

Министерство образования РФ
Череповецкий государственный университет
Факультет физики и математики
Кафедра биологии и общей экологии

Курсовая работа

Зависимость гуттации от температуры

Выполнил студент
группы 9Б-31: Курашев
А.С.

Проверил старший преподаватель кафедры
БиОЭ: Румянцева А.В.

Череповец, 2005 год.

Содержание

Введение	3
Глава 1. Движение воды по растению.....	4
1.1. Механизм передвижения воды по растению.....	4
1.2. Корневое давление или нижний концевой двигатель.....	5
1.2.1. Механизм корневого давления.....	5
1.2.2. Гуттация.....	6
Глава 2 Материал и методика исследования.....	9
Глава 3 Полученные результаты.....	11
Глава 4 Обсуждение.....	12
4.1. Статистическая обработка данных.....	12
4.2. Обсуждение полученных результатов.....	14
Глава 5 Выводы.....	15
Глава 6 Практическое значение результатов курсовой работы.....	16
Глава 7 Применение результатов курсовой работы в средней школе.....	17
Список литературы.....	18
Приложение.....	19

Введение

Изучение различных физиологических процессов у растений имеет большое значение, так как позволяет определить механизмы выживания, приспособляемости к тем или иным условиям. Множество явлений, механизмов еще недостаточно или совсем не изучено, но большую часть составляют раскрытые механизмы функционирования живых организмов. Исследования этих механизмов является неотъемлемой частью развития общих знаний о живой природе и растительного организма в частности.

В область наших исследований попало такое явление, как гуттация. По поводу выделения воды растениями было выдумано много легенд (Меннинджер, 1970), но после исследований получило достоверное объяснение. Гуттация служит некоторым примером, работы нижнего концевое двигателя, обеспечивающего поднятия воды в сосудах растений. Только проявляется оно не всегда, а только в условиях повышенной влажности и не у всех растений.

Цель наших исследований – выяснение зависимости гуттации от температуры.

Следовательно в задачи нашей работы входило:

- выяснить по литературным источникам механизм процесса гуттации;
- провести опыты по изучению гуттации;
- выяснить зависимость скорости гуттации от температуры;
- провести статистическую обработку результатов.

Глава 1. Движение воды по растению

В тканях растений вода составляет 70-95 % сырой массы. Обладая уникальными свойствами, вода играет первостепенную роль во всех процессах жизнедеятельности (Полевой, 1989). Вода в живом организме выполняет огромное многообразие функций. Мы обратимся к изучению одной из них, а именно, значение воды, как главного компонента в транспортной системе высших растений – в сосудах ксилемы и в ситовидных трубках флоэмы, при перемещении веществ по симпласту и апопласту.

1.1 Механизм передвижения воды по растению

Высшим растениям, в связи с тем, что они обитают на суше необходимо непрерывное поступление воды ко всем органам, т.е. создавать внутри своего тела непрерывный восходящий ток воды. Этот ток начинается на поглощающей воду поверхности корней, пронизывает все растение и заканчивается на испаряющих поверхностях наземных органов, главным образом листьев, причем испарение воды листьями должно быть компенсировано поглощением воды корнями. Таким образом, водообмен у растений складывается из трех этапов: 1) поглощения воды корнями, 2) передвижения ее по сосудам, 3) транспирации, т. е. испарения воды листьями. Каждый из этих этапов в свою очередь состоит из нескольких взаимосвязанных процессов.

Для растения первостепенное значение имеют и такой показатель как доступность воды, т.е. состояние воды в почве (Полевой, 1989).

Зона наиболее интенсивного поглощения воды совпадает с зоной развития корневых волосков. Основная функция корневых волосков заключается в увеличении всасывающей поверхности корня. Способность корневых волосков поглощать воду доказана экспериментально. Суть поступления воды в организм заключается в необходимости прохождения воды от поверхности корня до сосудов ксилемы. Через клетки коры возможны 2 пути: симпластный

и апопластный. Вода поступает в цитоплазму клеток ризодермы и паренхимных клеток по законам осмоса.

