

А. Г. АБРАМЯН

## ВЛИЯНИЕ ГИДРАЗИДА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ГЕОТРОПИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ И РОСТ КОЛЕОПТИЛЕЙ КУКУРУЗЫ И ПШЕНИЦЫ

Гидразид малеиновой кислоты (ГМК) в зависимости от дозы, способов и длительности обработки полностью или частично подавляет способность проростков к геотропической реакции и рост растяжением изолированных колеоптилей. Выявлено, что сахароза полностью или частично снимает ингибирующее действие ГМК. Предполагается, что ГМК действует на проростки путем нарушения обмена эндогенных ростовых веществ.

Установлено, что при обработке растений химическими регуляторами роста (ССС, 2,4 Д, и др.) содержание и активность эндогенных стимуляторов и ингибиторов резко нарушается, что выражается в усилении или подавлении процессов роста [1—3, 5, 16]

Содержание фитогормонов в растениях, в частности ИУК, имеет самое непосредственное отношение к тропизмам, поэтому исследование действия гидразида малеиновой кислоты (ГМК) на геотропическую реакцию растений должно в определенной степени выявить наличие взаимодействия между ГМК и эндогенными ауксинами в растениях.

Еще в двадцатых годах исследованиями Холодного [9], Вента [18] и др. было установлено, что геотропическая реакция растений обусловлена неравномерным распределением ауксинов на противоположных сторонах осевых органов при их горизонтальном положении. В результате этого клетки зоны растяжения растут неравномерно и орган изгибается. Гарольд Кольдвей [15] связывает геотропизм с различием в скорости передвижения ауксинов в тканях. Наличие прямой зависимости геотропической реакции от содержания ауксинов экспериментально показано Браунером и Боком [11]. Таким образом, геотропическая реакция является показателем наличия и активности эндогенных ауксинов в растениях. Так как ингибирующее действие ГМК на рост растений некоторыми исследователями объясняется его антиауксиновым действием [8, 12, 17], то мы предполагали, что он должен влиять и на геотропическую реакцию растений. По этому вопросу литературных данных нами не обнаружено.

Для выяснения этого вопроса был поставлен ряд опытов.

В первом опыте семена кукурузы (ВИР-156) выдерживались в течение 2 часов в одном случае в 0,25% растворе ГМК (препарат МГ-Т),

в другом—в дистиллированной воде, затем ставились в термостат для проращивания. Когда у контрольных проростков корешки достигли 5—7 см длины, а у опытных—2—3 см, проростки переносились во влажную камеру и ставились в горизонтальном положении для выявления геотропической реакции корней. Через 24 часа у контрольной группы проростков образовались четко выраженные изгибы, тогда как у обработанных геотропическая реакция отсутствовала (рис. 1). Как видно из рисунка, ГМК подавлял также рост корешков.

