

И. А. Казарян

К ВОПРОСУ О ДЕЙСТВИИ ГИДРАЗИДА МАЛЕИ- НОВОЙ КИСЛОТЫ НА ФОСФОРНЫЙ И УГЛЕВОД- НЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Синтетические физиологически активные вещества, наряду с эндогенными регуляторами, играют существенную роль в регулировании индивидуального развития растений. В связи с этим указанные вещества находят широкое применение в различных областях сельского хозяйства.

Гидразид малеиновой кислоты (ГМК) известен как эффективное средство торможения прорастания клубней картофеля, лука и сахарной свеклы при длительном хранении (1-3). При этом ГМК уменьшает интенсивность дыхания (4,5), изменяет соотношение различных форм углеводов (6-8) и синтез белковых соединений (9,10).

Изменения, вызванные действием ГМК в растениях, исследованы, в основном, в надземных органах, клубнях и корнеплодах. Корневая же система в этом аспекте почти не освещена. Между тем, целостность растительного организма обусловлена коррелятивным взаимодействием двух полярно расположенных органов — корней и листьев. Угнетение роста одной из этих систем вызывает непосредственное подавление жизнедеятельности другой (11).

В настоящей работе сообщаются результаты исследования влияния ГМК на фосфорный и углеводный обмен листьев и корней растений.

Объектами исследования служили растения дурнушника (*Xanthium strumarium* L.) и горчицы (*Sinapis alba* L.), рабочим раствором служил водный раствор МГ-Т

(триэтаноламиновая соль гидразида малеиновой кислоты) в следующих концентрациях: 0,05, 0,1, 0,25 и 0,5% со смачивателем ОП-7.

Листья обрабатывались ручным опрыскивателем до равномерной смачиваемости всей поверхности два раза с интервалом в 10 дней. Корни, тщательно промытые, погружались на 30 минут в раствор ингибитора. Контрольные растения обрабатывались соответственно водой со смачивателем ОП-7. Определения содержания фосфорных и углеводных соединений проводились в фазе цветения.

Через 7-10 дней после обработки наблюдалось отставание в росте опытных растений. Листья стали жесткими и ломкими. Действие МГ-Т вызывало угнетение роста конуса нарастания, а при сильных концентрациях (0,25% через корни и 0,5% через листья) — его отмирание. Вновь появившиеся из пазух листочки у дурнишника были необычно узкие, иногда с сильно изрезанной пластинкой. У горчицы появились листья ланцетовидной формы, а при 0,5% концентрации — узкие и скрюченные. В отличие от дурнишника, обработка корней горчицы не повлияла на форму листовой пластинки.

Формирование пазушных листочков, а в дальнейшем и боковых побегов явилось результатом снятия МГ-Т апикального доминирования, о чем имеются сведения и в работах ряда авторов (12, 13).

Действие МГ-Т сказалось и на морфологии корней, в особенности в вариантах с их обработкой. Корневая система таких растений отличалась не только меньшими размерами, но и большим числом почерневших, а также частично одревесневших корешков.

Результаты анализов показали, что в листьях обработанных растений дурнишника во всех вариантах наблюдается снижение содержания всех форм фосфора (табл. 1). При обработке листьев изменение этих показателей выражено нерезко. У растений же с обработанными корнями содержание общего фосфора снизилось до 43,9, 42,4 и 47,6% от контроля. В результате падения активности синтетических процессов уменьшилась также органическая форма и ее процент в общем содержании фосфора. Об уменьшении содержания общего и органического фосфора под действием ГМК имеются сведения и в работах ряда авторов (7, 10).

Таблица 1.

