

Н. М. СИСАКЯН и А. М. КОБЯКОВА

## О ФАКТОРАХ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ИНТЕНСИВНОСТЬ АДСОРБЦИИ ФЕРМЕНТОВ ТКАНЯМИ РАСТЕНИЯ

(Представлено академиком А. И. Опариным 20 I 1947)

В ряде работ было показано (<sup>1-3</sup>) активирующее влияние осмотического давления на процесс ферментативного синтеза сахарозы. Однако повышение давления клетки стимулирует ферментативное образование сахарозы в растениях лишь в известных пределах осмотического градиента, зависящих как от природы, так и от физиологического состояния организмов.

Создание повышенного осмотического давления не только усиливает синтез сахарозы, но ускоряет также процесс адсорбции инвертазы растительными тканями. При этом в определенных тканях повышение

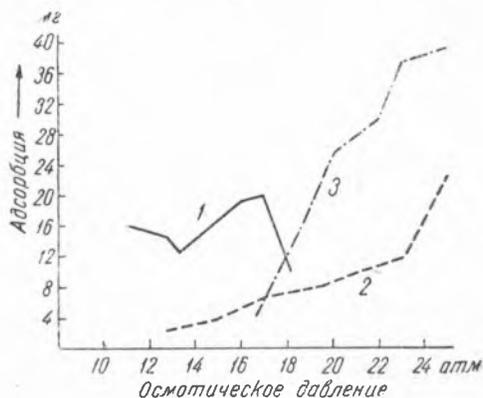


Рис. 1. Адсорбция инвертазы растительными тканями в зависимости от осмотического давления: 1 — в листьях, 2 — в молодых корнях, 3 — в физиологически спелых корнях

адсорбционной способности сопровождается пропорциональным увеличением синтетической деятельности. Эта зависимость наиболее четко проявляется в ассимилирующих тканях в период интенсивного роста листьев, где синтез и адсорбция под влиянием повышения осмотического давления идут параллельно. Однако, как это было показано экспериментально, чрезмерное усиление осмотического давления клетки подавляет ферментативное образование сахарозы и усиливает гидролиз этого вещества в растениях.

Для выяснения механизма связи между адсорбцией и синтезом сахарозы весьма существенно экспериментальное определение того осмотического градиента, который обуславливал бы наибольшую ад-

сорбцию ферментов тканями данного растения. С этой целью было предпринято настоящее исследование.

Опыты проводились с тканями корней и листьев сахарной свеклы. Осмотическое давление в окружающей среде создавалось при помощи многоатомного спирта — маннита. Осмотическое давление в контрольных образцах определялось криоскопическим методом. Адсорбция инвертазы производилась методом Курсанова (4). Пересчеты сделаны в мг глюкозы на 1 г сырого вещества в 1 час.

Для создания необходимого осмотического градиента вносился в окружающую среду маннит в молярных концентрациях 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6, в результате чего, в зависимости от величины осмотического давления в тканях растения, в опытных пробах создавалась та или иная осмотическая концентрация. На рис. 1 приведены результаты

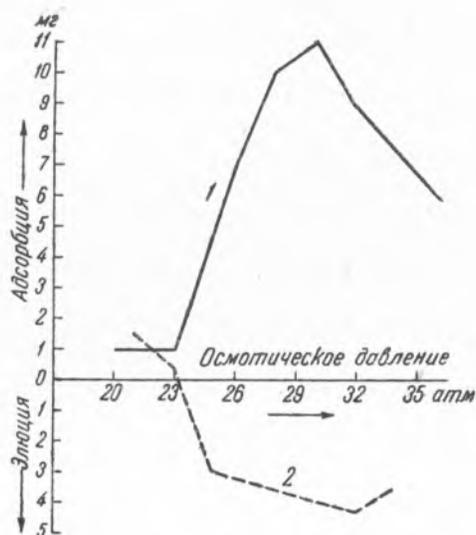


Рис. 2. Интенсивность адсорбции и элюции инвертазы в зависимости от физиологического состояния корней. 1 — у тургесцентных корней, 2 — у подвяленных корней

опыта с корнями свеклы в возрасте 50 и 78 дней, которые в дальнейшем условно мы будем соответственно именовать молодыми и физиологически спелыми корнями.

Кривые на рис. 1 показывают, что по мере нарастания осмотического давления адсорбционная способность тканей растения повышается. Следует указать, что в молодых корнях при повышении осмотического давления от 12 до 26 атм. адсорбционная способность увеличивается более, чем в 10 раз. В физиологически спелых корнях при повышении осмотического давления от 16 до 26 атм. адсорбционная способность возрастает примерно в 6 раз. Уже из такого сопоставления становится очевидным, что в молодых корнях имеется более высокая способность к адсорбции, чем в физиологически спелых.

По мере старения корней и перехода их в состояние покоя не только уменьшается адсорбционная способность, как это было показано ранее Курсановым (5), но — что особенно важно с нашей точки зрения — значительно ослабевает реакция этих корней на осмотическое воздействие.

