

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. КОНАРЕВ

**ВОЗРАСТ КЛЕТОК РАСТЕНИЯ И ОТНОШЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ
ОБОЛОЧЕК К КИСЛЫМ И ОСНОВНЫМ КРАСКАМ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 20 XI 1947)

Изменение химического состава клеточной оболочки наряду с утолщением является одним из характернейших признаков дифференциации клеток. При этом наиболее распространенным видом изменения является одревеснение, которое устанавливается обычным цитологическим методом с применением флороглюцина или солянокислого анилина. Последние дают возможность установить четкую грань между первичным состоянием целлюлозной оболочки и состоянием одревеснения ее. Однако невольно возникает вопрос, остается ли химическая природа целлюлозной оболочки неизменной вплоть до начала одревеснения, или в этой оболочке задолго до одревеснения происходят изменения, но не обнаруживаются с помощью обычных реактивов на лигнин. В этом отношении перспективен красочный цитологический метод Пишингера, применяемый обычно для определения изоэлектрического пункта (ИЭП) клеточных структур. Еще D. Clibbens (1) на волокнах хлопчатника показал, что адсорбция метиленовой синьки клетчаткой зависит от pH среды. К сожалению, в известных нам работах других авторов, изучавших ИЭП отдельных элементов растительной клетки, клеточная оболочка обычно упускалась из виду. Имеются лишь отдельные указания, в частности, в работе Н. Drawert (2), на то, что оболочка растительной клетки при любом pH не окрашивается кислыми красками, основные же краски окрашивают, но лишь в узких интервалах. По данным S. Strugger (3), клеточные стенки в прижизненных окрасках адсорбируют кислые краски (флуоресцеин) только в сильно кислых средах. В этой работе мы излагаем основные результаты, полученные нами при изучении адсорбции кислого и основного фуксина оболочками клеток паренхимы, механических элементов и проводящих сосудов при различных pH.

Приготовление буферных смесей, растворов красок и обработка объектов были описаны нами в предыдущей работе (5). Наряду с определением ИЭП производилась оценка степени одревеснения клеточных оболочек хлор-цинк-йодом и флороглюцином. Возможная ошибка в определении не превышает $\pm 0,15$ pH.

Стенки механических элементов. Все механические элементы, дающие положительную реакцию флороглюцином на лигнин, обладают сильно выраженной адсорбцией основного фуксина на протяжении всего исследованного нами интервала шкалы pH (1,8—7,4). Особенно хорошо это заметно на склеренхиме соломины проса и пшеницы и ксилемной части сосудистоволокнистых пучков в стеблях подсолнечника, картофеля, гороха и льна. Точно такое же свойство обнаруживают и механические элементы на ранних фазах их образования, когда, несмотря на значительное утолщение клеточных стенок, лигнинизация, видимо, еще настолько слабо выражена, что она не может быть открыта обычной флороглюциновой реакцией. Так, например, только что возникшие из камбия или из остаточной мелкоклетной паренхимы механические элементы дают отчетливую реакцию с хлор-цинк-йодом и совершенно не

дают реакции на лигнин флороглюциновой пробой. Тем не менее они, подобно одревесневшим стенкам, обладают сильной адсорбцией по отношению к основному фуксину во всех средах и не окрашиваются кислым фуксином.

Особое положение занимают лубяные волокна льна и колленхима, оболочки которых, как известно, не подвергаются одревеснению. Как видно из табл. 1, лубяные волокна льна перед цветением в основании стебля окрашиваются только основным фуксином. В верхней части стебля они окрашиваются и в кислом фуксине, но лишь в кислых средах. При этом зона окрашивания основным фуксином смещается к нейтральной стороне.

Таблица 1
Адсорбция кислого (-) и основного фуксина (+) стенками механических элементов

Объекты	рН									
	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,	4,2	4,		
Либриформ стебля подсолнечника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Луб льна-долгунца перед цветением:										
а) в основании стебля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
б) в верхней части стебля	-	-	-	-	±	+	+	+	+	+
Луб льна к концу вегетации:										
а) у контроля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
б) у дебутонизированных (средние междуузлия)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Колленхима стебля картофеля перед цветением:										
а) в основании стебля	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+
б) к верхушке стебля	-	±	±	+	+	+	+	+	+	+

К началу созревания коробочек лубяные волокна на всем протяжении стебля окрашиваются только основным фуксином. У растений дебутонизированных (с одной половины делянки постоянно удалялись бутоны) лубяные волокна, начиная с одной трети стебля и выше, до конца вегетации сохраняли способность окрашиваться кислым фуксином. ИЭП утолщений колленхимы обычно находится в пределах взятой нами шкалы рН и лишь к концу вегетации выходит за пределы ее в кислую сторону.

Проводящие ткани. Проводящие элементы ксилемы изучались на продольных срезах стеблей картофеля, гороха и цветonoсного побега свеклы. В табл. 2 представлены лишь выборочные данные.

