

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. А. ГЕЛЛЕР и Е. Г. ХАРИТОН

**О ВЛИЯНИИ АЗОТОБАКТЕРА
НА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 9 IV 1951)

Предшествующие исследования показали, что бактеризация семян сахарной свеклы азотобактером вызывает изменение содержания сахара в корнях (1). Так как проблема повышения сахаристости сахарной свеклы имеет большое народно-хозяйственное значение, возникла необходимость более детального изучения причин, вызывающих изменение сахаристости свеклы в связи с применением азотобактера. По нашим предположениям, такое действие азотобактера возникает в связи с изменением окислительно-восстановительного режима почвы и растения под влиянием жизнедеятельности бактерий.

Это предположение основывается на результатах исследований М. В. Федорова (2, 3), согласно которым процесс фиксации азота азотобактером находится в тесной зависимости от окислительно-восстановительных условий среды, и культура азотобактера изменяет окислительно-восстановительный потенциал среды (4). Однако, так как изменения окислительно-восстановительного режима среды тем или иным образом передаются растительному организму, то такие изменения должны в свою очередь повлиять на содержание сахаров.

Для подтверждения указанной мысли нами были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния азотобактера на окислительно-восстановительный потенциал тканей растения. Главное затруднение, возникающее при электрометрическом измерении величины окислительно-восстановительного потенциала в многих необратимых системах, в том числе в тканях растений, состоит в том, что потенциал индифферентных электродов в таких средах очень неустойчив, быстро и непрерывно изменяясь во времени.

Наиболее удачной попыткой улучшения электрометрических методов измерения окислительно-восстановительного потенциала в необратимых биологических средах можно считать метод катодной и анодной деполяризации электродов, примененный Р. Чаговцем (5) для измерения потенциала животных тканей и Н. И. Некрасовым и О. И. Парфеновой (6) для микробиологических сред и культур. Измерение потенциала указанным методом производится путем предварительного насыщения индифферентных электродов водородом или кислородом, после чего электроды деполяризуются в анализируемой среде. При этом получают две противоположные по своему характеру кривые деполяризации, которые должны сойтись в одной точке, соответствующей величине окислительно-восстановительного потенциала исследуемой среды.

Однако во многих случаях эти кривые либо не сходятся на величину порядка 100—200 мв, либо пересекают друг друга. Происходит это главным образом потому, что привнесение электродом кислорода или водорода является для слабо буферных в окислительно-восстановительном

отношении средах фактором, смещающим потенциал системы в ту или другую сторону.

Для того чтобы повысить точность определения окислительно-восстановительного потенциала в биологических средах, мы видоизменили указанный метод следующим образом: вместо насыщения электрода кислородом или водородом мы смещали потенциал электрода, составив гальванический элемент, в котором одним из полуэлементов является исследуемая среда с электродом, а другим полуэлементом — буферная окислительно-восстановительная система с заведомо более низким или более высоким потенциалом по сравнению с потенциалом среды. Замыкая такой элемент через сопротивление порядка 3000 ом, мы выравнивали потенциалы электродов в анализируемой и буферной средах. После размыкания такого элемента потенциал электрода в анализируемой среде изменяется по типу катодно-поляризованного электрода (если взятая буферная окислительно-восстановительная система имела более низкий потенциал), либо по типу анодно-поляризованного электрода (если взятая буферная окислительно-восстановительная система имела более высокий потенциал) (?).

Точность и воспроизводимость измерений достигается тем, что можно сместить потенциал электрода на любую заданную величину и затем проследить ход и характер изменений потенциала электрода в анализируемой среде.

Влияние бактерий азотобактера на окислительно-восстановительный потенциал тканей растений было исследовано при выращивании ростков на агаровых средах с добавлением сахара для питания азотобактера и также в вегетационном опыте на серой среднеподзоленной почве Батгоры (почва из опытного поля ВНИС).