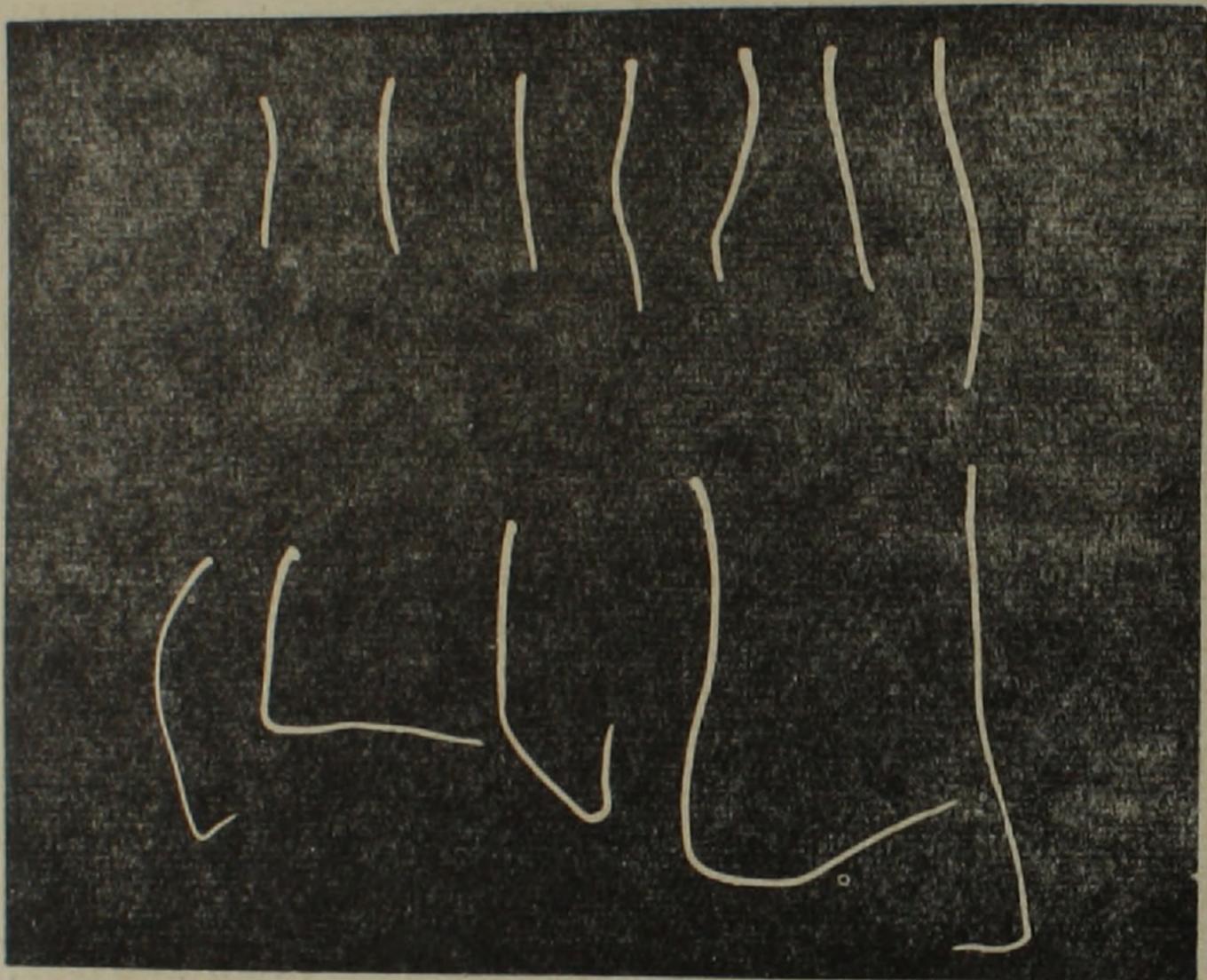


Рис. 1. Верхний ряд—семена обработаны 0,25% ГМК; нижний ряд—контроль.

В следующем опыте проростки кукурузы помещались корешками в 0,01, 0,1 и 0,25% растворы ГМК на 30 мин в темноте, затем промывались и переставлялись во влажную камеру. Через 20 и 60 час. проверялось наличие геотропической реакции (табл. 1)

Как видно из приведенных данных, ГМК даже при такой кратковременной экспозиции действует на геотропическую реакцию корешков. Однако при 0,1% концентрации ГМК способность к геотропической реакции через 60 час. полностью восстанавливается, а при более высокой концентрации этого не наблюдается.

В другом опыте проростки кукурузы делились на 3 группы. Первая служила контролем, вторая группа корешками погружалась в 0,075% раствор ГМК на 60 мин, а у третьей этим же раствором дважды с интервалом в 30 мин намачивались колеоптили. Через 5 час. после помещения проростков во влажную камеру 95% контрольных проростков об-

разовали геотропические изгибы. Во второй группе изгибы имелись у 50% особей, а в третьей—реакция отсутствовала полностью. Через 24 час. во второй группе почти у всех особей появились геотропические изгибы, но у многих они были нечеткими. В третьей же группе изгибы появились только у 46% проростков. Таким образом, при длительной

Таблица 1  
Влияние ГМК на геотропическую реакцию корешков кукурузы

Варианты опыта	% проростков с геотропической реакцией через	
	20 час.	60 час.
Контроль	100	100
ГМК 0,01%	100	100
ГМК 0,1%	80	100
ГМК 0,25%	64	64

экспозиции ГМК, даже в слабых концентрациях, влияет на геотропическую реакцию корешков. Более сильное действие он оказывал при обработке колеоптилей.

