

Московская гимназия на Юго-Западе №1543
Кафедра биологии

Сравнение интенсивности поедания листьев кувшинки и
кубышки на озере Молдино и на озере Глухом

Выполнили:
учащиеся 9 «Б» класса
Георгий Иванян
Соня Кокартис
Валерия Ткаченко

Научные руководители
Юрий Олегович Копылов-Гуськов
Полина Андреевна Волкова
Пётр Николаевич Петров

Введение

Кувшинка снежно-белая (*Nymphaea candida* L.), и кубышка желтая (*Nuphar lutea* L.) являются водными растениями с толстым горизонтальным корневищем. Листья их кожистые, мясистые, плавают на поверхности воды, различаются тем, что листья кубышки зеленоватые, вытянутой формы, а листья кувшинок с бордовым оттенком на оборотной стороне, более круглые. Цветки также различаются: у кувшинки они белые, в диаметре около 15 см, а у кубышки желтые, мельче, диаметром всего в 5-7 см.

Данные виды активно поедаются различными насекомыми: *Donacia crassipes* (Fabricius, 1775), *Donacia vulgaris* (Zschach, 1788), *Plateumaris sericea* (Linnaeus, 1761), *Galerucella nymphaeae* (Linnaeus, 1758), *Hydromyza livens* (Fabricius, 1794), *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus, 1761) (Database of insects and their food plants, 2014).

Однако растения выработали несколько способов защиты от поедания: механический и химический. Механический способ схож и заключается в том, что в листьях обоих видов есть склереиды (Барыкина, Чубатова, 2005). Химический же способ различается: в листьях кубышки синтезируются алкалоиды и фенольные соединения (Goodenough et al., 2005), в то время как в листьях кувшинки только фенольные соединения (Smolders et al., 2000).

Изучив интенсивности поедания этих двух видов, можно судить о мобильности популяций фитофагов, т.е. о способности конкретных видов насекомых передвигаться на дальние расстояния. Также эти сведения могут быть полезными для людей, занимающихся садово-парковым искусством.

Аналогичная работа уже проводилась в прошлом году на биостанции «Озеро Молдино» и было замечено, что листья кувшинки поедаются активнее листьев кубышки (Горбань, Аксенова, 2013). Однако наблюдения проводились только на озере Молдино, и из-за несовершенства методики не для всех листьев набор фотографий оказался полным. Еще не установлено, влияют ли заболоченность, расположение озера и расположение популяций на интенсивность поедания. Поэтому, было бы интересно продолжить исследование и сравнить несколько популяций, находящихся в разных условиях.

Цель и задачи

Цель

1) Сравнение интенсивности поедания листьев кувшинки и кубышки на озере Молдино и на озере Глухом

Задачи

1) Сравнить площадь повреждений листьев двух популяций кубышек (на озере Глухом и на озере Молдино)

2) Сравнить площадь повреждений листьев кувшинки и кубышки

3) Усовершенствовать методику предыдущей группы исследователей.

Материалы и методы

Исследование проходило в период с 30 июня по 7 июля 2014 года в Тверской области, Удомельском районе, в окрестностях деревни Полукарпово. Выполняя эту работу, мы взяли за основу методику 2013 года. (Аксенова, Горбань, 2013).

Мы изучали две популяции кубышек (на озере Молдино и на озере Глухом) и одну популяцию кувшинок (на озере Молдино).

На каждое озеро мы ходили один раз в день: на Молдино около 9:30, а на Глухое около 18:30. Мы подплывали к каждому выбранному листу и фотографировали его строго сверху несколько раз. Серии фотографий листов мы разделяли фотографией бутылки с номером, что в дальнейшем помогало нам при сортировке фотографий.

В заливе западной части озера Молдино мы выбрали по 20 листьев каждого вида. На озере Глухом мы выбрали 20 листьев кубышки. К каждому выбранному листу была прикреплена пластиковая бутылка с индивидуальным номером. Бутылки служили поплавками, по которым мы с легкостью находили нужный нам лист во время снятия данных. Для того чтобы не утратить номер листа, он был продублирован: заламинированная (заклеенная с двух сторон скотчем) этикетка с номером лежала внутри, а вторая этикетка с номером была приклеена скотчем к бутылке. В ходе исследования мы поняли, что наружную этикетку лучше всего писать мягким карандашом, так как маркер, тушь, ручка и т.д. легко размывались водой, в отличие от карандаша. К листьям бутылки мы прикрепили заранее сделанной нисходящей петлей, которую легко затянуть.

Но, к сожалению, в ходе эксперимента две бутылки все же сорвались, №20 и №52, в результате чего набор фотографий для них оказался неполным. Для №20 данные были собраны с 31.06.2014 по 03.07.2014, а для №52 с 31.06.2014 по 01.07.2014 и с 03.07.2014 по

04.07.2014. Также, фотографии некоторых листьев с озера Молдино были сделаны не под прямым углом, вследствие чего не были нами обработаны.

Также, мы вырезали мерный отрезок размером 3 см × 1 см из пластиковой тарелки, который при фотографировании клали на лист, чтобы впоследствии можно было вычислить площадь погрызов в квадратных сантиметрах.

