

Московская школа на Юго-Западе № 1543

Кафедра биологии

Сравнение таксономического спектра жертв

трех видов росянки *Drosera* (*D. rotundifolia*,

D. obovata, *D. anglica*)

на уровне подотрядов и семейств

в Нижне-Свирском заповеднике

Отчет о научно-исследовательской работе

Е. Лосева (9Б класс)

Научные руководители:

к.б.н. П.А. Волкова

к.б.н. П.Н. Петров

Москва

2018

Введение

Росянки (род *Drosera*, сем. Droseraceae) – насекомоядные травянистые растения, для которых характерна розетка прикорневых листьев. Распространены на бедных минеральными веществами почвах на всех континентах, кроме Антарктиды (Флора СССР, 1939). На их листьях находятся железистые волоски, выделяющие клейкую жидкость с пищеварительными ферментами. После того как насекомое попадет на лист, он сворачивается и не открывается в течение нескольких дней, пока жертва не переварится.

На данный момент известно около 187 видов росянок с разной морфологией и предпочтениями, из которых четыре вида отмечены в России. Виды, встречающиеся на территории России, часто предпочитают схожие биотопы, поэтому разные виды нередко произрастают вместе. На севере европейской части России отмечены три вида росянки: *Drosera rotundifolia* L., *D. obovata* Mert. et Koch и *D. anglica* Huds. В основном они отличаются формой листовой пластинки (рис. 1) и положением листа относительно субстрата. У *D. rotundifolia* резкий переход от черешка листа к листовой пластинке, а сама листовая пластинка очень широкая и короткая и имеет округлую форму, листья прилегают к земле. Предпочитает сфагновые болота, торф и песок. У *D. anglica* длина листовой пластинки в несколько раз превышает ширину, линейно-продолговатой формы. Листья расположены почти перпендикулярно земле. Этот вид также растет на торфяных, сфагновых болотах. *D. obovata* является гибридом этих двух видов; ширина листа у нее лишь немного больше длины (в целом, форма листовой пластинки обратнойцевидная, откуда и происходит название этого вида), листья расположены под таким же углом относительно земли, как и у *D. anglica*. Встречается там же, где *D. rotundifolia* и *D. anglica* (Флора СССР, 1939; Флора средней полосы..., 2014). При этом до сих пор не выяснены до конца вопросы экологии разных видов росянки: специализируются ли отдельные виды росянки на ловле преимущественно насекомых определенных таксономических групп и размерных классов и существует ли конкуренция между разными видами росянок за жертв, а если существует, то приводит ли она к разделению ниш по составу жертв у видов, произрастающих в одних и тех же местообитаниях. Однако выявить конкуренцию между разными видами достаточно проблематично: если она появилась недавно, то таксономический состав жертв будет совпадать у исследуемых видов; если же конкуренция существует давно, это может привести к сегрегации (разделению) ниш. Тем не менее, отсутствие сегрегации ниш не равно

отсутствию конкуренции, так как сегрегация может происходить на видовом уровне (Volkova et al., 2010).

Не исключено, что различия между видами росянки по форме и расположению листьев связаны с различиями в составе жертв, но уверенно утверждать это пока нельзя.

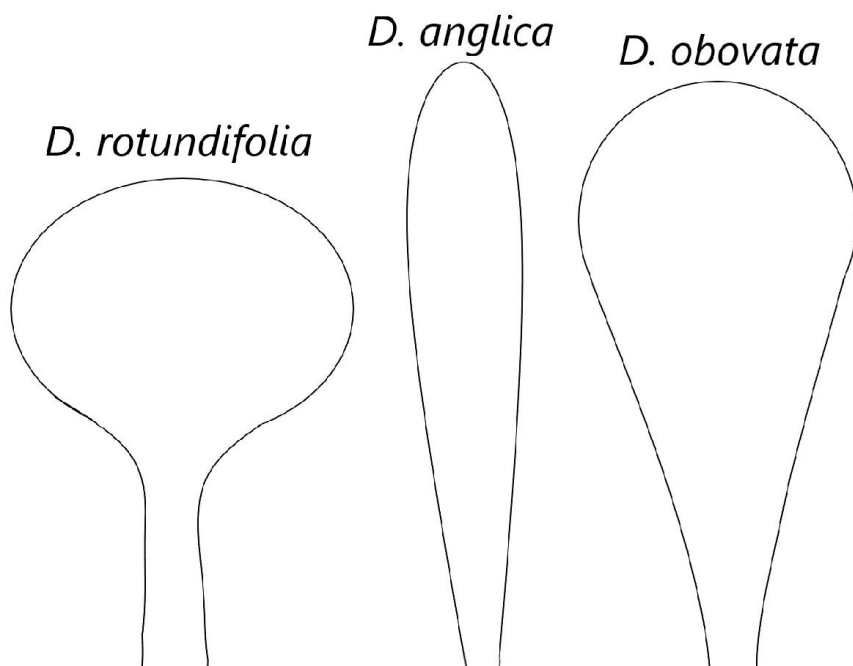


Рис. 1. Форма листа у разных видов *Drosera* (схематично)

Ранее работы, подобные нашей, проводились в Тверской области. П.А. Волкова с соавторами (Volkova et al., 2010) определяя жертв до отряда, не нашли достоверных различий между рационом трех видов росянки, хотя можно ожидать, что разные предпочтения и морфология должны вызывать разделение ниш. Поскольку, как отмечал еще Дарвин, росянка может специализироваться на жертвах определенного размера (Ellison, Gotelli, 2009), в ходе дальнейших исследований, проводившихся в Тверской области, жертв росянки не только по возможности определяли до подотряда или семейства, но и учитывали их размерные классы. Д. Лукьянов и Е. Лукьянов (2011) собрали все три вида *Drosera*, но данных по *D. obovata* было недостаточно; по возможности определяя жертв уже до подотряда, группы семейств или семейства и учитывая их размерные классы, они обнаружили 11 общих таксонов у *D. anglica* и *D. rotundifolia*, что говорит о возможной конкуренции между видами. Т. Коваль и М. Кобаненко (2013), используя сходную методику, не выявили явных различий в

таксономическом составе жертв разных видов. Также они выяснили, что состав потенциальных жертв росянки отличается от состава тех жертв, что были пойманы растениями. Р. Гумеров и др. (2015), тоже определявшие жертв в большинстве случаев до семейства, сделали вывод, что конкуренция среди трех видов росянки существует: для каждого вида наиболее предпочтительными оказались подотряды Nematocera, Aphididae и Cicadellidae, хотя на *D. rotundifolia* чаще встречаются представители Formicidae, чем на других видах. При этом наиболее вероятной была конкуренция между *D. anglica* и *D. obovata* за летающих насекомых, так как наибольшую часть жертв составляли именно летающие представители. А. Говорун и др. (2016), работая по такой же методике, не смогли подтвердить, существует ли конкуренция, поскольку в период их исследования на росянках и в ловушках было слишком мало жертв для выводов. Тем не менее, они нашли положительную связь между площадью листа и числом жертв у *D. anglica* и *D. obovata* и между площадью листа и общей площадью насекомых на данном листе у всех видов с берега озера Подмошье. В Ленинградской области таксономический спектр жертв росянок ранее не изучали, потому одной из целей настоящей работы было сравнение выводов нашего исследования с выводами исследований, проведенных в Тверской области.

Кроме того, работа преследует цель дальнейшего уточнения вопроса о составе жертв разных видов росянки и возможности конкуренции между этими видами за жертв.

Были поставлены следующие задачи:

1. Выяснить и сравнить таксономический и размерный состав жертв *D. rotundifolia*, *D. obovata* и *D. anglica*, произрастающих совместно или отдельно в Нижне-Свирском государственном природном заповеднике.
2. Оценить изменчивость параметров листьев и числа жертв у исследованных видов.
3. Сравнить результаты данного исследования с результатами исследований, проведенных ранее в Тверской области.

Материалы и методы

Росянку (*Drosera*) трех видов (*D. rotundifolia*, *D. obovata*, *D. anglica*) собирали 30 июня 2017 года, 3 июля 2017 года и 4 июля 2017 года в болотистых биотопах Нижне-Свирского государственного природного заповедника (Ленинградская область, Лодейнопольский р-н): на болоте «Водный Стадион» и на берегу реки Свирь (рис. 2). При сборе не учитывали размеры и видимые на листьях растений жертвы (табл. 1). Еще не обследованные растения хранили в подвале.

