

Московская гимназия на Юго-Западе №1543

Кафедра биологии

Изучение таксономического спектра жертв трёх видов *Drosera* (*D. anglica*, *D. obovata*, *D. rotundifolia*) и возможной конкуренции между ними

Отчёт о научно-исследовательской работе

А. Говорун

А. Мельникова

С. Реутова

А. Стапран

Научные руководители:

П.А. Волкова

П.Н. Петров

Москва

2016

Аннотация

До сих пор достоверно не известно существует ли конкуренция между тремя видами росянок (*Drosera anglica*, *D. Obovata* и *D. rotundifolia*) за пищу. В работах предыдущих лет не удалось выявить сильных различий в таксономическом спектре их жертв на уровне отрядов. Мы исследовали росянок на озере Подмошье и урочище Архипово в Удомельском районе Тверской области. Нашей целью было проверить наличие конкуренции между этими тремя видами росянки, по возможности на уровне семейств. Мы выяснили, что самые частые жертвы росянки – это длинноусые двукрылые, цикадки и наездники. Мы выяснили, что положительная связь между площадью листа росянки и общим числом насекомых с учётом их размеров на этом листе присутствует только у всех трех видов росянки с Подмошья.

Также положительная связь между числом пойманных насекомых и площадью листа росянки есть только у *D. anglica* и *D. obovata* на Подмошье. Отсутствие статистически значимой связи у росянок с Архипово объясняется тем, что росянки на Архипово ловили меньше насекомых, чем на Подмошье (на Архипово насекомых меньше, чем на Подмошье).

Введение

Росянки – многолетние насекомоядные растения, обитающие на бедных минеральными веществами почвах. Существует много различных семейств насекомоядных растений с разными стратегиями захвата добычи. Росянки при ловле насекомых сворачивают свой лист и затем начинают переваривать свою жертву. В мире существует около 185 видов росянок. В Тверской области произрастают: *Drosera anglica* Huds. (росянка английская), *D. rotundifolia* L. (росянка круглолистная) и их гибрид *D. obovata* Mert. et Koch (росянка овальная). Все они отличаются друг от друга по форме листа и расположению листьев относительно земной поверхности. У *D. anglica* листья имеют форму вытянутого овала, расширяющегося ближе к концу, и расположены перпендикулярно относительно сфагнома. У *D. rotundifolia* длина листа меньше ширины, и листья лежат на земле. *D. obovata*, поскольку является гибридом двух предыдущих видов, имеет овальную форму листьев, которые как и у *D. anglica* располагаются под углом к субстрату. Все эти виды растут на верховых, сфагновых болотах, однако, *D. rotundifolia* предпочитает сухие возвышенные участки, в отличие от *D. anglica* и *D. obovata*, которые живут в более заболоченных местах (Crowder et al., 1990).

Лист росянки покрыт трихомами, которые выполняют роль механорецепторов. На конце этих трихом выделяются капельки липкой слизи, в состав которой входит сахар, привлекающий насекомое, и алкалоид конииин, который парализует его. Когда насекомое попадает на лист и прилипает к нему, он начинает сворачиваться, и этот процесс у него занимает от одного часа до трёх, при этом происходит выделение пищеварительных ферментов (Crowder et al., 1990). После переваривания добычи лист постепенно приобретает свою первоначальную форму, а от жертвы остается только хитиновый покров.

Так как *D. anglica*, *D. obovata*, *D. rotundifolia*, как и другие виды росянки, получают большую часть минеральных веществ из насекомых и некоторых других членистоногих, количество которых довольно невелико на болотах, где они растут, то между этими видами может существовать конкуренция за пищу. Этой конкуренции может и не быть в связи с различием их предпочтений в выборе местообитания на болоте (сухие или заболоченные места), с различием по форме их листовой пластинки и положением листа относительно сфагнома. Вопрос о возможности конкуренции (в частности, между этими тремя видами) уже изучался на уровне ловимых росянкой отрядов (Volkova et al., 2010). При этом сильных различий между рассматриваемыми отрядами насекомых, пойманных разными видами росянки, выявлено не было. Также конкуренция не была выявлена и для трёх других видов росянок, произрастающих совместно – *D. menziesii*, *D. paleacea*, *D. glanduligera* (Ellison et al., 2009). Насекомые, принадлежащие к одному отряду, имеют разный размер и поведение, поэтому конкуренция за насекомых может идти на уровне более мелких таксономических групп. Мы старались исследовать таксономический спектр жертв росянки более детально, по возможности определяя насекомых до семейств или подотрядов.

Спектр жертв росянок зависит от насекомых, обитающих на данной территории. В ранних исследованиях не было данных о таксономическом спектре потенциальных жертв росянки (членистоногих, обитающих рядом с росянками). Поэтому конкуренция между разными видами росянки была недооценена, поскольку на листьях преобладали самые частые насекомые. Мы ставили почвенные и оконные ловушки, чтобы определить таксономический спектр потенциальных жертв росянки.

Цель: выяснить, существует ли конкуренция между тремя видами росянки (*D. anglica*, *D. obovata*, *D. rotundifolia*) в Удомельском районе Тверской области на уровне подотрядов и некоторых семейств насекомых.

Задачи:

1. Определить таксономическую принадлежность насекомых, найденных на листьях росянок до подотряда и по возможности до семейства;
2. Определить насекомых, обитающих на болотах (потенциальных жертв), где была собрана росянка, при помощи установки ловушек;
3. Сравнить таксономические спектры потенциальных и реальных жертв разных видов росянки;
4. Выявить связь между размерами листьев росянки и размерами, численностью и таксономическим составом насекомых на них.

Материалы и методы

29 июня 2015 года в Удомельском районе Тверской области мы собрали росянки трех видов (сбор проводился произвольно) в двух местах: урочище Архипово (сфагновое болото) и на берегу озера Подмошье, образованном сфагновой сплавиной (таблица 1).

Таблица 1. Число росянок трех видов, собранных на двух болотах в 2015 году.

Болото	Сбор	<i>Drosera anglica</i>	<i>Drosera rotundifolia</i>	<i>Drosera obovata</i>
Подмошье	29.06.2015	32	33	48
	03.07.2015	20	20	30
Архипово	29.06.2015	32	35	22
	03.07.2015	20	20	15

В каждом месте мы поставили по 5 оконных и 10 почвенных ловушек. Ловушки расположили непосредственно рядом с популяциями росянок. Оконные ловушки стояли под разными углами друг к другу, а почвенные ловушки мы устанавливали в форме креста рядом с оконными ловушками и другими заметными ориентирами, чтобы затем их было проще найти.

Почвенные ловушки представляли собой прозрачные пластиковые стаканчики объемом примерно 100 мл. Предварительно в сфагнуме мы выкапывали ямку, затем устанавливали в нее два вставленных друг в друга стаканчика, и вынимали верхний стаканчик со всем «мусором», попавшим туда. Важно отметить, что почвенные ловушки мы присыпали мхом для маскировки. В стаканчик до половины мы наливали воду с разбавленным в ней средством для мытья посуды.

Каркас оконной ловушки представлял собой доску (70 см), два круглых бревнышка, расположенных на концах доски и две палочки (50 см), соединявших бревнышки с обеих сторон. Между этими палками был несильно натянут и закреплён скотчем кусок полиэтилена, образующий ёмкость для воды, размером 60 на 30 см. Важно уточнить, что ёмкость имела отвесные стенки, чтобы насекомые не могли выбраться. Сверху в каждое бревнышко были вбиты три или

два гвоздя, между которыми было органическое стекло размером 70 на 30 см. Получившуюся ёмкость мы наполовину наполняли той же мыльной водой. Оконные ловушки мы установили на расстоянии двух метров друг от друга.



Рис 1. Фотография оконной ловушки, установленной на озере Подмошье.

В течение следующего дня мы измерили листья каждой росянки по двум параметрам: длине и ширине. Все листья, на которых были остатки органического происхождения, мы откладывали в отдельные пластмассовые чашки Петри, а затем заспиртовывали. Все росянки, а также листья на них мы пронумеровали, затем данные по листьям (ширина и длина) занесли в бланки. Под каждый лист мы клали этикетку, написанную на небольшом кусочке рисовальной бумаги простым карандашом. Там мы указывали номер бланка, растения и листа.