Результаты этих опытов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние азотобактера на окислительно-восстановительный потенциал тканей растений

Растение	Среда	Возраст растения	Без азотобактера			С азотобактером		
			Eh	pH	rH	Eh	pH	rH
Сахарная свекла	2% агар	6-дн. ростки	250	6,16	20,62	90	6,03	15,06
Яровая пшеница	То же	То же	382	6,13	25,92	334	6,30	24,10
Сахарная свекла	Серая сред. оподзолен. почва	8-дн. ростки	120	6,08	17,13	50	6,08	13,19
То же	То же	20-дн. ростки	375	6,25	28,74	345	6,25	24,9
" "	" "	При уборке	335	6,06	23,67	130	5,86	16,2

Приведенные данные подтверждают, что наличие азотобактера обуславливает понижение величины окислительно-восстановительного потенциала тканей сахарной свеклы и яровой пшеницы.

В другом вегетационном опыте, где изучалось влияние почвы на окислительно-восстановительный потенциал сахарной свеклы, также были получены данные, подтверждающие, что окислительно-восстановительный потенциал почвы в известной мере передается растительному организму.

Взяты были две почвы, резко отличающиеся друг от друга по содержанию гумуса и по своим окислительно-восстановительным свойствам (см. табл. 2).

Величины окислительно-восстановительного потенциала, как видно из данных табл. 2, были выше у оподзоленной почвы с содержанием гумуса

Окислительно-восстановительные потенциалы почвы и растения

Почва	Объект анализа	22 V			25 VI			26 IX		
		Eh	pH	rH	Eh	pH	rH	Eh	pH	rH
Серая средне оподзоленная Батгоры	Почва	486	6,5	29,9	400	6,9	27,6	461	6,4	23,7
	Листья свеклы	371	6,5	25,8	272	6,8	23,0	183	6,6	19,5
Мощный выщелоченный чернозем Белоцерковской опытно-селекц. станции	Почва	336	6,5	24,6	345	7,0	25,0	431	6,5	27,8
	Листья свеклы	334	6,3	24,1	21	6,9	21,3	154	6,6	18,5

1,3%, чем у черноземной почвы с содержанием гумуса 3,5%. Листья свеклы на черноземной почве имели более темную окраску и более низкий потенциал по сравнению с листьями свеклы на оподзоленной почве.

В вегетационном опыте с зелеными удобрениями, где в качестве зеленого удобрения внесены были растительные остатки гречихи, также наблюдалось, что после внесения зеленых удобрений в почву окислительно-восстановительные потенциалы почвы, так же как и окислительно-восстановительные потенциалы тканей листьев сахарной свеклы, понижались.

Таким образом, можно констатировать, что окислительно-восстановительные свойства почвы в известной мере влияют на окислительно-восстановительные свойства растения.

Из причин, обуславливающих характер такого взаимодействия, можно указать на факты изменения форм азотных соединений в связи с изменением окислительно-восстановительного потенциала почвы. По И. П. Сердобольскому⁽⁸⁾, нитраты накапливаются в почве при Eh в пределах 0,75—0,48 в по водородному электроду, нитриты-нитраты 0,48—0,34 в, нитриты 0,34—0,20 в, окислы азота 0,20—0,0 в.

С понижением окислительно-восстановительного потенциала почвы растения вынуждены питаться менее окисленными формами азотных соединений, что и влияет на величину окислительно-восстановительного потенциала тканей растений.

Содержание железа и марганца в почве в доступном для растения виде также зависит от окислительно-восстановительного режима почвы.

Следовательно, влияние окислительно-восстановительных свойств почвы на растительный организм находится в неразрывной связи со всей системой питания растения, что позволяет нам правильно регулировать питание растения в направлении улучшения качества урожая и подойти к объяснению причины влияния азотобактера на сахаристость сахарной свеклы.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
сахарной свеклы

Поступило
5 III 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. А. Геллер, Н. А. Неговский и А. Ф. Николаева, ДАН, 71, № 3 (1950). ² М. В. Федоров, Биологическая фиксация азота атмосферы, 1948. ³ М. В. Федоров, ДАН, 66, № 5 (1949). ⁴ А. Рыбалкина, Микробиология, 6, 277 (1937). ⁵ Р. Чаговец, Физиол. журн. СССР, 22, в. 3—4 (1937). ⁶ Н. И. Некрасов и О. И. Парфенова, Микробиология, 7, 164 (1938). ⁷ И. А. Геллер, Микробиол. журн. АН УРСР, 11, в. 2, 79 (1949). ⁸ И. П. Сердобольский, Почвоведение, № 7, 47 (1940).