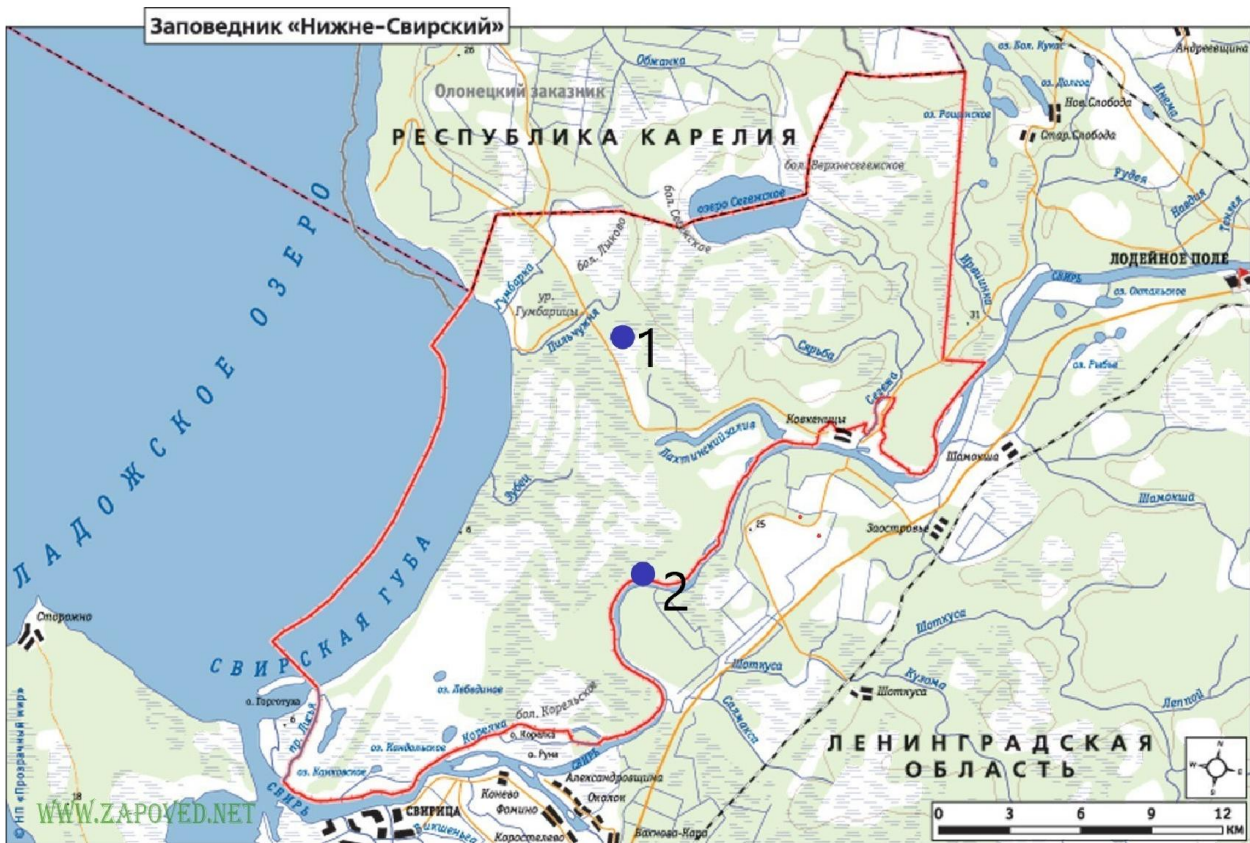


Рис. 2. Нижне-Свирский государственный природный заповедник. 1 – болото «Водный стадион»; 2 – берег р. Свирь. Карта с сайта zaroved.net, с изменениями

В лаборатории при помощи линейки измеряли длину и ширину листовых пластинок. При этом считали началом листовой пластинки место нахождения железистых волосков в начале листовой пластинки, а ширину измеряли в самом широком месте листа (рис. 3).



Рис. 3. Измерение длины листовой пластинки и ширины листа росянки

Не все измеряемые растения содержали на листьях жертв; и одно растение не всегда содержало их на всех листьях. Листья, на которых предположительно находились насекомые (еще не переваренные до неузнаваемости), откладывали в чашку Петри со спиртом. Под листья, находящиеся в спирту, клали прямоугольные плотные листочки с номером растения и листа. В каждой чашке Петри находились листья разных растений, но одного вида. Далее при помощи бинокля рассматривали заспиртованные листья. При нахождении жертв определяли их до отряда и по возможности до подотряда или семейства по определителю Горностаева (1999). Самих жертв измеряли линейкой из плотной бумаги, покрытой скотчем. Линейка имела три основных деления, соответствующих трем размерным классам: I — до 1 мм; II — от 1 до 5 мм; III — от 5 до 10 мм.

Всего было измерено по 20 растений каждого вида с болота «Водный стадион» и 10 растений вида *Drosera rotundifolia* с берега реки Свирь (табл. 1).

Табл. 1. Число собранных растений и общее число обнаруженных жертв на всех собранных в каждой точке растениях каждого вида

| Место сбора | Вид | Число растений | Число жертв |
|----------------|------------------------|----------------|-------------|
| Водный стадион | <i>D. rotundifolia</i> | 20 | 25 |
| Водный стадион | <i>D. anglica</i> | 20 | 73 |
| Водный стадион | <i>D. obovata</i> | 20 | 45 |
| Берег р. Свирь | <i>D. rotundifolia</i> | 10 | 606 |

Листья, собранные 4 июля 2017 г., измерили, но не определили жертв, находящихся на них, поэтому их поместили в чашки Петри со спиртом, сверху накрыли скотканной бумагой, плотно закрыли, заклеили скотчем и отправили в Москву для дальнейшей обработки. В Москве в сентябре 2017 г., добавив в чашки Петри немного спирта, рассмотрели под биноклярным микроскопом МБС-10 оставшиеся листья с жертвами более подробно и сосчитали общее число жертв на каждом листе (не определяя таксономическую принадлежность и не учитывая размерные классы).

Результаты

При анализе данных мы выяснили, что на болоте «Водный стадион» присутствует положительная статистически значимая связь между площадью листа и числом жертв на нем для *D. rotundifolia* и *D. anglica* (тест Спирмена: $p = 0,033$, $r = 0,23$, рис. 1; $p = 0,035$, $r = 0,24$, рис. 2), в отличие от *D. obovata*, где подобной связи выявлено не было (тест Пирсона: $p = 0,66$, $r = 0,042$, рис. 3). На росянках с берега Свири такая связь наблюдалась (тест Спирмена: $p = 14 \times 10^{-5}$, $r = 0,4$, рис. 4).

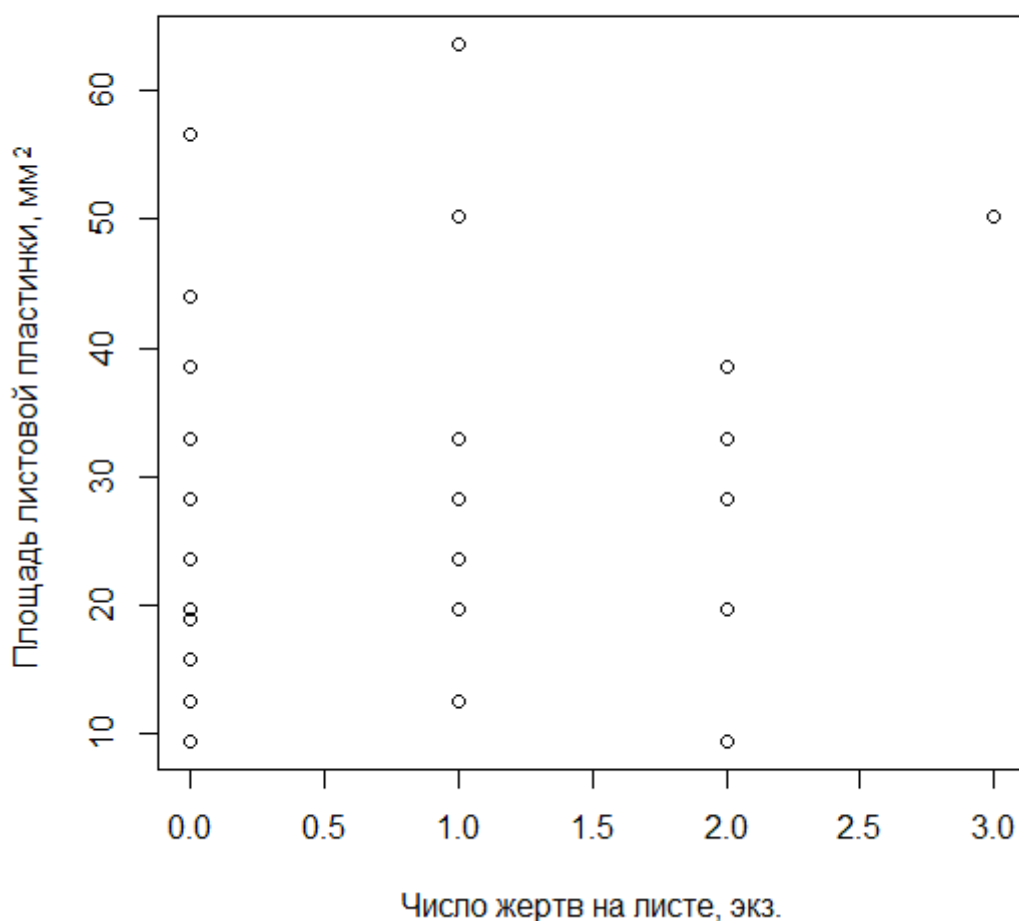


Рис. 1. Связь между числом жертв на листе и площадью листовой пластинки у росянки *D. rotundifolia* с болота «Водный стадион» на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника (20 растений, 25 жертв). Росянки были собраны 30 июня и 3 июля 2017 года. Горизонтальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²)

