

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Е. РУМЯНЦЕВ и Л. БЕРЕЗКИНА

**ДЕЙСТВИЕ ИЗБЫТКА ХЛОРИДОВ НА УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН
РАСТУЩЕЙ IN VITRO ТКАНИ**

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 3 XI 1938)

В предыдущих работах одного из нас (1,2) было показано, что при избытке в среде культур NaCl, KCl или CaCl₂ в протоплазме клеток происходят характерные изменения, выражающиеся в обводнении и набухании протоплазмы с последующим капельным ее размешиванием при избытке Na и K и уплотнением с частичной коагуляцией при избытке Ca.

Одновременно изучая изменения цитоструктур (2) и процесс накапливания витальных красок, мы могли убедиться, что испытанные катионы проникают в протоплазму. Наблюдаемые изменения цитоструктур однако нельзя считать дегенеративными, поскольку они исчезают при переносе испытуемых культур в обычную среду.

При анализе влияния катионов на рост и на изменения цитоструктур нам было ясно, что мы устанавливаем действие испытуемых солей по грубым признакам, которые получаются в результате сильных поражений в протоплазме. Для того, чтобы убедиться, что действие катионов наступает в протоплазме гораздо раньше, чем появляются видимые в микроскоп изменения, необходимо было применить более чувствительные тесты.

Таким тестом надо считать определение величины потребления сахара растущей тканью. Разработанный для культур Кронтовским (3) метод не раз давал ему возможность делать правильные заключения при испытании действия различных агентов. Яцимирская-Кронтовская (4) применяла его и для испытания действия катионов Na, K и Ca, но к сожалению не опубликовала подробных материалов. Поэтому нам казалось интересным просматривать на большом количестве культур действие хлоридов NaCl, KCl и CaCl₂. Мы вводили их в среду в небольшом избытке и тем самым создавали условия жизни ткани, еще более близкие к физиологическим, чем это было в наших предыдущих опытах.

М а т е р и а л ы м е т о д и к и. Кусочки сердца 8-дневного эмбриона курицы помещались на 1/2 часа в изотоничные растворы выбранных солей. Отсюда они переносились на слюду в испытуемую среду.

В 1-й серии опытов среда состояла из 2 ч. плазмы + 2 ч. испытуемого раствора.

Во 2-й серии—из 2 ч. плазмы + 2 ч. испытуемого раствора + 1 ч. 1% раствора глюкозы (контроль: плазма + раствор Рингера а. а.).

Для быстрого свертывания из капиллярной пипетки к среде добавлялась маленькая капелька эмбрионального экстракта. Рост определялся

планиметрическим методом через 48 часов. Определение сахара производилось по способу Хагедорна-Иенсена. За исходное количество сахара принималось его содержание, определяемое через 48 часов в пустышках (капли среды без кусочка). Всего было исследовано 233 культуры.

Результаты опытов. Прежде всего необходимо отметить, что % потребления сахара у различных культур одного и того же опыта всегда различен. В норме культуры потребляют через 48 часов от 40 до 70% сахара, приблизительно такой размах колебаний мы имели и в культуре с добавлением солей. Это конечно большое неудобство выбранного метода, но, беря средние из многих проделанных нами определений, мы все же, как нам кажется, получаем довольно надежные величины.

Приведенная таблица демонстрирует полученные нами результаты во 2-й серии, которые были вполне сходны с результатами 1-й серии.

Среды	Количество культур	Средняя величина кусочка при посадке в см ²	Средняя величина зоны роста через 48 часов в см ²	Средняя величина веса пробы при определении сахара в мг	% потребления сахара	По сравнению с контролем в %	
						Рост	Потребление сахара
Рингер . .	41	2.2	45.3	186	51	-20 *	-20
NaCl . . .	49	2.1	42.4	205	41	-33	+1.9
KCl . . .	38	2.7	40.2	195	52	-60	-17
CaCl ₂ . . .	38	2.0	6.6	169	43	—	—

Из приведенной таблицы можно сделать следующее заключение:

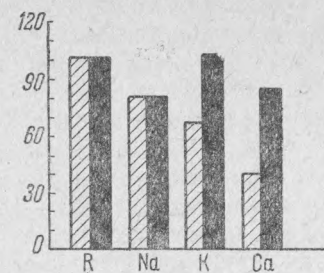
1. Еще раз подтверждается на культурах с меньшим количеством избыточной соли, чем это было в предыдущих работах, что больше всего задерживает рост CaCl₂, а меньше всего NaCl; KCl занимает промежуточное положение.

2. Между задерживающим рост действием и влиянием солей на обмен простой зависимости нет, как это видно из прилагаемой диаграммы.