Сделав фотографии, мы обработали их в программе ImageJ. Для каждой фотографии мы находили общую площадь листа, после общую площадь повреждений и мерный отрезок, вычисляли процент съеденного, а затем и площадь погрызов в см². После, мы занесли данные в таблицу Microsoft Excel, где считали интенсивность поедания каждого листа. Вычисления проводились по формуле [площадь повреждений (см²) на настоящий момент] – [площадь повреждений (см²) на предыдущий момент]. Построение графиков и проведение статистических тестов проводились R (R Core Team, 2004).

При обработке данных мы пользовались тестом Краскела-Уоллиса для сравнения площади повреждений между популяциями, предварительно удалив явные выбросы (лист №22). Нами была посчитана ошибка метода: 30 фотографий (по десять штук из каждой серии) были измерены повторно.

Результаты

После измерения всех листьев нами был произведен замер ошибки метода, которая чаще всего была в пределах от 0 до 0,5 см² (см. рис. 1).

Нами были построены графики скорости поедания листа отдельно для каждого листа (рис. 2-4). Исходя из этих графиков, можно заключить, что площадь повреждений большинства листьев в процессе наблюдений не изменялась (или колебалась в пределах ошибки метода). Однако были листья, поедаемые заметно активнее (1, 2, 3, 5, 9, 22, 23, 31, 42, 60). Так как графики относительно равномерны, мы могли использовать для сравнения разницу между площадью повреждений в начальный и конечный момент времени.

Мы построили гистограммы распределения листьев по суммарной площади повреждений (рис. 5-7). Исходя из графика 7 видно, что кубышки с озера Глухое в основном поедались, однако и некоторая часть (чуть больше ¼) оставалась не поеденной. По графику 5 видно, что площадь повреждений кубышек с озера Молдино в большинстве случаев не увеличивалась, в отличие от кубышек глухого. Но при этом не поеденные листья кувшинки попадались чаще всех (рис. 6).

Также, мы построили графики сравнения активности поедания кубышки и кувшинки (рис. 8). Исходя из них, мы можем заключить, что кубышка и кувшинка поедаются примерно одинаково. Достоверных отличий нет (тест Краскела-Уоллиса p-value=0,7708).

С листьев кубышки и кувшинки нами были собраны различные фитофаги. Впоследствии мы их определили как *Donacia crassipes* и *Galerucella nymphaeae*.

