

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

К. И. ГАВРИЛОВ

О ДИНАМИКЕ ВЕЩЕСТВ РОСТА ГРУППЫ «В» В РАСТЕНИЯХ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 13 XII 1938)

Известно, что вещества роста группы В своим присутствием оказывают сильное влияние на развитие низших микроорганизмов. Это прочно установлено со времени Wildiers (9) для дрожжей, гнилостных бактерий [Сухоруков (6)], паразитирующих грибов [Сухоруков (7)] и т. д.

Сначала предполагалось, что эти вещества важны исключительно для низших организмов, но впоследствии оказалось, что они в большом количестве распространены и в мире высших растений. Предпринятые в этом направлении исследования Сухорукова, Клинг и Клячко (5) показали, что вещества В в значительных количествах находятся в водорослях, зародыше ячменя, листьях сирени и т. д., что образование их идет в зеленых клетках, особенно при воздействии сильно преломляемой части солнечного спектра.

Dagys (2,3,4), изучая зародыши семян *Zea Mays* и *Triticum vulgare*, а также почки и листья *Betula verrucosa*, нашел в достаточном количестве вещество роста, которое сильно способствовало делению дрожжей и увеличению сухого веса *Aspergillus niger*.

В настоящее время в литературе накопилось довольно большое количество данных о нахождении веществ В в тех или иных органах растений и в особенности в энергично растущих эмбриональных тканях [Thimann и Bonner (8)]. В настоящей работе нами предпринята попытка решения вопроса о роли веществ В в развитии высших растений и их динамике в связи с сезонными изменениями в природе.

Главными органами, на которых было сконцентрировано наше внимание, являлись листья, где повидимому происходит синтез этих веществ.

Для определения веществ роста В употреблялся несколько измененный нами «дрожжевой» метод, в основе разработанный Вернером и Клинг (1). Относительное количество В-веществ определялось приростом дрожжевых клеток, размножившихся через сутки в опытных колбах по отношению к контролю. Прирост учитывался подсчетом дрожжевых клеток в счетной камере Thoma-Zeiss. Дрожжи культивировались на среде Гайдука, в которой аспарагин был заменен  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в той же пропорции.

Приготовление вытяжки производилось следующим образом: 0.5 г растительной массы измельчалось в фарфоровой ступке. Затем измельченная масса переносилась в колбу Эрленмейера емкостью в 50 см<sup>3</sup> с 25 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и кипятилась в течение 3 минут, считая от начала вскипания.

Питательная среда разливалась в колбы Эрленмейера по 25 см<sup>3</sup>. Затем в одну серию колб при трехкратной повторности вводилась профильтрованная вытяжка в количестве 1.5 см<sup>3</sup>, вторая серия оставалась контрольной.

После стерилизации в аппарате Коха в течение 20 минут колбы с питательной средой заражались 1 см<sup>3</sup> однородной дрожжевой суспензии, причем очень важно было выдержать эту однородность в течение всех опытов. Мы пользовались одной петлей от одного и того же штамма дрожжей *Sacchar. cererustae*, разболтанной в 12 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Наружный диаметр петли 2 мм.

Дрожжи в чистой культуре выдерживались несколько месяцев на агаризированной среде Гайдука (4 г агар-агара на 100 см<sup>3</sup> среды), причем за это время производилось несколько пересевов на новые порции твердой среды, чем обеспечивалось их биосное голодание.

Исследования проведены частично в 1937 г. и главным образом в течение весны, лета и осени 1938 г. Опытными растениями являлись *Tilia cordata*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Syringa vulgaris* и *Ulmus effusa*.

Проведенные таким методом исследования показали, что количества вещества В в зависимости от возраста почек и листьев претерпевают глубокие изменения.

Покоящиеся почки содержат относительно высокое содержание веществ В, ускоряющих деление дрожжевых клеток. Особенно их много в почках березы и липы.

Вытяжка из этих почек ускоряет развитие дрожжей в 10—11 раз по сравнению с контролем. Тронувшиеся в рост почки во время набухания заметно снижают количество веществ В (табл. 1). Это снижение мы объясняем расходом веществ В во время деления клеток при процессах внутренней дифференцировки почки.

Таблица 1

Растения	Объект исследования	10 IV		Объект исследования	20 IV	
		Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля		Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля
<i>Tilia cordata</i> . . . . .	Покоящиеся почки	245.4	1 115.5	Тронувшиеся в рост почки	46.5	186.0
<i>Betula pubescens</i> . . . . .		257.0	1 168.2		75.0	300.0
<i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .		73.5	334.1		47.5	190.0
<i>Syringa vulgaris</i> . . . . .		68.4	310.9		50.0	200.0
<i>Ulmus effusa</i> . . . . .		32.2	146.4		—	—
—	Контроль	22.0	100.0	Контроль	25.0	100.0

Затем по мере появления молодых зеленых листочков количество веществ В вновь увеличивается, причем это увеличение продолжается до полного формирования листа (табл. 2).