Следующий опыт был поставлен с проростками кукурузы и подсолнечника. В одном случае семена выдерживались в 0,15% растворе в течение 2 час., затем проращивались и ставились во влажную камеру, в другом—проростки ставились корешками в растворы ГМК на 1 час, а в третьем—колеоптилии проростков намачивались 0,15% раствором один раз. Через 24 час. определяли наличие геотропической реакции (табл. 2).

Таблица 2

Действие ГМК на геотропическую реакцию корешков кукурузы и подсолнечника

Объекты	Варианты опыта	% корешков с изгибом		
		четкий	слабый	отсутствует
Кукуруза	контроль	77,0	23,0	—
	корешки в 0,15% ГМК	27,0	27,0	46,0
	корешки в 0,25% ГМК	—	—	100,0
	семена в 0,15% ГМК	—	—	100,0
Подсолнечник	колеоптили 0,15% ГМК	60,0	40,0	—
	контроль	92,0	8,0	—
	корешки в 0,15% ГМК	82,0	—	18,0
	семена в 0,15% ГМК	10,0	—	90,0

Данные таблицы показывают, что геотропическая реакция особенно сильно подавляется при обработке семян. В отличие от предыдущего опыта, при воздействии через колеоптили эффект оказывается слабым.

Таким образом, результаты проведенных опытов показывают, что под влиянием ГМК, в зависимости от дозы и способов обработки, час-

тично или полностью нарушается способность растений к геотропической реакции.

Исходя из имеющихся представлений о механизме геотропической реакции, подавление ее под влиянием ГМК можно объяснить или торможением роста клеток в зоне их растяжения независимо от наличия и распределения ауксинов, или нарушением их поступления и активации. Естественно, что если при воздействии ГМК растяжение клеток полностью подавляется, то геотропический изгиб образоваться не может. Однако в наших опытах полного подавления роста корешков не наблюдалось. Так, например, в одном из вышеприведенных опытов измерялся рост кончиков корней длиной в 5 мм, включающий в себя и зону растяжения. Оказалось, что у обработанных проростков при сильном подавлении геотропической реакции прирост кончиков корней составлял 134%, хотя по сравнению с контролем рост подавлялся на 45%.

В другом опыте семена кукурузы выдерживались в 0,25% растворе ГМК в течение 2,5 часа, проращивались и ставились на геотропическую пробу на 23 часа. Одновременно измерялся рост корней и coleoptилей (табл. 3).

Таблица 3

Рост и геотропическая реакция coleoptилей и корешков проростков кукурузы, обработанных 0,25% раствором ГМК

Варианты опыта	Прирост, %		Геотропический изгиб, %	
	coleoptиль	корень	coleoptиль	корень
Контроль	67	60	100	98
ГМК 0,25%	71	18	73	20

Из приведенных в таблице данных видно, что у обработанных проростков геотропическая реакция очень сильно подавлена у корешков и в меньшей степени у coleoptилей. Рост корней также сильно подавлен, тогда как рост coleoptилей усилился. Такая разница в росте корешков и coleoptилей объясняется тем, что у последних верхушечная меристема отсутствует, и рост осуществляется только за счет растяжения клеток. У корешков же он осуществляется как путем деления клеток апикальной меристемы, так и их растяжения. Так как ГМК полностью подавляет митотическое деление клеток, то у обработанных растений наблюдаемый рост происходит только за счет растяжения. Следовательно, как показывают результаты этих опытов, ГМК подавляет геотропическую реакцию растений при наличии растяжения клеток.