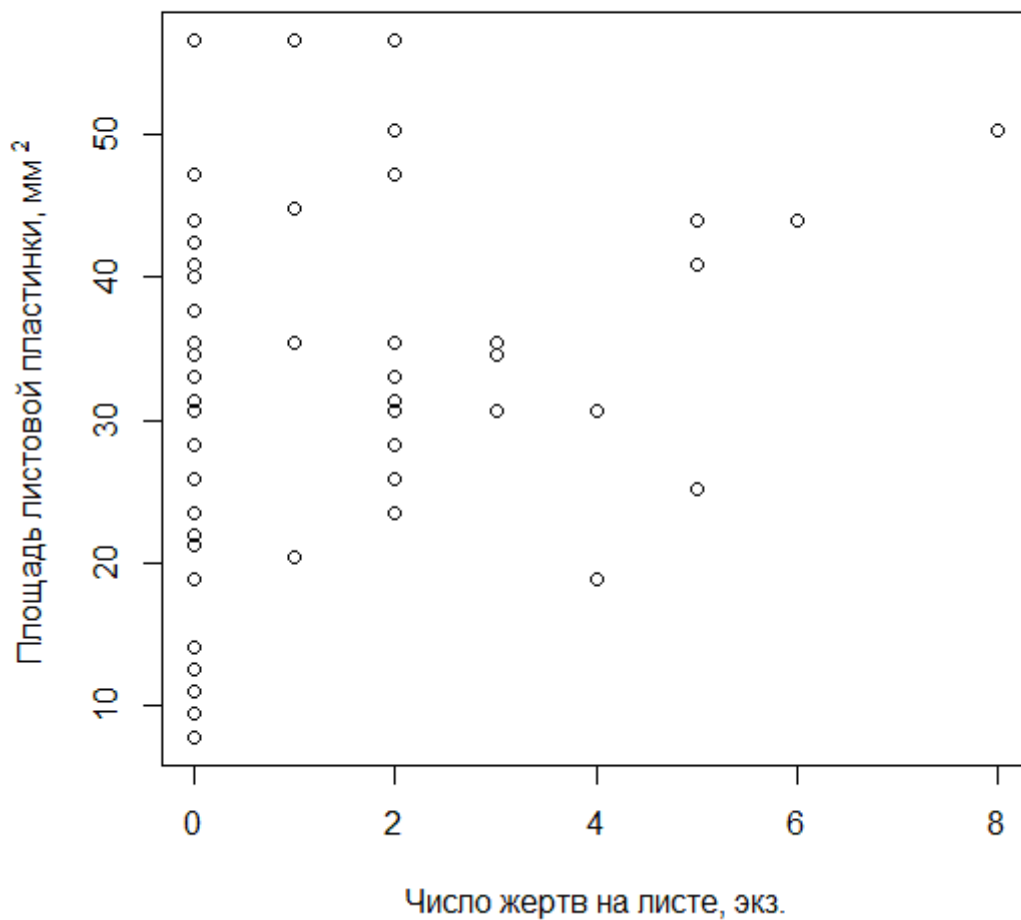


Рис. 2. Связь между числом жертв на листе и площадью листовой пластинки у росянки *D. anglica* с болота «Водный стадион» на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника (20 растений, 73 жертвы). Росянки были собраны 30 июня и 3 июля 2017 года. Горизонтальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²)

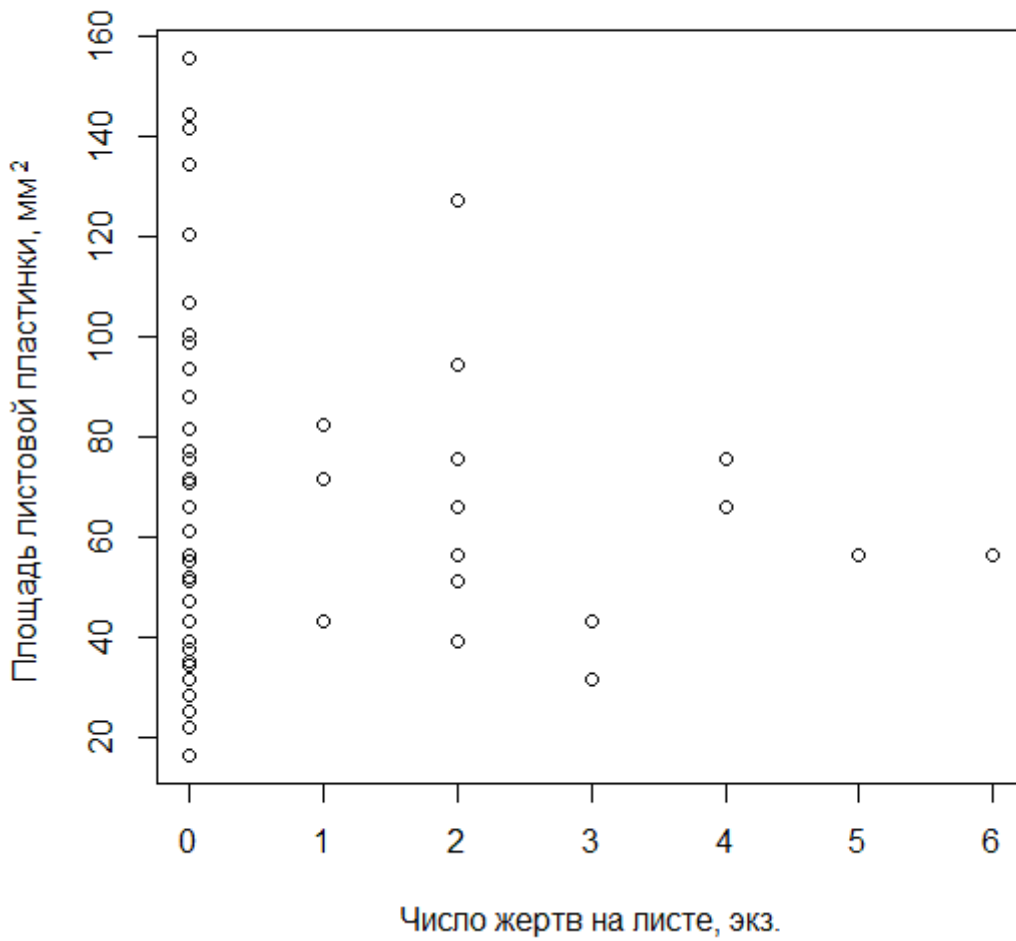


Рис. 3. Связь между числом жертв на листе и площадью листовой пластинки у росянки *D. obovata* с болота «Водный стадион» на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника (20 растений, 45 жертв). Росянки были собраны 30 июня и 3 июля 2017 года. Горизонтальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²)