На протяжении трех следующих дней мы определяли насекомых, найденных на листьях, в основном, с помощью определителя "Атлас потенциальных жертв росянок для окрестностей озера Молдино" (Лукьянов, 2012). Мы указывали число насекомых на каждом листе, и их размерный класс (первый = 1 мм, второй - $> 1 < 5$ мм, третий - $> 5, < 10$ мм, четвертый - > 10 мм). Специально для определения размера насекомых из плотной бумаги мы сделали мерную шкалу с отметками 1 мм, 5 мм и 10 мм.

Ещё не обследованные росянки мы хранили в холодильнике, во избежание ускорения процесса разложения насекомых на листьях из-за тепла.

3 июля все ловушки собрали. Воду из них сливали через кусок марли, а затем сложенную несколько раз марлю с насекомыми помещали в полулитровую банку со спиртом. Помимо этого в тот день мы собрали росянки трёх видов с двух болот ещё раз (таблица 1).

В течение 4 и 5 июля мы определяли насекомых из ловушек, а данные по ним заносили в таблицу. Многих насекомых с ловушек мы поместили на матрасики из бумаги и ваты.

Площадь листа мы высчитывали по формуле площади эллипса: $S=\pi ab$ (где a – половина максимальной длины листа, b – половина максимальной ширины листа).

Чтобы посчитать площадь насекомых мы принимали их ширину за 1 мм, а длину, равной средней длине их размерного класса: 1мм, 3мм, 7мм и 10мм. Площадь насекомых подсчитывалась также по формуле площади эллипса.

Для определения наличия связи между площадью листа и количеством насекомых на нем, а также площадью листа и общей площадью насекомых на нем мы проводили корреляционные тесты в программе R (R Core Team, 2015). Мы анализировали листья, на которых было отмечено хотя бы одно насекомое, поскольку отсутствие насекомых на листе могло быть вызвано его неспособностью ловить насекомых (слишком старые или молодые листья).

На диаграммах рассеяния число значений, соответствующих каждой точке, было показано числом лучей, выходящих из неё.

Результаты

Основные жертвы росянок – это насекомые. Кроме них мы обнаружили несколько пауков (Araneae), но поскольку их было мало, в отчёте мы часто называем жертв росянок не беспозвоночными, а насекомыми.

Мы выяснили, что доля листьев росянок, на которых было хотя бы одно беспозвоночное, на Подмошье выше, чем на Архипово (таблица 2). На Подмошье в целом было больше насекомых – как пойманных росянкой (таблица 3), так и обитающих в непосредственной близости от неё (таблица 4). На Архипово достоверно меньше всех насекомых было на листьях *D. obovata* (таблица 3; попарный тест Вилкоксона: $p < 0.05$). На Подмошье достоверно меньше всех насекомых было на листьях *D. rotundifolia* (таблица 3; попарный тест Вилкоксона: $p < 0.05$).

Таблица 2. Число листьев разных видов росянки на Архипово и Подмошье, собранных в 2015 году, на которых было хотя бы одно беспозвоночное (в процентах от общего числа листьев этого вида на этом болоте в этот день)

Болото	Вид	Число листьев с беспозвоночными на них (29.06.15)	Число листьев с беспозвоночными на них (03.07.15)
Архипово	<i>D. anglica</i>	45(30.4%)	45(44.6%)
	<i>D. obovata</i>	11(13%)	5(8.3%)
	<i>D. rotundifolia</i>	35(31.5%)	3(4%)
Подмошье	<i>D. anglica</i>	130(49.8%)	83(56%)
	<i>D. obovata</i>	127(43.5%)	31(34%)
	<i>D. rotundifolia</i>	93(59.2%)	38(39.6%)

Также мы выяснили, что самыми частыми жертвами росянок являются Nematocera (для всех видов с двух болот), Cicadellidae (для всех видов на Подмошье и для *D. anglica* с Архипово), Hymenoptera parasitica (для *D. anglica* с Архипово, для

D. anglica и *D. obovata* с Подмошья), представители Brachycera, которых мы не определили до семейства (для *D. anglica* с Подмошья) (таблица 3).

Таблица 3. Общее количество насекомых всех таксонов для каждого вида росянки, собранных с Архипово и Подмошье 29 июня 2015 (первый сбор), 3 июля 2015 (второй сбор)

	Урочище Архипово						Озеро Подмошье						
	Таксоны	<i>D.rotundifolia</i>		<i>D.obovata</i>		<i>D.anglica</i>		<i>D.rotundifolia</i>		<i>D.obovata</i>		<i>D.anglica</i>	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
DIPTERA	Muscidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
	Simuliidae	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4	0
	Dolichopodidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	Другие Brachycera	2	0	2	2	2	2	5	0	6	1	15	10
	Culicidae	0	0	0	0	1	0	0	2	4	3	7	0
	Другие Nematocera	9	0	8	0	25	17	35	28	154	9	119	65
	Другие DIPTERA	0	0	0	0	1	0	3	0	6	0	7	0
COLEOPTERA	Apionidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	Staphylinidae	0	0	0	0	4	1	3	1	3	0	3	2
	Chrysomelidae	0	0	0	1	1	3	1	1	0	2	2	3
	Scirtidae	0	0	0	0	1	0	1	0	7	0	2	0
	Другие COLEOPTERA	1	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1	1
HOMOPTERA	Aphrophoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Aphidinea	1	0	0	0	3	0	2	1	3	0	4	4
	Cicadellidae	0	1	1	0	3	6	10	20	24	17	46	51
	Другие HOMOPTERA	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
HETEROPTERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
HYMENOPTERA	Hymenoptera parasitica	1	0	2	3	6	3	1	0	8	3	5	4
	Formicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
Araneae	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	5	1	
THYSANOPTERA	0	0	0	0	1	5	0	1	8	3	4	2	
EMPIDIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
LEPIDOPTERA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
ORIBATIDA	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	4	
PSOCODEA	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
Неопределенные Насекомые	16	1	4	0	2	0	29	2	19	3	10	3	
Всего	35	3	18	7	58	37	96	57	244	43	253	154	

Таблица 4. Число беспозвоночных, попавших в почвенные и оконные ловушки в двух местообитаниях в период 29.06.15 - 03.07.15

Местообитание	Число пойманных насекомых
Подмошье	218
Архипово	57

В ловушках мы обнаружили семейства Cicadellidae (в ловушках с обоих болот) и Formicidae (в ловушках только с Архипово). Количество Cicadellidae превосходит в ловушках все остальные таксономические группы и это совпадает с большим количеством Cicadellidae на листьях росянки.

Мы выяснили, что статистически значимая связь между площадью листа и общей площадью насекомых на нем присутствует только у всех рассматриваемых видов росянки с Подмошья (значения теста Спирмена: для Подмошья: для *D. anglica* - $p\text{-value}=0.002, R=0.26$, для *D. obovata* - $p\text{-value}=0.006, R=0.21$, для *D. rotundifolia* - $p\text{-value} = 0.026, R=0.28$; для Архипово: для *D. anglica* - $p\text{-value} = 0.22, R=0.18$, для *D. obovata* - $p\text{-value} = 0.18, R=0.44$, для *D. rotundifolia* - $p\text{-value} = 0.23, R= 0.206$).

