

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. ЧАЙЛАХЯН и Л. П. ЖДАНОВА

РОЛЬ ГОРМОНОВ РОСТА В ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ.

1. ФОТОПЕРИОДИЗМ И ОБРАЗОВАНИЕ РОСТОВЫХ ГОРМОНОВ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 3 III 1938)

Изучение гормонов роста в растительных организмах за последнее время привело к фактам, показывающим их большую роль в формообразовательных процессах. Последнее десятилетие явилось поворотным этапом, когда от работ над классическим объектом—колеоптилями овса и других злаков—перешли к разнообразным растениям различного возраста и в качестве источника ростовых гормонов стали брать не верхушки колеоптилей, а синтетические препараты гормонов. Приготовление последних стало возможным после работ Кёгля и его сотрудников^(5,6,7), выделивших гормоны—ауксины и установивших их химическое строение.

Впервые в опытах Лайбаха и Фишниха^(8,9), Циммермана и Вилькоксона⁽¹¹⁾ было установлено большое значение ростовых гормонов-ауксинов в образовании каллюса и корней. При снабжении отдельных частей растения ауксинами в виде пасты или через инъекцию на этих частях появлялись корни. Погружение черенков кустарниковых и древесных растений в растворы гетероауксина также вызывало быстрое образование корней в опытах Купера⁽¹⁾, Гитчука и Циммермана⁽⁴⁾.

Влияние гормонов роста на формирование листьев было выявлено в опытах Лайбаха и Май⁽¹⁰⁾, где гетероауксин, искусственно введенный в растения *Solanum Lycopersicum* и *Coleus thyrsoides* путем смазывания еще нераскрытых пазушных почек, вызывал упрощение пластинки листа, срастание листьев, замыкание точки роста в тканях листового черенка и образование асцидий (воронкообразных листьев).

Формирование побегов также в значительной мере зависит от наличия того или иного количества гормонов роста. В опытах Достая и Хошека⁽²⁾ с *Circaea intermedia* верхушечные отрезки растений, готовые к цветению, при смазывании их гетероауксином давали вместо обычных цветочных побегов стеблевые побеги с задержанным цветением.

Интересные факты представил Густавсон⁽³⁾ в своей работе по индуцированию развития плодов при помощи ростовых веществ. Автор удалял из цветочных бутонов тычинки и срезывал столбик с рыльцем, а срезанную поверхность столбика смазывал ланолиновой пастой с гетероауксином или химически близкими ему веществами, как индол-пропионовая, индол-бутириновая и фенил-уксусная кислоты. Неоплодотворенная завязь под влиянием этих веществ развивалась в плод, не содержащий

семян. Такие зрелые партенокарпические плоды были получены у томатов, петунии, перца и *Salpiglossus variabilis*. У других растений эти вещества вызывали увеличение завязи в различной мере, но зрелых плодов не получалось.

Все приведенные здесь факты показывают, как велико значение ростовых гормонов-ауксинов в формообразовательных процессах. Они влияют на образование каллюса и корней, на формирование листьев и строение побегов, на развитие бессемянных плодов; иначе говоря, влияние гормонов роста распространяется на вегетативные органы и на перикарпий плодов. Значение гормонов роста в переходе растений от вегетативного роста к половому развитию, от образования корней, листьев и стеблей к закладке цветочных почек и образованию цветов в указанных работах не затрагивалось. Однако этот вопрос и его решение имеют существенное значение для полной характеристики роли ауксинов в жизни растений.

Для решения этого вопроса нами была предпринята работа по изучению изменения гормонов роста при резких переходах растений от вегетативного роста к репродуктивному развитию, вызываемых факторами внешней среды, а также по искусственному введению синтетического препарата ростового гормона (гетероауксина) в растения. Вся работа была проведена в три последовательных этапа:

- 1) Изменения ростовых гормонов при фотопериодизме растений—реакции их на изменение продолжительности дневного освещения.
- 2) Изменения ростовых гормонов при яровизации растений.
- 3) Влияние гетероауксина на рост и развитие растений при предпосевной обработке семян гетероауксином.

Ниже вкратце излагаются результаты первой части работы, проведенной в 1936 г.