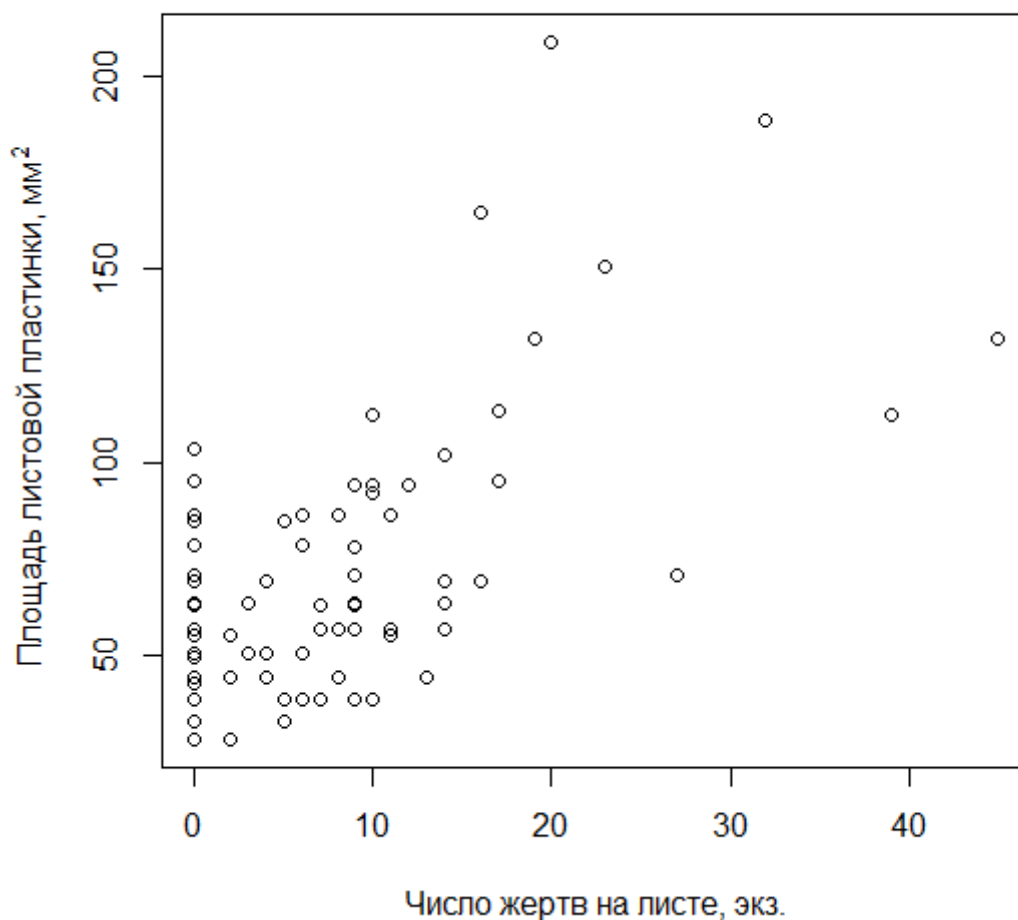


Рис. 4. Связь между числом жертв на листе и площадью листовой пластинки у росянки *D. rotundifolia* с берега реки Свирь на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника (10 растений, 606 жертв). Росянки были собраны 4 июля 2017 года. Горизонтальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²)

По формуле площади эллипса мы нашли и сравнили площадь листовой пластинки у росянок *D. rotundifolia* с болота «Водный стадион» и с берега р. Свирь и обнаружили, что их площади статистически значимо различаются: у растений с берега Свири площадь листа намного больше (тест Вилкоксона: $p < 2,2 \times 10^{-16}$, рис. 5). При сравнении площади листовой пластинки у росянок с болота «Водный стадион» оказалось, что их площади также статистически значимо различаются (тест Краскела – Уоллиса: $p < 2,2 \times 10^{-16}$, рис. 6). Площадь листовой пластинки достоверно различалась для всех трех видов (попарный тест Вилкоксона, $p < 0,05$ при сравнении каждой пары). Наибольшая площадь листа у *D. obovata* (среднее арифметическое $\bar{x} = 64$, среднее квадратичное отклонение $\sigma = 28,4$), а наименьшая – у *D. rotundifolia* ($\bar{x} = 24,2$, $\sigma = 11,1$).

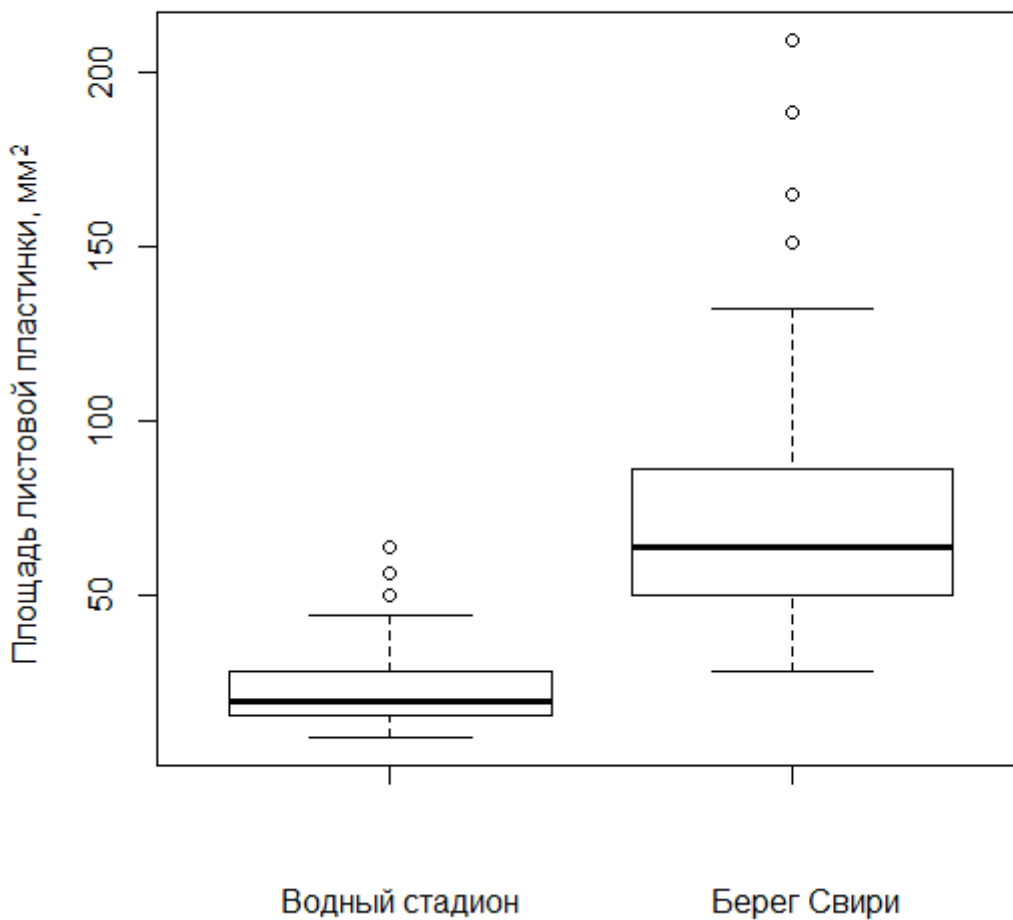


Рис. 5. Различия между площадью листа у росянок *D. rotundifolia* с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 года (20 растений), и с берега р. Свирь, собранной 4 июля 2017 года (10 растений) на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника. Горизонтальная ось – места сбора (болото «Водный стадион», берег р. Свирь), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²). Здесь и далее график отражает минимальное и максимальное значение выборки, выбросы, медиану (серединное значение в строке значений, стоящих в порядке возрастания), верхнюю и нижнюю квартили (серединное значение между медианой и максимумом или минимумом соответственно), межквартильный размах