Изменение содержания фосфорных соединений
в листьях дурнишника под влиянием МГ-Т
(% на сух. вес)

Варианты	Концентрация МГ-Т, %%	Общий фосфор	Органи- ческий фосфор	Минераль- ный фос- фор	Органи- ческий фосфор в % от общ.
Контроль	-	1,91	1,45	0,46	75,9
Обработаны листья	0,10	1,60	1,19	0,41	74,4
	0,25	1,41	1,05	0,36	74,4
	0,50	1,43	1,01	0,42	70,6
Обработаны корни	0,05	0,84	0,49	0,35	58,3
	0,10	0,81	0,49	0,32	60,5
	0,25	0,91	0,52	0,39	57,1

При рассмотрении данных относительно корней мы видим (табл. 2), что оба способа обработки также приводят к снижению содержания общего фосфора и подавлению синтеза его органических соединений. Об ослаблении синтетических процессов свидетельствует и некоторое увеличение в корнях содержания минерального фосфора. Возрастание последнего нельзя рассматривать как показатель усиления поглотительной активности, так как содержание общего фосфора при этом остается ниже уровня контроля. О нарушениях в поглотительной деятельности корней под действием ГМК отмечают О. А. Павлинова, М. Ф. Просолова, Е. А. Иванова (14). Эти авторы находят, что убыль содержания общего фосфора указывает на подавление способности корней к абсорбции этого элемента из почвы. Аналогичные данные получены и др. авторами (15).

Обработка растений горчицы привела к изменениям фосфорного обмена несколько иного характера. Так, обработка

Таблица 2

Изменение содержания фосфорных соединений
в корнях дурнишника под влиянием МГ-Т
(% на сух. вес)

Варианты	Концен- трация МГ-Т, %%	Общий фосфор	Органи- ческий фосфор	Минераль- ный фос- фор	Органи- ческий фосфор в % от общего
Контроль	—	1,21	0,89	0,32	73,5
Обработаны листья	0,10	1,11	0,71	0,40	63,9
	0,25	0,73	0,34	0,39	46,6
	0,50	0,77	0,36	0,41	46,8
Обработаны корни	0,05	1,00	0,64	0,36	64,0
	0,10	0,84	0,45	0,39	53,6
	0,25	0,75	0,37	0,38	49,3

листьев и корней по-разному сказалась на содержании фосфорных соединений листьев (табл. 3). Обработка листьев привела к сильному уменьшению общего фосфора, торможению синтеза его органических соединений в то время, как минеральный остался на уровне контроля в первых двух вариантах, и только в третьем на 38% превысил контроль.

При обработке корней в первых двух вариантах содержание общего фосфора находится на уровне контроля, но несколько угнетены процессы синтеза фосфоорганических соединений. В последнем варианте (0,25%) содержание общего фосфора уже снижается на 18,1%, а органической формы — на 22,8%, хотя минеральный остается на уровне контроля. Процент органического фосфора в общем содержании фосфорных соединений хотя и уменьшается при сравнении с контролем, но варианты между собой почти не разнятся.

Изменение фосфорного обмена в корнях горчицы происходит аналогично корням дурнишника. Содержание общего фосфо-

Таблица 3

Изменение содержания фосфорных соединений в
 листьях горчицы под влиянием МГ-Т
 (% на сух. вес)

Варианты	Концен- трация МГ-Т, %	Общий фосфор	Органи- ческий фосфор	Минераль- ный фос- фор	Органи- ческий фосфор в % от общ.
Контроль	—	1,66	1,40	0,26	84,3
Обработаны листья	0,10	0,55	0,29	0,26	52,7
	0,25	0,65	0,38	0,27	58,5
	0,50	0,75	0,39	0,36	52,0
Обработаны листья	0,05	1,68	1,37	0,31	81,6
	0,10	1,66	1,34	0,32	80,7
	0,25	1,36	1,09	0,27	80,1

ра во всех вариантах понижается (табл. 4). Значительно уменьшается и количество органического фосфора, вследствие торможения синтеза. Обработка листьев приводит к более сильному подавлению в корнях синтеза фосфоорганических соединений, что особенно резко проявляется во втором и третьем вариантах.

При обработке корней синтез органических соединений фосфора также ослабляется, однако определенной зависимости от концентрации ингибитора не наблюдается. Угнетение синтетических процессов приводит к накоплению в корнях минерального фосфора.