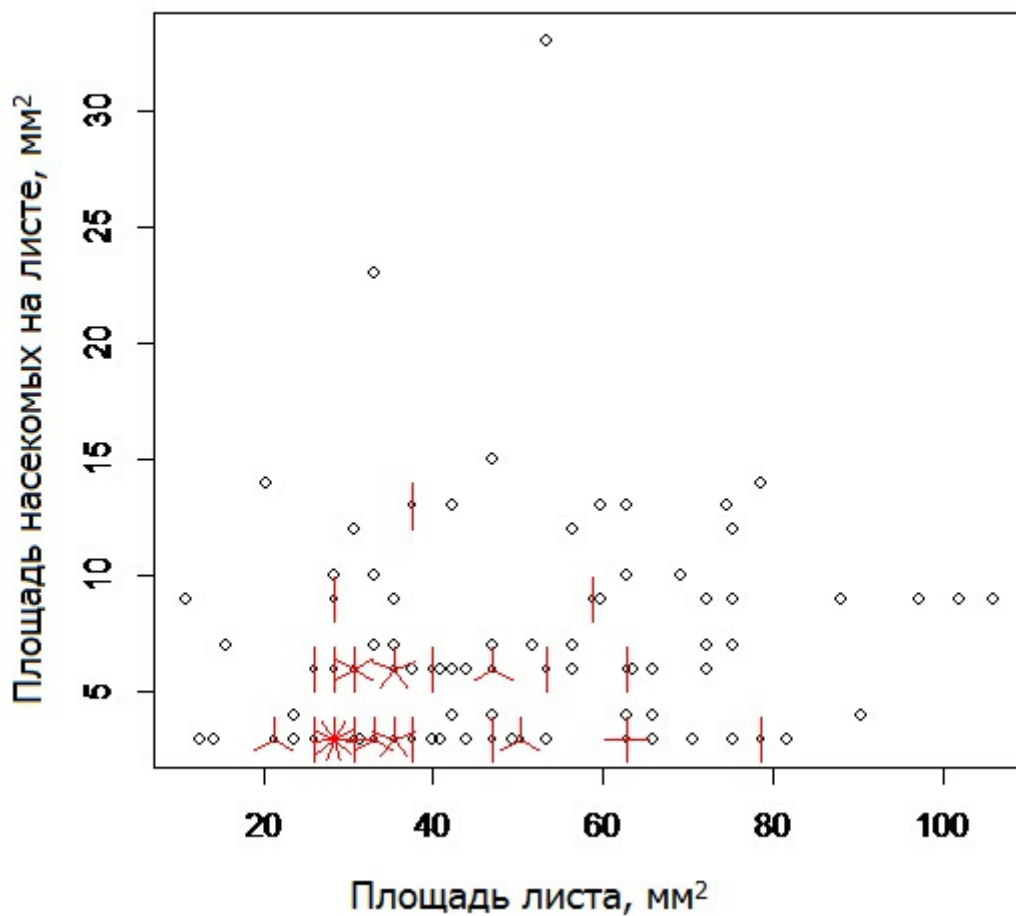


Рис. 2. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera anglica* с озера Подмошье.

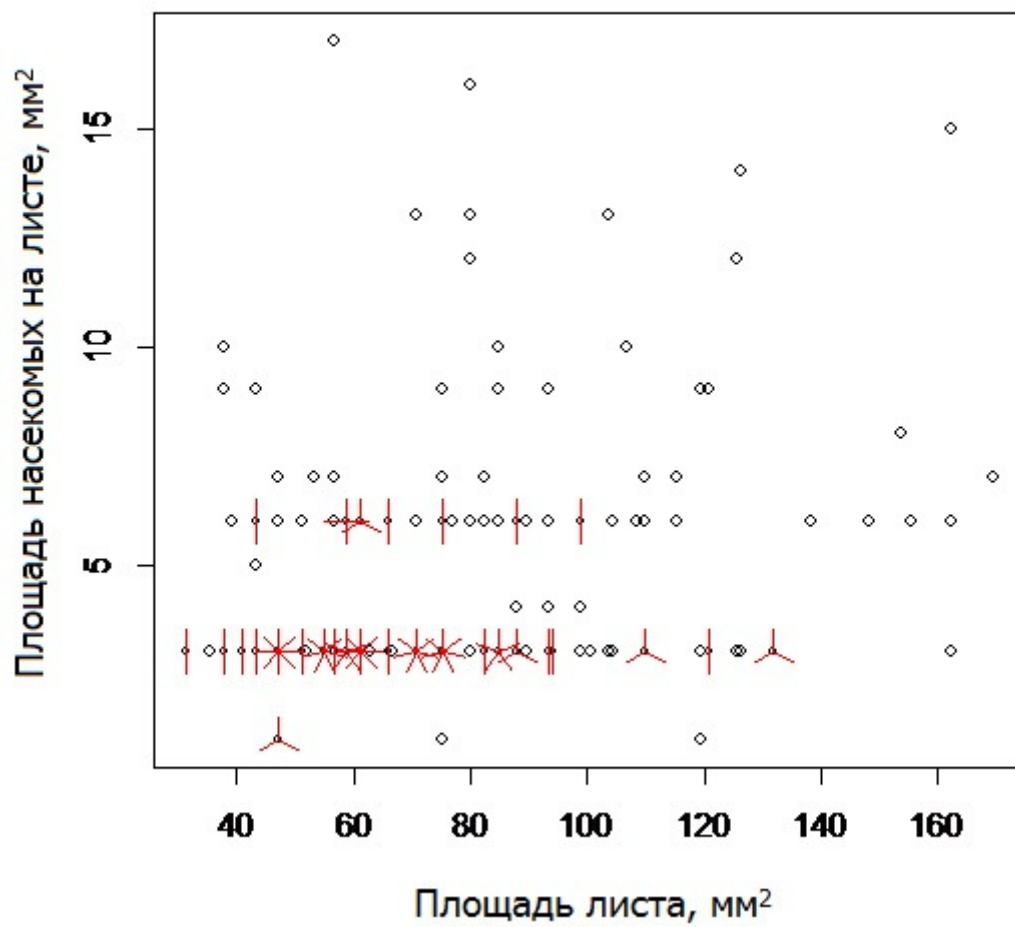


Рис. 3. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera obovata* с озера Подмошье.

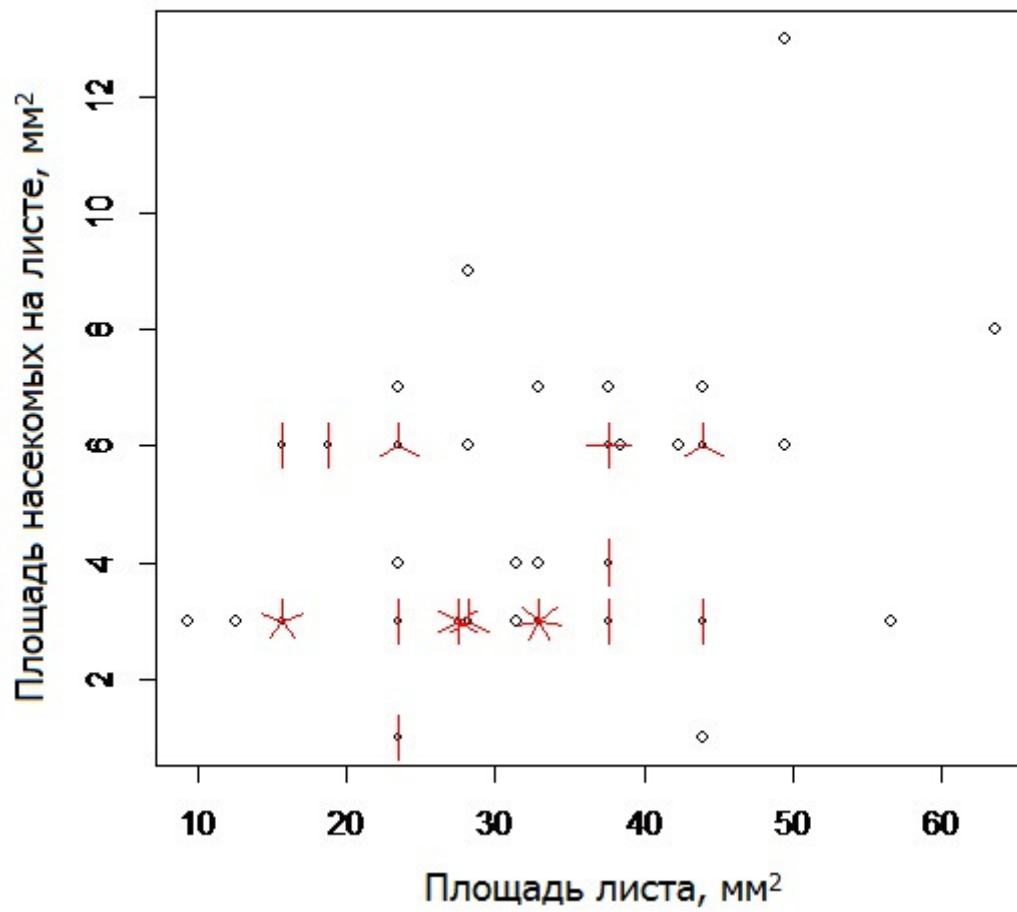


Рис. 4. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera rotundifolia* с озера Подмошье.