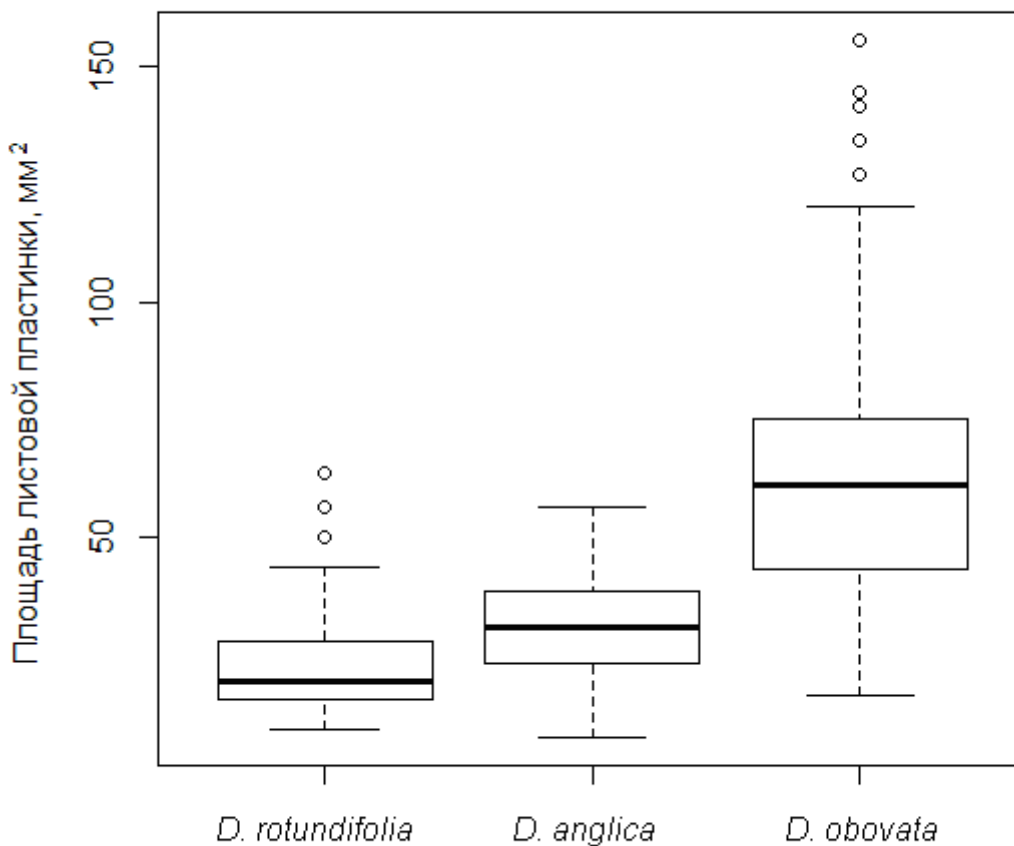


Рис. 6. Различия между площадью листа у *D. rotundifolia*, *D. anglica* и *D. obovata* с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 года на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника в количестве 20 штук каждого вида. Горизонтальная ось – вид росянки (*Drosera rotundifolia*, *Drosera anglica*, *Drosera obovata*), вертикальная ось – площадь листовой пластинки (мм²)

Также мы сравнили число жертв, пойманных разными видами росянки на болоте «Водный стадион» и нашли различия (тест Краскела-Уоллиса, $p = 0,015$), и вдобавок сравнили число жертв, пойманных *D. rotundifolia* на болоте «Водный стадион» и на берегу Свири. При этом на «Водном стадионе» статистически значимых различий не было у *D. rotundifolia* и *D. obovata* (попарный тест Вилкоксона, $p = 0,73$), но они были у *D. anglica* в сравнении с остальными двумя видами (попарный тест Вилкоксона, $p = 0,045$ для *D. rotundifolia* и $p = 0,03$ для *D. obovata*, рис. 7, табл. 2). Больше всего жертв поймала *D. anglica* ($\bar{x} = 0,9$, $\sigma = 1,65$), меньше всего - *D. rotundifolia* ($\bar{x} = 0,3$, $\sigma = 0,65$). У *D. rotundifolia* с «Водного стадиона» и берега Свири были довольно значимые различия (тест Вилкоксона, $p = 3,8 \times 10^{-12}$, рис. 8), так

как росянки с берега Свири ловят намного больше насекомых, чем росянки с «Водного стадиона» (\bar{x} для *D. rotundifolia* с берега Свири = 7, $\sigma = 8,76$).

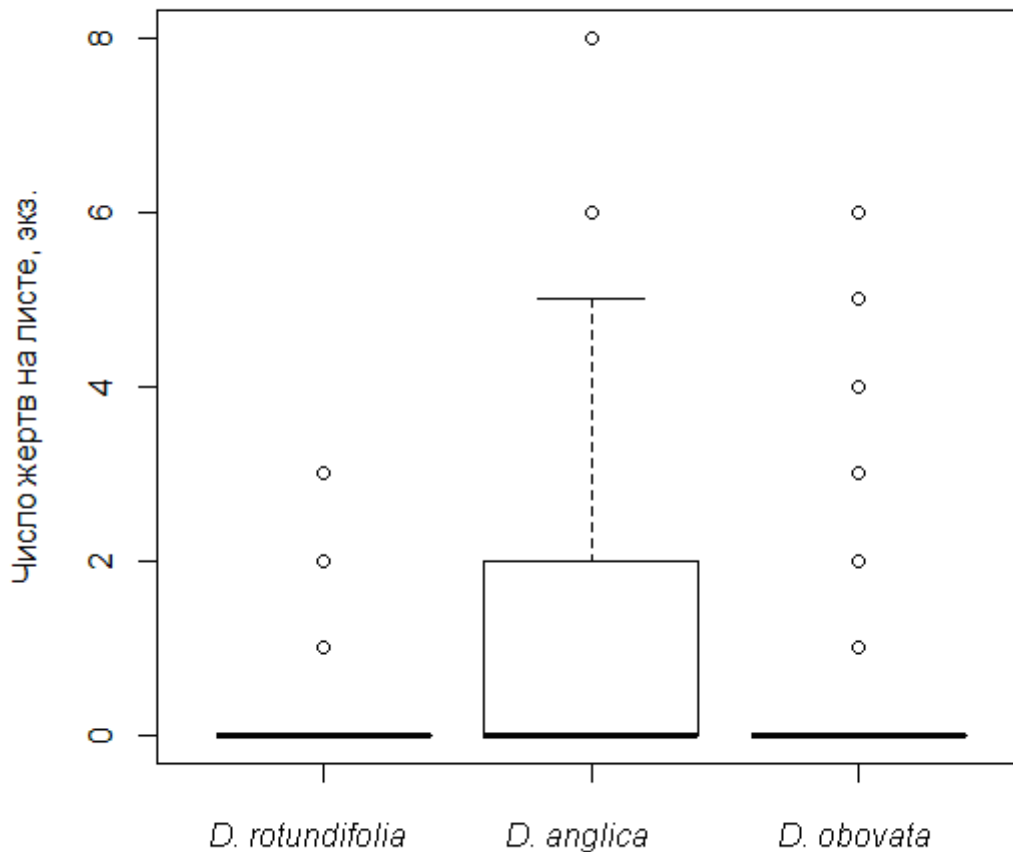


Рис. 7. Различия между числом жертв у *D. rotundifolia* (25 жертв), *D. anglica* (73 жертвы) и *D. obovata* (45 жертв) с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 года на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника в количестве 20 штук каждого вида. Горизонтальная ось – вид росянки (*Drosera rotundifolia*, *Drosera anglica*, *Drosera obovata*), вертикальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры)

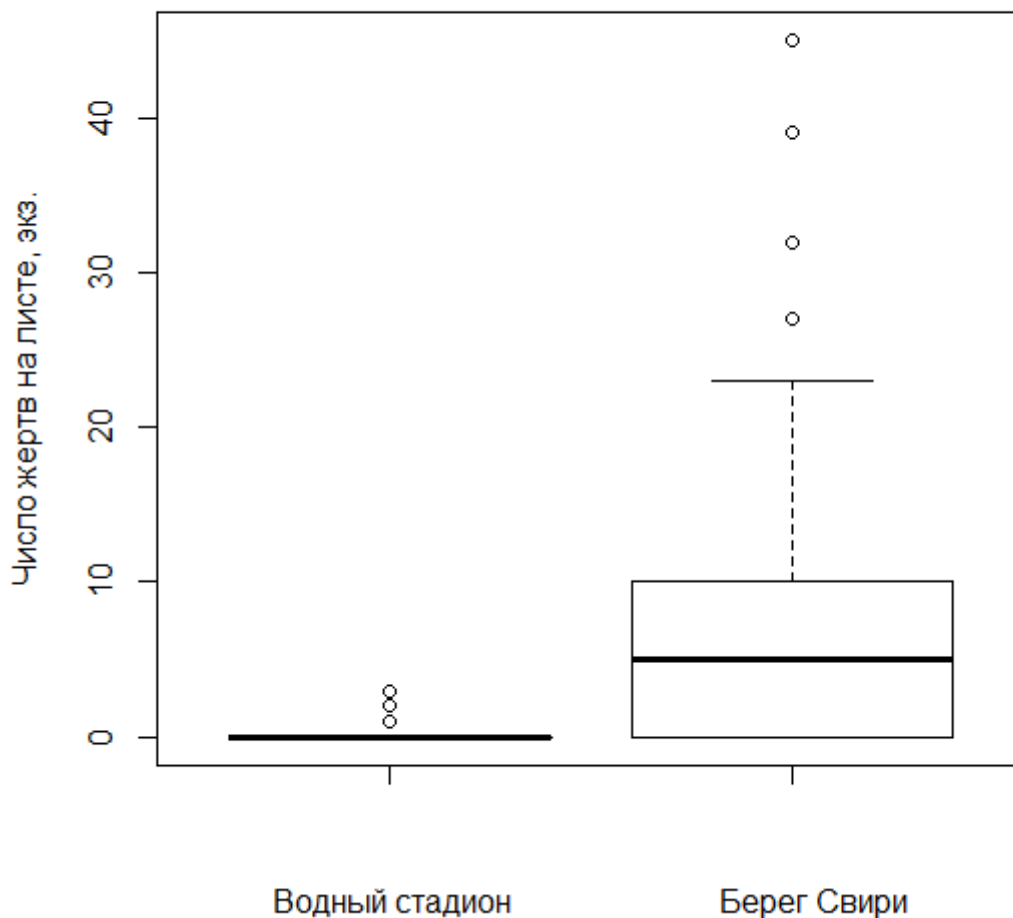


Рис. 8. Различия между числом жертв у *D. rotundifolia* с болота «Водный стадион» (25 жертв), собранных 30 июня и 3 июля 2017 года, и с берега Свири (606 жертв), собранных 4 июля 2017 года. Горизонтальная ось – места сбора (болото «Водный стадион», берег р. Свири), вертикальная ось – число жертв на одном листе (экземпляры)

