

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. Чайлахяном 26 III 1973)*

Стимулирующее действие ауксина (НУК) на растяжение клеток колоцтилей 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

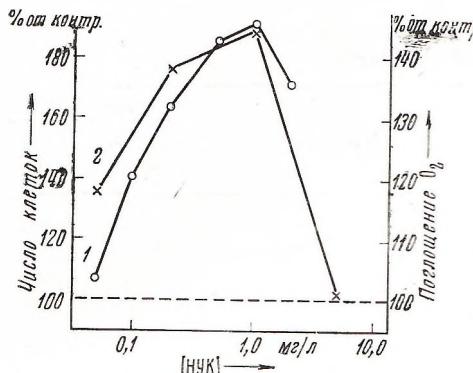


Рис. 1. Влияние различных концентраций НУК на индукцию деления клеток (1) и на стимуляцию дыхания (2)

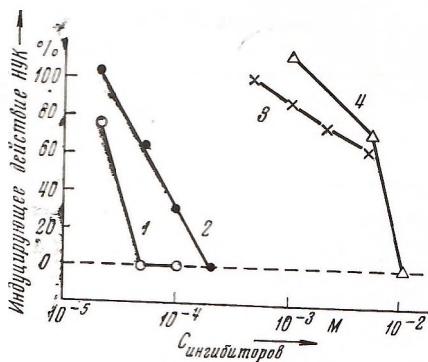


Рис. 2. Влияние ингибиторов дыхания на индукцию деления клеток табака НУК. 1 — моноиодоацетат, 2 — KCN, 3 — NaF, 4 — малонат

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 супензию и через 24 часа инкубации подсчитывали количество

Таблица 1

Влияние НУК (1 мг/л) на динамику дыхания и дыхательный коэффициент в культуре ткани табака ( $\text{мм}^3 \text{O}_2$  в 1 час)

Вариант	Время измерения, час.			За 3 часа		
	1-й	2-й	3-й	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{CO}_2/\text{O}_2$
Контроль	$64 \pm 3$	$56 \pm 3$	$65 \pm 4$	$213 \pm 9$	$154 \pm 8$	1,38
НУК	$85 \pm 3$	$68 \pm 2$	$84 \pm 2$	$270 \pm 12$	$200 \pm 10$	1,35

клеток. Как показывает рис. 2, полное подавление индукции деления наблюдалось при концентрации моноиодоацетата  $5 \cdot 10^{-5}$  мол/л, цианистого калия  $2 \cdot 10^{-4}$  мол/л и малоната калия  $1 \cdot 10^{-2}$  мол/л. При возрастании концентрации фтористого натрия от  $5 \cdot 10^{-4}$  до  $5 \cdot 10^{-3}$  мол/л стимулирующее действие НУК ослабевало незначительно.

При использовании этих концентраций ингибиторов и NaF в концентрации  $1 \cdot 10^{-3}$  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. Монойодацетат и NaF в использованных концентрациях не влияли на дыхание в контроле, но полностью подавляли стимулирующее действие НУК на дыхание. Интересно, что при этом монойодацетат 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> О <sub>2</sub> за 3 часа	%		мм <sup>3</sup> О <sub>2</sub> за 3 часа	%
Контроль	270±5	100	Контроль	224±10	100
Контроль + актиномицина 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 колеоптилей 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> О<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

П р и м е ч а н и е. Ингибиторы: вариант I — KCN 2·10<sup>-4</sup> M; II — NaF 1·10<sup>-3</sup> M; III — монойодацетат 5·10<sup>-5</sup> M; IV — малонат 1·10<sup>-2</sup> M.

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).