

П. Г. СВЕТЛОВ и М. Г. СВЕТЛОВА

**ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В СТОЙКОСТИ К ДЕЙСТВИЮ
ПОВРЕЖДАЮЩИХ АГЕНТОВ У ДВУДОМНЫХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком К. М. Быковым 9 XII 1949)

Для предпринятого нашей лабораторией исследования чувствительности мужских и женских организмов к повреждающему воздействию факторов среды (1⁻⁵) огромную роль играют опыты с растениями, так как: 1) знание соотношения сопротивляемости полов в растительном мире должно определить степень всеобщности установленной у животных закономерности превышения стойкости женских особей по сравнению с мужскими и 2) вследствие несравненно большей простоты анатомического строения растений соотношения между клеточной чувствительностью и чувствительностью организма как целого к действию повреждающих агентов должны быть несравненно более наглядны по своим проявлениям; у них можно ожидать проявления половых соотношений в первичном и ничем не маскированном виде.

Часть публикуемых опытов была проведена нами еще в 1947 г., когда нам была еще неизвестна работа В. Н. Наугольных (6), в которой при помощи изящной методики плазмолиза клеток, окрашенных нейтральным красным, после действия повреждающего агента было показано, что клетки эпидермиса листьев дремы (*Melandrium album*) и щавеля (*Rumex thyrsoiflorus*) у мужских растений менее стойки, чем у женских. Также показано было, что ядовитые вещества скорее вызывают отмирание листовых пластинок мужских растений после погружения их оснований в растворы. Наши опыты свидетельствуют о том же самом в отношении листьев и цельных побегов конопли (*Cannabis sativa*) и двудомной крапивы (*Urtica dioica*).

Наша методика состояла в следующем: побеги и отдельные листья указанных растений срезались в утренние или вечерние часы (во избежание очень быстрого увядания при срезании во время усиленной транспирации) и после освежения разреза под водой ставились попарно ♂ и ♀ растение составляли 1 опыт) в сосуды с различными растворами, или повреждающий агент действовал в виде паров на растения, поставленные в сосуд с водой под стеклянный колпак. Побеги брались в каждый опыт одного возраста и листья — приблизительно одного яруса. Ежедневно утром и вечером производился учет состояния растений. Отмечалось начало повреждения, выражающееся чаще всего в поникании листа (но иногда, под действием некоторых агентов, у вполне тургорисцентных растений — в виде пожелтения или усыхания кончиков листьев), и полная гибель листа. Последняя констатировалась на глаз, без применения оптики: за полную гибель принимался момент, за которым прогрессивно идущие изменения прекращались, сменяясь быстрым высыханием. В дальнейшем мы приводим лишь данные, относящиеся

к полной гибели листьев и побегов. Опыты ставились в период с июня по сентябрь с растениями размером от 70 до 200 см высоты в фазы от зацветания до плодоношения. Семена были частью получены из Ботанического сада при Томском университете, частью — рыночные.

Таблица 1

Повреждающее действие различных агентов на мужские и женские растения

Воздействие	Объект	Cannabis sativa				Urtica dioica			
		число опытов	средняя выживаемость в сутках (M)		100 M♂/M♀	число опытов	средняя выживаемость в сутках (M)		100 M♂/M♀
			♀	♂			♀	♂	
Дистилл. вода . . .	Побеги	8	11,8	8,0	67,8	1	14,0	7,0	50,0
КОН 0,2 N	»	4	7,0	3,0	42,9	—	—	—	—
КСI 2%	»	—	—	—	—	2	6,1	4,0	65,6
Этил. спирт. 2% . . .	»	—	—	—	—	2	6,0	3,0	50,0
» » 2%	Листья	14	9,8	5,1	52,0	—	—	—	—
» » 4%		9	6,5	3,5	53,8	—	—	—	—
НСI 0,1 N	»	47	7,3	4,7	64,4	2	5,5	4,0	72,7
НСI 0,25 N	»	5	3,5	2,0	57,1	—	—	—	—
КОН 0,1 N	»	6	5,0	2,7	54,0	1	7,0	5,0	71,4
КОН 0,2 N	»	1	7,0	3,0	42,9	—	—	—	—
КСI 0,25 N	»	5	6,2	4,0	64,5	—	—	—	—
КСI 0,5 N	»	5	5,0	3,7	74,0	—	—	—	—
Пары эфира	»	3	6,0	3,0	50,0	—	—	—	—

