

БИОХИМИЯ

С. М. МАШТАКОВ

РАСХОДУЕТСЯ ЛИ КАУЧУК У КОК-САГЫЗА?

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 22 X 1947)

Следует признать, что в дискуссии о физиологической роли углеводорода каучука точка зрения, что полипрен в растениях представляет запасное питательное вещество, наименее убедительна. Эта точка зрения становится еще менее убедительной, когда ее пытаются доказать путем изучения хода биохимических процессов, протекающих в корнях 2-летнего кок-сагыза, без учета его биологических особенностей.

Кок-сагыз на втором году жизни биологически существенно отличается от кок-сагыза однолетнего. Главное его отличие заключается в том, что на втором и последующих годах своей жизни он образует „чехол“⁽¹⁾, который представляет старую коровую ткань корня, образованную на первом году вегетации, постепенно отмирающую в следующем году и затем полностью исчезающую. Одновременно с этим между ксилемой и старой коровой тканью („чехлом“) возникает и нарастает новая коровая ткань корня с новыми млечниками и вновь образующимся и накапливающимся в них каучуком. Следовательно, в корнях 2-летнего кок-сагыза возникают две каучуконосные ткани, из которых одна — молодая, нарастающая, другая — старая, отмирающая. Совершенно ясно, что в этих столь различных тканях биохимические превращения совершаются в различных направлениях, и эти процессы подвержены различным закономерностям.

Часть фактов, доказывающих указанное явление, уже изложена в литературе^(2,3) и до сих пор не встречает возражения. В свете этого, казалось бы, должно быть ясным, что для вскрытия причинных зависимостей процессов, совершающихся в растущих корнях 2-летнего кок-сагыза, физиолого-биохимические исследования необходимо проводить отдельно в „чехле“ и в новой ткани. Несмотря на очевидность изложенного, некоторые авторы даже теперь пытаются доказать возможность физиологического расходования углеводорода каучука у кок-сагыза без учета высказанных положений^(4-8, 13). Не отрицая правильности фактического материала, полученного этими авторами, необходимо указать, что эти результаты не позволяют считать их достоверными для того, чтобы решить вопрос о физиологической роли углеводорода каучука.

Наши наблюдения с достаточной убедительностью показали, что по мере развития новой коровой ткани корня 2-летнего кок-сагыза вязкость растворов углеводорода каучука неуклонно повышается, а в начале ее формирования полипрен имеет наименьшую степень полимеризации. Одновременно с этим в старой прошлогодней ткани корня, в „чехле“, вязкость остается весьма высокой и постоянной

довольно продолжительное время. Следовательно, в период цветения в корнях кок-сагыза в двух различных тканях содержится полипрен различного качества: сравнительно низкополимерный в новой ткани и высокополимеризованный — в „чехле“. По нашим измерениям, в период цветения 2-летнего кок-сагыза молекулярный вес полипрена был: в новой ткани 149 900, в „чехле“ — 251 900. В целом корне (вместе с „чехлом“) молекулярный вес полипрена равнялся 238 900. Ясно, что если определять вязкость и молекулярный вес углеводорода каучука в еще более ранних фазах, например во время бутонизации, то ввиду низкой полимеризации полипрена в новой ткани различие в показателях молекулярного веса для отдельных тканей будет еще большим, а в целом корне средние величины будут еще более снижены. Этим главным образом и объясняется снижение вязкости полипрена, которую наблюдали цитируемые авторы во время бутонизации кок-сагыза. Следовательно, выводы о возможной деполимеризации углеводорода каучука в корнях 2-летнего кок-сагыза, если они получены путем анализа целых корней (без удаления „чехла“), не имеют достаточных оснований. То же самое относится и к определению углеводов, количественные изменения которых происходят различно в „чехле“ и в новой ткани⁽⁹⁾ так, что при учете их в целом корне полученные результаты также не могут служить материалом для правильных обобщений.

Что касается количественных изменений углеводорода каучука, то точность этих определений зависит прежде всего от применяемой методики. Как известно, во всех более или менее точных анализах каучуконосных растений применяется метод горячей экстракции органическими растворителями. Но в годы войны за недостатком растворителей был разработан другой, более грубый, так называемый щелочной метод⁽¹⁰⁾, вполне оправдавший себя в ряде случаев, но едва ли применимый для точных измерений⁽⁸⁾. Поэтому применять щелочной метод для решения вопроса о физиологической роли углеводорода каучука, по меньшей мере, нежелательно.

Метод же горячей экстракции, как метод значительно более точный, показывает, что у кок-сагыза как на первом, так и на втором году жизни углеводород каучука сколько-нибудь в заметных количествах не расходуется. Подтверждением этого могут служить следующие факты:

1. За зимний и летний периоды покоя, во время полного отсутствия фотосинтетической деятельности, расходуются углеводы, но не расходуются углеводород каучука. Так например, наши наблюдения за изменениями процентного содержания углеводов и полипрена в корнях кок-сагыза, взятых поздней осенью и в момент пробуждения весной после зимовки, показали, что кок-сагыз, уходя в зиму, содержал 36,1% углеводов; на второй год, рано весной, в момент образования листовой розетки, содержание углеводов снизилось до 24,8%. Процентное же содержание углеводорода каучука увеличилось за тот же период с 7,8 до 11,6%.

На основании этих данных говорить о значительном накоплении в корнях углеводорода каучука, разумеется, нельзя, ибо процентное увеличение полипрена в данном случае произошло в связи с потерей части сухой массы корня, главным образом за счет расходования углеводов.

