

УДК 521.121+143+176(581.121.143.176)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. КОНДРАШОВА, К. З. ГАМБУРГ, Н. И. РЕКОСЛАВСКАЯ

## О СТИМУЛЯЦИИ ДЫХАНИЯ ВО ВРЕМЯ ИНДУКЦИИ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК ТАБАКА АУКСИНОМ

(Представлено академиком М. Х. Чайлазяном 26 III 1973)

Стимулирующее действие ауксина (НУК) на растяжение клеток колеоптилей злаков сопровождается стимуляцией дыхания (<sup>1</sup>). Известно, что помимо стимуляции растяжения клеток ауксин может вызывать эффекты, связанные со стимуляцией деления клеток (<sup>2-4</sup>). Возникает вопрос, сопровождается ли стимулирующее действие ауксина на деление клеток усилением их дыхания и необходимо ли усиление дыхания под влиянием ауксина для стимуляции деления клеток.

В наших предыдущих работах, посвященных изучению индуцирующего действия ауксина на деление клеток в культуре ткани табака, было показано, что добавление ауксина в суспензию после 3 дней инкубации на среде без ауксина индуцировало синхронизированное деление клеток (<sup>5, 6</sup>). Этому предшествовало синхронизированное увеличение количества белка и ДНК, активация накопления РНК и резкое возрастание митотической активности. Эта культура ткани явилась, таким образом, удобным объектом для изучения различных сторон действия ауксина на деление клеток. В настоящей работе была поставлена задача выяснить, вызывает ли добавление ауксина при индуцировании деления клеток стимуляцию дыхания в культуре ткани табака. Кроме того с помощью ингибиторов мы надеялись получить данные о характере взаимосвязи между действием ауксина на дыхание и действием его на деление клеток.

Ткань табака поддерживали в суспензионной культуре на среде с  $\alpha$ -нафтилуксусной кислотой (НУК) в течение 3 лет с еженедельными пересевами. Характеристики ткани и условия ее выращивания приведены в предыдущих работах (<sup>5, 6</sup>). При закладке опытов выращенную суспензию разводили в 10 раз свежей средой без НУК и инкубировали 3 дня. Затем в каждый сосудик аппарата Варбурга вносили 1,5 мл суспензии и в часть сосудиков добавляли НУК и различные ингибиторы. Определение начинали через 15–20 мин. после присоединения к манометрам, т. е. через 20–25 мин. после добавления НУК и ингибиторов. Температура водяной бани составляла 26°, учет поглощения  $O_2$  проводили за первые 3 часа. Подсчет клеток проводили по ранее описанной методике (<sup>6</sup>). Каждый вариант опыта закладывали в трех повторностях, опыты были проделаны 2–3 раза. В таблицах и на рисунках воспроизведены результаты одного из опытов.

Как показывают данные, представленные в табл. 1, добавление 1 мг/л НУК стимулировало дыхание приблизительно на 30%, причем эта стимуляция обнаруживалась в полной мере уже в течение первого часа действия ауксина. В табл. 1 также показано, что стимуляция дыхания ауксином не сопровождалась изменением дыхательного коэффициента. На рис. 1 сопоставлены данные по влиянию разных концентраций НУК на индукцию деления клеток и на стимуляцию дыхания. Видно, что максимальное действие на оба эти процесса достигается при одной и той же

концентрации НУК 1 мг/л и что характер зависимости обоих процессов от концентрации сходный. Это можно рассматривать как свидетельство в пользу существования взаимосвязи между действием ауксина на дыхание и действием на деление клеток. В предыдущей работе мы показали (6), что при добавлении одновременно с НУК актиномицина D (2—5 мкг/мл) или 8-азагуанина (5 мкг/мл) индукция деления клеток подавлялась. При изучении влияния этих ингибиторов на дыхание было установлено (табл. 2), что они не оказывали существенного влияния на дыхание в контроле. В то же время 8-азагуанин полностью

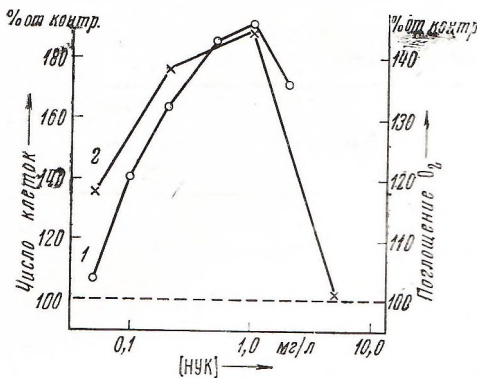


Рис. 1. Влияние различных концентраций НУК на индукцию деления клеток (1) и на стимуляцию дыхания (2)

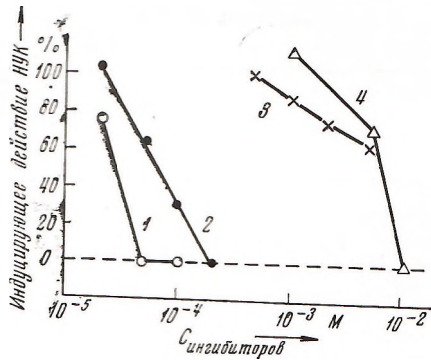


Рис. 2. Влияние ингибиторов дыхания на индукцию деления клеток табака НУК. 1—моноацетат, 2—KCN, 3—NaF, 4—малонат

устранял стимулирующее действие НУК на дыхание независимо от времени его добавления (до или после НУК). Актиномицин D не влиял на стимуляцию дыхания ауксином.