Также мы нашли уловистость листьев всех трех видов росянки, поделив общее число жертв на общую площадь листовых пластинок. На болоте «Водный Стадион» (рис. 9) присутствовали различия в уловистости (тест Краскела-Уоллиса, $p = 0,0084$). Наиболее высокая уловистость обнаружилась у *D. anglica* (0,03 жертвы на 1 мм^2). Уловистость *D. rotundifolia* (0,012 жертвы на 1 мм^2) достоверно не отличалась от уловистости *D. anglica* (попарный тест Вилкоксона, $p = 0,77$) и от уловистости *D. obovata*, составлявшей 0,006 жертвы на 1 мм^2 (попарный тест Вилкоксона, $p = 0,43$). Статистически значимые различия были выявлены при сравнении *D. anglica* и *D. obovata* (попарный тест Вилкоксона, $p = 0,009$). Уловистость *D. rotundifolia* с берега р. Свирь (0,1 жертвы на 1 мм^2) также статистически значимо отличалась от уловистости того же вида с болота «Водный стадион» (тест Вилкоксона, $p = 4 \times 10^{-11}$, рис. 10).

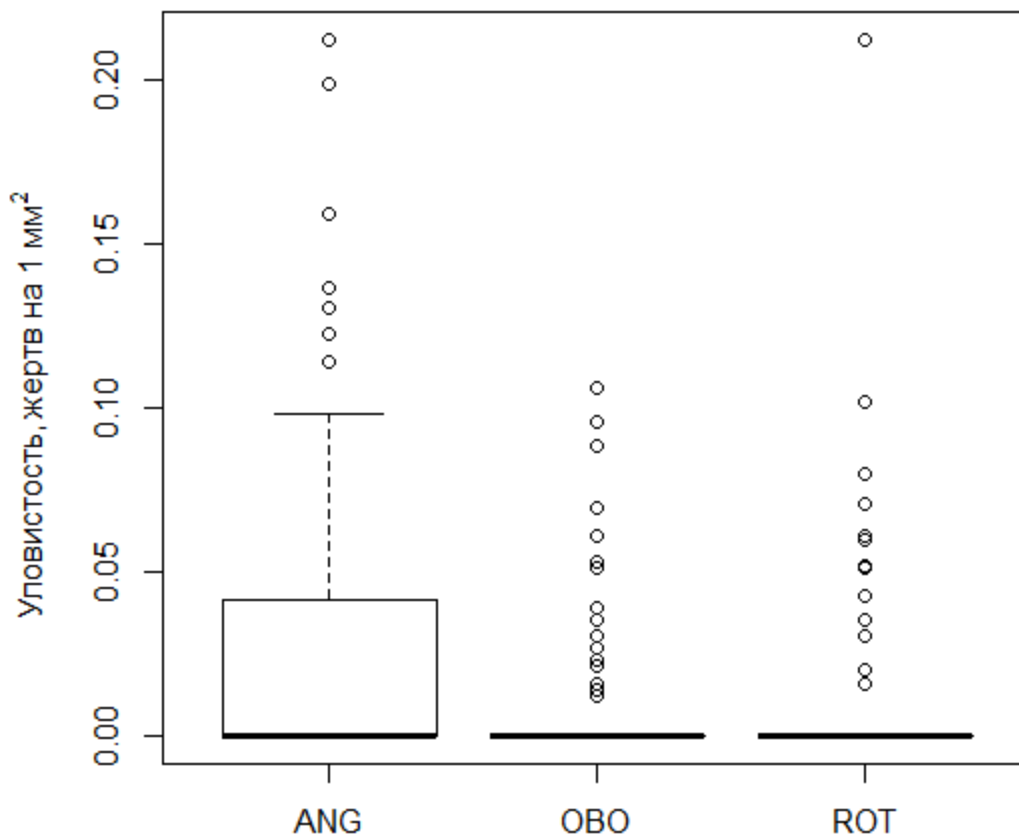


Рис. 9. Различия между уловистостью у *D. rotundifolia* (25 жертв, 0,012 жертвы на 1 мм²), *D. anglica* (73 жертвы, 0,3 жертвы на 1 мм²) и *D. obovata* (45 жертв, 0,006 жертвы на 1 мм²) с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 года на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника в количестве 20 штук каждого вида. Горизонтальная ось – вид росянки (ANG – *Drosera anglica*, OBO – *Drosera obovata*, ROT – *Drosera rotundifolia*), вертикальная ось – уловистость (жертв на 1 мм²)

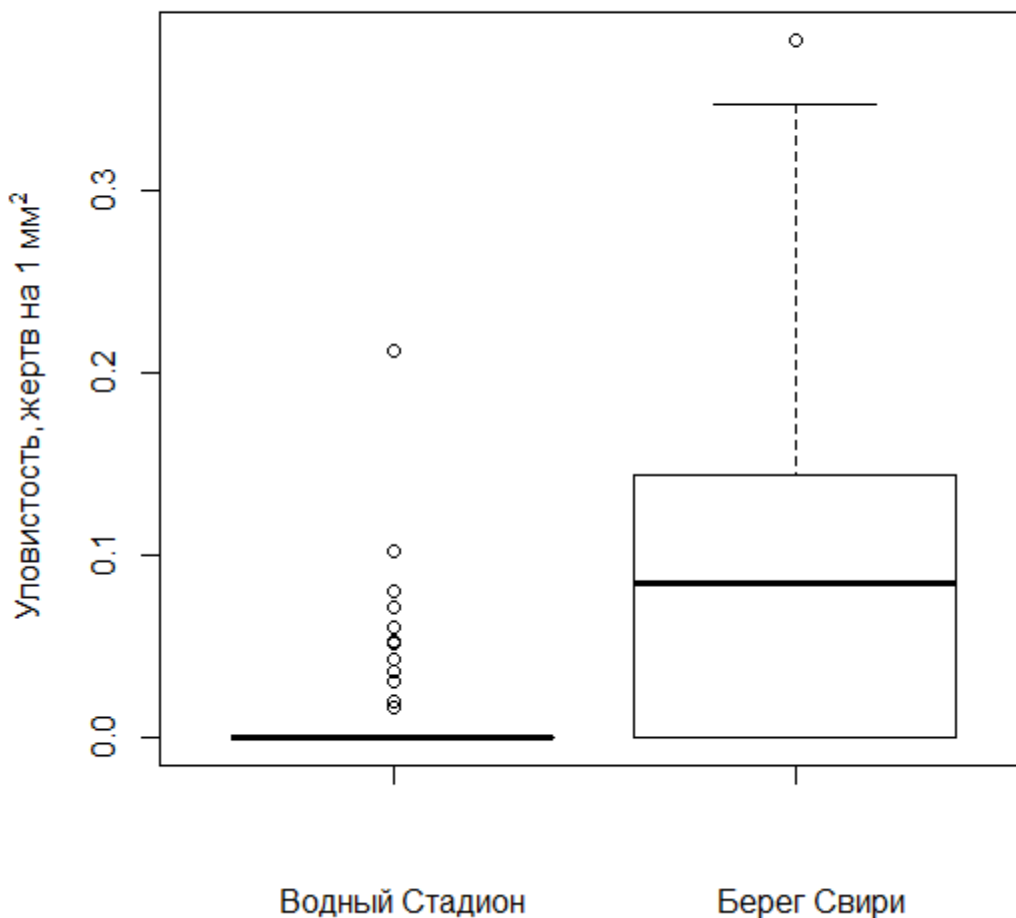


Рис. 10. Различия между уловистостью у росянок *D. rotundifolia* с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 года (20 растений, 25 жертв, 0,012 жертвы на 1 мм²), и с берега р. Свирь, собранной 4 июля 2017 года (10 растений, 606 жертв, 0,1 жертвы на 1 мм²) на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника. Горизонтальная ось – места сбора (болото «Водный стадион», берег р. Свирь), вертикальная ось – уловистость (жертв на 1 мм²)

В среднем на растения *D. rotundifolia* приходилось 4,3 листьев, на *D. anglica* – 4, а на *D. obovata* – 5,5 листьев.