По нашим данным [1], ГМК заметно подавляет растяжение клеток у отрезков coleoptилей пшеницы. В то же время установлено, что рост растяжением неизолированных coleoptилей и тканей не подавляется или подавляется слабо [13, 14]. По данным же Полевого с сотр. [7], ГМК даже в 1% концентрации не подавляет рост отрезков coleoptилей, что,

как мы видим, не согласуется с нашими данными. Как видно из изложенного, четкого представления о влиянии ГМК на рост растений растяжением не имеется. Между тем этот вопрос имеет важное значение не только для понимания механизма действия ГМК на рост растений, но и для изучения процессов роста вообще.

С целью выяснения этого вопроса нами проведено несколько опытов.

В первом опыте coleoptили пшеницы (Арташати-42), начиная с их верхушек, делились на 4 трехмиллиметровые отрезки, которые инкубировались в 0,01, 0,1 и 0,25% растворах ГМК. Контрольные отрезки инкубировались в дистиллированной воде. Измерение роста отрезков по истечении 20 час. показало, что даже 0,01% раствор ГМК подавляет рост всех отрезков coleoptилей (рис. 2). Полученное расхождение меж-

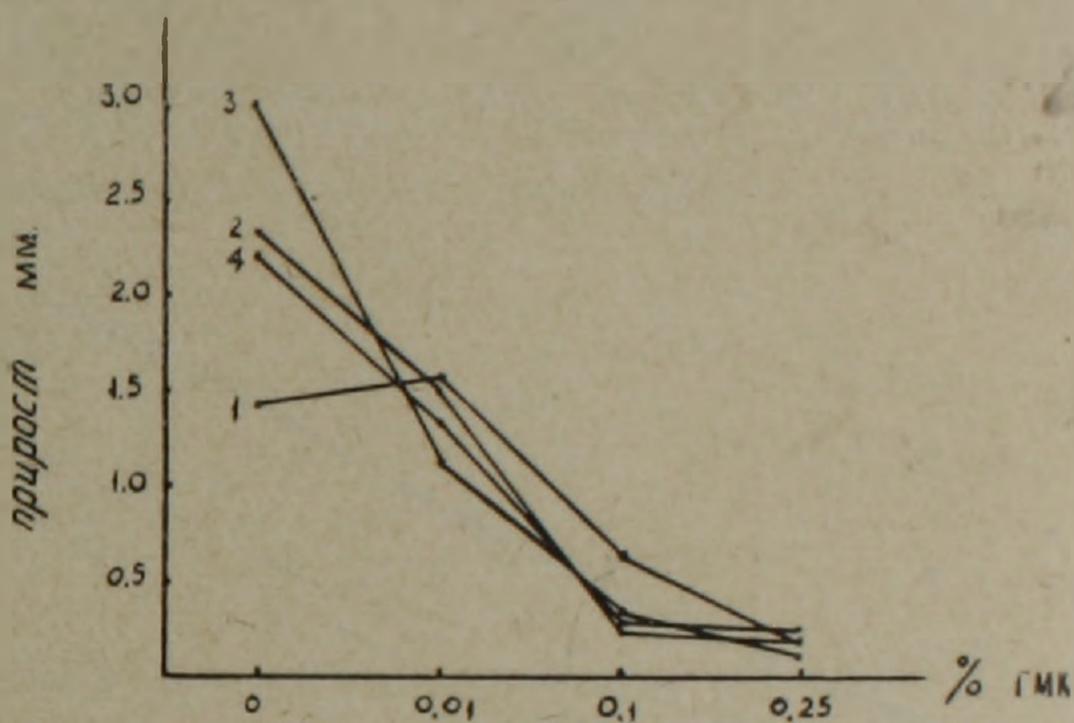


Рис. 2. Приросты отдельных зон coleoptилей пшеницы в зависимости от концентрации ГМК. 1, 2, 3 и 4—3 мм отрезки coleoptилей начиная от верхушки.