Если высчитать количество потребленного сахара на единицу прироста площади, то окажется, что сахара меньше всего потребляется при росте в контрольной среде; во всех остальных случаях % потребления возрастает. Отсюда можно сделать вывод, что K и Ca стимулируют потребление сахара, причем при таком пересчете Ca оказывается на первом месте. Однако такое заключение будет неверным, так как для правильного решения необходимо принять во внимание плотность зоны роста. Плотность меньше всего в KCl и больше всего в CaCl₂, в NaCl она близка к нормальной.

Учитывая это обстоятельство, мы должны признать, что KCl стимулирует потребление сахара растущей тканью сильнее, чем другие соли.

* Знак — в последних двух столбцах означает уменьшение, + увеличение по сравнению с контролем



Рост и обмен в культурах при избытке солей по сравнению с величинами в контроле, принятыми за 100%. Штрихованные столбики—рост, черные—обмен.

3. При сравнении с данными Кронтовской мы видим явное расхождение в отношении действия солей на рост, особенно для KCl, где по ее наблюдениям происходит максимальная задержка роста; в то же время можно отметить, что сделанное ею заключение о максимальной стимуляции потребления сахара в KCl было правильным.

4. При микроскопическом исследовании цитоплазмы растущих клеток мы обнаруживали через 48 часов слабую вакуолизацию в KCl и некоторое уплотнение в CaCl₂; таких резких изменений, какие были описаны нами в предыдущих работах, в настоящих опытах не наблюдалось. Но эта слабая вакуолизация, некоторое вытягивание клеток и уменьшение отложения красок в протоплазме указывали, что направление начавшихся изменений типично. А если это так, то мы вправе сделать заключение, что при начавшемся обводнении протоплазмы под влиянием NaCl и KCl и при ее отбухании в CaCl₂ протоплазма нуждается некоторое время в большем количестве энергии, чем в норме, что сейчас же сказывается на потреблении клетками сахара из окружающей среды.

5. Из работ Lirpman'a (5) и Laser (6) известно, что растущая *in vitro* ткань потребляет сахар не только для дыхания, но одновременно и для брожения. Оба эти процесса, как показывают наблюдения, могут стимулироваться и K и Ca. Так, Ashford и Dixon (7) (мозг), Rosenthal (8) (печень), Lasnitzki (9) (дрожжи) и др. установили повышение процессов брожения при воздействии KCl. Что касается CaCl₂, то повидимому в зависимости от концентрации происходит или усиление (Lasnitzki), или уменьшение (Rosenthal) брожения.

Изучая дыхание, все авторы (10, 11, 12) приходят к убеждению, что K и Ca дыхание стимулируют.

Отметим, что упомянутые опыты ставились по методике Варбурга. Наши наблюдения не стоят с данными этих опытов в противоречии, ибо если увеличивается потребление сахара, то следовательно увеличиваются и процессы его и аэробного, и анаэробного расщепления. Поскольку увеличение потребления отмечено при избытке всех трех солей, мы можем, как нам кажется, сделать вывод, что K и Ca, а вероятно и Na в определенных концентрациях, повышают энергетические процессы в протоплазме. Lasnitzki это повышение сопоставлял с набуханием. Мы однако не можем полностью присоединиться к его взгляду, поскольку стимуляция потребления сахара доказана нами и для Ca, т. е. как раз той соли, в которой происходит отбухание протоплазмы. Объяснение повидимому надо искать в других механизмах.

Отделение гистогенеза
Института эволюционной морфологии
им. акад. Северцова.

Поступило
29 XI 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Румянцев, ДАН, XX, № 9 (1938). ² Румянцев, ДАН, XXI, № 18 (1938). ³ Кронтовский, Жур. эксп. биол. и мед., 5 (1926); Arch. f. Exp. Zell., 3. ⁴ Яцимирская-Кронтовская, С. R. S. B., CXIII (1933). ⁵ Lirpman, Bioch. Zeit., 261, 157 (1933). ⁶ Laser, Bioch. Zeit., 264, 72 (1933). ⁷ Ashford a. Dixon, Bioch. Journ., 29, 157 (1935). ⁸ Rosenthal, Bioch. Zeit., 211, 293 (1929); 244, 133 (1932). ⁹ Lasnitzki a. Szörongi, Bioch. Journ., 28, 1678; *ibid.*, 29, 580 (1934). ¹⁰ Leibowitz, Bioch. Zeit., 226, 338 (1930). ¹¹ Kisch, Bioch. Zeit., 273, 339 (1934); *ibid.*, 273, 339 (1931). ¹² Lasnitzki, Bioch. Zeit., 264, 298 (1933); Protoplasma, 22 (1934).