1.2 Корневое давление или нижний концевой двигатель

1.2.1 Механизмы корневого давления

В сосуды ксилемы вода поступает, как и на первых этапах поглощения, благодаря осмотическому механизму. Существование таких механизмов в транспорте воды доказывается тем, что если во внешней среде создать осмотическую концентрацию, равную внутриклеточной, то вода в клетки поступать не будет; если осмотическая концентрация в среде выше, вода выходит из клеток, если ниже — идет ее поглощение. Осмотически активными веществами в сосудах и их клеточных стенках служат минеральные вещества и метаболиты, выделяемые активными ионными насосами, функционирующими в плазмалемме паренхимных клеток, окружающих сосуды. Накопление этих осмотически активных веществ в сосудах создает сосущую силу, способствующую осмотическому транспорту воды в ксилему.

Сосущая сила сосудов может оказаться выше, чем у окружающих их живых клеток, не только из-за повышающейся концентрации ксилемного сока, но также из-за отсутствия противодействия со стороны клеточных стенок, которые в сосудах лигнифицированы и, следовательно, не эластичны.

Таким образом, в результате активной работы ионных насосов в корне и осмотическому (пассивному) поступлению воды в сосуды ксилемы в сосудах развивается гидростатическое давление, получившее название корневого давления. Оно обеспечивает поднятие ксилемного раствора по сосудам ксилемы из корня в надземные части. Показано, что у растений, обитающих в холодных и плохо аэрируемых почвах, а также в результате действия ядов и ингибиторов корневого давление снижено.

Механизм поднятия воды по растению вследствие развивающегося корневого давления называют нижним концевым двигателем.

Примером работы нижнего концевого двигателя служит так называемый «плач» растений. Весной у деревьев с еще нераспустившимися листьями можно наблюдать интенсивный ксилемный ток жидкости снизу вверх через надрезы ствола и даже верхних веток кроны. Явление «плача» свидетельствует о значительном корневом давлении, которое в этот период у основания ствола достигает не менее 1,013 МПа (10 атм.). У вегетирующих растений при удалении стебля с листьями из оставшегося связанного с корнем пенька довольно долго выделяется ксилемный сок, или пасока. Метод сбора пасоки служит одним из экспериментальных приемов по изучению функционирования корневых систем. Корневое давление можно измерить, поместив на пенек манометр (Полевой, 1989).

1.2.2 Гуттация

Другим примером работы нижнего концевого двигателя является гуттация (от лат. gutta – капля). Гуттация – это процесс выделения капельно-жидкой воды



на кончиках листьев растений. Это явление наблюдается у многих растений, например, земляники (рис. 1), манжетки (рис. 2.), буквицы (Биология, 2003) и пшеницы (рис. 3.) (Генкель, 1970), но особенно характерно для тропических растений, приспособленных к жизни в условиях повышенной влажности,

при которых транспирация затруднена (Полевой, 1989). Оно сводится к та-

Рис. 1. Гуттация у земляники (Вент, 1972).

кому переполнению проводящих путей растения пасокой, что

избыток ее выдавливается через окончания проводящих пучков и специальные водяные устьица на поверхности листьев (Вальтер, Пиневиц, 1938), а также у



Рис. 2. Гуттация у ман-
жетки (Полевой, 1989).

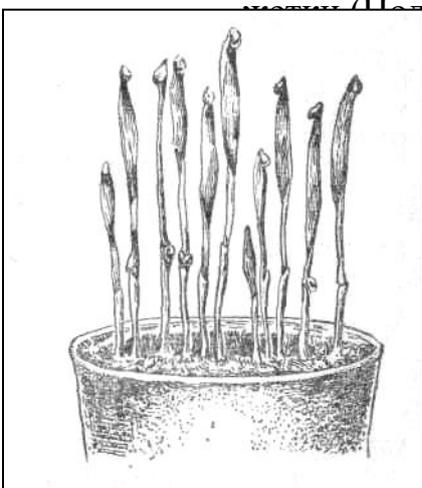


Рис. 3. Гуттация у про-
ростков пшеницы
(Алешин, Пономарев,
1985).