ду данными наших опытов и опытов Полевого В. В. с сотр. можно объяснить тем, что у этих авторов отрезки coleoptилей после обработки ГМК инкубировались в растворе сахарозы. Для убеждения в правомерности этого предположения были поставлены два опыта. В первом отрезки и кончики coleoptилей, соответственно 6 и 5 мм длины, инкубировались в 0,15, 0,25 и 0,5% растворах ГМК в течение 21 час., затем переносились в 2% раствор сахарозы. Во втором опыте отрезки и кончики coleoptилей с самого начала инкубировались в течение 21 час. в 1% растворе сахарозы, содержащем 0,25% ГМК, после чего переносились в 2% раствор сахарозы на 24 час. К концу опытов определяли приросты кончиков и отрезков (рис. 3 и 4).

Как видим, рост отрезков и кончиков в растворах ГМК сильно подавлен. С перенесением же их в 2% раствор сахарозы энергия роста контрольных отрезков почти не меняется, тогда как у опытных отрезков она усиливается, достигая в варианте 0,25% уровня контроля.

Биологическое действие сахарозы более четко проявляется, когда с самого начала она действует совместно с ГМК (рис. 5). В этом случае

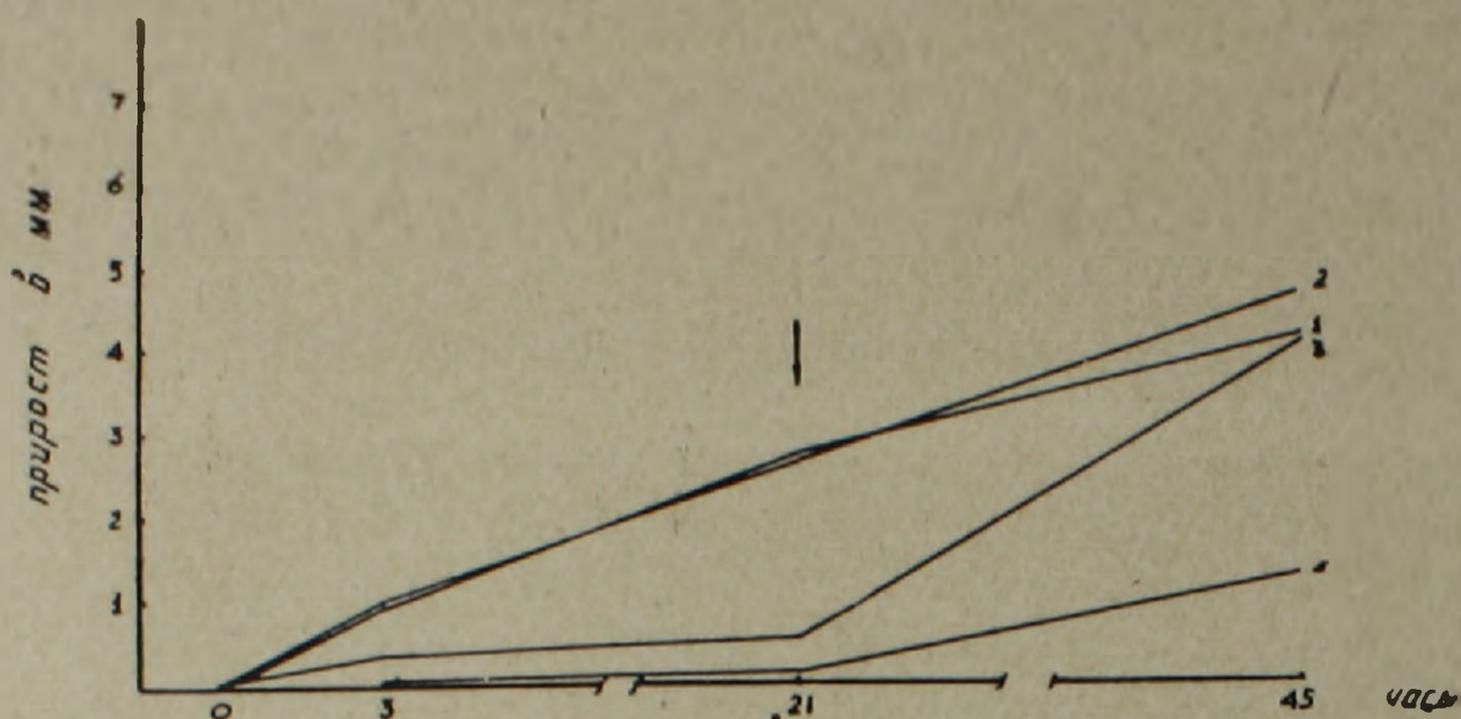


Рис. 3. Рост отрезков coleoptилей пшеницы в зависимости от концентрации и действия сахарозы. 1—контроль; 2—0,015% ГМК; 3—0,25% ГМК; 4—0,5% ГМК. Стрела—время действия сахарозы.