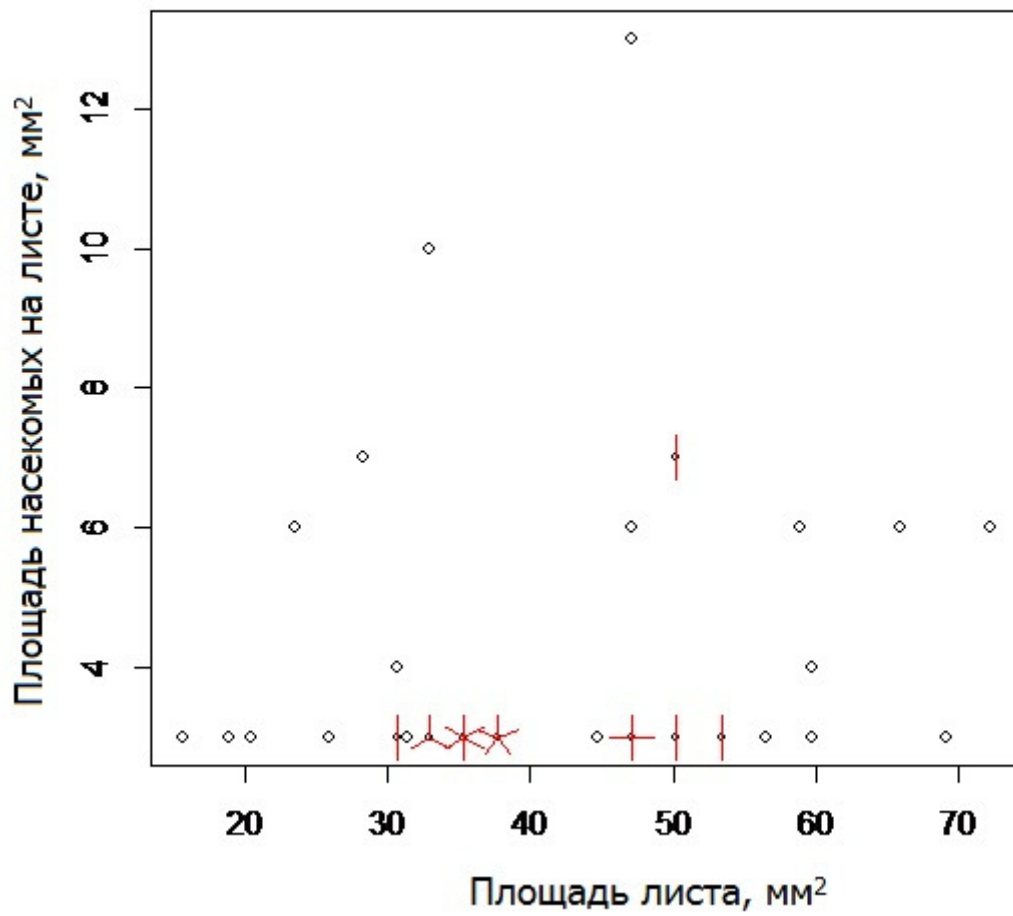


Рис. 5. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera anglica* с урочища Архипово.

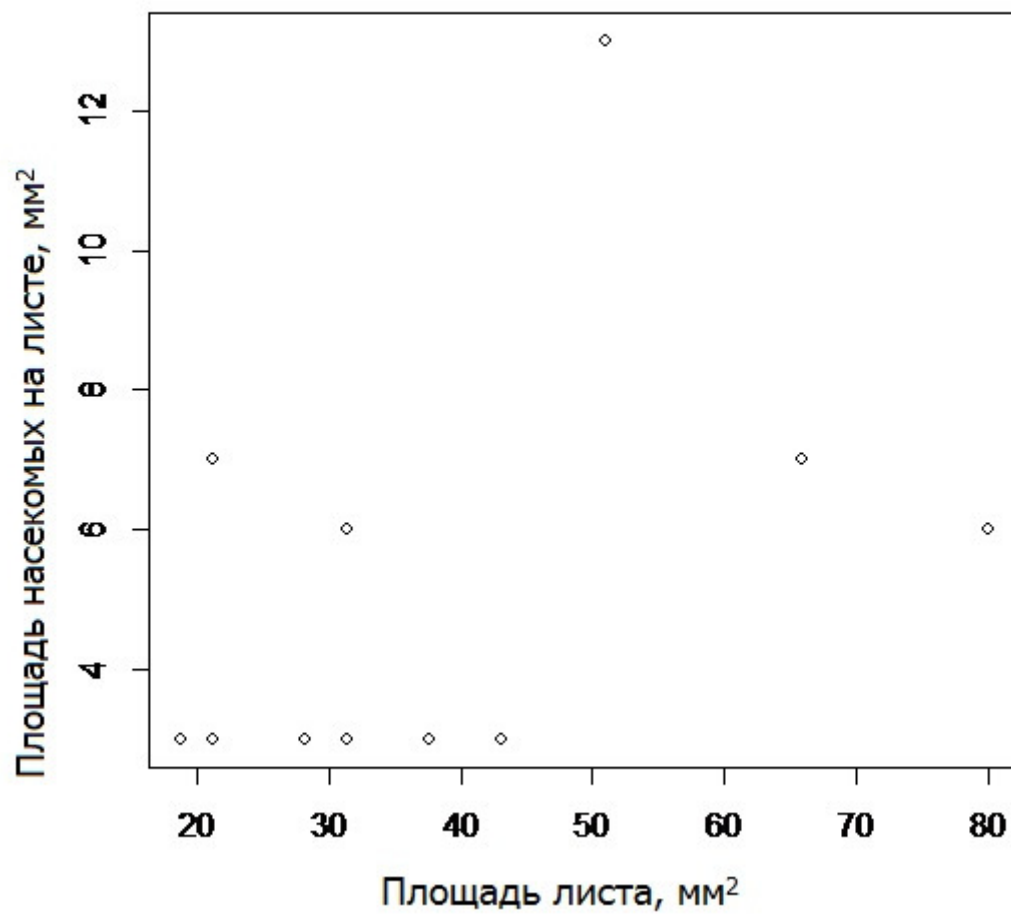


Рис. 6. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera obovata* с урочища Архипово.

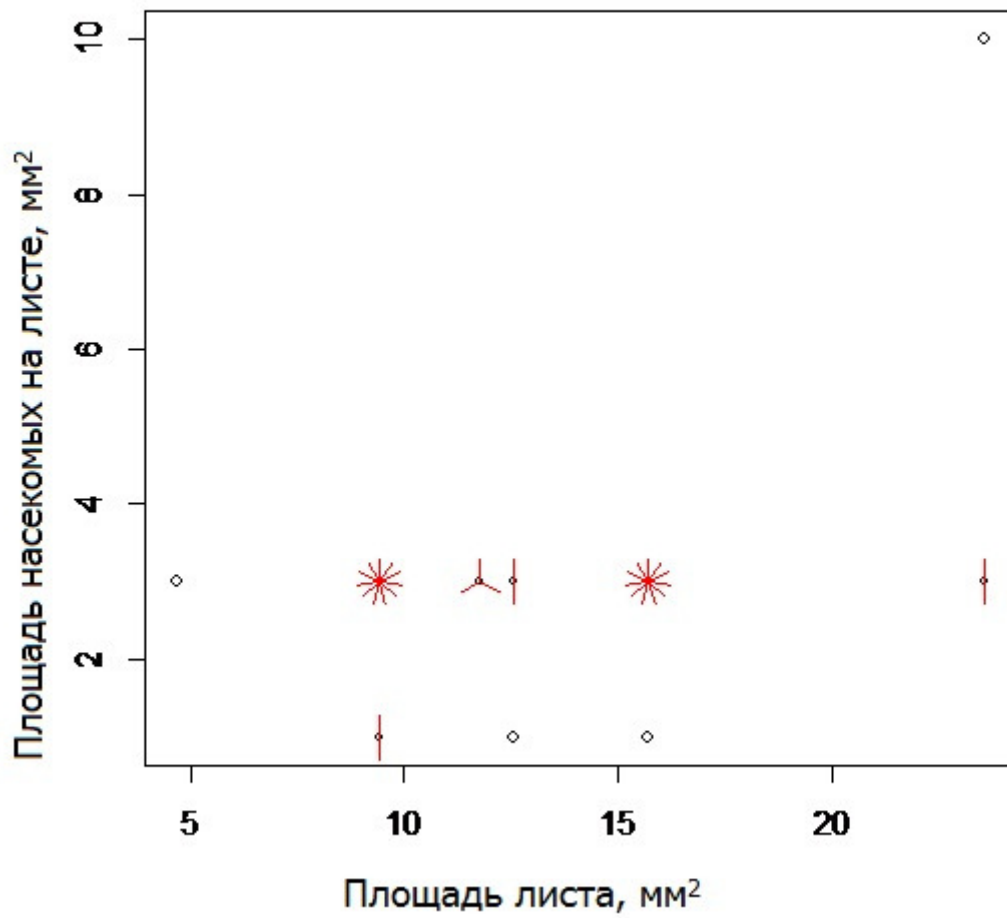


Рис. 7. Связь между площадью пойманных насекомых и площадью листа у *Drosera rotundifolia* с урочища Архипово.