некоторых растений и через обычные устьица (Генкель, 1970). При этом в определенных местах (концы и зубчики листьев (Полевой, 1989)) образуются быстро

нарастающие капли. Состав выделенного таким образом раствора обычно не вполне совпадает с составом пасоки (Вальтер, Пиневиц, 1938), поэтому эту жидкость называют гуттой (Якушкина, 1993).

Механизм выделения следующий. Ксилемный сок из подходящих к гидатоды сосудов ксилемы под действием корневого давления поступает в мелкоклеточную паренхимную ткань гидатоды — эпитему, проходит через нее, обедняясь особенно азотсодержащими веществами, и через субэпидермальную полость и водяное устьице выделяется наружу (Полевой, 1989).

Если не дожидаясь естественного скапливания капель после достижения ими предельной величины, удалять их значительно раньше, по мере достижения

ими определенной, небольшой величины, то нетрудно убедиться в систематическом характере явления гуттации, в его непосредственной зависимости от работы корневой системы. Таким образом, процесс гуттации можно сделать мерилем нагнета-

ющей работы корня, судя о последней по скорости образования определенной величины капель после удаления их с поверхности листа, например, при помощи фильтровальной бумаги (Вальтер, Пиневиц, 1938).

При низких температурах воздухах, приводящих к сильному охлаждению почвы, гуттация тормозится, так как замедляется процесс всасывания воды (Сказкин, 1973).

Глава 2. Материал и методика исследования

Удобным материалом для исследования явления гуттации могут служить молодые проростки злаков, их возраст должен составлять примерно 6-8 дней (Вальтер, Пиневиц, 1938). Такой выбор обусловлен несколькими причинами. Во-первых, это легкость получения проростков злаков в лабораторных условиях. Во-вторых, у них очень быстро и сильно идет сама гуттация, в связи с тем, что проростки молодые и у них идет активный рост. В нашем исследовании были взяты проростки ячменя (*Hordeum sp.*).

Для исследования семена проращиваются в небольших горшочках, на влажных опилках, песке или почве. Растения считаются пригодными для опыта, если они имеют недельный возраст (Вальтер, Пиневиц, 1938). В каждый горшочек было посажено по 10 семян. Также из оборудования для опыта потребовалось: секундомер, полоски фильтровальной бумаги, термометр, кусок проволоки для удержания фильтровальной бумаги, колпак, для поддержания влажности с откручивающейся крышкой наверху, кристаллизатор.

Описываемая далее методика разработана кафедрой физиологии растений ЛСХИ М.Ф. Лилиенштерном. Полученные заранее проростки злака в горшочках помещаются на дно кристаллизатора и сверху прикрываются колпаком (рис. 4).

Перед этим они обильно поливаются водой комнатной температуры. Растения

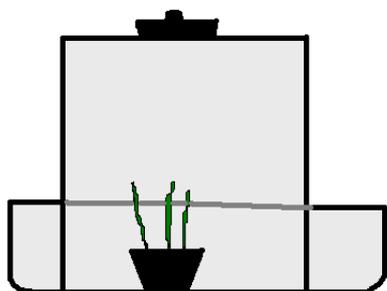


Рис. 4. Схема установки для изучения гуттации.

должны через некоторое время начать активно гуттировать.

Показателем интенсивности процесса служит время, в течение которого на месте удаленной капли образуется новая, такой же величины. К концу проволоки прикрепляется кусочек фильтровальной бумаги, с помощью которой без нарушения условий опыта возможно удаление образующихся капель (Вальтер, Пиневиц, 1938). После

начала активной гуттации с проростков удаляют все капли, выделившиеся при гуттации ранее. Затем запускают секундомер, который останавливают когда образуются капли той же величины (Сказкин, 1973).

Получив достаточно надежную характеристику поведения избранных объектов в условиях, которые мы можем считать вполне благоприятными для гуттации, можно перейти к изучению собственно влияния температуры на процесс гуттации (Сказкин, 1973). В кристаллизатор наливаем воду нужной для опыта температуры вровень с субстратом в горшочке. После того как температура субстрата (а именно она влияет на скорость гуттации, так как влияет на скорость всасывания корневыми волосками воды) достигает необходимой для опыта, повторяем наши измерения. Следует учитывать, что опыт с повышенной температурой должен предшествовать опыту с пониженной температурой. При этом каждый раз скорость гуттации должна восстанавливаться примерно до первоначального уровня.