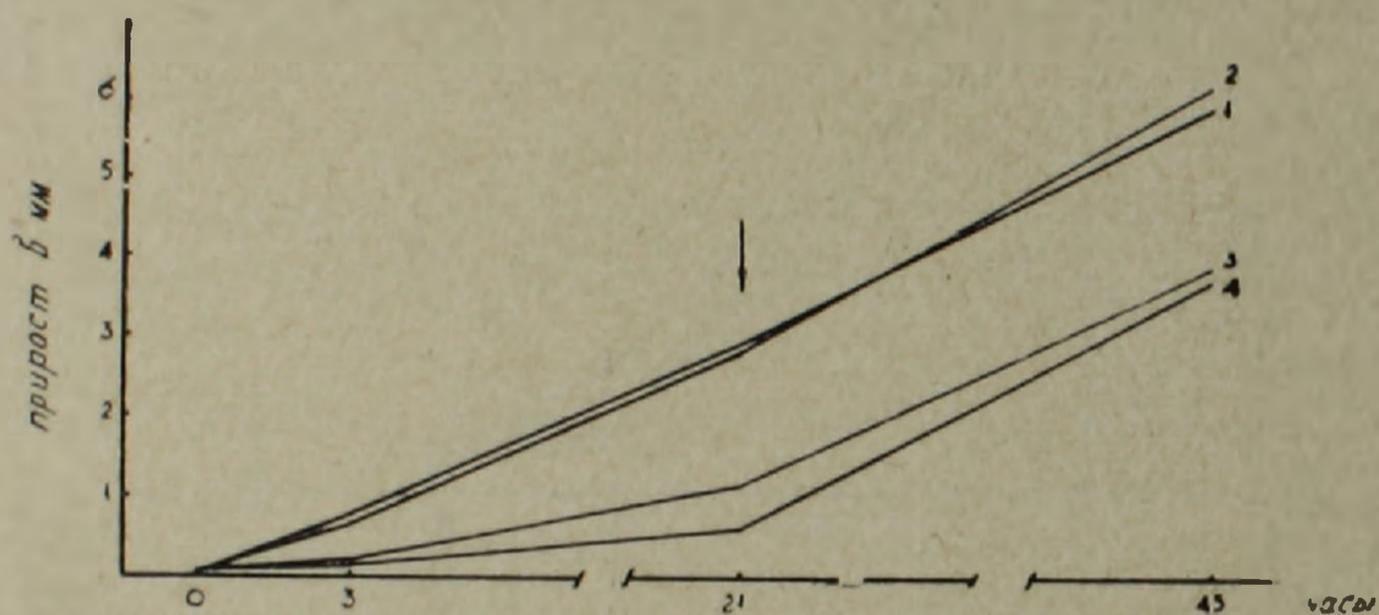


Рис. 4. Рост кончиков coleoptилей пшеницы в зависимости от концентрации ГМК и действия сахарозы. Обозначения те же.

