

В. Н. ЖОЛКЕВИЧ, М. Н. ГРИГОРЬЕВА

**ДВУХФАЗНЫЙ ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЙ ВЯЗКОСТИ  
ПРОТОПЛАЗМЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО  
ДЕФИЦИТА**

*(Представлено академиком А. Л. Курсановым 5 III 1970)*

Первые исследования влияния обезвоживания на вязкость протоплазмы растительных клеток были выполнены около 30 лет тому назад (<sup>1, 2</sup>). С тех пор по этому вопросу опубликован ряд работ (<sup>2-6</sup>). Однако на основании этих данных, в силу их противоречивости, трудно сделать заключение о том, как изменяется вязкость протоплазмы при дегидратации. Большей частью вязкость при этом повышалась (<sup>1-4, 7, 8</sup>), но известны и противоположные результаты. Так, Максимов и Васильева (<sup>5</sup>), при завядании томатов обнаружили увеличение, а у капусты и бобов, напротив, уменьшение вязкости. Причину такого расхождения результатов эти авторы не объясняют. В работе Штокера и Рос (<sup>6</sup>) указывается, что характер изменений вязкости не всегда однозначен потому, что он зависит от степени обезвоживания: потеря первых порций воды сопровождается падением вязкости, а затем она начинает возрастать. Между тем каждый из цитированных выше авторов имел дело преимущественно с какой-либо одной фазой обезвоживания. Таким образом, для ответа на вопрос о том, как влияет засуха на вязкость протоплазмы, необходимы наблюдения за кинетикой изменений по мере прогрессирования обезвоживания.

Свои опыты мы проводили с огурцами сорта Неросимые, которые выращивали в пикировочных ящиках: зимой в оранжерее, под лампами ДРЛ, летом в вегетационном домике. Когда проросткам было 10—11 дней, полив части растений прекращали. На 3 сутки после прекращения полива (когда различия между вариантами минимальны) начинали наблюдения за вязкостью протоплазмы, которые проводили ежедневно вплоть до отмирания завядавших растений. В части опытов по достижении сильного завядания возобновляли полив и у оправившихся экземпляров продолжали измерения. Вязкость определяли в паренхимных клетках отрезков длиной по 20 мм из верхней части гипокотилей. Декапитирование гипокотилей производили отступя 2 мм от места прикрепления семян. Определения вели методом центрифугирования (обычно 2200 об/мин в течение 10 мин.). Отрезки гипокотилей опытных и контрольных растений центрифугировали одновременно, в четырехкратной повторности. Материал фиксировали в 1% хромовой кислоте, после чего на продольных срезах во всю длину отрезка гипокотилия подсчитывали процент клеток со смещенными хлоропластами. В каждом срезе просматривали не менее 100 клеток.

Использование центрифугирования для определения вязкости протоплазмы по смещению хлоропластов возможно лишь при тщательном контроле за содержанием в хлоропластах крахмальных зерен. Поэтому параллельно с измерениями вязкости делали пробы на содержание крахмальных зерен в хлоропластах (по Роменсу). Пробы были всегда положительными как у контрольных, так и у завядавших растений. Параллельно с измерениями вязкости также определяли содержание в тканях воды

(высушиванием при 105°) и способность клеток к плазмолизу в растворах сахарозы.

Проведенные измерения показали, что небольшой водный дефицит вызывает отчетливое понижение вязкости. По мере дальнейшей дегидратации вязкость, однако, начинает увеличиваться, достигает уровня контроля, а затем становится значительно выше него. Возрастание вязкости неуклонно продолжается до отмирания клеток, которое обычно сопровождается систрофическим сучиванием хлоропластов. Если же сильно завядшие растения, имеющие очень высокую вязкость, не доводить до отмирания, а полить, то у той части экземпляров, которая сумеет оправиться, вязкость снова уменьшается, приближаясь к уровню контрольных растений. Следовательно, повышение вязкости в условиях сильного водного дефицита обратимо. Результаты одного из подобных опытов представлены на рис. 1.

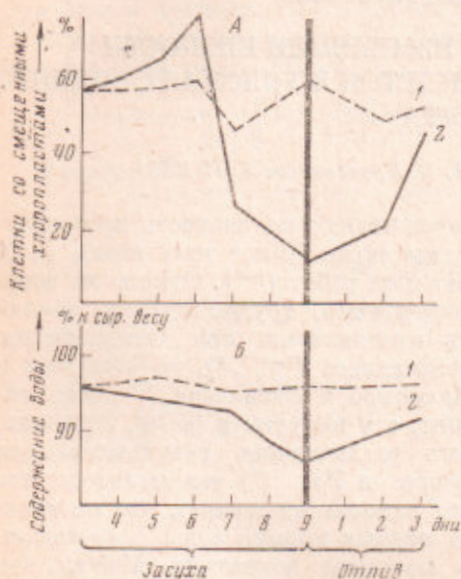


Рис. 1. Вязкость протоплазмы паренхимных клеток гипокотилей при прогрессирующем обезвоживании и после отлива. А — количество клеток со смещенными хлоропластами; Б — содержание в клетках воды. 1 — контроль, 2 — засуха

аналогичная двухфазность ответной физиологической реакции тканей мезофитов на обезвоживание обнаружена также при исследовании скорости некоторых биосинтезов, активности ряда ферментов, транспорта ассимилятов, сопряжения окисления с фосфорилированием, энергетической эффективности дыхания, концентрации свободных радикалов, интенсивности сверхслабого свечения<sup>(8, 10)</sup>.

Отмеченные, довольно значительные, изменения вязкости протоплазмы, видимо, отражают те структурные перестройки, которые обусловлены дегидратацией клеток. Сущность этих перестроек должна явиться предметом дальнейшего изучения.

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

Поступило  
3 II 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Т. Northern, *Plant Physiology*, 13, № 3, 658 (1938). <sup>2</sup> Е. А. Бойченко, *Бюлл. МОИП, отд. биол.*, 46, 3, 173 (1937). <sup>3</sup> Н. А. Максимов, *Сборн. работ по физиологии растений памяти К. А. Тимирязева*, Изд. АН СССР, 1941. <sup>4</sup> А. М. Алексеев, *Уч. зап. Казанского ун-ва*, 102, кн. 9, 3 (1942). <sup>5</sup> Н. А. Максимов, Н. Г. Васильева, *Тр. Инст. физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР*, 6, в. 2, 150 (1949). <sup>6</sup> O. Stocker, H. Ross, *Die Naturwiss.*, 43, H. 12, 283 (1956). <sup>7</sup> И. Г. Завадская, *Уч. зап. Ленингр. пед. инст. им. А. И. Герцена*, 192, 139 (1959). <sup>8</sup> А. Г. Чуйков, Ф. Д. Сказкин, *ДАН*, 178, № 5, 1208 (1968). <sup>9</sup> В. Н. Жолкевич, *Энергетика дыхания высших растений в условиях водного дефицита*, «Наука», 1968. <sup>10</sup> Т. Ф. Корецкая, В. А. Веселовский и др., *Физиол. раст.*, 17, в. 4, 776 (1970).