Всего в ходе нашего исследования были проведены опыты с растениями в 5 горшочках, при трех разных температурах в десятикратной повторности.

Глава 3. Полученные результаты

В ходе исследования мы получили следующие результаты:

t° почвы, $^{\circ}\text{C}$	№ горшочка	измерение 1, МИН	измерение 2, МИН	измерение 3, МИН	измерение 4, МИН	измерение 5, МИН	измерение 6, МИН	измерение 7, МИН	измерение 8, МИН	измерение 9, МИН	измерение 10, МИН
Контроль ($t^{\circ}=23^{\circ}\text{C}$)	1	2,30	1,50	2,40	1,56	2,00	2,10	1,56	1,40	2,40	1,45
	2	1,40	1,54	2,10	1,56	2,10	2,00	1,34	2,03	1,57	2,15
	3	2,20	2,30	2,25	2,50	1,58	1,45	2,32	1,58	2,04	2,17
	4	1,56	2,14	1,45	2,15	2,16	2,10	1,58	2,52	1,36	1,54
	5	1,58	2,21	2,14	2,23	1,54	1,58	1,42	2,1	2,00	1,40
Повы- шенная темпера- тура ($t^{\circ}=40^{\circ}\text{C}$)	1	0,45	0,35	0,40	0,53	1,00	1,17	0,25	0,42	1,10	1,13
	2	0,38	0,47	1,01	0,45	0,36	0,56	0,25	0,48	0,56	0,47
	3	0,35	0,36	0,42	0,41	0,56	0,35	0,54	0,48	0,58	0,54
	4	1,10	1,15	0,54	0,35	0,49	0,54	1,50	1,14	0,53	0,45
	5	0,25	0,24	0,35	0,53	0,48	1,35	1,45	0,24	0,56	0,48
Понижен- ная тем- пература ($t^{\circ}=14^{\circ}\text{C}$)	1	1,58	2,14	2,24	2,15	3,00	3,01	2,58	2,24	2,42	2,10
	2	1,57	2,10	2,35	2,54	2,47	2,35	3,21	3,14	2,14	3,20
	3	2,54	2,35	2,24	2,35	3,47	3,15	2,24	2,47	3,21	3,42
	4	1,67	2,32	2,25	2,59	3,45	2,56	3,14	3,50	2,45	3,48
	5	2,54	2,56	3,14	3,45	3,58	1,54	3,45	3,47	2,50	3,48

Таблица 1. Скорость гуттации при различной температуре (х,у- мин., сек.).

Глава 4. Обсуждение

4.1 Статистическая обработка данных

Для того чтобы выяснить степень достоверности данных и погрешность измерений мы воспользовались статистической обработкой.

Вариант опыта и номер горшочка		Среднее арифметическое, \bar{X}	Границы доверительного интервала для среднего арифметического, Δ	Время гуттации	Погрешность измерений при доверительной вероятности 95%	Среднее значение по вариантам опыта	Средняя погрешность по вариантам опыта
Контроль	1	2,06	0,16	2,06±0,16	12,5%	2,06	10,8%
	2	1,59	0,11	1,59±0,11	8,8%		
	3	2,15	0,15	2,15±0,15	11%		
	4	2,05	0,07	2,05±0,07	12,7%		
	5	2,02	0,11	2,02±0,11	9%		
Повышенная температура	1	0,52	0,13	0,52±0,13	25%	0,50	23,1%
	2	0,45	0,08	0,45±0,8	17,6%		
	3	0,45	0,07	0,45±0,7	15%		
	4	0,56	0,09	0,56±0,9	16%		
	5	0,51	0,21	0,51±0,21	42%		
Пониженная температура	1	2,03	0,05	2,03±0,5	3,5%	2,53	12,22%
	2	2,42	0,22	2,42±0,22	13,8%		
	3	2,56	0,24	2,26±0,24	13,8%		
	4	3,02	0,27	3,02±0,27	15,1%		
	5	3,17	0,29	3,17±0,29	14,9%		

Таблица 2. Статистическая обработка результатов (х,у- мин., сек.).

Вычисления проводили следующим образом:

1. Находим среднее арифметическое значение \bar{X} для каждой 10 измерений:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{10} X_i}{10};$$

2. Находим отклонение каждого измерения от полученного среднего:

$I = \beta - \bar{X}$, где β - конкретное измерение;

3. Находим квадраты этих отклонений;

4. Определяем среднее квадратичное отклонение от среднего при числе измерений $n = 10$:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}};$$

5. Находим среднее квадратичное отклонение среднего значения:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}};$$

6. Для доверительной вероятности 0,95 по таблице 3 (Приложение 1) при числе измерений $n = 10$ определяем критерий надежности $t_c = 2,26$;

7. Вычисляем границы доверительного интервала для среднего арифметического:

$$\Delta = t_c \cdot \sigma_{\bar{X}};$$

8. Находим относительную погрешность результатов серии из 10 измерений при доверительной вероятности 95%:

$$S = \frac{\sigma_{\bar{X}} \cdot t_c}{\bar{X}} \cdot 100\% \text{ (Плотникова, 2001).}$$

В результате статистической обработки мы получили довольно большой процент погрешности и довольно широкие границы доверительного интервала. На такую большую неточность измерений могли повлиять несколько факторов. Первое это то, что при определении конкретных размеров капли при ее удалении мы исходили из субъективных взглядов, и поэтому капли могли удаляться разных размеров, поэтому данные и получили такой разброс. Т.е. ошибки связаны с технологией проведения эксперимента. Недостатком этой методики, определения скорости гуттации служит именно, отсутствие приборов для проведения такого рода экспериментов. По этим же причинам

получена более высокая погрешность в опыте с повышенной температурой. Здесь скорость гуттации большая, поэтому уследить за процессом было сложнее.

4.2 Обсуждение полученных результатов

В задачи нашей работы входило определение зависимости скорости гуттации от температуры. В ходе эксперимента было выяснено, что температура влияет на гуттацию. При низкой температуре скорость гуттации снижается, а при высокой повышается. На рис. 5 видно, что разница между контролем и пониженной температурой ниже, чем разница между контролем и повышенной температурой.

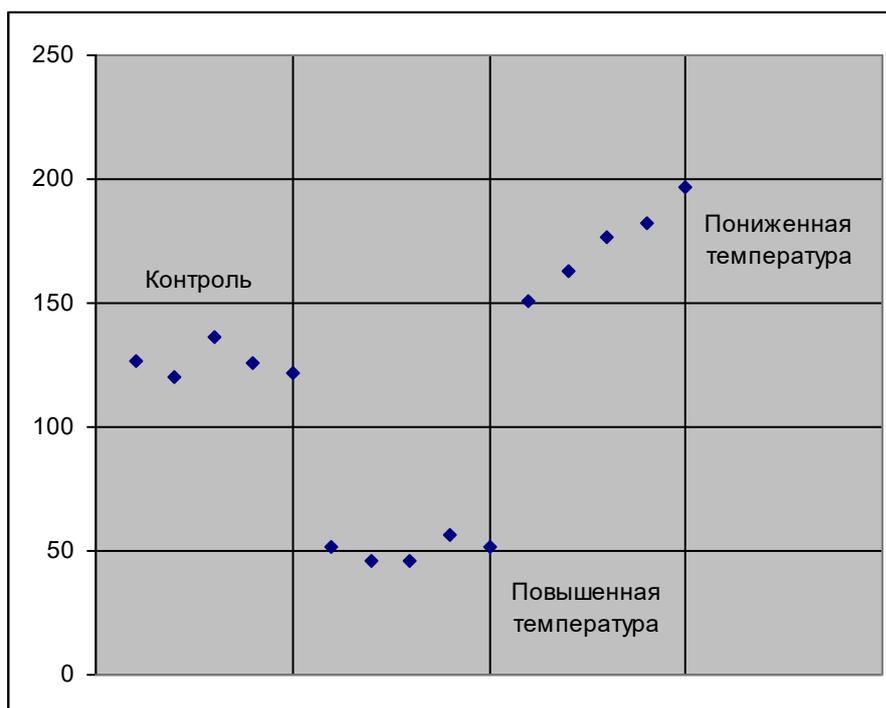


Рис. 5. Среднее значение скорости гуттации по вариантам опыта (время в секундах)

Увеличение скорости при повышении температуры в 2 раза происходит увеличение скорости гуттации в 3 раза; при понижении температуры в неполных 2 раза уменьшение скорости гуттации происходит примерно в 1,4 раза.