Как видно из табл. 1, все агенты оказывали в избранной концентрации более сильное действие на мужские растения. Если выразить средние продолжительности жизни мужских растений в процентах средней продолжительности жизни женских растений, поставленных в тождественные условия, то получаются цифры от 74,0 до 42,9. В отдельных опытах это различие было еще резче. Учет исхода отдельных опытов (сравнение пары листьев или побегов) показал, что половые различия в восприимчивости к действию вредных агентов (повидимому, любых) здесь носят абсолютный характер: у растений одного возраста, выросших в одинаковых условиях, мы не обнаружили ни одного случая трансгрессии, т. е. ни в одном случае мужское растение не оказалось более стойким, чем женское. У высших животных (млекопитающие, насекомые) при наличии вполне достоверных различий в повреждаемости полов такого рода трансгрессия весьма значительна.

Отметим, что картины смерти листа весьма различны при действии различных агентов: в одних случаях листья быстро лишаются хлорофилла, в других засыхают зелеными, в третьих своеобразно скручиваются и т. д. Это показывает, что механизм и последовательность повреждений различных компонентов живой системы при действии различных веществ глубоко различны. Таким образом, повреждаемость клеток одного и другого пола представляет собою отражение неспецифической реактивности живой системы, по отношению к которой все факторы среды представляют собою как бы неразрывный блок.

В том, что восприимчивость растений к повреждающим факторам представляет собою следствие той или иной степени клеточной восприимчивости, не может быть сомнений. Кроме априорных соображений о малой вероятности системы медиаторов у растений в силу их анатомического устройства, об этом прямо свидетельствуют опыты В. Н. Наугольных (6). Мы испробовали нашу методику на объектах, с которыми

работал этот автор, именно, поставили опыты, аналогичные приведенным в табл. 1, с *Melandrium album* и *Rumex thursiflogus*; результаты оказались принципиально тождественными полученным на конопле, но разница в сроках начала повреждения и гибели выражалась менее резко, повидимому, вследствие большей грубости листьев.

Интересно было исследовать различия в повреждаемости полов в гаметофитах растений. Объектом для опытов в этом направлении послужили талломы *Marchantia polymorpha*. Печеночники представляют в этом отношении особый интерес, как растения: 1) с мощным развитием гаметофита и крайней степенью редукции спорофита и 2) относительно которых в литературе есть некоторые сведения по интересующему нас вопросу. М. Голенкин (7) указывает, что у печеночников, особенно у *Soposcephalus* и *Corsinia*, женские талломы развиты всегда лучше, чем мужские. У *Lunularia cruciata* в оранжереях имеются только женские экземпляры, размножающиеся при помощи выводковых почек. Автор предполагает, что мужские талломы вымерли. Аналогичные наблюдения сделаны для проростков печеночных и листовых мхов Лорбером (цитирую по (8)). У *Sphaerosagrus* женские талломы отличаются большей стойкостью (9).

На печеночниках интереснее всего было поставить опыты с микроскопическим исследованием клеточной выносливости, что и было сделано на клетках эпидермиса верхней поверхности таллома *Marchantia polymorpha* *. Мужские и женские талломы, собранные из одного пункта и одинаковые по размерам и внешнему виду, подвергались воздействию молочной кислоты в разведении 1/1000 в течение 12—16 час. или спирта: 5% в течение 12—24 час., 10% 3—4 часа и 20% 20—40 мин. Эти дозы оказывались пограничными или летальными для клеток мужских талломов, а для большинства клеток женских талломов — ниже минимальной летальной дозы.