Это особенно ясно выявляется в опытах с корнями, находящимися в периоде покоя (рис. 2). Корни сахарной свеклы подверглись иссле-

дованию сразу после уборки и спустя 14 дней после двухнедельного естественного подвяливания. Начальное осмотическое давление в результате завяливания сместилось в сторону повышения на 1 атм. и в соответствии с этим адсорбционная способность у подвяленных корней несколько выше, чем у корней в тургесцентном состоянии.

Однако существенным является характер адсорбционных кривых у тургесцентных и подвяленных корней. Если корни в тургесцентном состоянии до известного предела осмотического градиента усиливают адсорбцию, а затем дальнейшее повышение приводит к ослаблению этой способности, то подвяленные корни теряют эту способность уже при величине осмотического давления в 25 атм. С этого предела осмотической концентрации у подвяленных корней не только теряется адсорбционная способность, но и начинается процесс элюции собственной инвертазы. Последующее повышение осмотического давления по причине ограниченности запаса ферментов у данного типа корней, или более прочной связи фермента с внутриклеточными адсорбентами, уже обуславливает нарастания процесса элюции пропорционально давлению. Таким образом, в зависимости от состояния ткани одна и та же величина осмотического давления вызывает диаметрально противоположные течения адсорбции.

Обращаясь к кривой адсорбционной способности (рис. 1) листовых тканей, мы должны отметить, что при незначительном повышении осмотического давления происходит небольшая депрессия адсорбции и затем в пределах 15—17 атм. этот процесс активизируется, дальнейшее же повышение приводит вновь к ослаблению адсорбции.

Таким образом, адсорбционная реакция зависит от состояния и природы ткани растения. Наши опыты показывают, что повышение осмотического давления в физиологически активных корнях сахарной свеклы до 30—32 атм. усиливает адсорбционную способность. Это тот осмотический порог, за пределами которого уже наступает ослабление адсорбции у данного типа тканей. Для листовых тканей осмотический порог примерно вдвое меньше, чем для корней, поскольку при давлении выше 17 атм. наступает уже падение адсорбционной активности. Не только для различных тканей, но и для одной и той же ткани, находящейся в том или ином физиологическом состоянии, имеется свой порог.

Таким образом выяснение взаимосвязи, существующей между явлениями адсорбции ферментов и синтезом с одной стороны и связи осмотического давления с синтезом и адсорбцией с другой, принадлежит к той группе вопросов, решение которых приблизит нас к пониманию механизма ферментативных синтезов вообще.

Интересно отметить, что совсем недавно Eyster (6) наблюдал усиление адсорбции диастазы на поверхности активированного угля под влиянием повышенного давления.

Хотя трудно провести параллель между давлениями осмотическим и гидростатическим, тем не менее хотелось бы здесь указать на те опыты, которые были проведены Бреслером (?). Этот автор показал, что *in vitro* повышение давления до 10 000 атм. приводит к уменьшению аминного азота в среде белковый гидролизат + протеолитический фермент. Если учет одного лишь аминного азота может служить показателем образования полипептидов, то мы имеем здесь новый, весьма показательный пример ферментативного синтеза белковоподобных веществ.

В связи с этим интересно отметить, как это было установлено (8), что повышение давления порядка 700—1000 атм. существенно снижает тепловую денатурацию белков даже в присутствии таких денатурирующих веществ, как спирт. Возможно, что повышенные осмотические давления влияют не только на адсорбцию, но являются как бы защи-

той ферментов от воздействий, приводящих к изменению нативного состояния последних.

На основании наших исследований можно сделать следующее заключение:

1) Величина адсорбционной способности протоплазмы определяется физиологическим состоянием и природой растительных тканей.

2) Одни и те же ткани, но находящиеся в различном физиологическом состоянии, проявляют неодинаковую адсорбционную реакцию на повышение осмотического давления.

3) В физиологически активных тканях сахарной свеклы повышение осмотического давления до 30—32 атм. для корней и до 18 атм. для листьев приводит к увеличению адсорбционной способности. Последующее повышение осмотического давления вызывает ослабление этой способности.

4) В покоящихся тканях сахарной свеклы повышенное осмотическое давление вызывает элюцию собственной инвертазы корня.

Таким образом, одно и то же воздействие на ткани различного физиологического состояния вызывает диаметрально противоположные реакции: у физиологически активных тканей — адсорбцию, а у физиологически пассивных тканей — элюцию ферментов.

Институт биохимии  
им. А. Н. Баха  
Академии Наук СССР

Поступило  
20 I 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. М. Сисакян и А. М. Кобякова, Биохимия, 6 (1941), <sup>2</sup> Н. М. Сисакян и А. М. Кобякова, Биохимия, 9, 126 (1944). <sup>3</sup> Н. М. Сисакян, А. М. Кобякова и Н. А. Васильева, Биохимия, 12, № 1 (1947). <sup>4</sup> А. Л. Курсанов, Биохимия, 11, 333 (1946). <sup>5</sup> А. Курсанов, Е. Исаева и В. Попатенко, Биохимия, 11, 401 (1946). <sup>6</sup> Н. С. Eyster, Plant Physiology, 21, 366 (1946). <sup>7</sup> С. Е. Бреслер, Биохимия, 12, в. 5 (1947). <sup>8</sup> F. H. Johnson and D. H. Campbell, J. Biol. Chem., 163, 689 (1946).