

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. Г. ЕНИКЕЕВ

**К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДУПЛА  
У САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

(Представлено академиком А. И. Опарным 30 VI 1953)

В районах поливного свеклосеяния распространена особая болезнь сахарной свеклы, так называемая дуплистость, которая поражает иногда до 80% корней и приносит огромный ущерб сельскому хозяйству и сахарной промышленности. Болезнь эта выражается в образовании полости (дупла) внутри корня. Дуплистость подразделяется на две группы — дуплистость головки и центральная дуплистость. Самой распространенной является дуплистость головок, центральная дуплистость встречается редко. Нашими исследованиями установлено, что заболевание дуплистостью встречается также у кормовой (до 60%) и столовой свеклы (до 10—15%).

До последнего времени ряд исследователей сводил явление дуплистости к механическому разрыву паренхимы в головке корня, будто бы являющемуся следствием энергичного роста корня (1). В наших исследованиях в колхозе им. Калинина, Кантского района Кирг. ССР и в других колхозах было установлено, что дупло образуется еще тогда, когда вес корня не превышает 10 г. Известно, что в этот период растет, главным образом, лист, разрастание же тканей корня бывает незначительно. В табл. 1 мы приводим данные 1949 г. Пробы брались в количестве 100 растений 1 VII и по 48 растений в остальные сроки. Повторность — 3-кратная.

Из данных табл. 1 видно, что дупло начинает образовываться еще в тот период, когда листья растут значительно энергичнее, чем корень. Образование дупла замедляется, когда корень начинает расти энергичнее, чем листья, и совсем прекращается в момент самого энергичного роста корня. Следовательно, дупло образуется вследствие энергичного роста листьев, а не корня.

Образование дупла не может быть объяснено и как следствие неравномерного роста корня при неравномерной подаче воды в течение вегетационного периода (2, 3). Действительно, можно было бы предполагать, что

Таблица 1

Ход роста корня и листьев у сахарной свеклы (марка Ивановская 1305)

Дата	Средн. вес 1 корня в г	Средн. вес листьев 1 растения в г	Разность между весом листьев и весом корня в г	Дуплистость корней в %
1949 г.				
1 VII	29	116	+87	—
15 VII	81	295	+214	12
1 VIII	283	438	+155	50
15 VIII	418	440	+28	58
1 IX	534	559	+25	66
15 IX	562	462	-100	66
15 X	565	401	-164	66

длительные перерывы в поливах, в условиях поливного земледелия, или время от времени повторяющиеся повышения температуры воздуха в условиях неполовного земледелия благоприятствуют образованию дупла. Однако исследования на содержание воды показали, что в том месте, где образуется дупло («дуплообразующая паренхима»), содержится больше воды, чем в основной паренхиме корня. Это выражено особенно ярко в первой половине вегетации, после чего количество воды в месте образования дупла хотя и снижается по сравнению с основной паренхимой, однако незначительно (см. табл. 2). Определение проводилось в два срока. Пробы для анализов взвешивались на аналитических весах, высушивались на солнце, затем в сушильном шкафу при температуре 100—105° до постоянного веса и вновь взвешивались. Повторность — 3-кратная.

Таблица 2

Содержание воды в месте образования дупла и в основной паренхиме в различные периоды роста

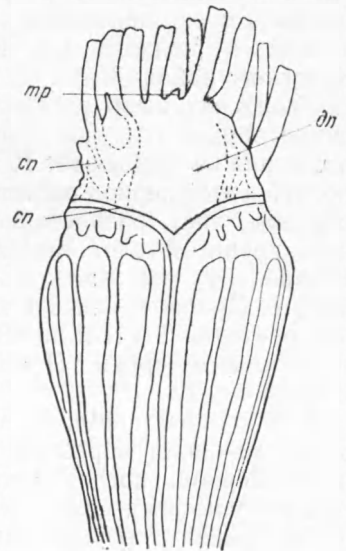
Дата и название пробы	Содержание воды в %
18 VI	
Дуплообр. паренхима . . .	91,35
Основная паренхима . . .	86,48
15 VIII	
Дуплообр. паренхима . . .	86,94
Основная паренхима . . .	81,21
Дуплообр. паренхима с дуплом . . . . .	89,77
Основная паренхима . . .	84,40

Из табл. 2 видно, что в месте образования дупла содержится больше воды не только до образования дупла, но и после. Не подтверждается также и предположение, что причиной образования дупла является деятельность микроорганизмов. Закрытое дупло, особенно в начале его образования, стерильно (1, 4).

Автор еще в 1943 г. высказал предположение, что дупло возникает вследствие нарушения физиолого-биохимических функций головки корня в период вегетации растения в силу энергичного роста листьев. Нашими исследованиями установлено, что процесс образования дупла сосредоточен только в определенном месте головки корня. Центральный тяж, представляющий первичную ксилему, берет начало на кончике корня и, постепенно утолщаясь кверху, заканчивается приблизительно в области шейки перекрещивающимися сосудами. В центре головки расположена ткань, отличающаяся от периферических тканей головки корня. Она с трех сторон окружена основной тканью, по которой проходят сосудисто-волокнистые пучки. На верхней части расположена точка роста (рис. 1). Наши многолетние исследования показали, что дупло образуется только в этой ткани и развивается в ней. К сожалению, описания ее в литературе мы не нашли.

Микроскопические исследования показали, что в этой дуплообразующей паренхиме отсутствуют какие бы то ни было следы проводящих пучков. Она отличается от основной паренхимы прежде всего тем, что клетки ее более крупные, плотные (без межклетников), густо заполнены протоплазмой. Она имеет бумажно-белый оттенок. В каждой клетке имеется одно крупное ядро с многочисленными ядрышками, тогда как ядро основной паренхимы имеет только одно ядрышко.