Задача опытов заключалась в том, чтобы получить растения одного возраста, но резко отличные по степени своего полового созревания, и проследить за изменениями в концентрации ростовых гормонов и в тех и в других. Для этого были взяты следующие растения: просо (*Panicum ticiaceum*), конопля (*Cannabis sativa*), подсолнечник (*Helianthus annuus*), перилла (*Perilla nankinensis*), хризантема (*Chrysanthemum indicum*), белая горчица (*Sinapis alba*) и синий люпин (*Lupinus angustifolius*). Растения выращивались летом 1936 г. в вегетационном домике и были разбиты на две группы: растения I группы были на длинном (полном) дне и растения II группы на искусственно укороченном 10-часовом дне. Просо, конопля, перилла, хризантема и подсолнечник сорт Кубанский 631 на коротком дне быстро проходили последовательные фазы развития: бутонизацию, цветение и образование семян. На длинном (полном) дне их развитие проходило значительно медленнее, перилла же вовсе не образовала ни бутонов, ни цветов. Противоположную картину показали растения горчицы и люпина: на длинном дне они быстро зацвели и начали плодоносить, на коротком дне горчица бутонизировала и цвела значительно позднее, а люпин вовсе не зацвел. Только лишь на одну форму подсолнечника—сорт Саратовский ранний—изменение длины дня не оказало влияния: бутонизация и цветение у этого растения наступили одновременно и на длинном и на коротком дне.

Таким образом во взятом наборе растений резко выявились типичные формы растений длинного дня, растений короткого дня и растений, нейтральных к длине дня.

Влияние длины дня сказалось не только на развитии растений, но и на их росте. Независимо от характера фотопериодической реакции все растения росли быстрее на длинном (полном) дне. При этом у проса, конопли,

хризантемы и подсолнечника (сорт Кубанский 631) после цветения растений на коротком дне разница в высоте растений еще более усугубилась, тогда как у горчицы и люпина после цветения их на длинном дне она уменьшилась. Таким образом влияние длины дня на ростовых процессах сказалось вполне определенно и иначе, чем на процессах развития.

Определения изменений в концентрации ростовых гормонов в этих растениях должны были показать, в каком направлении проходят эти изменения, соответствуют ли они изменениям в темпах развития или в темпах роста растений. Определение ростовых гормонов производилось по методике, в основу которой взят принцип Вента: на колеоптилю овса с одной стороны насаживались агаровые кубики, с находящимся в них гормоном роста. Колеоптилю, выращенные в полной темноте, отделялись от семени, декапитуировались на 2 мм, освобождались от листка, сидящего внутри их, и насаживались на деревянные шпильки, укрепленные на деревянных пластинках. С одной стороны каждого колеоптиля на 1½—3 часа прикладывался агаровый кубик с ростовым гормоном сейчас же ниже верхнего среза так, что ростовой гормон из агарового кубика проникал в колеоптиль через неповрежденную поверхность. Пластинки с колеоптилями помещались во влажные камеры, на дно которых было налито столько воды, чтобы уровень ее был несколько выше основания колеоптилей.

В агаровые пластинки ростовой гормон переводился так: верхушечные отрезки стеблей растений подвешивались во влажной камере и к нижнему срезу их прикладывались на 3 часа агаровые пластинки. Затем эти пластинки разрезались на 6 равных частей, в которых и определялось содержание ростового гормона по изгибу колеоптилей.

Взяты были верхушки растений, так как предварительные опыты показали, что наибольшее количество ростовых гормонов имеется именно в верхушках (табл. 1).

Таблица 1

Распределение ростового гормона по стеблю растений

Растение	Дата определения	В какой части стебля взят отрезок	Изгиб в градусах
Люпин	8 VII	Верхушка	33±1.27
		Середина	21±2.31
		Основание	12±1.90
Перилла	20 VI	Верхушка	12±1.10
		Середина	9±0.69
		Основание	7±1.05
Подсолнечник	16 VI	Середина	19±1.74
		Основание	8±0.90

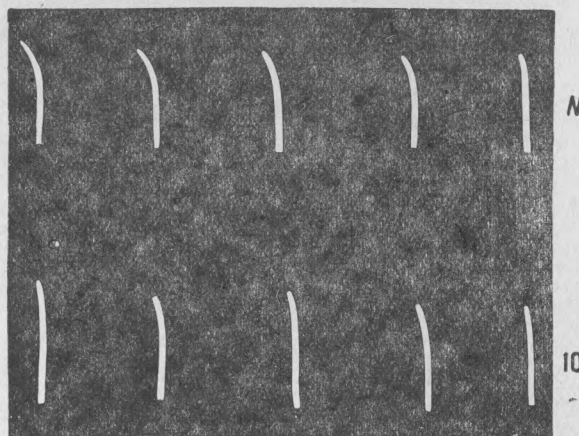
Во взрослых листьях не было обнаружено ростового гормона, так как колеоптилю овса под влиянием кубиков из-под срезанных черешков с листовыми пластинками изгибов не давали.