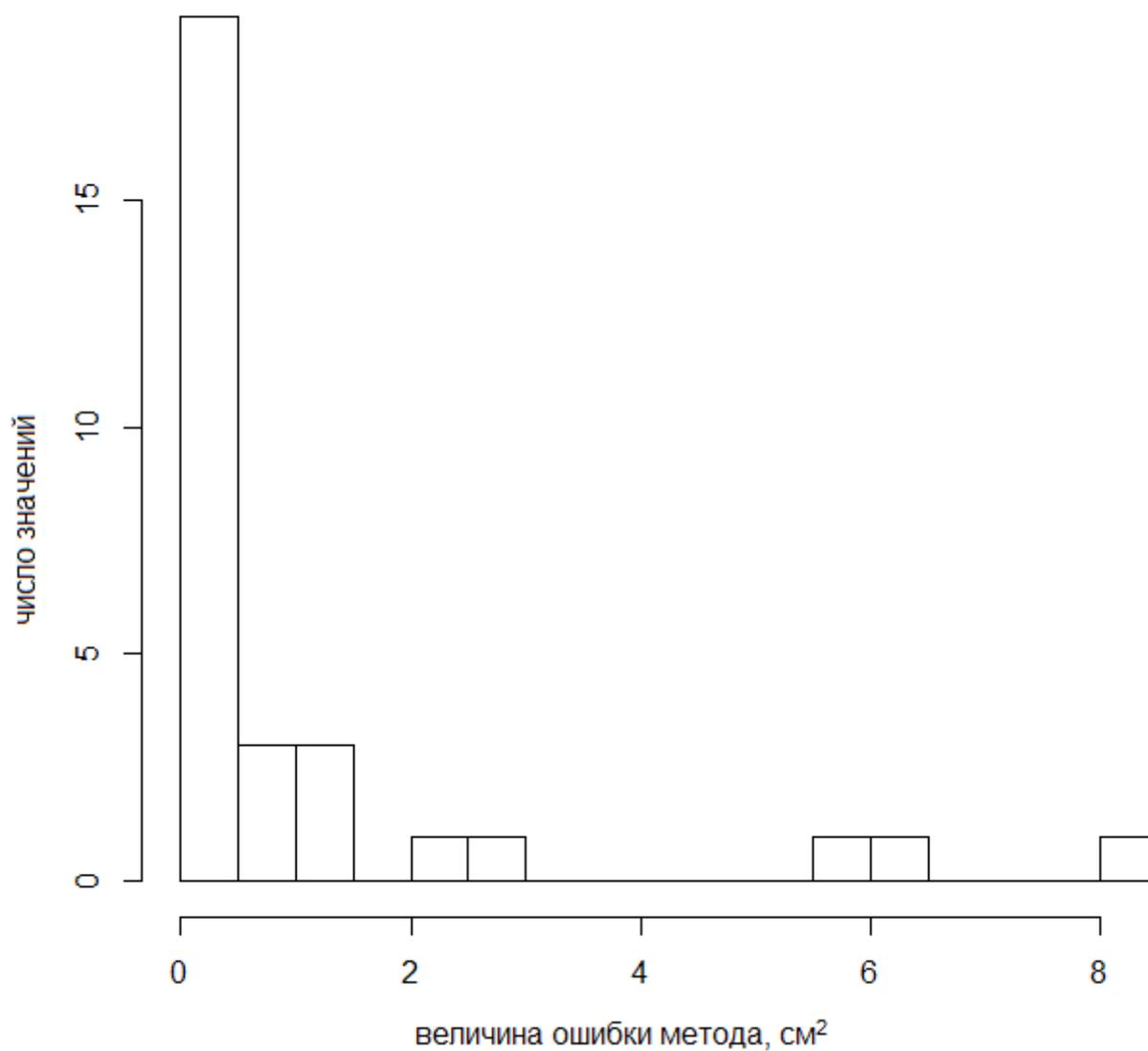


Рис. 1 График распределения ошибки метода

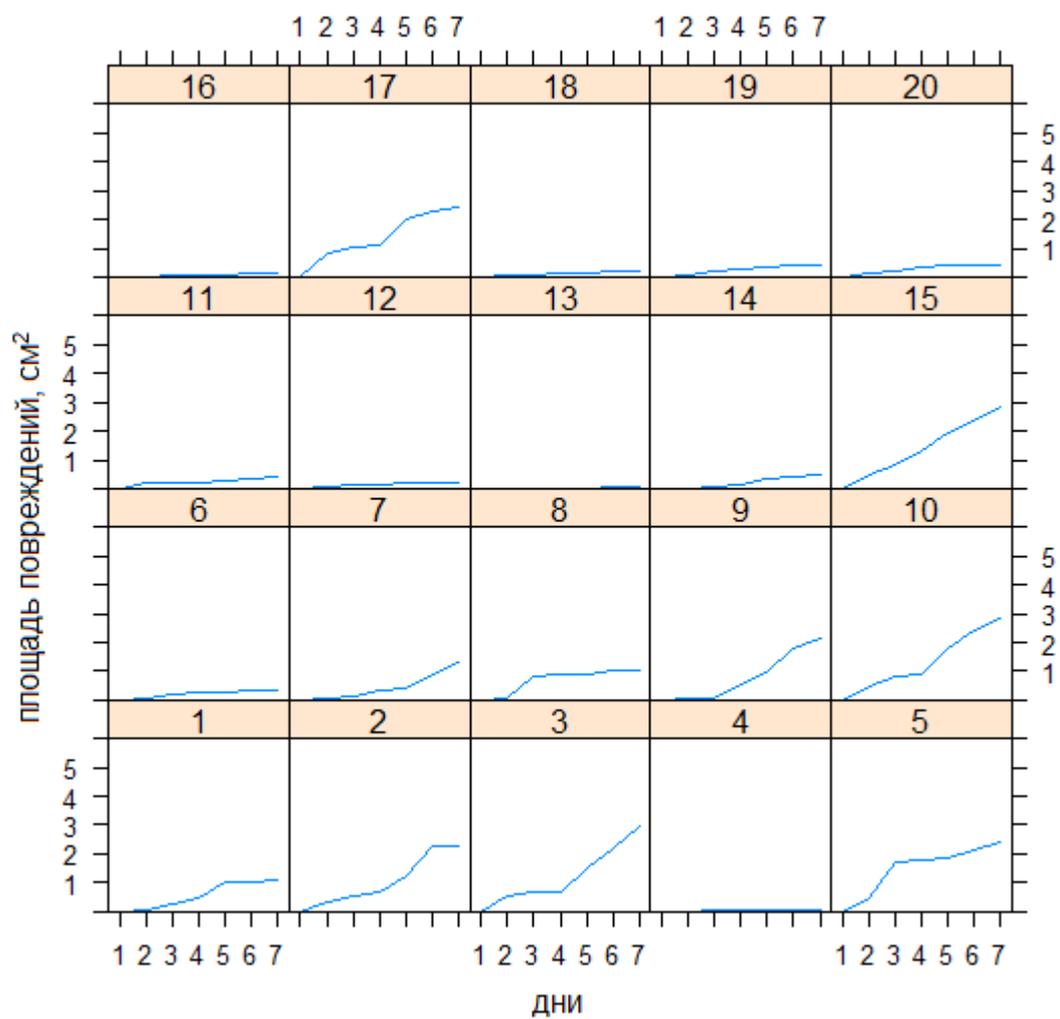


Рис. 2 Динамика площади повреждений листьев кубышки на озере Молдино (цифры над графиками указывают на номер листа)

