

А. К. Паносян, Р. Ш. Арутюнян, З. В. Маршавина

Влияние метаболитов почвенных микроорганизмов, гетероауксина и гиббереллина на рост и химический состав растений

Многие виды почвенных микроорганизмов, как известно, способствуют росту и развитию растений не только своим участием в мобилизации питательных элементов, но и благодаря прямому снабжению растений веществами высокой физиологической активности: витаминами, ферментами, ауксинами, гиббереллинами, антибиотиками и другими, пока не изученными метаболитами, синтезируемыми микробной клеткой.

Одни из этих соединений могут влиять на общий рост растений, другие—на отдельные процессы жизнедеятельности, стимулируя или угнетая их (Паносян, Арутюнян, Маршавина—1960).

Нашими исследованиями выяснено, что при взаимоотношении азотобактера с некоторыми расами *Vas. megaterium* последние благоприятно воздействуют как на жизнедеятельность азотобактера, так и на развитие растений. Стимуляция роста растений наблюдается также при действии одной только бактерии—*Vas. megaterium*.

На развитие растений подобное действие оказывают некоторые виды актиномицетов и фузариумов. Однако среди этих групп микроорганизмов нередки виды, подавляющие рост и азотобактера, и растения. В частности, такое явление было замечено в выщелоченных черноземах Армении при взаимодействии гнилостных бактерий и азотобактера.

Еще в 1938 г. Разницина показала, что многие бактерии ризосферы синтезируют и выделяют в окружающую среду ростовые вещества типа ауксинов, что наиболее энергичным образователем ауксина является *Azotobacter Chroococcum* и некоторые расы *Pseudomonas fluorescens*.

В течение последних 30 лет была открыта новая группа физиологически активных соединений, являющихся продуктом жизнедеятельности половой стадии *fusarium moniliforme*—*Gibberella fujikuroi*. Эта группа веществ получила название гиббереллинов. Теперь известно около 8 гиббереллинов, отличающихся по силе своего действия и химической структуре.

В настоящее время так называемые гиббереллиноподобные вещества обнаружены во многих растительных тканях: в побегах и корнях гороха, в кокосовом молоке (Bunsow, Penner and Harder — 1958; Lang, Sandoval and Bedri — 1957; Mc Comb and Dear — 1958; West and Phinney — 1956).

Особенно часто встречаются гиббереллиноподобные вещества в незрелых семенах многих растений. В усиках фасоли обнаружено вещество A_1 , это же соединение было найдено и в семенах французских бобов.

Наличие гиббереллиноподобных соединений во многих тканях растений наталкивает на мысль, что это вещества — необходимые для развития растений, а некоторые исследователи склонны считать их даже натуральными растительными гормонами (Brian W. — 1959; Чайлахян — 1958).

Поскольку гиббереллины синтезируются растительными клетками и принимают участие в росте и развитии растений, микроорганизмы ризосферы, по-видимому, также синтезируют подобные вещества и тем самым оказывают влияние на рост растений.

С целью изучения влияния на растения метаболитов некоторых групп почвенных микроорганизмов нами были начаты исследования по выяснению действия на растения фильтратов нативных культур микроорганизмов.

Объектами изучения явились следующие группы микроорганизмов:

Бактерии	<i>Bac. megaterium</i> шт. № 22
"	" " № 3
<i>Bac. cereus</i>	" " № 4
<i>Bac. subtilis</i>	" " № 1

Актиномицеты

- Act. violaceus Sp. № 103
- Act. violaceus Sp. № 106
- Act. griseus Sp. № 104
- " " Sp. № 105
- " " Sp. № 124
- Act. globisporum Sp. № 107

Грибы

- Fusarium D—23
- " D—25
- " D—53
- " D—58
- " D—14

Бактерии были выделены из различных почв Армении. Из них штаммы *Bac. megaterium* № 3, *Bac. Subtilis* № 1 и № 2, выделенные из ризосферы бобовых растений, активизируют жизнедеятельность клубеньковых бактерий и одновременно являются стимуляторами роста растений. *Bac. megaterium* шт. № 22 и *Bac. cereus* шт. № 4 были выделены из бурых почв. Эти бактерии совместно с азотобактером повышают интенсивность процесса ассимиляции азота и усиливают рост растений (Паносян, Арутюнян, Аветисян—1961). Актиномицеты, выделенные из бурых почв, также активизируют рост азотобактера. Штаммы фузариумов были выделены из корней тыквенных, больных корневой гнилью.