Определения ростовых гормонов в верхушках растений показали, что у всех взятых в опыт растений концентрация гормонов выше на длинном дне. Часть данных по определениям приводится в табл. 2, где дается количество ростового гормона в градусах изгибов колеоптилей для горчицы, люпина, конопля, хризантемы и подсолнечника.

Эта таблица показывает, что изменения в концентрации ростовых гормонов подчиняются тем же закономерностям, что и рост растений, и не связаны с переходом растений от вегетативного роста к репродуктивному развитию. Действительно, если к примеру сопоставить состояние растений хризантемы на длинном и коротком дне и содержание ростовых гормонов в них (фиг. 1, 2), то станет ясным, что увеличение концентрации



Фиг. 1.—Рост и развитие хризантемы на длинном (N) и коротком (10) дне. Сорт Мария-Белая (фото 29 IX 1936 г.).



Фиг. 2.—Изгибы coleoptилей овса под влиянием одностороннего снабжения их ростовым гормоном хризантемы: N—с длинного (полного) дня, 10—с короткого 10-часового дня (фото 27 VIII 1936).

гормонов роста связано с бóльшим вегетативным ростом и образованием вегетативных органов, а не с переходом растений к цветению и образованием цветов.

Образование ростовых гормонов у всех растений независимо от их фотопериодической реак-

Таблица 2

Количество ростового гормона в растениях при различной продолжительности дневного освещения

Растение	Дата определения	Продолжительность дневного освещения	Угол изгиба		Фаза развития
			в градусах	в %	
I. Растения длинного дня					
Горчица белая	2 VII	N	16±2.49	100	Цветение Вегетативный рост
		10	5±0.70	31	
Люпин	9 VII	N	23±1.60	100	Бутонизация Вегетативный рост
		10	14±0.0	61	
II. Растения короткого дня					
Конопля	13 VIII	N	20±0.57	100	Начало бутонизации
Хризантема	1 VII	N	13±1.45	65	Цветение Вегетативный рост
		10	15±1.60	100	
		10	8±0.40	53	Бутонизация
III. Растение, нейтральное к длине дня					
Подсолнечник «Саратовский ранний»	8 VI	N	20±0.92	100	Бутонизация Бутонизация
		10	11±1.20	55	

ции происходит более интенсивно на большей продолжительности дневного освещения и не влияет на образование бутонов и цветов.

Следовательно формообразовательное значение ростовых гормонов ауксинов в явлении фотопериодизма ограничивается процессами роста растений.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
4 III 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. C. Cooper, Plant Physiology, II, № 4, 779—793 (1936). ² R. Dostál u. M. Hošek, Flora, 31, № 3, 263—286 (1937). ³ F. G. Gustafson, Proceed. of Nat. Acad. Sciences, 22, № 11, 628—636 (1936). ⁴ A. E. Hitchcock a. P. W. Zimmermann, Constr. fr. Boyce Thompson Inst., VIII, № 1, 63—79 (1936). ⁵ F. Kögl, A. I. Naagen-Smit u. H. Erxleben, ZS. f. physiol. Chemie, 228, 90—103 (1934). ⁶ Kögl F. u. H. Erxleben, ZS. f. physiol. Chemie, 325, 215—229 (1934). ⁷ F. Kögl u. F. H. F. R. Kostermans, ZS. f. physiol. Chemie, 228, 113—121 (1934). ⁸ F. Laibach, Bericht d. Deutch. bot. Ges., 53, H. 3, 359—364 (1935). ⁹ F. Laibach u. O. Fischnich, Ber. d. Deutsch. bot. Ges., 53, H. 5, 528—539 (1935). ¹⁰ F. Laibach u. G. Mai, Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, 134, 200—206 (1936). ¹¹ P. W. Zimmermann a. F. Wilsoxon, Contrib. fr. Boyce Thompson Inst., VII, № 3, 209—229 (1935).