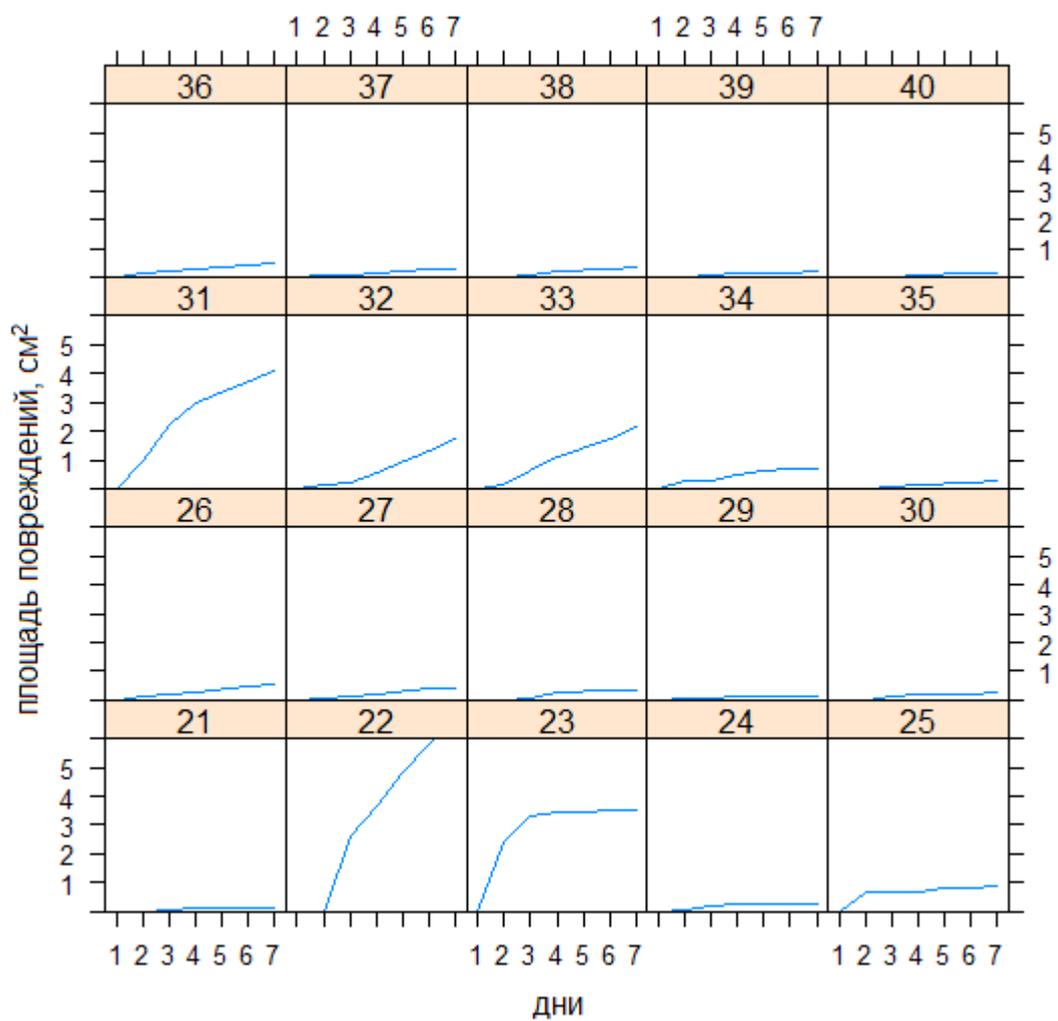


Рис. 3 Динамика площади повреждений листьев кувшинки на озере Молдино

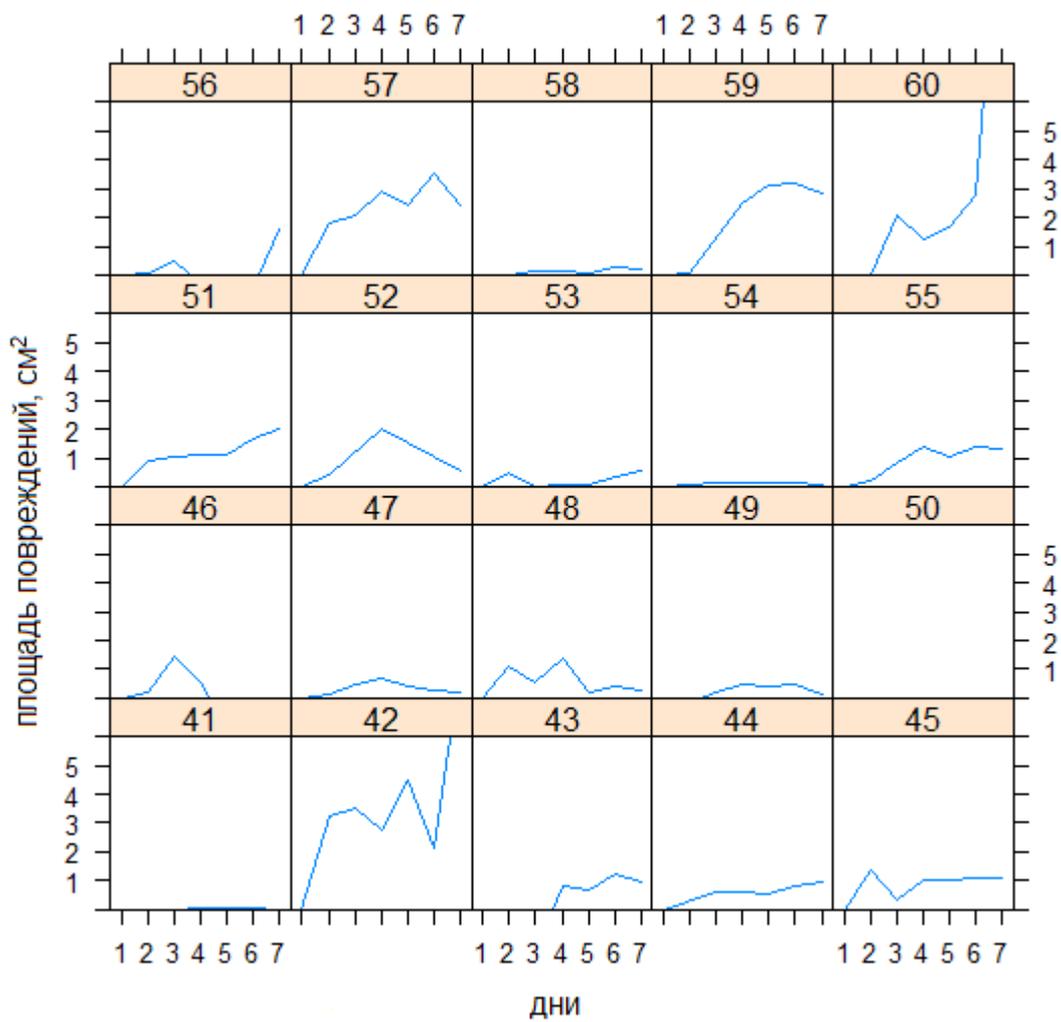


Рис. 4 Динамика площади повреждений листьев кубышки на озере