Также мы выяснили, что положительная статистически значимая связь между числом насекомых на листе и площадью самого листа существует только для *D. anglica* и *D. obovata* с Подмошья (значения теста Спирмена: для Подмошья: для *D. anglica* - $p\text{-value}=0.004, R=0.25$, для *D. obovata* - $p\text{-value}=0.001, R=0.25$, для *D. rotundifolia* - $p\text{-value} = 0.09, R=0.21$; для Архипово: для *D. anglica* - $p\text{-value} = 0.06, R=0.28$, для *D. obovata* $p\text{-value} = 0.25, R=0.38$, для *D. rotundifolia* корреляционный тест нельзя провести, потому что на всех листьях было по одному насекомому).

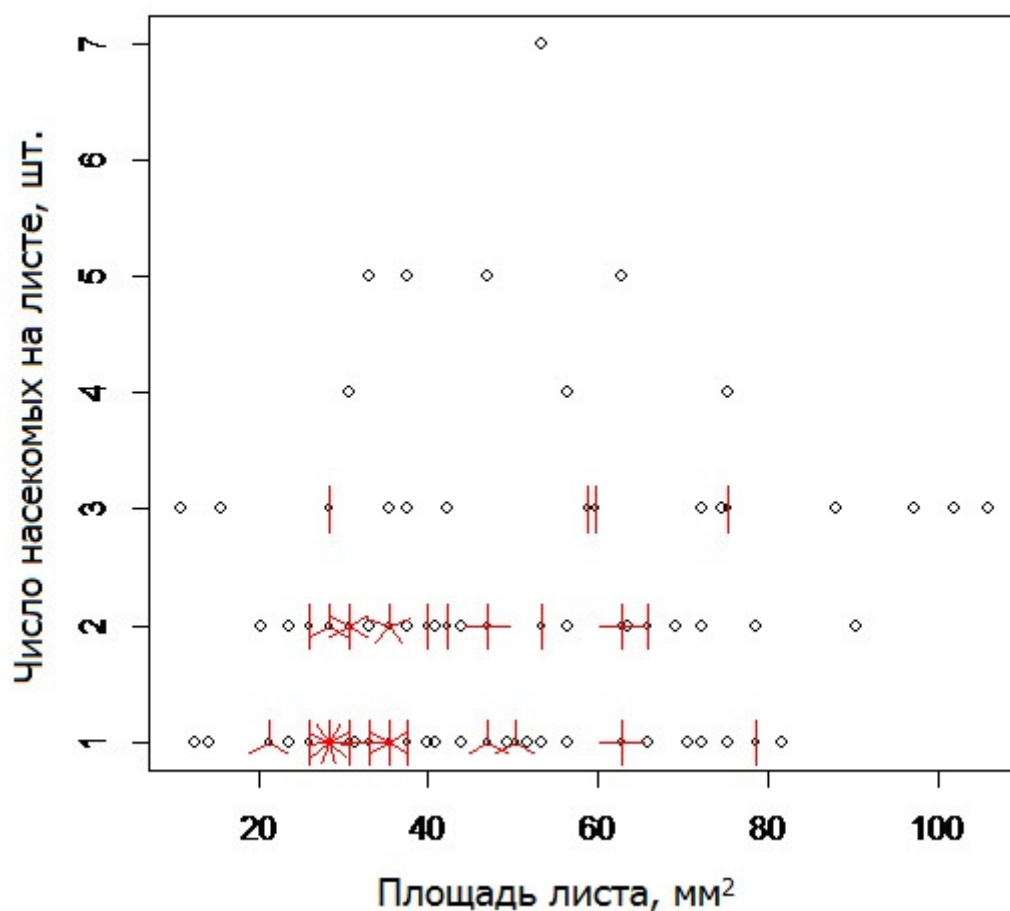


Рис. 8. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera anglica* с Подмошья

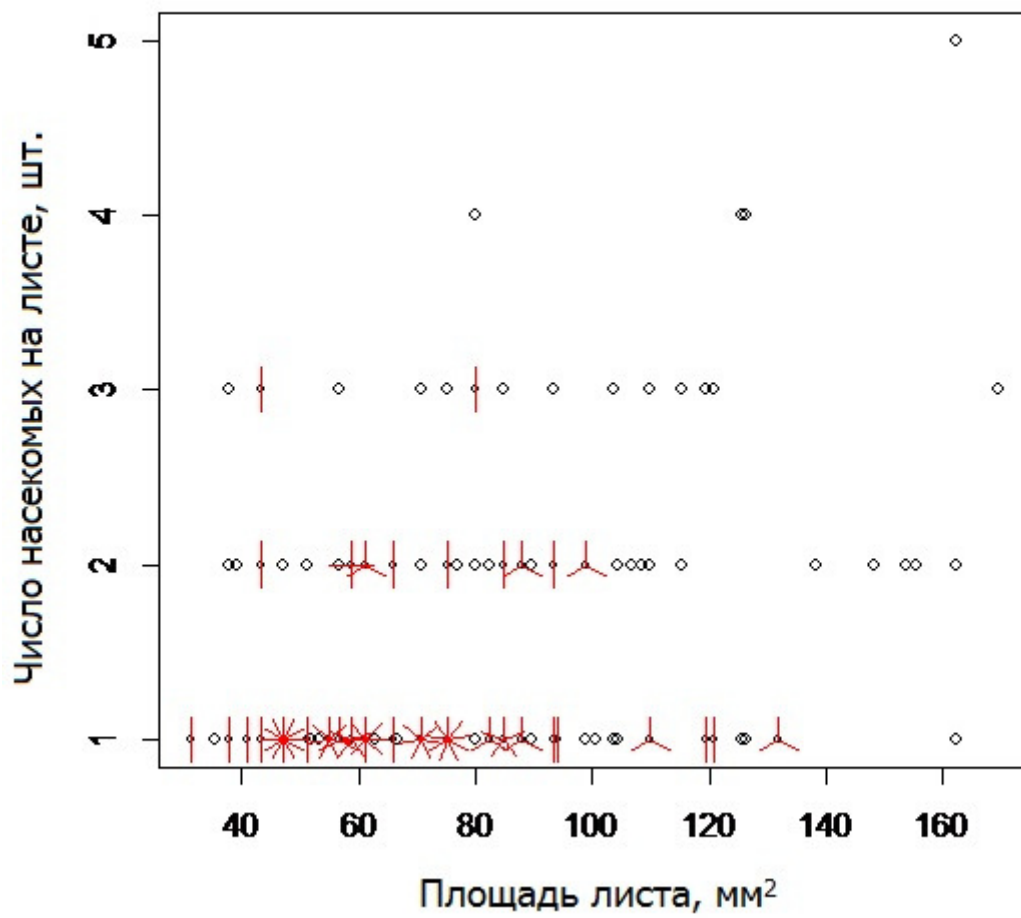


Рис. 9. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera obovata* с Подмошья