Чрезвычайно сильное влияние на синтез и динамику веществ В оказывают внешние факторы и в частности температура и солнечная радиация.

25 мая во время взятия очередной пробы мы столкнулись с заметно пониженными результатами. В это время в условиях Пермского района наблюдалось сильное похолодание. Температура упала до нуля. Выпал снег. Под влиянием отрицательно действующих факторов обмен веществ сильно понизился, прекратилась также и продукция веществ В.

Таблица 2

Растения	Объект исследования	4 V		Объект исследования	15 V		25 V		28 V		31 V	
		Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля		Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля
<i>Tilia cordata</i> .	Эмбриональные листочки	75.6	360.0	Листья	270.2	540.4	53.5	250.0	145.8	510.0	112.0	746.6
<i>Betula pubescens</i>		96.9	461.4		181.0	362.0	32.1	150.0	85.8	300.0	78.0	520.0
<i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .		—	—		232.0	464.0	40.6	190.0	104.3	364.7	63.2	421.3
<i>Syringa vulgaris</i> . . . . .		56.8	270.5		151.7	303.4	24.1	112.2	122.1	427.0	95.0	633.3
<i>Ulmus effusa</i> .		58.7	280.0		290.0	580.0	20.2	94.4	52.5	184.0	57.1	380.6
	Контроль	21.0	100.0	Контроль	50.0	100.0	21.4	100.0	28.6	100.0	15.0	100.0

Похолодание наблюдалось с 22 мая по 26 мая. Затем по мере потепления количество веществ *B* быстро увеличивалось и 31 мая значительно превысило прежний уровень (табл. 2 и кривая 1).

В течение июля и августа исследований не производилось. Дальнейшие исследования были возобновлены в сентябре и октябре. В первой половине сентября количество веществ *B* продолжает оставаться на высоком уровне, но дальше по мере приближения осени наблюдается небольшое снижение с последующим повышением во время массового листопада (табл. 3).

Листья сирени дают ту же картину, но несколько позже, в связи с поздним листопадом.

Таблица 3

Растения	Объект исследования	11 IX		Объект исследования	21 IX		Объект исследования	11 X		Объект исследования	21 X	
		Количество дрож. клеток	Прирост в % от контроля		Количество дрож. клеток	Прирост в % от контроля		Количество дрож. клеток	Прирост в % от контроля		Количество дрож. клеток	Прирост в % от контроля
<i>Tilia cordata</i> . .	Листья	—	—	Листья	—	—	Опадающие листья	190.5	952.5	Листья, терьялице хлорофиллы	118.7	756.0
<i>Betula pubescens</i> .		58.0	386.6		24.0	240.0		81.2	406.0		—	—
<i>Fraxinus excelsior</i>		63.0	420.0		20.0	200.0		48.0	240.0		32.2	205.1
<i>Syringa vulgaris</i> .		67.0	446.6		34.0	340.0		52.0	260.0		56.0	356.6
<i>Ulmus effusa</i> . .		—	—		—	—		60.0	300.0		25.2	160.5
	Контроль	15.0	100.0	Контроль	10.0	100.0	Контроль	20.0	100.0	Контроль	15.7	100.0

Накопление в опадающих листьях веществ роста, ускоряющих деление дрожжевых клеток, Dagys<sup>(3)</sup> объясняет прекращением оттока последних в стебель. Опадающие листья содержат большое количество этих веществ.

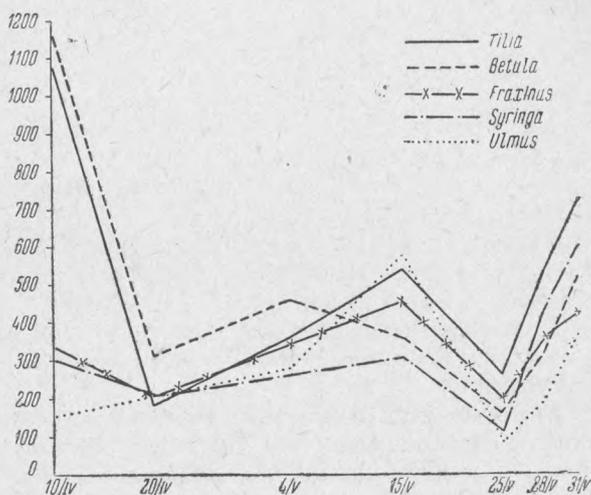
Повидимому здесь имеет место явление, наблюдавшееся в свое время Сухоруковым, Клинг и Клячко<sup>(5)</sup>, а именно освобождение веществ *B* (биоса) при распаде белка.