Глухое (отрицательные значения объясняются ошибкой метода)

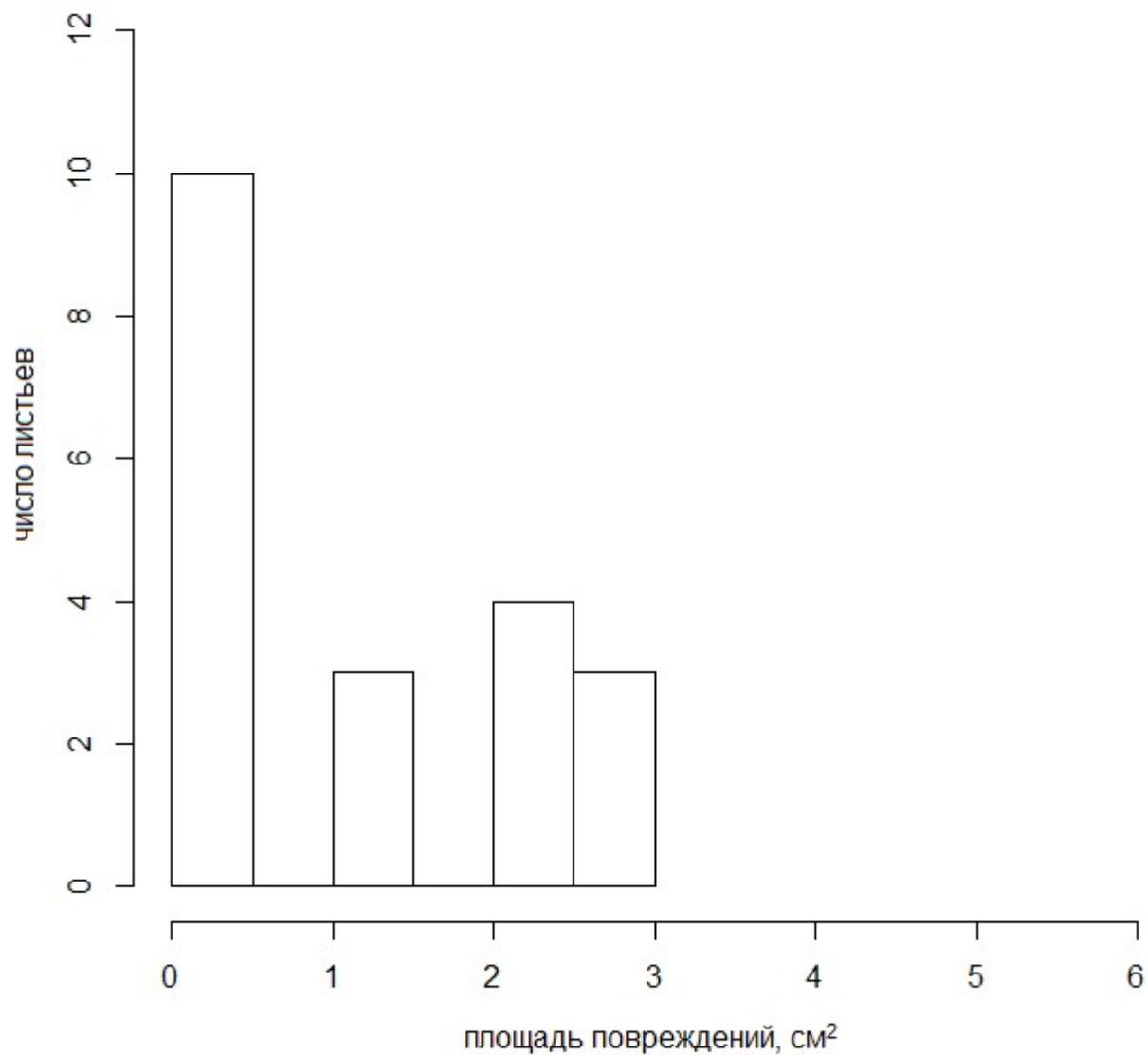


Рис. 5 Распределение листьев кубышки по суммарной площади повреждений (за период наблюдений) на озере Молдино