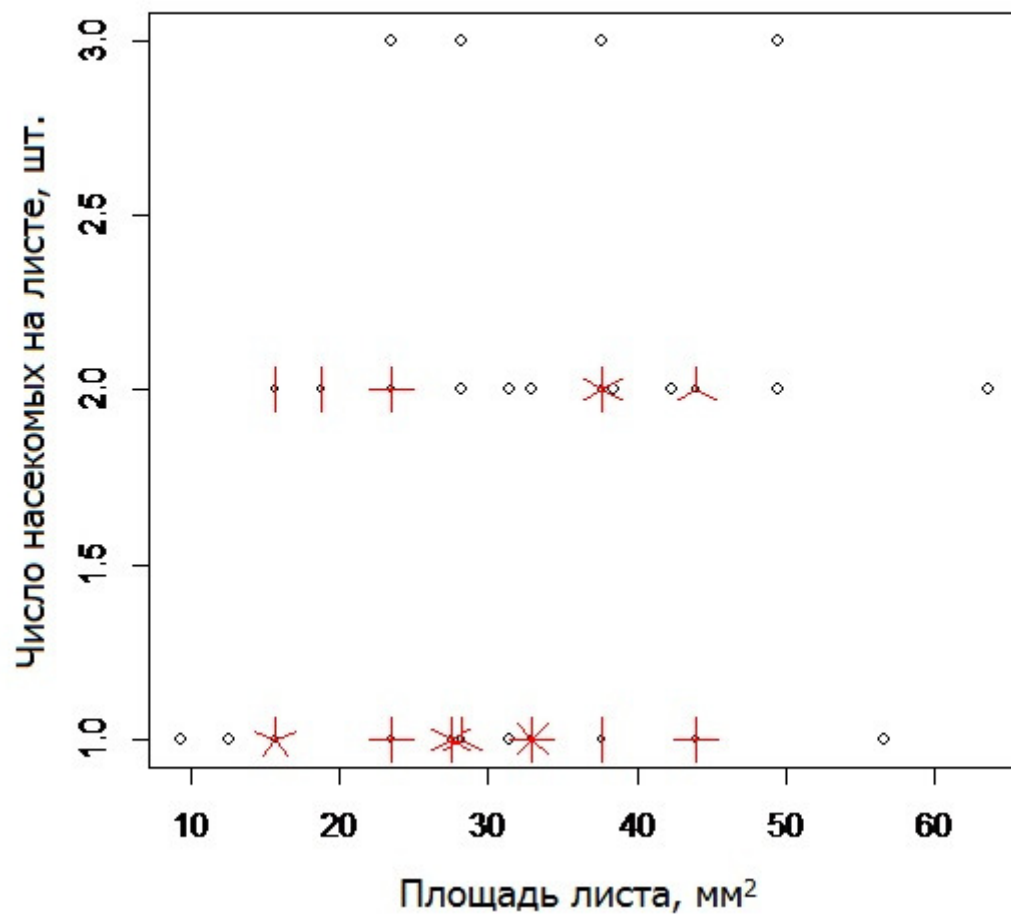


Рис. 10. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera rotundifolia* с Подмошья

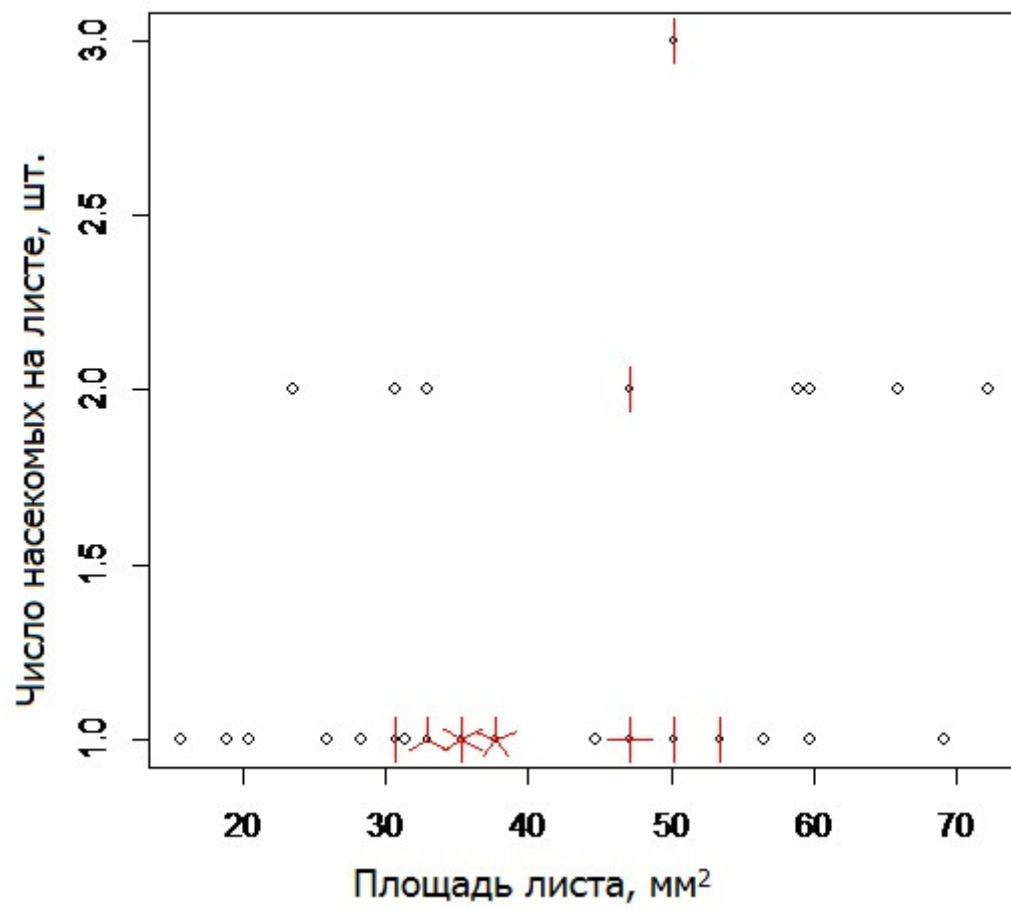


Рис. 11. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera anglica* с Архипово

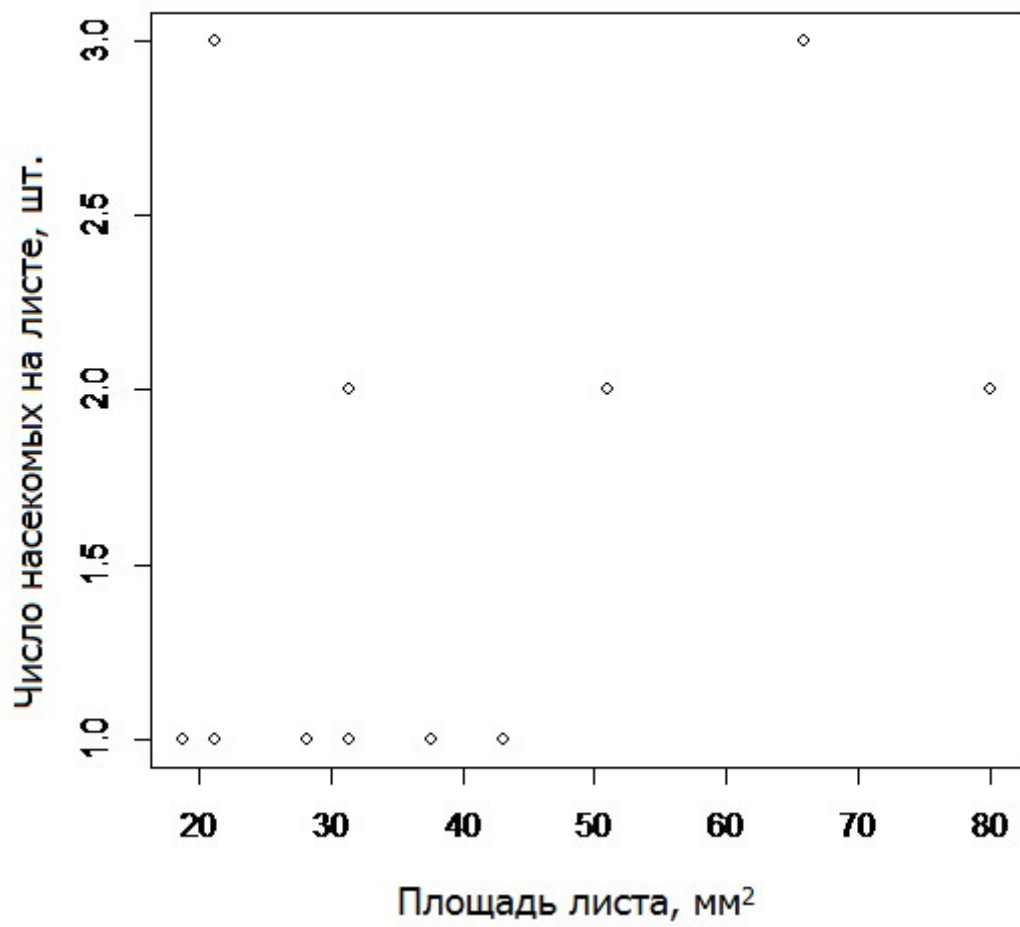


Рис. 12. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera obovata* с Архипово