При делении общего числа жертв отдельно для каждого вида на количество листьев соответственно мы получили, что на один лист на болоте «Водный стадион» для *D. rotundifolia* приходится 0,3 жертвы, для *D. anglica* 0,9 жертв, а для *D. obovata* 0,4 жертвы; на берегу Свири для *D. rotundifolia* приходится 7 жертв на один лист.

На одно растений у росянок с болота приходится 1,25 жертв для *D. rotundifolia*, 2,25 жертв для *D. obovata* и 3,65 жертв для *D. anglica*. Для *D. rotundifolia* с берега р. Свирь это число составило 60,6 жертв на одно растение.

Так как мы не определяли жертв росянки с берега р. Свирь, мы составили таблицу с общим числом жертв всех таксонов и размерных классов (табл. 2) и таблицу с процентным содержанием каждого отряда и семейства (табл. 3) для росянок с болота «Водный Стадион».

Табл. 2. Общее число жертв всех таксонов и размерных классов (1, 2, 3) на листьях росянок *D. rotundifolia*, *D. obovata* и *D. anglica* с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 г.

| Отряды | Таксоны | <i>D. rotundifolia</i> | | | <i>D. anglica</i> | | | <i>D. obovata</i> | | |
|---------------------|-----------------|------------------------|----|---|-------------------|----|----|-------------------|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Diptera (82,5%) | Simuliidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | Др. Nematocera | 2 | 10 | 0 | 23 | 35 | 10 | 13 | 15 | 6 |
| | Др. Diptera | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coleoptera (7%) | Scirtidae | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| | Др. Coleoptera | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hymenoptera (3%) | Formicidae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Др. Hymenoptera | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Homoptera (1,5%) | Aphidoidea | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Др. Homoptera | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Araneae (2%) | Araneae | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Acariformes (4%) | Oribatida | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | Др. Acariformes | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | | 4 | 20 | 1 | 25 | 38 | 10 | 15 | 24 | 6 |

Наиболее распространенным (табл. 2) оказался второй размерный класс (57% от всех пойманных жертв). На *D. rotundifolia* доля жертв этого класса составила 80%, на *D. anglica* – 52%, на *D. obovata* – 53%. Меньшее число жертв было поймано первого размерного класса – около 31% от всех жертв. При этом для *D. rotundifolia* процентное содержание жертв первого размерного класса равнялось 16%, для *D. anglica* – 34%, на *D. obovata* – 33%. Реже всего

попадались жертвы третьего размерного класса (12%), которые составили всего 4% от пойманных жертв *D. rotundifolia*, 14% от жертв *D. anglica* и 13% от жертв *D. obovata*.

Табл. 3. Процентное содержание семейств и отрядов на листьях росянок *D. rotundifolia*, *D. obovata* и *D. anglica* с болота «Водный стадион», собранных 30 июня и 3 июля 2017 г. В скобках указано число жертв данного отряда или семейства, пойманных этим видом

| Таксоны | | | Вид рода <i>Drosera</i> | | | |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|
| | | | <i>rotundifolia</i> | <i>anglica</i> | <i>obovata</i> | |
| INSECTA | Diptera | Всего | 60% (15) | 93,1% (68) | 78% (35) | |
| | | Simuliidae | 0 | 0 | 2% (1) | |
| | | Др. Nematocera | 48% (12) | 93,1% (68) | 75% (34) | |
| | | Др. Diptera | 12% (3) | 0 | 0 | |
| | Coleoptera | Всего | 12% (3) | 2,7% (2) | 11% (5) | |
| | | Scirtidae | 12% (3) | 0 | 11% (5) | |
| | | Др. Coleoptera | 0 | 2,7% (2) | 0 | |
| | Hymenoptera | Всего | 8% (2) | 0 | 4% (2) | |
| | | Formicidae | 4% (1) | 0 | 0 | |
| | | Др. Hymenoptera | 4% (1) | 0 | 4% (2) | |
| | Homoptera | Всего | 8% (2) | 0 | 0 | |
| | | Aphidoidea | 4% (1) | 0 | 0 | |
| | | Др. Homoptera | 4% (1) | 0 | 0 | |
| | ARACHNIDA | Araneae | | 4% (1) | 1,35% (1) | 2% (1) |
| | | Acariformes | Всего | 8% (2) | 2,7% (2) | 4% (2) |
| Oribatida | | | 8% (2) | 1,35% (1) | 4% (2) | |
| Др. Acariformes | | | 0 | 1,35% (1) | 0 | |

Обсуждение

По результатам нашего исследования оказалось, что наиболее распространенными отрядами среди жертв росянки с болота «Водный Стадион» в Ленинградской области являются Diptera (82,5%) и Coleoptera (7%), что во многом аналогично результатам исследований в Тверской области (Volkova et al., 2010; Лукьянов и Лукьянов, 2011; Коваль и Кобаненко, 2013), хотя Р. Гумеров и др. (2015) получили иные результаты – самыми распространенными были Nematocera, Brachicera и Cicadellidae, а в 2016 году А. Говорун и др. определили под наиболее часто пойманных жертв такие таксоны, как Nematocera, Cicadellidae и Hymenoptera. На третьем месте по частоте встречаемости с болота «Водный Стадион» надотряд Acariformes, число представителей которого составляло всего 4% от общего числа насекомых на болоте «Водный Стадион».

Наибольшее число жертв на одно растение на болоте было у *D. anglica*, что связано с ее высокой уловистостью – 0,03 жертвы на 1 мм², что в несколько раз выше уловистости уловистости остальных видов (0,012 жертвы на 1 мм² для *D. rotundifolia* и 0,006 жертвы на 1 мм² для *D. obovata*). В предыдущих исследованиях Лукьянов и Лукьянов (2011) получили подобный результат и предположили, что столь высокая уловистость связана с тем, что листья *D. anglica* находятся в непосредственной близости к цветку, и насекомые-опылители, летящие к цветку, попадают на листья. Мы не согласны с этой гипотезой, поскольку имеются данные о том, что представители рода *Drosera* устраняют такой конфликт жертвы-опылителя при помощи различных методов, таких как визуальный (яркая окраска листьев и цветка), пространственный (расстояние между листьями и цветком) или химический (выделение летучих веществ, привлекающих жертву или опылителя), что было показано на примере видов *D. spatulata*, *D. arcturi* и *D. auriculata* (El-Sayed et al., 2016). К тому же во время нашего сбора растений росянки еще не цвели, но даже несмотря на это у *D. anglica* и *D. obovata* листья располагаются одинаково – вертикально относительно земли, но уловистость *D. obovata* намного меньше.

Тогда мы предположили, что *D. anglica*, *D. rotundifolia* и *D. obovata* могут выделять летучие вещества, привлекающие жертв, и наиболее действенные из них выделяет именно *D. anglica*. Ранее мы обнаружили положительную связь между числом жертв на листе и площадью листовой пластинки для *D. anglica* и *D. rotundifolia*, что также соответствует нашей гипотезе, так как от площади листовой пластинки зависит число желез, выделяющих летучие соединения, а от числа этих желез зависит число привлекаемых жертв. Такой связи нет у

D. obovata, и это может быть связано с тем, что она является гибридом и выделяемые ею вещества менее эффективны. Похожий эффект можно наблюдать на эвкалиптах, где резистентность гибрида к фитофагам оказалась намного ниже, чем у чистых видов (Dungey et al., 2000). Известно, что некоторые тропические виды росянки могут секретировать вещества с целью привлечения жертв (El-Sayed et al., 2016; Fleischmann, 2016), в то время как другие виды ничего не выделяют (Jürgens et al., 2009). Данных по поводу выделения запахов нашими видами нет, поэтому мы не можем уверенно утверждать, верно ли наше предположение.