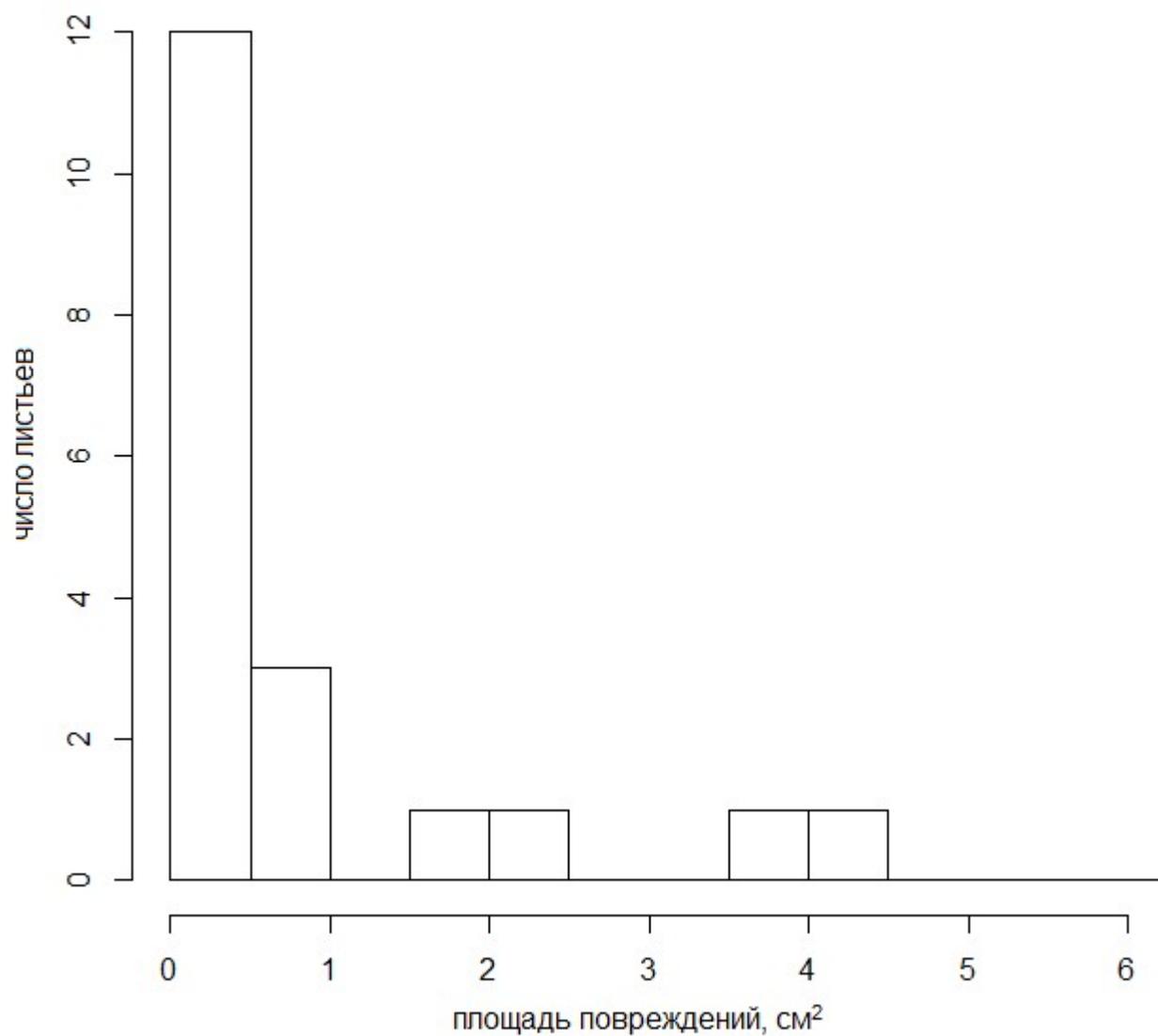


Рис. 6 Распределение листьев кувшинки по суммарной площади повреждений (за период наблюдений) на озере Молдино