Эти рассуждения подтверждаются и другим нашим наблюдением над изменением процентного и абсолютного содержания полипрена и углеводов в новой коровой ткани корней 2-летнего кок-сагыза во время летнего покоя. За этот период, при полном отсутствии ростовых процессов процент углеводорода каучука увеличился с 5,4 до 6,1 (на 14%). Процентное содержание инулина уменьшилось с 54,7 до

45,1 (на 16%). В пересчете же на абсолютное содержание оказалось, что количество полипрена осталось почти без изменения (9,1 г в начале покоя и 8,9 г в конце покоя), а количество инулина уменьшилось с 91,9 до 65,4 г.

Если на основании приведенных данных возможность значительного накопления углеводорода каучука за зимний период и период летнего покоя кажется мало вероятной, то тем более нет никаких оснований допускать количественные уменьшения полипрена в корнях кок-сагыза. За продолжительный период зимнего (около 5 месяцев) и летнего (более 2 месяцев) покоя в корнях уменьшается содержание углеводов, а не полипрена, ибо первые являются запасным питательным веществом, а второй таковым не является. Это подтверждается и тем обстоятельством, что, по нашим наблюдениям, углеводород каучука за период с поздней осени и до весны следующего года не претерпевает никаких явлений деполимеризации, что, очевидно, не должно иметь места при мобилизации каучука (табл. 1).

Таблица 1

Относительная вязкость углеводорода каучука в корнях кок-сагыза в начале и в конце зимовки

	Концентрация в процентах					Степень полимеризации
	0,50	0,25	0,125	0,05	0,025	
В начале зимы	14,55	4,91	2,50	1,54	1,28	3,670
В конце зимы	17,48	5,41	2,60	1,56	1,27	3,670

2. В периоды активных ростовых процессов, в частности, во время образования репродуктивных органов, может наблюдаться уменьшение углеводов, но не наблюдается количественного уменьшения углеводорода каучука (11). Так например, наши наблюдения за ходом количественных и качественных изменений полипрена и инулина в корнях однолетнего кок-сагыза показали, что наличие репродуктивных органов у цветущих экземпляров ведет к снижению процента инулина, в то время как отсутствие цветов у нецветущих экземпляров приводит к противоположным результатам. Количество же полипрена и вязкость его растворов увеличиваются независимо от того, имеются или отсутствуют репродуктивные органы (табл. 2).

3. Наши прежние наблюдения за ходом количественных изменений различных веществ в корнях 2-летнего кок-сагыза в процессе чехлообразования (3) установили, что, начиная с момента весеннего пробуждения и кончая образованием репродуктивных органов, из старой прошлогодней ткани (из „чехла“) мобилизуются углеводы (сахара, инулин), азотистые вещества и органические кислоты. Абсолютное количество большинства названных веществ в „чехле“ за этот период резко снижается. Что же касается углеводорода каучука (полипрена), то его количество остается без изменения (табл. 3).

Этот факт, опровергая положение о том, что каучук у кок-сагыза является запасным питательным веществом, одновременно опровергает и точку зрения, что вместе с „чехлом“ после его образования и разрушения удаляются не только каучук, но якобы и все полезные для растения вещества (12).

Таким образом, следует признать, что углеводород каучука в процессе нормальной жизнедеятельности растений кок-сагыза как на

Таблица 2

Количественные изменения углеводорода каучука и инулина в корнях цветущих и нецветущих растений кок-сагыза за месячный период

	25 VIII	27 IX
I. Цветущие растения		
В % к сухому весу:		
Полипрен	3,61	5,55
Инулин	31,40	26,65
В г на 100 корней:		
Полипрен	3,18	5,83
Инулин	27,63	26,93
Мол. вес полипрена в тыс.	186,0	219,0
II. Нецветущие растения		
В % к сухому весу:		
Полипрен	3,77	5,86
Инулин	29,53	32,63
В г на 100 корней:		
Полипрен	1,85	3,52
Инулин	14,47	19,58
Мол. вес полипрена в тыс.	199,0	239,0

Таблица 3

Количественное изменение веществ в «чехле»
(в процентах к началу весеннего пробуждения)

Время взятия проб	А з о т			Моно-сахара	Инулин	Смолы	Орган. кислоты по кисл. числу	Полипрен
	общий	растворимый	белковый					
Начало весеннего пробуждения	100	100	100	100	100	100	100	100
Фаза цветения	31	18	59	52	52	92	93	100
Начало плодоношения	17	7	36	21	22	66	87	100

первом, так и на втором году его жизни не расходуется и, следовательно, едва ли может являться запасным питательным веществом.

Научно-исследовательский институт
натурального каучука

Поступило
19 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Я. Руденская, Физиол. и анатомия каучуконосов. Сб. под ред. А. А. Ничипоровича, 1938. ² С. М. Маштаков, Вестн. техн. культур, 3 (1940). ³ С. М. Маштаков, Докл. ВАСХНИЛ, 12 (1940). ⁴ А. А. Дробков, Изв. АН СССР, ОХН, 1 (1943). ⁵ А. А. Дробков, ДАН, 47, № 5 (1945). ⁶ А. А. Дробков, ДАН, 53, № 8 (1946). ⁷ С. М. Маштаков, ДАН, 24, № 5 (1939). ⁸ П. С. Беликов, С. В. Балезин, А. И. Филько и Б. Л. Липман, ДАН, 50 (1945). ⁹ С. М. Маштаков, Диссертация, 1939. ¹⁰ Инструкция по определению каучука в корнях кок-сагыза, М., 1943. ¹¹ С. М. Маштаков, Н. П. Бельчиков и М. И. Леонова, ДАН, 28, № 3 (1940). ¹² Ф. П. Мазанко и М. К. Алтухов, Яровизация, 3 (36) (1941). ¹³ П. Ф. Медведев, Агробиология, 1 (1947).