Для исследования повреждаемости была использована методика В. Н. Наугольных (6). После повреждения растения переносились в 0,01% нейтральный красящий на 30—60 мин., после чего наблюдения велись под микроскопом либо на краях цельных талломов неподалеку от точки роста, либо на срезах, сделанных от руки бритвой. Срезы делались с гомологичных участков талломов в расстоянии 5—8 мм от верхушки. Анатомическое устройство таллома *Marchantia* очень облегчает получение таких срезов, так как благодаря наличию воздушных камер один слой неповрежденных клеток верхнего эпидермиса отделяется без особого труда и препараты получаются очень красивые. Срезы подвергались плазмолитическому действию глюкозы 1 N (глюкоза в качестве плазмолитического агента гораздо лучше селитры, которой пользовался В. Н. Наугольных, так как селитра очень сильно повреждает клетки в концентрации 0,5 N). Проводился учет плазмолизированных клеток, после чего срез погружался в воду и учитывался деплазмолиз. Погибшие клетки резко выделялись, кроме того, обесцвечиванием клеточного сока: в них остается окрашенной только целлулозная оболочка, тогда как клетки в плазмолизе содержат концентрированную краску и их отставшие от оболочек тела клеток с вакуолей внутри имеют вид темно-красных сфероидных комочков.

Всего было проведено 12 опытов, годных для учета. Годными считались опыты, в которых доза воздействия не оказалась ни слишком слабой, ни слишком сильной, т. е. значительная часть клеток, по крайней мере в одном из партнеров, была повреждена, но значительная часть осталась неповрежденной. Оказалось, что в одном опыте и мужские и женские растения были повреждены одинаково, в одном опыте в жен-

* В определении печеночников и способах обращения с ними я пользовался советами К. И. Лодыженской.

ском талломе все клетки эпидермиса на срезе были убиты, а в мужском — часть осталась в живых, и в 10 опытах был очень ясный перевес степени повреждения на стороне клеток мужского таллома. Из них в 6 опытах все клетки женского растения были в плазмолизе и оказались способными к деплазмолизу, а в мужских — большая часть клеток погибла. Только в 4 опытах результат был не вполне ясен на глаз и потребовался количественный учет плазмолизованных и поврежденных клеток.

Таблица 2

Повреждение клеток мужских и женских талломов
Marchantia polymorpha

А г е н т	Плазмолиз		Плазмолиза нет		% плазмолиза	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Этиловый спирт 5% . . .	140	56	73	122	65,7	31,5
» » 10% ¹ . . .	230	39	151	91	60,4	30,0
» » 20% . . .	27	8	76	99	26,2	7,4
Молочная кислота 1/1000 .	все	54	нет	27	100,0	66,6

Клетки просчитывались при увеличении объектива 40X и окуляра 7X в нескольких полях зрения. Результаты дали очень резкую разницу в пользу большей повреждаемости клеток мужского растения (табл. 2).

Таким образом, независимо от того, цветковые ли растения перед нами или архегониаты, а также от того, имеем ли мы дело со спорофитом или с гаметофитом, половые различия в повреждаемости растений оказываются налицо и всегда они имеют один и тот же знак: женские растения оказываются более стойкими. Отметим, что такое же постоянство обнаруживают и другие половые различия, например содержание воды. Как видно из интересной серии работ Л. И. Джапаридзе (¹⁰, ¹¹), как у цветковых растений, так и у *Marchantia* содержание воды в женских особях больше, чем в мужских.

Таким образом, намечается, что большая восприимчивость к повреждениям мужских особей по сравнению с женскими, основанная на различии восприимчивости их клеток, представляет собою весьма постоянную закономерность, общую растениям и животным.

Институт экспериментальной медицины
Академии медицинских наук СССР

Поступило
15 X 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Г. Светлов, ДАН, 41, № 8 (1943). ² П. Г. Светлов, ДАН) 41, № 9 (1943). ³ П. Г. Светлов и О. В. Чекановская, ДАН, 46, № 7 (1945). ⁴ П. Г. Светлов, ДАН, 48, № 5 (1945). ⁵ П. Г. Светлов и О. В. Чекановская, Изв. АН СССР, сер. биол., № 2 (1949). ⁶ В. Н. Наугольных, ДАН, 47, № 4 (1947). ⁷ М. Голенкин, Морфологические и экспериментальные исследования над печеночниками, М., 1904. ⁸ Л. Бреславец, Введение в цитологию, М., 1932. ⁹ К. И. Мейер, Систематика архегональных растений, М., 1947. ¹⁰ Л. И. Джапаридзе, Сообщ. АН Груз.ССР, 3, № 4 (1942). ¹¹ Л. И. Джапаридзе, там же, 6, № 1 (1945).