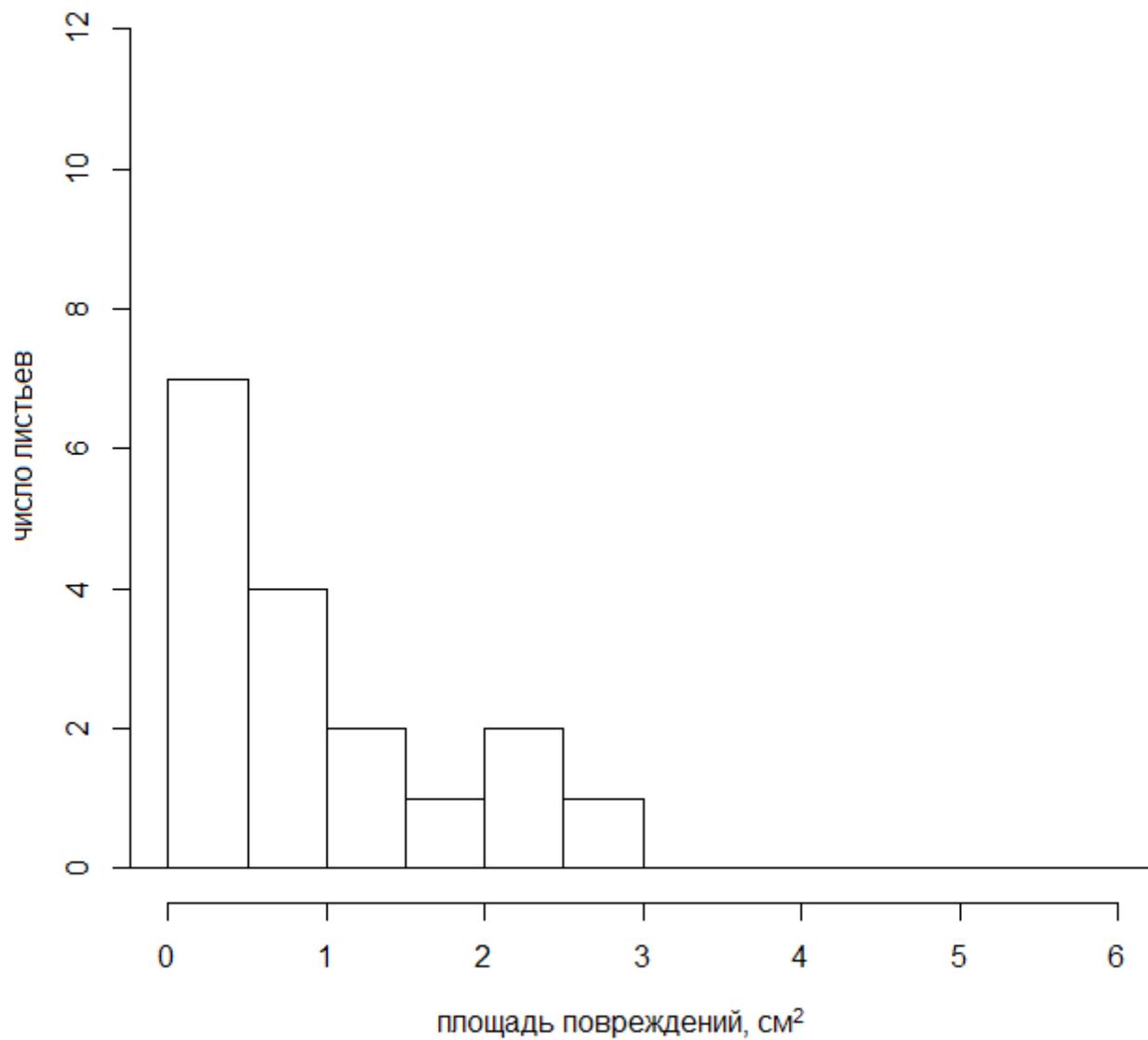


Рис. 7 Распределение листьев кубышки по суммарной площади повреждений (за период наблюдений) на озере Глухом