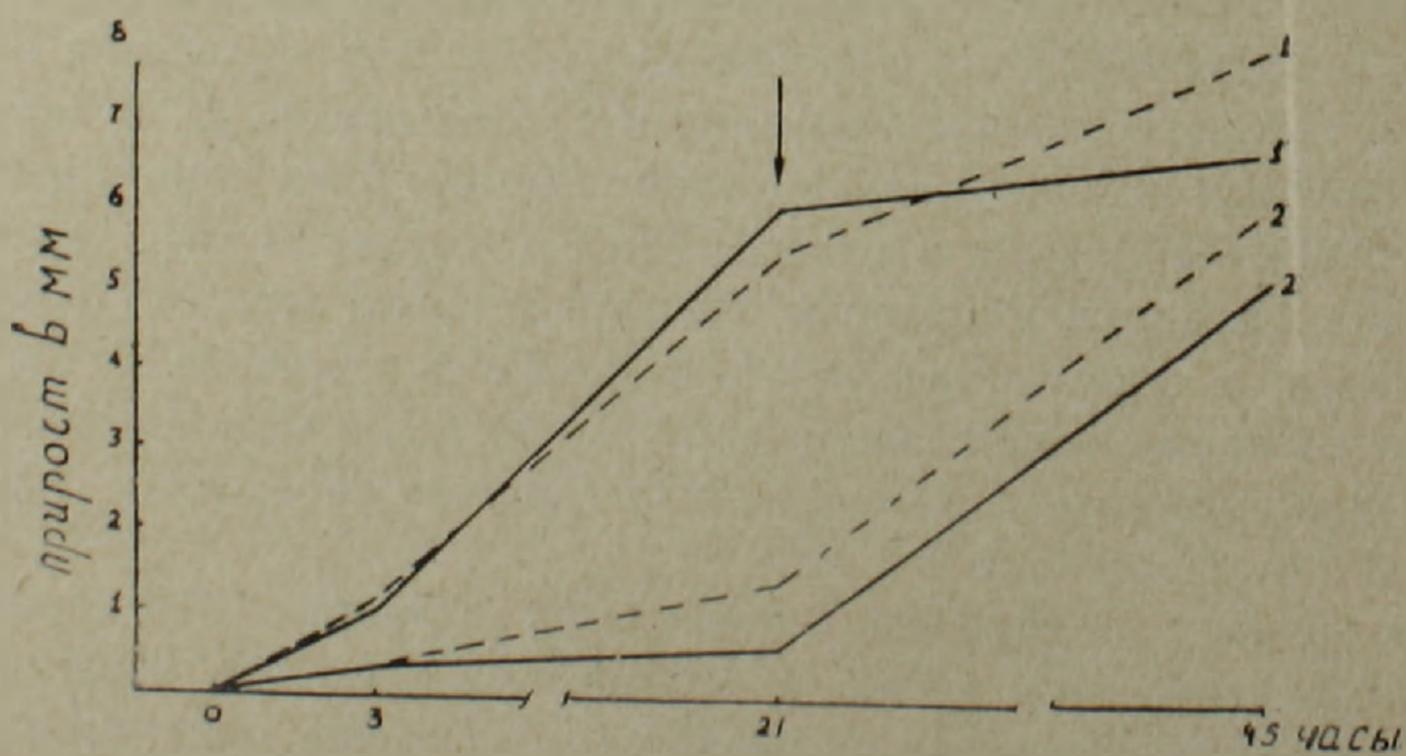


Рис. 5. Совместное действие ГМК и сахарозы на рост отрезков (сплошная линия) и кончиков (пунктир) coleoptилей пшеницы. 1—контроль; 2—0,25% ГМК; стрела—время действия сахарозы

за последние 24 час. опытные отрезки по сравнению с контрольными проявляли более интенсивный рост. Таким образом, ГМК подавляет рост растяжением изолированных тканей.

О роли сахарозы в этом процессе в литературе данных не имеется. Можно предполагать, что она повышает активность ауксинов в тканях, о чем свидетельствуют результаты опытов Полевого и Леоновой [6]. Эти авторы показали, что действие ИУК на рост отрезков колеоптилей в среде 1% сахарозы сильнее, чем без нее. Имеются также данные в пользу положительной роли сахарозы в образовании ауксинов в клетках [4]. Возможно, что ГМК блокирует синтез ИУК в тканях [8, 17], а сахароза, наоборот, активизирует этот процесс. Не исключены, видимо, и другие пути взаимодействия этих соединений.

Проведенные исследования позволяют прийти к заключению, что ГМК подавляет геотропическую реакцию у проростков и рост растяжением изолированных тканей—отрезков колеоптилей, по-видимому, путем нарушения обмена эндогенных ауксинов. Сахароза в значительной степени снимает ингибирующее действие ГМК на рост тканей растяжением.