Во всех исследованных нами случаях стенки сосудов вторичной ксилемы адсорбировали только основной фуксин. И лишь на ранних этапах формирования в непосредственной близости к камбию стенки пористых сосудов обладают менее кислыми свойствами и имеют ИЭП в пределах исследованной нами шкалы рН. В дальнейшем ИЭП довольно резко смещается в кислую сторону и выходит за пределы шкалы. ИЭП утолщений кольчатых, редкоспиральных и густоспиральных сосудов обычно находится в пределах шкалы, но занимает различное положение. Как видно из табл. 2, ближе к нейтральной зоне располагается ИЭП утолщений кольчатых сосудов. Еще большее смещение в кислую сторону наблюдается для утолщений густоспиральных сосудов. Утолщения лестничных сосудов уже обладают сильно выраженными кислыми свой-

Таблица 2

Адсорбция кислого (—) и основного фуксина (+) утолщениями сосудов ксилемы

Объекты	рН									
	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	
Стебель картофеля во время цветения в средних междоузлиях:										
а) кольчатые сосуды	—	—	—	—	—	—	+	+	+	
б) редкоспиральные сосуды . .	—	—	—	+	+	+	+	+	+	
в) густоспиральные сосуды . .	—	+	+	+	+	+	+	+	+	
г) лестничные сосуды	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Этиолированный побег картофеля:										
а) кольчатые сосуды	—	—	—	—	—	—	+	+	+	
б) редкоспиральные сосуды . .	—	—	—	—	+	+	+	+	+	
в) густоспиральные сосуды . .	—	—	+	+	+	+	+	+	+	
г) лестничные сосуды	—	—	+	+	+	+	+	+	+	
Цветоносный побег свеклы перед цветением:										
редкоспир. сосуд в зоне точки роста	—	—	—	—	—	—	+	+	+	
редкоспир. сосуд в верхней трети стебля	—	—	—	+	+	+	+	+	+	
кольчатые сосуды в верхней трети стебля	—	—	—	—	—	+	+	+	+	
густоспир. сосуды в верхней трети стебля	—	+	+	+	+	+	+	+	+	
лестничные сосуды в верхней трети стебля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
кольчатые сосуды в основании стебля	—	—	—	—	—	+	+	+	+	
редкоспир. сосуды в основании стебля	—	—	+	+	+	+	+	+	+	
густоспир. сосуды в основании стебля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
лестничные сосуды в основании стебля	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

ствами и только в молодом состоянии способны окрашиваться кислым фуксином, но в сравнительно узком интервале.

Для каждого вида сосуда от точки роста к основанию стебля ИЭП утолщений заметно смещается в кислую сторону, что, повидимому, находится в прямой связи с собственным возрастом сосуда. В этиолированных побегах картофеля и свеклы кислые свойства утолщений сосудов выражены слабее. Первичные оболочки сосудов имеют ИЭП в пределах взятой нами шкалы рН.

Оболочки клеток паренхимы. Изучение паренхимы проводилось в стеблях картофеля, подсолнечника и в междоузлиях соломины проса и пшеницы (срезы снимались на расстоянии 2 мм над узлом). ИЭП клеточных оболочек паренхимы обычно находится в пределах изучаемой нами зоны рН. При этом положение ИЭП зависит от возраста ткани. В молодых паренхимах, расположенных ближе к точке роста, ИЭП клеточных стенок приходится ближе к нейтральной зоне шкалы рН. По мере старения тканей ИЭП оболочек смещается в кислую сторону. Характерной для клеточных оболочек паренхимы является довольно широкая зона одновременного окрашивания кислым и основным фуксином. Эта зона более широкая для молодых клеток, чем для старых.

Следует отметить, что среди клеток молодой паренхимы наблюдается неравномерное распределение ИЭП оболочек. Чем ближе располагаются

Таблица 3

Адсорбция кислого (—) и основного фуксина (+) клеточными оболочками паренхимы

Объекты	рН									
	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	
Стебель картофеля до цветения;										
а) в меристеме точки роста	—	—	—	—	±	±	±	±	+	
б) паренхима в основании точки роста	—	—	—	±	±	±	±	+	+	
в) паренхима к основанию стебля . . .	—	—	+	+	+	+	+	+	+	
Подсолнечник к концу цветения:										
а) в 3-м междоузлии снизу	—	+	+	+	+	+	+	+	+	
б) в 13-м междоузлии снизу	—	—	±	+	+	+	+	+	+	
Подсолнечник дебуто-низированный										
а) в 3-м междоузлии снизу	—	—	—	±	±	+	+	+	+	
б) в 13-м междоузлии снизу	—	—	—	±	±	±	±	+	+	
Просо в начале колошения:										
Контроль										
а) над 1-м узлом . . .	±	+	+	+	+	+	+	+	+	
б) » 3-м »	—	—	±	+	+	+	+	+	+	
в) » 4-м »	—	—	—	±	±	±	±	+	+	
г) » 5-м »	—	—	—	—	—	±	±	+	+	
При одностороннем азотном удобрении										
а) над 3-м узлом . . .	—	—	±	±	+	+	+	+	+	
б) » 5-м »	—	—	—	±	±	±	±	±	+	

клетки к одревесневшим элементам или к ксилемной части сосудисто-волокнистого пучка, тем сильнее смещен ИЭП оболочек в кислую сторону. Оболочки паренхимных клеток, прилегающих к одревесневшим элементам, почти как правило, окрашиваются только основным фуксином. С помощью флороглюцина и хлор-цинк-иода такой дифференциации клеточных оболочек установить не удается.

Дебутонизация и подкормка растений азотом, задерживающие старение вегетативных органов, оказывают влияние на положение ИЭП клеточных оболочек паренхимы. Как видно из табл. 3, ИЭП оболочек паренхимы в стебле дебутонизированных растений подсолнечника, по сравнению с ИЭП оболочек паренхимы нормально плодоносящих растений, заметно смещен к нейтральной стороне. Такой же эффект получается при усиленном азотном питании на растениях проса и пшеницы.

Поступило
20 XI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ D. A. Clibbens u. A. Geake, Chem. Zbl., 2, 507 (1926). ² H. Drawert, Flora, N. F., 32, 91 (1937). ³ S. Strugger, ibid., N. F., 32, 253 (1938).
⁴ А. Н. Бояркин, Реф. раб. биол. отд. АН СССР, 1944. ⁵ В. Г. Конарев, ДАН, 59, № 4 (1948).