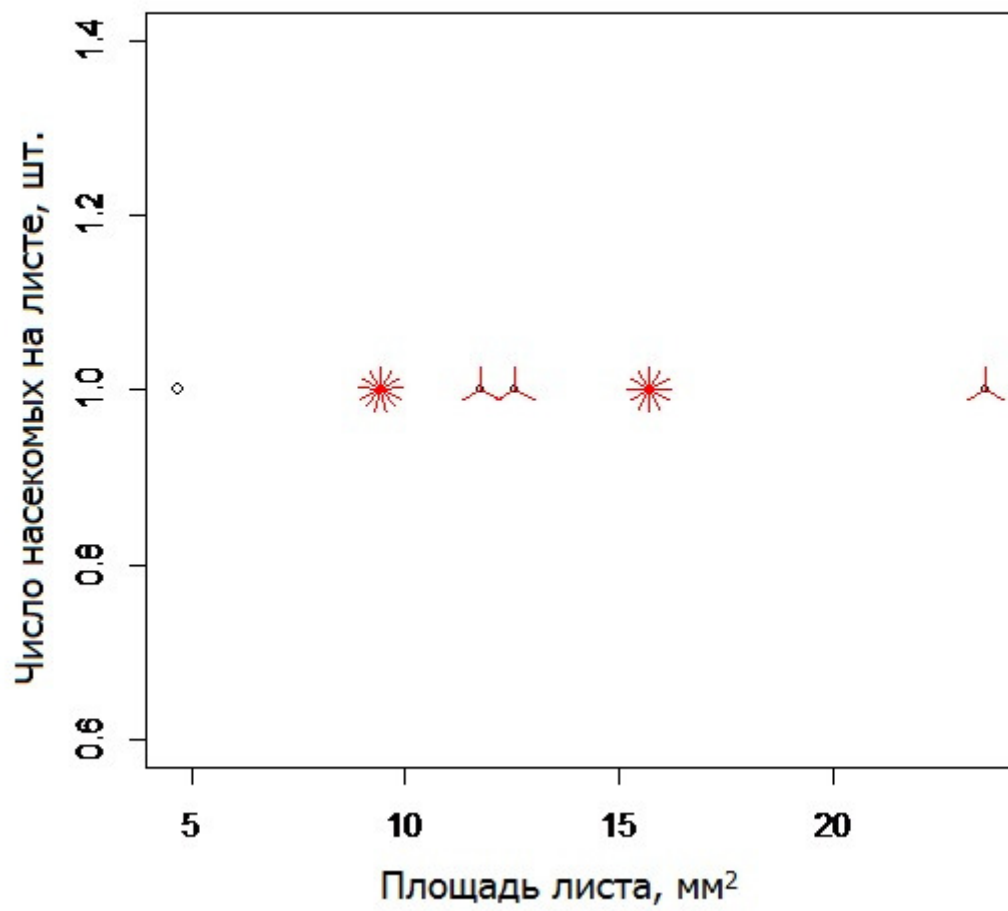


Рис. 13. Связь между числом насекомых на листе и площадью листа у *Drosera rotundifolia* с Архипово

У *D. obovata* и *D. rotundifolia* площадь листа на Архипово достоверно меньше, чем на Подмошье (тест Вилкоксона: $p < 0.05$, рис. 15, 16). А площадь листа у *D. anglica* на Архипово и Подмошье статистически значимо не различается (тест Вилкоксона: $p = 0.26$, рис. 14).