Таким образом, под действием МГ-Т выявлено обеднение тканей соединениями фосфора, в основном его органической формой. Это указывает с одной стороны на ослабление способности корней к абсорбции фосфора, с другой — на подавление синтетических процессов. Наблюдаемое в корнях некоторое увеличение минерального фосфора, видимо, результат

Таблица 4

Изменение содержания фосфорных соединений в
корнях горчицы под влиянием МГ-Т (% на сух.вес)

Варианты	Концен- трация МГ-Т, %%	Общий фосфор	Органи- ческий фосфор	Мине- ральный фосфор	Органи- ческий фосфор в % от общ.
Контроль	—	1,13	0,88	0,25	77,8
Обработаны листья	0,10	1,02	0,68	0,34	66,7
	0,25	0,49	0,18	0,31	36,7
	0,50	0,45	0,16	0,29	35,5
Обработаны корни	0,05	1,04	0,67	0,37	64,4
	0,10	0,97	0,62	0,35	64,7
	0,25	0,94	0,63	0,31	67,0

ослабления процесса фосфорилирования. О последнем могут свидетельствовать данные, полученные относительно углеводного обмена.

Известно, что значительная доля фосфора в растениях находится в виде свободной фосфорной кислоты, принимающей непосредственное участие в превращении и передвижении углеводов (16). Тесная связь углеводного обмена с фосфорным отмечена и рядом других ученых (17).

Проведенные исследования показали, что в листьях дурнишника, независимо от способа обработки, наблюдалось увеличение углеводов за счет растворимых сахаров — редуцирующих и сахарозы (рис. 1). При этом содержание растворимых сахаров намного превосходило контроль, хотя четко выраженной зависимости от концентрации ингибитора не замечалось. Количество же нерастворимой формы углеводов — крахмала при опрыскивании листьев оставалось почти неизменным; обработка корней слабыми дозами (0,05% и 0,1%) привела к снижению количества крахмала, которое незначительно увеличилось при третьей дозе (0,25%).

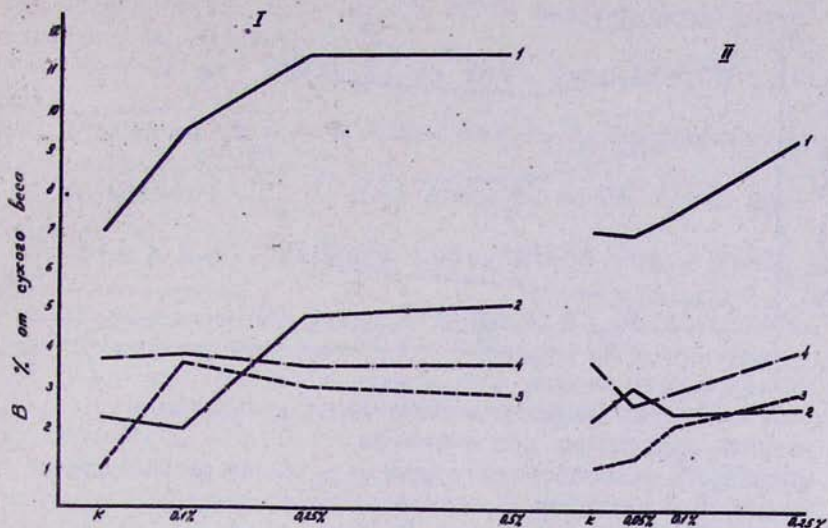


Рис. 1. Изменение содержания углеводов в листьях дурнишника под влиянием МГ-Т. I – обработаны листья; II – обработаны корни; 1 – общая сумма углеводов, 2 – сахароза, 3 – редуцирующие сахара, 4 – крахмал.

В отличие от листьев, изменение содержания углеводов в корнях протекало иначе (рис. 2). Здесь общая сумма углеводов снижалась. Причем обработка корней вела их к более значительному уменьшению. В корнях дурнишника действие МГ-Т не сказалось на содержании редуцирующих сахаров и только незначительно повысило содержание сахарозы при опрыскивании листьев. Но уже количество крахмала с повышением концентрации МГ-Т при обоих видах обработки неуклонно снижалось.