Для испытания указанных выше микроорганизмов на предмет выделения ими ауксиноподобных и гиббереллиноподобных веществ указанные микроорганизмы культивировались нами на различных питательных средах.

Так, бактерии *Bac. megaterium* № 3, *Bac. Subtilis* № 1 и № 2 выращивались на среде бобового отвара. *Bac. cereus* № 4 и *Bac. megaterium* № 22—на мясопептонном бульоне, актиномицеты—на среде Чапека, фузариумы—на картофельном экстракте с 1% сахарозой и жидкой среде сусла (2,5 Баллинга с рН=5,5).

Для определения в указанных питательных средах физиологически активных веществ среды фильтровались фильтром Зейтца на 7, 10, 15 и 20-е сутки роста микроорганизмов.

Фильтраты испытывались без разведения и с разведением 1:2 и 1:10.

Методы работы

Лабораторные испытания биологической активности метаболитов микроорганизмов проводились многими методами.

Так, определение активности ауксиноподобных веществ в фильтратах микроорганизмов проводилось методом А. Н. Бояркина (1948) на отрезках coleoptилей пшеницы, а также по корнеобразованию у черенков фасоли (Турецкая—1948).

Определение биологической активности гиббереллиноподобных веществ в фильтратах микроорганизмов проводилось первоначально по удлинению отрезков проростков кукурузы (Бояркин и Дмитриева — 1959), а позднее по удлинению сеянцев карликового сорта гороха «Пионер».

С целью частичной идентификации имеющихся в фильтратах физиологически активных веществ мы использовали метод бумажной хроматографии. Но поскольку все существующие методы количественного определения гиббереллинов пригодны лишь для определения активности A_3 —гибберелловой кислоты, мы воспользовались некоторыми преимуществами метода гистограмм и составили схему проведения эксперимента, подходящую для наших целей.

Культуральные жидкости микроорганизмов фильтровались через бумажный фильтр, затем производилась их полная очистка и извлечение из них физиологически активных веществ.

Для этого 5 мл фильтрата и 5 мл фосфатно-цитратного буфера с $pH=2,5$ встряхивалось в маленькой воронке, куда добавлялось 10 мл этилацетата. Смесь тщательно перемешивалась и для полного расслоения оставлялась на 1—2 часа.

В кислой среде в этилацетат полностью переходят не только ауксины и гиббереллины, но и подобные им соединения. После расслоения смеси через кран сливался нижний слой жидкости и взмученная часть этилацетата. Затем из оставшегося этилацетата бралось 5 мл в другую сухую делительную воронку, добавлялось 5 мл фосфатного буфера с $pH=7$,

смесь встряхивалась несколько раз и вновь оставлялась для расслоения на 30—60 минут.

В этом случае в фосфатный буфер переходили ауксины, гиббереллины и подобные им вещества. Нижний фосфатный слой сливался через кран воронки и использовался для хроматографирования ауксино- и гиббереллиноподобных веществ.

0,3 мл экстракта наносилось полосой на хроматографическую ленинградскую бумагу № 2 Б. Бумага разрезалась на полоски шириной 8 см и длиной 35 см. После нанесения экстракта и высушивания полоски бумаги помещались в стеклянные камеры для разгонки. На дно камер ставились фарфоровые лодочки с растворителями: для гиббереллиноподобных веществ—изопропиловый спирт : вода (1 : 1), для ауксиноподобных веществ—бутанол : аммиак : вода (4 : 1 : 5). Разгонка ауксиноподобных веществ длилась 19 часов, разгонка гиббереллиноподобных соединений—24 часа.

После высушивания хроматограммы разрезались на одинаковые сегменты шириной 2,3 см, которые использовались для биологических проб.