Рис. 1. Продольный разрез корня сахарной свеклы. *тр* — точка роста, *сп* — сосудисто-волокнистые пучки, *дп* — дуплообразующая паренхима



Таким образом, по анатомическому строению клетки этой паренхимы отличаются от клеток основной паренхимы. Эти исследования натолкнули нас на мысль о том, что состав содержимого клеток ее и, следовательно, процесс синтеза и распада в ней несколько отличаются от таковых в основной паренхиме.

Нами установлено, что в дуплообразующей паренхиме накапливается на 4,4% меньше сахара, чем в основной паренхиме. Особенно сильно снижается процент сахара в ней после образования дупла. Наоборот, зольных веществ накапливается в ней несравненно больше, чем в основной паренхиме. Следовательно, зольные вещества концентрируются в очаге образования дупла.

Заболевание сахарной свеклы дуплистостью выражается в том, что в дуплообразующей паренхиме головки образуется полость, которая затем очень часто открывается наружу. Различают дупло открытого и закрытого типа. Заболевание, обнаруживаемое простым глазом, начинается с того, что в паренхиме корня выше перекрещивающихся сосудов появляется пятно небольшого размера. Оно имеет блестяще-темную окраску по сравнению с окружающей его матово-белой паренхимой. Клетки паренхимы в месте образования пятна постепенно приобретают рыхлое строение, так как содержимое клеток бесследно исчезает. Оставшаяся оболочка пустых клеток и придает паренхиме блестяще-темную окраску. Пятно постепенно увеличивается в размерах за счет охвата все новых участков. Вскоре клеточная оболочка также исчезает, т. е. подвергается автолизу.

Образование дупла никогда не распространяется за пределы паренхимы. Если дупло открывается наружу, то в нем начинается зарастание. Закрытые дупла никогда не зарастают, их стенки покрываются налетом снежно-белого цвета. Вновь выросшие ткани отличаются тем, что по ним проходят сосудисто-волокнистые пучки.

Явление исчезновения содержимого клеток в процессе образования дупла пока не находит себе объяснения. Установлено (4), что в очагах образования дупла значительно повышается ферментативная деятельность, например деятельность пероксидазы в них примерно в 2,5 раза выше, чем в паренхимной ткани здорового корня. Содержимое клеток, как мы предполагаем, расщепляется на простые соединения и используется как продукт питания в точке роста. С целью изучения влияния точки роста на образование дупла мы в 1951 г. удаляли ее в различные сроки (см. табл. 3).

Из табл. 3 видно, что удаление точки роста затормаживает образование дупла у сахарной свеклы. Так например, при удалении ее в ранний срок (13 VI) дуплистых корней не было; в средний срок (4 VII) дуплистых корней было 30%, в поздний срок (2 VIII) — 70%, т. е. столько же, сколько было до удаления. Удаление точки роста отразилось на форме корней — они были более короткими, особенно в первом сроке.

В опытах с удалением точки роста у сахарной свеклы наблюдалась весьма своеобразная картина. При удалении точки роста на головке корня происходило поранение дуплообразующей паренхимы, так как точка роста находилась непосредственно над нею, причем образовывалась ямочка довольно значительной величины. Она зарастала настолько энергично, что новообразование выходило наружу в виде бугорка. Нами также установлено, что при удалении всей дуплообразующей паренхимы ямочка не зарастает. Здесь стенки покрываются только опробковевшими клетками. Поэтому если дуплообразующая паренхима к моменту выхо-



Рис. 2. Вторичное зарастание дупла в корне «цветухи»

да дупла наружу разрушается вся, то дупло не зарастает, если же она разрушается частично, то дупло зарастает. Явление зарастания отсутствует или развито очень слабо у основной паренхимы.

Энергичное деление клеток дуплообразующей паренхимы доказывается и следующим примером. Полость побега, выбрасываемого корнем в первом же году жизни у «цветухи» (рис. 2) или на втором году у вы-

Таблица 3

Влияние удаления точки роста на образование дупла у сахарной свеклы

Варианты опыта	Число корней в опыте	Из них				% дупл. корней к моменту операции
		дуплистых		здоровых		
		шт.	%	шт.	%	
Контроль . . .	30	23	76,7	7	23,3	—
Удаление 13 VI (ранний срок)	30	0	0	30*	100	—
Удаление 4 VII (средн. срок)	20	9	30	21	70	30
Удаление 2 VIII (поздний срок)	30	22	73,3	8	26,7	>50

\* Из них 12 корней, находящихся в начальной стадии образования дупла.

садков, заполняется клетками этой паренхимы. В период выбрасывания стебля клетки этой паренхимы размножаются так энергично, что она заполняет полость стебля по мере его роста.

В заключение считаю своим долгом принести глубокую благодарность проф. Е. В. Бойко, под руководством которого была начата эта работа.

Киргизский сельскохозяйственный институт  
им. К. И. Скрябина

Поступило  
6 V 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. П. Панасенко, Сборн. матер. и статей по вопросам хранения сахарной свеклы, 1, 1931. <sup>2</sup> Н. И. Салунская, Свекловодство, № 3 (1938). <sup>3</sup> С. Ф. Морчковский, Научн. зап. ВНЖ, № 2, 108 (1935). <sup>4</sup> И. И. Колосов, Е. З. Окнина, Докл. ВАСХНИЛ, № 7, 15 (1944).