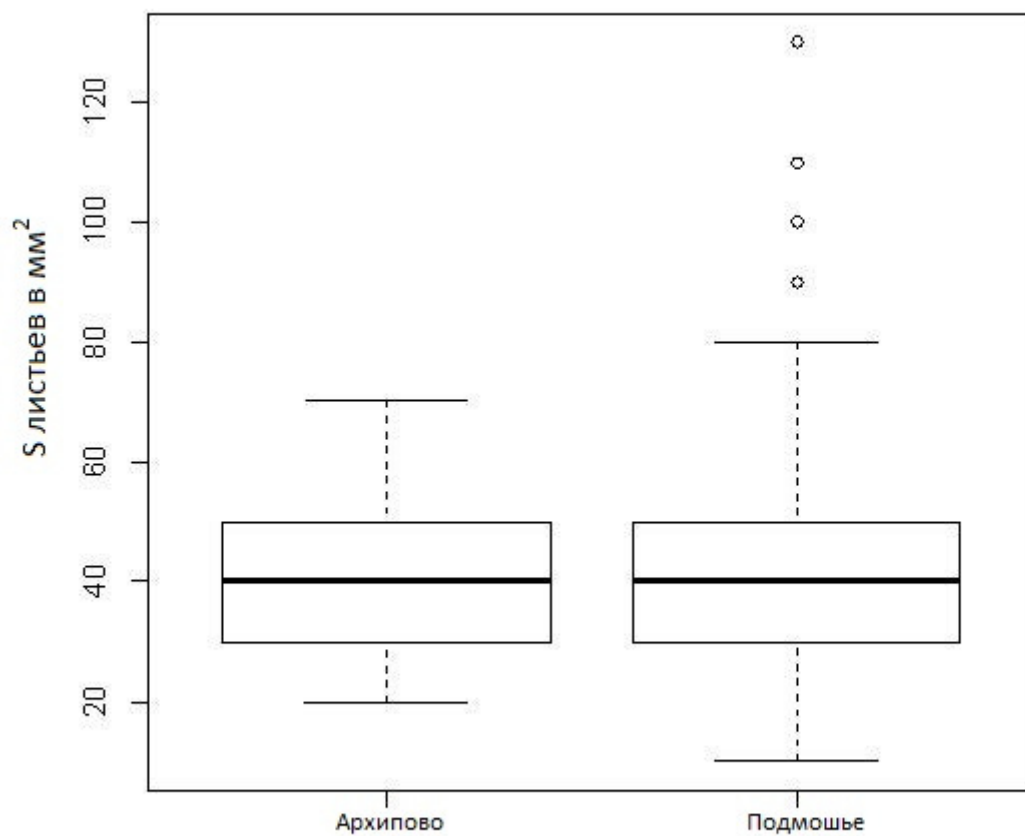


Рис. 14. Площадь листьев *D. anglica* с Архипово и с Подмошья

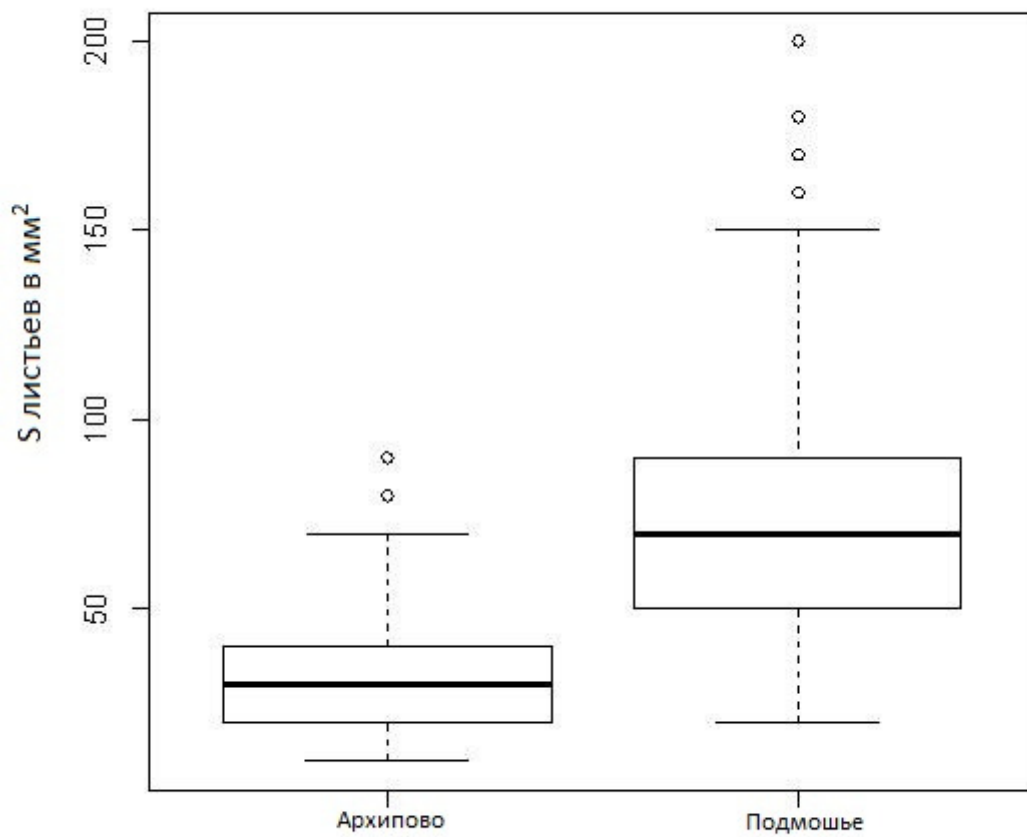


Рис. 15. Площадь листьев *D. obovata* с Архипово и с Подмошья

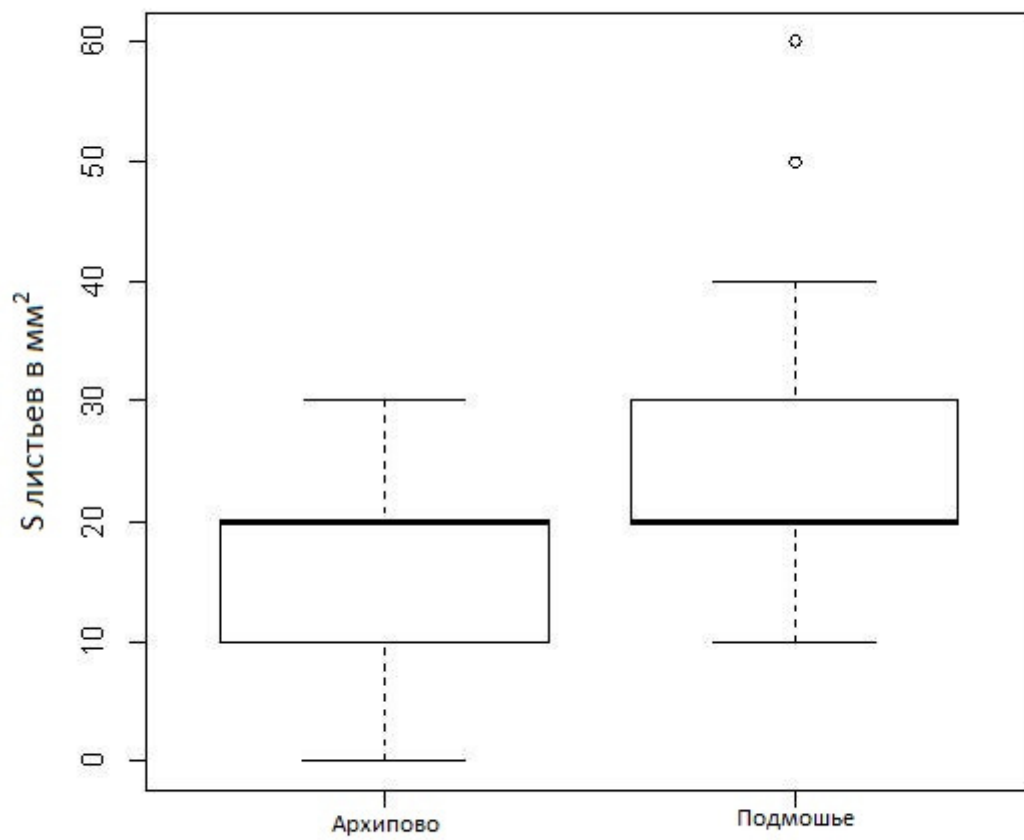


Рис. 16. Площадь листьев *D. rotundifolia* с Архипово и с Подмошья

Обсуждение

Мы обнаружили достоверную положительную связь между числом насекомых и площадью листа у *D. anglica* и *D. obovata* с Подмошья. Но мы не обнаружили такой связи в других случаях. Это можно объяснить тем, что число листьев с беспозвоночными у тех видов, у которых прослеживается связь, превышает число листьев с беспозвоночными у видов, не имеющих этой связи (таблица 2).

Положительная связь между площадью листа и площадью насекомых есть у всех видов росянки с Подмошья и она отсутствует у видов с Архипово. Наличие такой связи ожидаемо, потому что чем больше площадь ловчей поверхности листа, тем больше вероятность того, что на него попадёт беспозвоночное. Отсутствие статистически значимой связи на Архипово можно объяснить недостаточным числом листьев, на которых было хотя бы одно беспозвоночное.

Условия обитания в урочище Архипово таковы, что число насекомых там меньше, чем на озере Подмошье (таблица 4). Из таблицы 2 видно, что процент росянок, которые ничего не поймали, на Архипово больше, чем на Подмошье. Данные, полученные в 2012 и 2014 годах, подтверждают наши результаты - на Подмошье больше насекомых, чем на Архипово. Это можно объяснить большим разнообразием местообитаний на Подмошье (сфагновая сплавина располагалась на берегу озера и была окружена лесом).

Малое количество насекомых на Архипово объясняет то, что росянки там ловят меньше насекомых, чем на Подмошье. Это подтверждает гипотезу о том, что росянки не привлекают добычу, а ловят только тех насекомых, которые случайно попали им на лист.

В этом году на росянках и в ловушках было слишком мало насекомых, чтобы мы могли уверенно сравнивать таксономические спектры жертв у росянок разных видов на разных болотах или проводить сопоставления с результатами прошлых лет.

Наиболее частыми жертвами для всех трёх видов росянки были летающие насекомые, поэтому мы не можем утверждать, что разница в положении листьев разных видов росянки обуславливает различия в таксономических спектрах жертв трёх видов росянки.

Выводы

- Самые частые жертвы росянок: Nematocera, Cicadellidae, Hymenoptera parasitica.
- В ловушки мы поймали в основном Cicadellidae и Formicidae, которые, возможно, являются одними из самых частых насекомых на болотах
- И в ловушках, и на росянках было много Cicadellidae, но помимо этого в ловушках также было много Formicidae, а на росянках – Nematocera
- Положительная связь между числом пойманных насекомых и площадью листа росянки есть только у *D. anglica* и *D. obovata* на Подмошье.
- Положительная связь между площадью листа росянки и общей площадью насекомых на этом листе прослеживается у всех трех видов росянки с Подмошья, но отсутствует у всех видов с Архипово.
- В этом году на росянках и в ловушках было слишком мало насекомых, поэтому мы не можем однозначно утверждать, что конкуренция за пищу между тремя видами росянки есть

Благодарности

Мы благодарим наших научных руководителей Полину Андреевну Волкову и Петра Николаевича Петрова за помощь при выполнении научной работы, Дарью Захарченко за непосредственную организацию второго сбора росянок, Сергея Менделевича Глаголева и Екатерину Викторовну Елисееву за проведение летней практики на биостанции «Озеро Молдино».

Литература:

- Гумеров Р. и др., 2015. Таксономический спектр жертв трех видов росянки (*Drosera* spp.) на уровне подотрядов. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.bioclass.ru/files/konf15/drosera.pdf>
- Лукьянов Е., Лукьянов Д., 2012. Атлас потенциальных жертв росянок для окрестностей озера Молдино. Рукопись.
- Crowder A.A. et al., 1990. *Drosera* L. Biological flora of British Isles, Journal of Ecology, Vol. 78, pp. 233-267.
- Ellison M.A. and Gotelli N.J., 2009. Energetics and the evolution of carnivorous plants – Darwin's 'most wonderful plants in the world'. Journal of Experimental Botany, Vol.60, p. 19-42.

- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2015. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.R-project.org/>
- Volkova P.A., Sukhov N.D. and Petrov P.N., 2010, Three carnivorous plants species (*Drosera* spp.) in European Russia: peaceful coexistence? Nordic Journal of Botany, vd.28, p.409- 412.