Институт ботаники  
АН АрмССР

Поступило 11.VI 1972 г.

Ա. Հ. ԱՐՐԶԱՄՅԱՆ

ՄԱԼԵՆԱՅԻՆ ԹԹՎԻ ՀԻԴՐԱԶԻԴԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԵԳԻՊՏԱՅՈՐԵՆԻ ԵՎ ՑՈՐԵՆԻ ՍԵՐՄՆԱԲՈՒՅՍԵՐԻ ԳԵՈՏՐՈՊԻԿ  
ՌԵԱԿՑԻԱՅԻ ԵՎ ԿՈԼԵՈՊՏԻԼՆԵՐԻ ԱՃԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Ուսումնասիրվել է մալեինային թթվի հիդրազիդի (ՄԹՀ) ազդեցությունը եգիպտացորենի և ցորենի սերմնարույսերի գեոտրոպիկ ռեակցիայի վրա: Պարզվել է, որ ՄԹՀ 0—0,25% լուծույթը կախված ազդման ձևից և ժամկետներից, այս կամ այն չափով ճնշում է սերմնարույսերի ընդունակությունը հանդեպ գեոտրոպիկ ռեակցիան:

Քանի որ այդ ռեակցիայի արտահայտումն կապված է բույսերի աճման պոնայի բջիջների երկարաձգման հետ, ուստի ուսումնասիրվել է նաև ՄԹՀ ազդեցությունը կոլեոպատիլների ձգման միջոցով աճի վրա: Պարզվել է, որ ՄԹՀ ճնշում է անջատված կոլեոպատիլների աճը, իսկ սախարոզան վերցնում է այդ անջումը:

Այսպիսով, ՄԹՀ հավանաբար ազդում է բույսերի գեոտրոպիկ ռեակցիայի ընդունակության և ձգման միջոցով աճի վրա էնդոգեն աուկսինների նյութափոխանակության խախտման միջոցով: Սախարոզայի դրական ազդեցությունը նույնպես բացատրվում է աուկսինների սինթեզի ուժեղացմամբ կամ ակտիվացմամբ:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абрамян А. Г. Тр. Бот ин-та АН АрмССР, 18, 1972.
2. Артеменко Е. П., Чкаников Д. И., Макеев А. М., Дубовой В. П. Агрехимия, 10, 1971.
3. Брянцева З. Н. Регуляторы роста и нукленновый обмен. М., 1964.
4. Зейдинг Г. Ростовые вещества растений. М., 1955.
5. Маштаков С. М., Даева В. П., Волашец А. П., Прохорчик Р. А., Щербаков В. А., Кудрявцев Г. П. Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения. М., 1971.
6. Полевой В. В., Леонова Л. А. Регуляторы роста и рост растений. М., 1964.
7. Полевой В. В., Тарханова Р. М., Петров А. М. Регуляторы роста и рост растений. М., 1964.
8. Ракитин Ю. В., Поволоцкая К. Л., Гейден Т. М., Гараева К. Г., Хаванская И. В., Калиберная З. В. Физиология растений, 18, 2, 1971.
9. Холодный И. Г. Фитогормоны. К., 1939.
10. Alan H., Haber and Joe D. White, Plant Physiol., 35, 4, 1960.
11. Erauner L., Böck A. Planta, 60, 2, 1963.
12. Gautheret R. Y. C. R. Acad. Sci., t. 234, 1952.
13. Greulach V. A. and Haeslop Y. G. Amer. Jour. Bot., 41, 1954.
14. Haber A. H., White J. D. Plant Physiol., 35, 4, 1960.
15. Harold Kaldewey. Planta, 60, 3, 1963.
16. Korcewicz J. Biolog. Plant., 13, 5—6, 1971.
17. Leopold A. C. and Klein W. H. Science, 114, 9—10, 1951.
18. Went F. W. Proc. Kon. Akad. Net., 30, 1, 1926.