Обнаружив влияние внешних факторов на динамику веществ *B* в листьях растений, мы предприняли попытку выяснить, претерпевают ли количественные изменения эти вещества в течение суток. Последовательная смена комплекса факторов в течение суток известным образом влияет на общую жизнедеятельность растений. Как выяснилось, и вещества *B* претерпевают значительные изменения (табл. 4).

Таблица показывает, что количество веществ *B* увеличивается к вечеру, достигает наибольшего содержания к 4—5 ч. утра, затем идет падение и во вторую половину дня, к 2—3 часам, снижение до минимума. Во время проведения опыта была довольно устойчивая, теплая солнечная погода. Температура 31 мая 1938 г. (дата исследования) была в 5 ч. утра 10°, в 2 ч. дня 25° и в 9 ч. вечера 15°.

Подобная картина наблюдалась и в других пробах, взятых в дни приблизительно при тех же метеорологических факторах, но не наблюдалась во время пасмурных дождливых дней. Мы пока затрудняемся дать исчерпывающее объяснение этих фактов, но в то же время для нас является несомненным, что такой ход веществ *B* лежит в непосредственной связи не только с энергией формообразовательных процессов в растении, но и с накоплением органических веществ. Повидимому «ночной покой» растений способствует накоплению веществ *B* в листьях.

прирост в %  
от контроля



Динамика ростовых веществ группы *B* в почках и листьях в течение апреля и мая.

Таблица 4

Объекты исследования	5 ч. утра		2 ч. дня		9 ч. вечера	
	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля
Контроль . . . . .	15.0	100.0	15.0	100.0	15.0	100.0
Листья <i>Syringa vulgaris</i> . .	144.0	960.0	50.0	333.3	95.0	633.3
» <i>Tilia cordata</i> . . .	261.0	1 740.0	37.0	246.6	112.0	746.6

Одновременно с изучением листьев и листовых почек нами были у некоторых растений исследованы и цветочные почки. Оказалось, что цветочные почки по сравнению с листовыми содержат значительно больше веществ *B*, ускоряющих развитие дрожжей (табл. 5).

Повышенное содержание в цветочных почках веществ *B* наводит на мысль о влиянии последних на деление клеток, формирующих цветочные

Таблица 5

Объекты исследования	10 IV		4 V	
	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля	Колич. дрож. клеток	Прирост в % от контроля
Цветочные почки <i>Ulmus</i> . . . . .	114.7	521.4	127.9	609.0
Листовые » <i>Ulmus</i> . . . . .	33.0	150.0	58.7	280.0
Цветочные » <i>Fraxinus</i> . . . . .	85.7	390.0	65.0	309.0
Листовые » <i>Fraxinus</i> . . . . .	72.8	330.9	46.2	220.0
Контроль . . . . .	22.0	100.0	21.0	100.0

Примечание. Те и другие почки брались одновременно с одного побега.

органы, следствием чего является энергичное выбрасывание цветов во время цветения.

Выводы: 1. Вещества роста группы В в больших количествах присутствуют в почках и листьях *Tilia cordata*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Syringa vulgaris* и *Ulmus effusa*.

2. Эти вещества синтезируются главным образом в листьях, но повидимому не исключена возможность синтеза в каждой отдельно взятой растительной клетке.

3. Под влиянием внешних условий температуры и солнечной радиации продукция этих веществ подвержена сильным колебаниям, но несмотря на это динамика их все же подчиняется определенной закономерности, а именно: снижение во время набухания почек, повышение с образованием молодых листочков, относительно постоянный уровень у окончательно сформированных листьев, небольшое падение за несколько недель до листопада с последующим повышением во время листопада.

4. В течение суток при теплой солнечной погоде количество веществ В увеличивается к вечеру, достигает наибольшего содержания к 4—5 ч. утра с последующим снижением к 2—3 ч. второй половины дня.

5. Повышенное содержание веществ В в цветочных почках наводит на мысль о влиянии последних на деление клеток, формирующих цветочные органы.

Лаборатория общей биологии  
Государственного медицинского института.  
Пермь.

Поступило  
22 XII 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Вернер и Е. Клинг, Труды комиссии по ирригации АН СССР, вып. 3 (1934). <sup>2</sup> J. Dagus, Protoplasma, 24, 14 (1935). <sup>3</sup> J. Dagus, Protoplasma, 26, 20 (1936). <sup>4</sup> J. Dagus, Protoplasma, 28, 205 (1937). <sup>5</sup> К. Сухоруков, Е. Клинг и Д. Клячко, ДАН, I, № 7 и 8 (1935). <sup>6</sup> К. Сухоруков и Эппель-Богословская, ДАН, I, № 9 (1935). <sup>7</sup> К. Сухоруков, Гербер, Барабанова и Бородулина, Уч. записки Саратовского госуд. ун-та, 10, вып. 1 (1933). <sup>8</sup> K. V. Thimann a. J. Vonneg, Physiol. Review, 18, № 4 (1938). <sup>9</sup> E. Wildiers, La Cellule, 18 (1901).