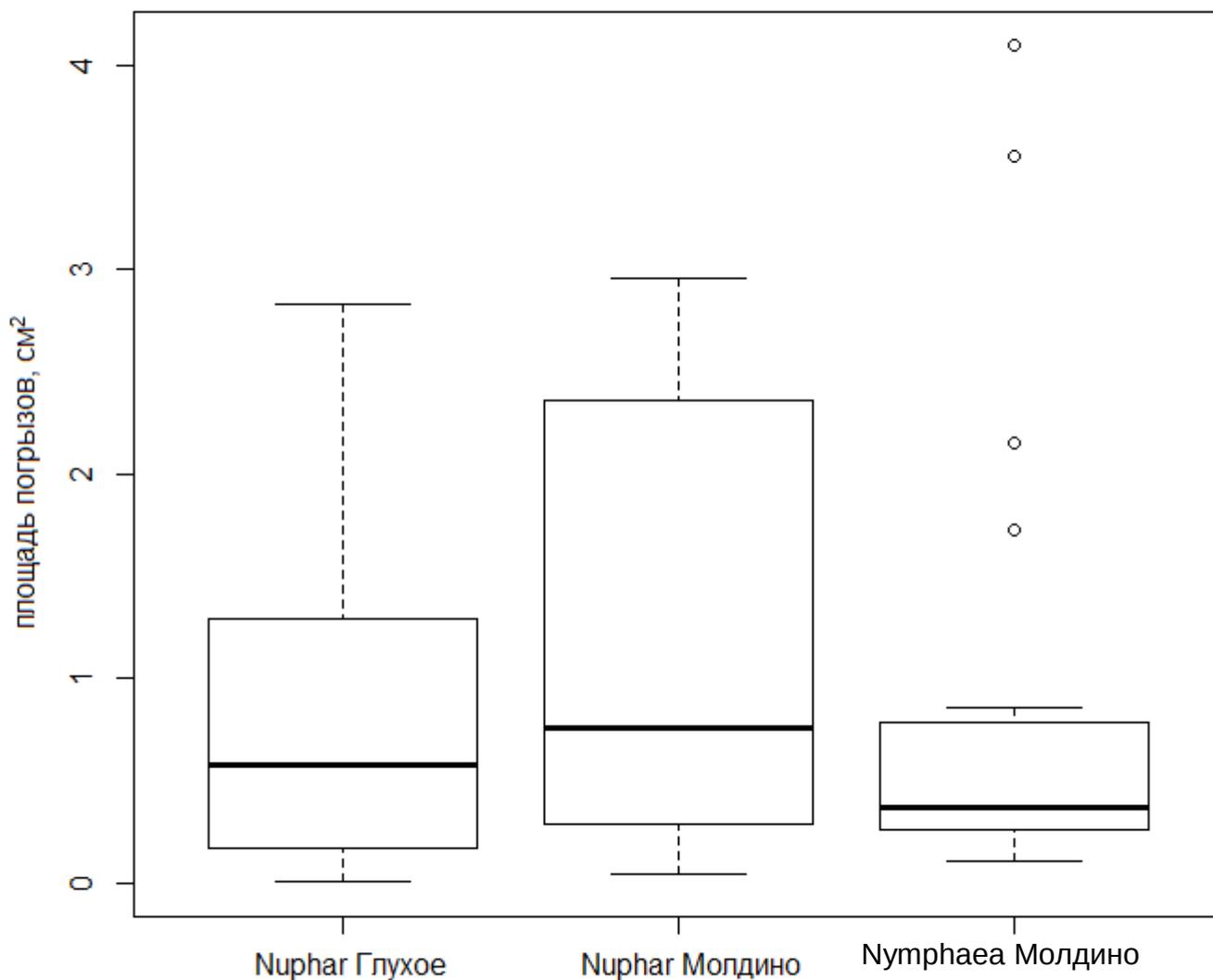


Рис. 8 Сравнение интенсивности поедания кубышек на озере Глухом, озере Молдино и кувшинки на озере Молдино

Примечание: жирная линия – медиана, границы «ящика» – верхняя и нижняя квартиль, «усы» – минимальное и максимальное значения, точки – выбросы.

Обсуждение

На первый взгляд, по графикам 5 и 7 можно сказать, что кубышки с озера Глухого поедаются активнее кубышек с озера Молдино. Однако статистический тест показал, что достоверных различий нет.

По рис. 8, а так же, исходя из графиков 1-3, мы видим, что кубышки поедались несколько активнее, чем кувшинки (несмотря на то, что достоверных отличий не наблюдалось), в отличие от 2013 года. Это может объясняться несколькими факторами.

Можно предположить, что содержание алкалоидов не влияет на интенсивность поедания листьев кубышки, и различие между кувшинкой и кубышкой в 2013 году было обусловлено другими причинами. Так, первые три недели июня 2014 года были холодными и дождливыми, и, вероятно, численность популяции фитофагов кувшинки снизилась по

сравнению с 2013 годом, в результате чего стала уступать по численности популяции фитофагов кубышки, и поэтому кувшинка поедалась менее активно.

Мы бы хотели в дальнейшем продолжать работу по исследованию интенсивности поедания кувшинки и кубышки; сравнить чистую популяцию кувшинок со смешанной и понять, существуют ли различия в двух популяциях кувшинок, находящихся в разных условиях.

Также, в последующей работе можно было бы сравнить листья, находящиеся у берега, и листья, располагающиеся ближе к краю; листья, плотно окруженные другими, и листья одинокие. Поскольку эти определения несколько неточны, мы решили внести некоторую ясность: листьями у берега нужно считать те, которые располагаются не дальше 4-5 метров от берега, одинокими можно считать группу листьев от 1 до 5, располагающуюся не менее, чем в метре от «основного массива» листьев, по нашему мнению, эти определения оптимальны.

Интересно также подробнее изучить таксономический состав фитофагов, а также узнать, можно ли по форме погрыза узнать вид насекомого и составить определитель насекомых по форме повреждений листа.

Выводы

1. Проведя сравнение двух популяций кубышек, мы можем сказать, что условия произрастания растений не влияют на интенсивность поедания.
2. После сравнения популяции кувшинок и кубышек, видно, что интенсивность их поедания не различается, что может зависеть от различия в численности фитофагов каждого вида.
3. Мы поймали два вида фитофагов кубышки и кувшинки, которые, скорее всего, являются главными для данной местности.

Благодарности

Мы благодарим Сергея Менделевича Глаголева и Екатерину Викторовну Елисееву за проведение летней практики на биостанции «Озеро Молдино», Полину Андреевну Волкову и Надежду Сергеевну Глаголеву за помощь в постановке целей и задач и разработке методики. Юрия Олеговича Копылова-Гуськова как научного руководителя и за помощь в написании этой работы в Москве, а также Петра Николаевича Петрова за помощь в определении фитофагов на биостанции.

Литература

1. Барыкина Р.П., Чубатова Н.В. Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. Учебно-методическое пособие. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – 77 с.
2. Аксенова М., Горбань А. Сравнение интенсивности поедания листьев кувшинки и кубышки. – 2013
3. Database of insects and their food plants – [Electronic resource] – Режим доступа: <https://brc.ac.uk/dbif>. – последний доступ 10.10.2014.
4. Goodenuogh K. M., Moran W. J., Raubo P., Harrity J. P. A. Development of a flexible approach to *Nuphar* alkaloids via two enantiospecific piperidine-forming reactions // *Journal of Organical Chemistry*. – 2005. – Vol. 70. – P. 207-213.
5. Walsh G. B., Dibb J. R., *Amat. Ent.*, 1954, Vol. 11 – 83–98
6. Smolders A. J. P., Vergeer L. H. T., Roelofs J. G. M., Velde van der G. Phenolic contents of submerged, emergent and floating leaves of aquatic and semi-aquatic macrophyte species: why do they differ? // *Oikos*. – 2000. – VoL. 91, N2. – P.307-310.
7. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. – Vienna: R Foundation for Statistical Computing [Electronic resource]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.R-project.org>.