Подобные количественные изменения свидетельствуют с одной стороны о подавлении синтетических процессов, с другой – об ослаблении притока ассимилятов из листьев. На этом фоне некоторое увеличение сахарозы в корнях при опрыскивании листьев и неизменность при обработке корней, наряду с увеличением минерального фосфора, подтверждает угнетенность синтетических процессов вообще и фосфорилирования, в частности.

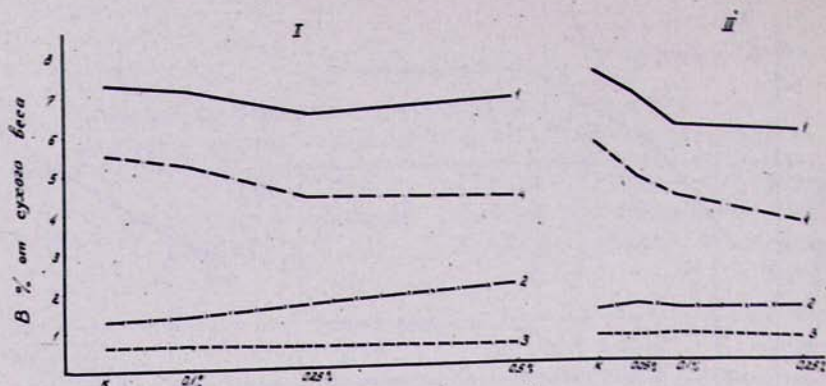


Рис. 2. Изменение содержания углеводов в корнях дурнишника под влиянием МГ-Т. 1 - обработаны листья; П - обработаны корни; 1 - общая сумма углеводов, 2 - сахароза, 3 - редуцирующие сахара; 4 - крахмал.

Все эти изменения фосфорного и углеводного обмена под действием МГ-Т в свою очередь дают нам представление о торможении роста.

Таким образом, результаты наших опытов приводят нас к выводу о том, что гидразид малеиновой кислоты оказывает существенное влияние на фосфорный и углеводный обмен листьев и корней. При этом с повышением концентрации ингибитора уменьшается содержание органической формы фосфора как в листьях, так и в корнях. В данном случае указанный ингибитор оказывает существенное влияние на синтез фосфорсодержащих органических соединений. Противоположно фосфорному обмену, МГ-Т приводит к увеличению растворимых сахаров, т. е. ослабляется затрата последних в процессах роста и жизнедеятельности растений в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доля В. С. Сб. "Рост и устойчивость растений", Киев, 1965.
2. Калинин Ф. Л. и др. "Химия в сельском хоз-ве", 5, 40, 1964.

3. Ракитин Ю. В. и др. Сб. "ГМК как регулятор роста растений". М., "Наука", 1973.
4. Naylor A., Davis E. J. Bot. Gaz., II2, N 2, 1951.
5. Ракитин Ю. В., Сваринская Р. А. Физиология растений, т. 4, в. 2, 1957.
6. Ермолаева Е. Я., Козлова Н. А. Сб. "Рост растений", 1959.
7. Birch E.C., Vickery L.S., Plant Sci., v.4I, 1961.
8. Шатилов Ф. В., Неупокоева Н. К., Максимова Е. В. П Всесоюз. биохим. съезд. Ташкент, 1969.
9. Троян В. М. "ГМК – ингибитор обмена нуклеиновых кислот и азотистых соединений". Автореферат канд. диссер., 1966.
10. Калинин Ф. Л., Кулакли Л. Д., Троян В. М. Сб. "ГМК как регулятор роста растений". М., "Наука", 1973.
11. Казарян В. О. Старение высших растений. М., "Наука", 1969.
12. Buis R., Bull. Soc. bot, 1957.
13. Козлова Н. А., Ермолаева Е. Я. Морфогенез растений, т. 2. МГУ, 1961.
14. Павлинова О. А., Просолова М. Ф., Иванова Е.А. "Физиология растений", т. 14, 6, 1967.
15. Kim Won, Greulach V. "Phyton", 20, 2, 1963.
16. Курсанов А. Л. Ботан. журнал, 37, 1952.
17. Казарян В. О., Авунджян Э.С., Габриелян Г. Г. ДАН Арм. ССР, 20, 5, 1955.