При сравнении мы также выяснили, что *D. rotundifolia* с болота «Водный Стадион» ловит в десятки раз меньше жертв, чем этот же вид с берега Свири. К тому же, размер и количество листьев у росянок с болота также существенно мельче. Мы предполагаем, что это связано либо с тем, что на берегу реки обитает больше жертв, благодаря чему растения со Свири имеют более богатый рацион и, соответственно, увеличиваются в размерах; либо на берегу Свири больше минеральных веществ, из-за чего росянки вырастают большего размера и им становится проще ловить жертву (выше уловистость). Обнаруженная нами существенная и достоверная разница в уловистости одного вида росянки между двумя местообитаниями, расположенными вблизи друг от друга, заставляют осторожнее делать выводы о свойствах того или иного вида росянки: всё, что мы можем с некоторой долей уверенности утверждать, относится к тем или иным конкретным исследованным популяциям и к конкретному времени исследования (вполне вероятно, что в другой период того же года или в другой год на одних и тех же растениях может быть обнаружено разное число жертв). Чтобы внести ясность в этот вопрос, необходимы дальнейшие исследования.

У всех трех видов с болота полностью совпали только шесть таксонов: отряды Diptera, Coleoptera, Araneae, надотряд Acariformes, подотряд Oribatida, а также подотряд Nematocera (из отряда Diptera).

На листьях *D. rotundifolia* были найдены все отмеченные отряды и подотряды. Среди отмеченных семейств на ней не было обнаружено только сем. Simuliidae. Наиболее часто на ней попадались семейства Nematocera (48%) и Scirtidae (12%). Также *D. rotundifolia* поймала по одному представителю сем. Formicidae (отр. Hymenoptera) и Aphidoidea (отр. Homoptera). В предыдущих исследованиях (Гумеров и др., 2015) на этом виде чаще, чем у других видов, встречались Formicidae, и это связывали с более приспособленными к ловле ползущих жертв листьями, однако в нашем исследовании их оказалось слишком мало, чтобы делать выводы.

На росянке были обнаружены еще несколько жертв, которых мы смогли определить только до отряда: Diptera, Hymenoptera и Homoptera.

Большую часть жертв *D. anglica* составляли Nematocera (93,1%). При этом росянка этого вида не поймала представителей отрядов Homoptera и Hymenoptera. Среди семейств на ней не было найдено представителей сем. Simuliidae и Scirtidae, хотя среди отрядов Coleoptera и Acariformes были неопределенные жертвы.

Мы не обнаружили особых предпочтений у *D. obovata*. На ней был обнаружен только один представитель сем. Simuliidae, и возможно, что он попал на лист случайно. Как и у *D. anglica*, у этого вида на листьях не было жертв отряда Homoptera. Наиболее распространенными жертвами, как и двух предыдущих видов, оказались насекомые из подотряда Nematocera (78%). На втором месте оказались Scirtidae (11%), как и у *D. rotundifolia*. На *D. obovata* среди насекомых не были определены до семейства только два представителя Hymenoptera (всего 4% от всех жертв).

В целом рацион трех видов оказался схожим, а наибольшую встречаемость демонстрировали двукрылые насекомые Nematocera. Возможно, у *D. anglica* и *D. obovata* возникла некоторая специализация из-за конкуренции, и именно поэтому у них присутствуют не все отряды, однако однозначно утверждать это нельзя, так как у нас было слишком мало данных.

Мы считаем, что в работах наших предшественников были недооценены различия между росянками одного вида, произрастающими на разных болотах одного района. Именно поэтому мы предлагаем в последующих исследованиях измерять pH воды в месте произрастания росянки и температуру (возможно, даже в разных частях биотопа), поскольку разные виды предпочитают разные условия среды и, возможно, при более благоприятных условиях могут иметь немного другую морфологию. Также по возможности стоило бы измерить количество азота в субстрате, на котором находятся росянки, чтобы иметь в виду, насколько обеднена почва, так как от количества минеральных веществ в почве, как мы предполагаем, может зависеть размер растения и его листьев (как в случае с росянкой с берега Свири).

Выводы

1. Наиболее распространенными жертвами трех исследованных видов росянки с большим отрывом оказались представители Nematocera (отряд Diptera), на втором месте Scirtidae (отряд Coleoptera), как и в некоторых исследованиях, проводившихся ранее в Тверской области.
2. Наибольшую уловистость имеет *D. rotundifolia* с берега Свири, но если рассматривать только виды с болота «Водный стадион», то наибольшая уловистость у *D. anglica*.
3. Зависимость между площадью листовой пластинки и числом насекомых на листе прослеживается у всех растений кроме *D. obovata*.
4. Таксономический состав жертв в целом оказался схожим у всех трех видов с болота «Водный Стадион», хотя у *D. obovata* отсутствовал отряд Homoptera, а у *D. anglica* отряды Homoptera и Hymenoptera.
5. Мы пока не можем точно сказать, существует ли конкуренция между *D. rotundifolia*, *D. anglica* и *D. obovata*, но определенные различия в составе жертв этих видов на уровне семейств, подотрядов и отрядов, по-видимому, имеют место, хотя частично могут быть связаны с особенностями местообитаний: даже один и тот же вид в разных условиях демонстрирует разные параметры листьев, в том числе уловистость.

Благодарности

Мы хотим поблагодарить администрацию Нижне-Свирского государственного природного заповедника, в особенности Виктора Алексеевича Ковалева, за предоставление места проведения практики и возможность сбора материалов, Петра Николаевича Петрова и Полину Андреевну Волкову за руководство нашей научной работой, а также Ивана Дадыкина, Ульяну Колесникову и Андрея Булахова за помощь в сборе растений и организаторов полевой практики Московской школы на Юго-Западе № 1543 в Нижне-Свирском заповеднике С.М. Глаголева, П.А. Волкову и Е.В. Елисееву. Мы также признательны рецензенту Д.Ф. Лыскову за рецензию и ценные замечания.

Литература

- Volkova P.A., Sukhov N.D., Petrov P.N., 2010. Three carnivorous plant species (*Drosera* spp.) in European Russia: peaceful coexistence? // Nordic Journal of Botany, Vol. 28, P. 409–412
- Ellison A.M., Gotelli N.J., 2009. Energetic and the evolution of carnivorous plants – Darwin’s ‘most wonderful plants in the world’ // Journal of Experimental Botany, Vol. 60, № 1, P. 19–42
- El-Sayed A.M., Byers J.A., Suckling D.M., 2016. Pollinator-prey conflicts in carnivorous plants: When flower and trap properties mean life or death // Scientific Reports, Vol. 6, № 21065
- Jürgens A., El-Sayed A.M., Suckling D.M., 2009. Do carnivorous plants use volatiles for attracting prey insects? // Functional Ecology, Vol. 23, № 5, P. 875–887
- Fleischmann A., 2016. Olfactory prey attraction in *Drosera*? // Carnivorous Plant Newsletter, Vol. 45, № 1, P. 19–25
- Dungey H.S., Potts B.M., Whitham T.G., Li H-F., 2000. Plant genetics affects arthropod community richness and composition: evidence from a synthetic eucalypt hybrid population // Evolution, Vol. 54, № 6, P. 1938–1946
- Флора СССР, 1939. Т. 9. Гл. ред. В. Л. Комаров. Ред. Тома С. В. Юзепчук. Сост. А. Г. Борисова и др. М.; Л.: Изд-во АН СССР., 540 с.
- Лукьянов Д., Лукьянов Е., 2011. Отчет о научно-исследовательской работе «Таксономический спектр жертв трех видов росянок (*Drosera* spp.) на уровне семейств». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf12/lukyanov.rar>
Дата обращения 26.10.2017
- Коваль Т., Кобаненко М., 2013. Отчет о научно-исследовательской работе «Таксономический спектр жертв трех видов росянки (*Drosera* spp.) на уровне семейств». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf13/drosera.zip>
Дата обращения 26.10.2017
- Гумеров Р., Парамонов М., Самородова А., Узорникова П., 2015. Отчет о научно-исследовательской работе «Таксономический спектр жертв трех видов росянок (*Drosera* spp.) на уровне подотрядов». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf15/drosera.pdf> (Дата обращения: 11.12.2017)

Говорун А., Мельникова А., Реутова С., Стапран А., 2016. Отчет о научно-исследовательской работе «Изучение таксономического спектра жертв трех видов *Drosera* (*D. anglica*, *D. obovata*, *D. rotundifolia*) и возможной конкуренции между ними. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf16/drosera.pdf> (Дата обращения: 26.10.2017)

Горностаев Г.Н., 1999. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России. М.: ИК «Логос», 176 с.

Маевский П.Ф., 2014. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 635 с.