Для определения активности ауксиноподобных веществ полоски хроматограммы помещались в лодочки, заливались 3 мл фосфатно-цитратного буфера с рН-7,5, куда вставлялись стеклянные иглы с нанизанными на них отрезками coleoptилей пшеницы. Опыт снимался после 24-часового выдерживания лодочек в термостате.

По приросту отрезков coleoptилей судили об активности ауксинов и ауксиноподобных веществ фильтрата.

Отрезки хроматограмм гиббереллинов и гиббереллиноподобных веществ использовались в опыте с карликовым сортом гороха. От проросших семян гороха с корешком в 1 см лезвием отсекалась нижняя часть горошины. Оставшаяся часть горошины с зародышем и корешком (от которого отсекалась верхушка для того, чтобы предотвратить излишнее ветвление корня) помещалась в высокие и узкие химические стаканчики. На дно стаканчиков помещались разрезанные сегменты хроматограммы и заливались 3 мл воды.

Стаканчики закрывались часовыми стеклами и помещались в термостат при 24—25°C на 4 суток. Активность гиббереллиноподобных веществ определялась по длине стебелька гороха.

Полученная гамма результатов испытания одной хроматограммы позволяла судить о наличии активных соединений или типа ауксинов, или гиббереллинов.

Контрольные опыты, проведенные с очисткой и извлечением гетероауксина и гиббереллина, позволили судить о месте распределения их на хроматограмме. ИУК распределялась во 2—3 м сегменте от линии старта, гиббереллин (Аз)—в 7—8-м сегменте.

Проявляющаяся в других сегментах активность говорила о наличии каких-то других активных веществ, дальнейшая идентификация которых пока затруднительна.

Результаты опытов

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, группа почвенных микроорганизмов, развиваясь на бобовом отваре, довольно интенсивно образует гиббереллиноподобные вещества в первые семь дней своего роста. Среди указанных штаммов были такие, активность фильтратов которых не уменьшалась даже при сильных разведениях (*Vac. subtilis* № 1 и № 2).

Из бактерий, развиваемых на мясопептонном бульоне, только у *Vac. cereus* № 4 в семидневной культуре выявилась способность к синтезу гиббереллиноподобных соединений.

Испытанные актиномицеты (табл. 2) в процессе жизнедеятельности на данной питательной среде не образуют гиббереллиноподобных соединений, но выделяют ауксиноподобные вещества, которые даже при разведении сохраняют свою активность.

Испытанные группы фузариумов (табл. 3) показали, что эти организмы способны синтезировать и выделять в окружающую среду как ауксино-, так и гиббереллиноподобные соединения.

Таблица 1
Влияние метаболитов некоторых почвенных бактерий на рост отростков
кукурузы и coleoptiles пшеницы (длина в мм)

Штаммы бактерий	Сроки культивирования в днях	На бобовом отваре					
		гиббереллиноподобные			ауксиноподобные		
		фильтраты					
		без раз- ведения	1:2	1:10	без раз- ведения	1:2	1:10
Контроль - среда	—	39	42	44	51	62	50
Bac. subtilis № 1	7	64	58	61	42	48	50
" "	10	50	55	62	40	50	50
" "	15	41	53	45	48	49	48
Bac. subtilis № 2	7	62	63	63	—	56	50
" "	10	45	47	60	50	55	58
" "	15	27	45	49	27	31	40
Bac. megaterium № 3 . .	7	56	62	63	—	58	57
" "	10	58	59	41	46	50	50
" "	15	49	53	64	47	49	53
		На мясopептонном бульоне					
Контроль - среда	—	58	57	58	37	41	40
Bac. cereus № 4	7	66	66	65	35	41	56
" "	10	34	50	61	31	40	46
" "	15	47	43	58	31	42	52
Bac. megaterium № 22 .	7	47	60	62	32	43	54
" "	10	36	50	48	30	38	47
" "	15	41	57	57	31	48	49
Гиббереллин 0,005% . .	—	80	—	—	—	—	—
Гетероауксин 0,01% . .	—	—	—	—	58	—	—

Вегетационные опыты

Штаммы, наиболее активные в отношении синтеза ауксино- и гиббереллиноподобных соединений, были испытаны в вегетационных опытах.

