеев В.И., Шилов М.П. Водяной орех. Самара, 1996.
16. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах. Полевая геоботаника. Т. 2. М.-Л. 1960. С. 20-40
17. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водной растительности. М., 2004.
18. Шилов М.П., Кужахметова Н.В., Копцева А.Ю. Озера Собинского района. Владимир, 2001.

Таблица 1. Изменение пропорций листа в ходе онтогенетического развития водяного ореха

Дата	24.06.2018	15.07.2018	11.08.2018
Средняя длина листа (см)	2,96	3,2	4,08
Средняя ширина листа (см)	3,98	4,11	4,89
Индекс формы	0,74	0,78	0,83

Таблица 2. Потенциальная и реальная плодовая продуктивность водяного ореха на заводи Стойло и пруде-охладителе ТЭЦ

Плодовая продуктивность	Стойло		ТЭЦ	
	материнские	дочерние	материнские	дочерние
Средняя потенциальная продуктивность (шт./экз.)	8,20	6,7	12,56	8,76
Средняя реальная продуктивность (шт./экз.)	1,26	-	5,3	0,51

Таблица 3. Морфометрические параметры плодов водяного ореха на заводи Стойло и пруде-охладителе ТЭЦ

Водоем	Средняя масса (г)	Средняя ширина (см)	Средняя высота (см)
Пруд-охладитель ТЭЦ	1,81	2,03	2,34
Заводь Стойло	1,32	2,28	2,16

## Морфометрические параметры розеток

24-25 июня 2018

Диаметр розетки		Кол-во листьев		Длина		Ширина	
Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ
t 3,9		t 1,9		t 7,9		t 4,3	
Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости	

13-15 июля 2018

Диаметр розетки		Кол-во листьев		Длина		Ширина	
Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ	Стойло	ТЭЦ
t 1,9		t 6,2		t 0,2		t 0,5	
Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости		Различия в зоне незначимости	

16-19 августа

Диаметр розетки	
Стойло	ТЭЦ
t 0,2	
Различия в зоне незначимости	

Ось значимости:

