

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

П. А. ГЕНКЕЛЬ

**КРАХМАЛЬНАЯ ПРОБА КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ  
ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 8 VIII 1952)

Понимание засухоустойчивости в советской биологической науке за последние четверть века резко разошлось с западноевропейским. В то время как в последней основное внимание уделяется какому-нибудь одному физиологическому признаку, в нашей советской науке засухоустойчивыми растениями считаются лишь такие, которые в условиях засухи приносят наибольший по сравнению с другими видами или сортами урожай. Подобные взгляды развиваются в работах Н. А. Максимова<sup>(9)</sup>, И. И. Туманова<sup>(11)</sup> и П. А. Генкеля<sup>(3)</sup>.

В нашей стране борьба с засухой проводится на основе великого Сталинского плана преобразования природы, основанного на комплексе Докучаева — Костычева — Вильямса. Это учение дает в руки социалистического сельского хозяйства основной путь борьбы с засухой. Тем не менее и в условиях гравитальной системы земледелия растения все же при продолжительной солнечной и жаркой погоде испытывают водные дефициты, которые не проходят для них бесследно, отражаясь неблагоприятно на урожае.

Так как в основе высокой устойчивости мезофитов к засухе лежит большая интенсивность обмена, то ясно, что засухоустойчивые растения могут быть в то же время и высокопродуктивными. В этом и лежит залог успеха селекционной работы в отношении создания высокопродуктивных и одновременно засухоустойчивых сортов для неорошаемого земледелия. Вышеприведенный подход к изучению засухоустойчивости заставляет нас критически пересмотреть все те многочисленные работы, которые стремились найти какой-то один признак или свойство, коррелирующее с засухоустойчивостью. Поиски так называемых косвенных критериев засухоустойчивости не дали в руки селекционера материала для отбора и создания засухоустойчивых форм.

С нашей точки зрения, не косвенные, а только прямые методы могут оказать в этом отношении действительную помощь для селекции. Кроме того, вряд ли можно, изучив какое-то одно свойство у проростков, считать себя в праве сделать заключение о засухоустойчивости той или иной формы, как это в большинстве случаев предлагалось авторами подобных методов.

Авторы этих косвенных методов не учитывали того, что как все остальные свойства растения, так и засухоустойчивость претерпевают серьезные изменения на протяжении онтогенеза растения, а также и в зависимости от окружающей растения обстановки. Об этом прежде всего свидетельствует учение о критических периодах развития в отношении водного режима растений.

Уже в течение ряда лет руководимая нами лаборатория физиологии растительной клетки вела работу по разработке сравнительных методов оценки засухоустойчивости. Во всех этих работах засухоустойчивость понималась как сложное явление, т. е. как способность растения, во-первых, выносить перегрев и, во-вторых, обезвоживание. Способность выносить перегрев мы связываем с высокой вязкостью протоплазмы и с содержанием коллоидно и осмотически связанной воды (4). В одной из наших работ было показано, что, повышая вязкость протоплазмы, мы тем самым повышаем и порог коагуляции белков протоплазмы (6), а снижая вязкость, одновременно снижаем и жароустойчивость. Таким образом, одним из прямых критериев способности растения переносить перегрев является порог коагуляции белков протоплазмы. Несколько условно мы принимаем за таковой ту температуру, при которой нагреваемые в воде срезы растений погибают в течение 10 мин.

В отношении способности выносить обезвоживание очень большую роль играет эластичность протоплазмы (5).

Эластичность протоплазмы, по нашему мнению, обуславливает способность растения выносить неблагоприятное влияние втягивающейся внутрь клетки оболочки — явления, всегда наступающего при сильном обезвоживании растительных тканей. Чем выше эластичность протоплазмы, тем, естественно, больше ее способность выносить механическое давление и сопротивляться отрыву от стенок клетки при их сжатии.

Являясь по существу одной из причин способности растения переносить обезвоживание, эластичность протоплазмы непосредственно не отвечает на вопрос, как растение переносит завядание. Для этой цели нами разработан специальный способ определения способности тканей выносить обезвоживание путем выдерживания отрезков листьев в эксикаторе с серной кислотой (разведения 1 : 1) и определения числа клеток, оставшихся живыми после 2-часового выдерживания при данной относительной влажности воздуха (7).

В предложенных нами критериях быстрого определения способности растения выносить обезвоживание и перегрев оставался один большой пробел. После работ Н. М. Сисакяна (10), С. Д. Львова (8) и некоторых других авторов было выяснено огромное значение биохимических факторов в засухоустойчивости растений.

Как показал в своем фундаментальном исследовании Н. М. Сисакян, одним из характерных свойств засухоустойчивых растений и сортов культурных растений является их способность сохранять преобладание синтетических процессов во время засухи, в то время как у незасухоустойчивых форм преобладают в этот период гидролитические процессы. Повреждение и гибель растения от засухи Сисакян связывает с гидролизом белков ниже критического уровня, а некоторые другие авторы (1) — с образованием аммиака, отравляющего растения.

Исходя из работы Сисакяна (10), а также из данных Вернера (2), показавшего значение амилазы в явлениях засухоустойчивости, мы и разработали быстрый метод сравнительного определения биохимической стороны устойчивости растения к обезвоживанию.

Опыты проводились нами в Верхнеозерском техникуме в Каменной Степи с подсолнечником, взятым из деляночных опытов. Для исследования брались два варианта подсолнечника: 1) контроль и 2) растения с направленно повышенной засухоустойчивостью по нашему методу (3). Эти растения с направленно повышенной засухоустойчивостью называются в таблицах опытными растениями. Для исследования брались листья подсолнечника одинакового этажа. В левой или правой части основания листа вырезались небольшие пластинки у контрольного и опытного подсолнечников. После этого пластинки убивались кипятком и обесцвечивались спиртом, а затем в них проявлялся крахмал действием иода в иодистом калии. Листья брались в середине дня во время очень жаркой

и солнечной погоды и подвергались завяданию в лаборатории в течение 2 или 3 часов. Опыт показал, что в то время, как у менее засухоустойчивого контроля крахмала было очень мало, у опытных растений он сохранился в очень значительном количестве. Полученные результаты мы выражали по пятибалльной шкале: 0 — крахмала нет; 1 — крахмала очень мало; 2 — крахмала мало; 3 — крахмала много и 4 — крахмала очень много.

Приведенные в табл. 1 результаты показывают резкую разницу между контрольными и опытными растениями с направленно повышенной засухоустойчивостью.

Таблица 1

Показания крахмальной пробы в листьях опытного и контрольного подсолнечников (Ждановский 8281)

Вариант	Количество крахмала	Ярус листа	Продолжит. завядан., в час.
Контрольный	Нет	} 8	2
Опытный	Много		
Контрольный	Мало	} 10	2
Опытный	Оч. мало		
Контрольный	Мало	} 10	2
Опытный	Оч. мало		

Таблица 2

Показания крахмальной пробы в листьях контрольного опытного картофеля (сорт Лорх)

Вариант	Количество крахмала	Ярус листа	Продолжит. завядан., в час.
Контрольный	Мало	} 7	3
Опытный	Оч. много		
Контрольный	Нет	} 10	3
Опытный	Оч. много		

Во время сильной засухи в июне и июле опыт удавался и без предварительного завядания листьев, а непосредственно после взятия пробы с поля.

Мы особенно подчеркиваем необходимость брать пробы не раньше 12 час. дня, когда растения уже успели накопить достаточное количество крахмала.

Предложенный метод может быть с успехом применен и к другим растениям. Помимо опытов с подсолнечником, мы ставили и опыты с картофелем из таких же вариантов опыта, как и с подсолнечником, т. е. с контрольным и с направленно повышенной засухоустойчивостью. В табл. 2 приведены результаты этого опыта. Из них видны преимущества опытного картофеля по сравнению с контрольным. В то время как в листьях контрольного картофеля крахмала мало или его нет, у опытного его очень много.

Полученные нами данные по крахмальной пробе, показывающие большую засухоустойчивость опытных растений по сравнению с контролем, хорошо совпадают с данными по урожайности. Опытный подсолнечник дал больший урожай семян, чем контрольный. С 50 м<sup>2</sup> контрольный подсолнечник дал урожай в 5,99 кг, а опытный 7,84 кг. Урожай клубней картофеля с площади в 25 м<sup>2</sup> у контрольного составляет 22,7 кг, а у опытного 28,5 кг.

Описываемый метод, очевидно, может быть использован не только для оценки засухоустойчивости одного и того же растения, но и для оценки различных по засухоустойчивости сортов, как один из признаков, характеризующих их засухоустойчивость на той или иной стадии и фазе развития.

Очевидно, он может быть также использован как один из признаков для характеристики изменения засухоустойчивости в зависимости от

различных условий существования, т. е. при выращивании одного и того же растения при неодинаковых внешних условиях, например, при различной агротехнике.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии наук СССР

Поступило  
8 VIII 1952

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. Ф. Альтерголт, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, 79 (1936). <sup>2</sup> А. Вернер, Тр. Ком. по ирригации, в. 3 (1934). <sup>3</sup> П. А. Генкель, Тр. Ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 5, в. 1 (1946). <sup>4</sup> П. А. Генкель, К. П. Марголина, Бот. журн. СССР, 32, № 1 (1948). <sup>5</sup> П. А. Генкель, К. П. Марголина, ДАН, 66, № 5 (1949). <sup>6</sup> П. А. Генкель, И. В. Цветкова, ДАН, 74, № 5 (1950). <sup>7</sup> П. А. Генкель, К. П. Марголина, ДАН, 86, № 4 (1952). <sup>8</sup> С. Д. Львов, С. С. Фихтенгольц, Экспериментальная ботаника, в. 2 (1936). <sup>9</sup> Н. А. Максимов, Прикладн. бот., ген. и селекция, 26 (1926). <sup>10</sup> Н. М. Сякян, Биохимическая характеристика засухоустойчивости растения, изд. АН СССР, 1940. <sup>11</sup> И. И. Туманов, Тр. по прикл. бот., ген. и селекции, 16, № 4 (1926).