При изучении действия ингибиторов дыхания вначале мы попытались установить концентрации, в которых они полностью подавляют индуцирующее действие НУК на деление клеток. С этой целью НУК в концентрации 1 мг/л и ингибиторы в различных концентрациях одновременно вводили в суспензию и через 24 часа инкубации подсчитывали количество

Таблица 1

Влияние НУК (1 мг/л) на динамику дыхания и дыхательный коэффициент в культуре ткани табака (мм<sup>3</sup> O<sub>2</sub> в 1 час)

Вариант	Время измерения, час.			За 3 часа		
	1-й	2-й	3-й	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>
Контроль	64±3	56±3	65±4	213±9	154±8	1,38
НУК	85±3	68±2	84±2	270±12	200±10	1,35

клеток. Как показывает рис. 2, полное подавление индукции деления наблюдалось при концентрации моноацетата 5·10<sup>-5</sup> мол/л, цианистого калия 2·10<sup>-4</sup> мол/л и малоната калия 1·10<sup>-2</sup> мол/л. При возрастании концентрации фтористого натрия от 5·10<sup>-4</sup> до 5·10<sup>-3</sup> мол/л стимулирующее действие НУК ослабевало незначительно.

При использовании этих концентраций ингибиторов и NaF в концентрации 1·10<sup>-3</sup> мол/л в опытах по определению дыхания было установлено (табл. 3), что KCN и малонат калия подавляли дыхание как в контроле, так и в варианте с НУК. При этом угнетение дыхания в варианте с НУК

было более сильным, в результате чего разница в дыхании между контрольным и опытным вариантом исчезала. Моноиодацетат и NaF в использованных концентрациях не влияли на дыхание в контроле, но полностью подавляли стимулирующее действие НУК на дыхание. Интересно, что при этом моноиодацетат подавлял индукцию деления клеток, а NaF не влиял на этот процесс (рис. 2). Следовательно, опыты с ингибиторами показали, что дыхание клеток, обработанных ауксином, более чувствительно к их действию, чем дыхание необработанных клеток.

Таблица 2

Влияние НУК актиномицина D и 8-азагуанина на дыхание в культуре ткани табака

Вариант	Дыхание		Вариант	Дыхание	
	мм <sup>3</sup> O <sub>2</sub> за 3 часа	%		мм <sup>3</sup> O <sub>2</sub> за 3 часа	%
Контроль	270±5	100	Контроль	224±10	100
Контроль + актиномицин D	272±3	101	Контроль + 8-азагуанин	207±6	92
НУК	345±18	127	НУК	310±12	138
НУК + актиномицин D	344±10	127	НУК + 8-азагуанин	217±8	97

Таким образом, проведенные опыты четко показали, что индукция клеток ауксином сопровождается усилением их дыхания, причем новый, более высокий, уровень дыхания устанавливается очень быстро. В нашей работе с отрезками coleoptилей кукурузы, где ауксин стимулировал растяжение клеток, также была обнаружена очень быстрая стимуляция дыхания ауксином (7). В этом можно видеть общие черты действия ауксина на деление и на растяжение клеток. Результаты опытов с разными

Таблица 3

Влияние НУК на дыхание клеток табака в суспензионной культуре в зависимости от ингибиторов дыхания (мм<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 3 часа)

Вариант	Контроль		Опыт с НУК (1 мг/л)	
	без ингибитора	с ингибитором	без ингибитора	с ингибитором
I	222±9	130±2	285±4	137±5
II	192±4	188±10	254±5	200±14
III	185±5	183±12	228±5	183±10
IV	168±10	115±8	216±10	82±10

Примечание. Ингибиторы: вариант I — KCN 2·10<sup>-4</sup> М; II — NaF 1·10<sup>-3</sup> М; III — моноиодацетат 5·10<sup>-5</sup> М; IV — малонат 1·10<sup>-2</sup> М.

концентрациями НУК и с большинством использованных ингибиторов свидетельствуют в пользу существования взаимосвязи между действием ауксина на деление клеток и на дыхание. Каков характер этой взаимосвязи, является ли стимуляция дыхания причиной всех последующих событий, приводящих к делению (в том числе и к активации синтеза РНК), — остается неясным. Следует отметить, что в данной работе обнаружены случаи, когда индукция деления происходила в отсутствие стимуляции дыхания (опыты с NaF) и когда стимуляция дыхания происходила в отсутствие индукции деления (опыты с актиномицином D). Это позволяет



предположить существование какой-то степени независимости действия ауксина на деление и на дыхание. Следует отметить, что не решен окончательно вопрос о взаимосвязи между действием ауксина на дыхание и стимуляцией роста — растяжением клеток колеоптилей (<sup>1</sup>).

Сибирский институт физиологии  
и биохимии растений  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Иркутск

Поступило  
16 III 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. В. Полевой, Физиология и биохимия действия ауксина и гиббереллина, Докторская диссертация, ЛГУ, 1970. <sup>2</sup> Г. Зединг, Ростовые вещества растений, М., 1955. <sup>3</sup> Р. Г. Бутенко, Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений, М., 1964. <sup>4</sup> А. С. Леопольд, Рост и развитие растений, М., 1968. <sup>5</sup> К. З. Гамбург, Е. Ф. Буренкова, Сборн. Культура изолированных органов, тканей и клеток растений, М., 1970, стр. 110. <sup>6</sup> К. З. Гамбург, Л. М. Ошарова, Цитология, т. 15, № 6, 681 (1973). <sup>7</sup> В. В. Полевой, К. З. Гамбург, Изв. СО АН СССР, сер. биол., № 11, 95 (1959).