Глава 5. Выводы

В ходе нашей работы были выполнены задачи, поставленные перед исследованием:

- выяснены механизмы гуттации; гуттация – это процесс выделения капельно-жидкой воды на кончиках листьев, под действием работы нижнего концевого двигателя, происходящее в условиях повышенной влажности;
- провели опыты по изучении гуттации; общее число опытов составило 15, а общее число замеров – 150;
- выяснена зависимость гуттации от температуры; при повышении температуры примерно в 2 раза, скорость гуттации увеличивается в 3 раза, а при уменьшении температуры примерно в 2 раза – уменьшается в 1,4 раза;
- проведена статистическая обработка результатов; погрешность измерений составила от 10 до 23 %, что очень много. На это повлияла специфика проведения эксперимента, в частности – невозможность определения фиксированного значения размера выделяющихся капель.

Глава 6. Практическое значение результатов курсовой работы

Практического значения данные исследования имеют, но очень маленькое, ввиду того, что затрагивают очень узкую тему. Также наши данные имеют плохую достоверность.

Полученные результаты можно использовать в качестве дополнительной информации для студентов при изучении курса физиологии растений.

Глава 7. Применение результатов курсовой работы в средней школе

Материалы курсовой работы могут быть применены в качестве дополнительного материала при изучении биологии в средней школе в 6 классе, в разделе: побег; в параграфе: передвижение по стеблю воды и минеральных веществ (Корчагина, 1988). И в теме: корень, в параграфе: корневое питание. Дыхание растений (Серебрякова и др., 1994).

Список литературы

1. Алешин Е.П., Пономарев А.А. Физиология растений. — М.: Агропромиздат, 1985.
2. Биология / Под ред. М.С. Гилярова. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003.
3. Вальтер О.А., Пиневиц Л.М. Практикум по физиологии растений. — Ленинград: Сельхозгиз, 1938.
4. Вент Ф. В мире растений. — М.: Мир, 1972.
5. Корчагина В.А. Биология: растения, бактерии, грибы, лишайники. — М.: Просвещение, 1992.
6. Меннинджер Э. Причудливые деревья. — М.: Мир, 1970.
7. Плотникова И.В. Практикум по физиологии растений. — М.: Академия, 2001.
8. Полевой В.В. Физиология растений. — М.: Высш. шк., 1989.
9. Серебрякова Т.И. Биология: растения, бактерии, грибы, лишайники. — М.: Просвещение, 1994.
10. Сказкин Ф.Д. и др. Летние практические занятия по физиологии растений. — М.: Просвещение, 1973.
11. Якушкина Н.И. Физиология растений. — М.: Просвещение, 1993.

Измерения, n	Значение критерия надежности t_c при доверительной веро-			
	$\alpha = 0,90$	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,99$	$\alpha = 0,999$
2	6,31	12,71	63,70	637, 21
3	2,92	4,30	9,92	31,60
4	2,35	3,18	5,84	12,94
5	2,13	2,77	4,60	8,61
6	2,02	2,57	4,03	6,86
7	1,94	2,45	3,71	5,96
8	1,90	2,36	2,50	5,40
9	1,86	2,31	3,36	5,04
10	1,83	2,26	3,25	4,78
12	1,80	2,20	3,11	4,49
14	1,77	2,16	3,01	4,22
16	1,75	2,13	2,95	4,07
18	1,74	2,11	2,90	3,96
20	1,73	2,09	2,86	3,88

Таблица 3. Критерии надежности t_c (коэффициента Стьюдента) для различных доверительных вероятностей α и различного числа измерений n .