Таблица 2

Влияние метаболитов некоторых штаммов актиномицетов на рост
отростков кукурузы и coleoptилей пшеницы (длина в мм)

Штаммы актиномицетов	Сроки культивирования в днях	На среде Чапека					
		гиббереллиноподобные			ауксиноподобные		
		фильтраты					
		без раз- ведения	1:2	1:10	без раз- ведения	1:2	1:10
Контроль-среда	—	51	55	56	54	55	50
Act. griseus № 104 . .	7	48	57	49	65	58	47
" "	15	49	54	44	43	47	46
" "	20	45	68	45	50	56	52
Act. griseus № 105 .	7	61	62	58	64	63	52
" "	15	53	43	45	52	48	54
" "	20	39	70	66	56	53	57
Act. violacens № 103 .	7	50	59	50	64	64	61
" "	15	43	44	59	60	48	47
" "	20	40	59	39	51	51	64
Act. violacens № 106 .	7	58	63	56	29	40	58
" "	15	27	45	48	30	48	53
" "	20	54	65	66	30	40	50
Act. globisporum № 107	7	7	58	58	57	54	50
" "	15	41	48	40	42	48	43
" "	20	66	54	62	43	46	49
Гиббереллин 0,005% . .	—	84	—	—	—	—	—
Гетероауксин 0,01% . .	—	—	—	—	56	—	—

В качестве растительных объектов были выбраны кукуруза сорта ВИР-42 и табак сорта Самсун-935. Опыты проводились в 3-килограммовых вазонах на легкой удобренной бурой почве.

Обработка растений культуральными жидкостями микроорганизмов и гиббереллином проводилась в виде внесения капли в еще неразвернутый лист кукурузы и в верхушку табачных листьев. Фильтраты почвенных бактерий разбавлялись в 2 раза, гиббереллин в ИУК использовались в концентрации 0,01 %.

Таблица 3

Влияние метаболитов некоторых штаммов фузариумов на рост
отростков кукурузы и колеоптилей пшеницы (длина в мм)

Штаммы фузариумов	Сроки культивирования в днях	На картофельном отваре					
		гиббереллиноподобные			ауксиноподобные		
		фильтраты					
		без раз- ведения	1:2	1:10	без раз- ведения	1:2	1:10
Контроль-среда	—	40	42	40	59	60	61
Fusarium D - 23	7	45	53	60	47	55	72
" "	14	38	56	58	90	64	67
Fusarium D - 25	7	34	47	55	79	76	80
" "	14	40	54	54	72	84	70
Fusarium D - 53	7	33	50	55	—	—	—
" "	14	38	50	59	—	—	—
Fusarium D - 58	7	38	52	56	79	69	78
" "	14	37	49	60	61	73	68
Fusarium M—14—D . .	7	38	50	55	63	85	65
" "	14	52	50	57	77	70	67
Н а с у с л е							
Контроль-среда	—	43	41	40	85	—	83
Fusarium D - 23	7	51	52	48	80	—	73
" "	14	48	56	49	70	—	75
Fusarium D - 25	7	—	—	—	—	—	—
" "	14	51	56	59	78	—	78
Fusarium D - 53	7	42	53	50	—	—	—
" "	14	38	50	59	—	—	—
Fusarium D - 58	7	51	47	45	55	—	75
" "	14	49	51	47	68	—	70
Fusarium M—14—D . .	7	—	—	—	58	—	85
" "	14	—	—	—	50	—	84
Гиббереллин 0,05% .	—	80	—	—	—	—	—
Гетероауксин 0,01% .	—	—	—	—	58	—	—

В некоторых вариантах исследуемые фильтраты вносились через почву. Растения через день поливались по весу. В течение всей вегетации велись фенологические наблюдения, замеры высоты растений и учет количества листьев.

После окончания опыта учитывался отдельно общий вес надземной и корневой массы, а также был проведен некоторый химический анализ листьев и корней опытных растений (количество растворимых сахаров, белков, золы и хлорофилла).

При наблюдении за вегетацией растений уже после нескольких обработок было заметно, что растения, обрабатываемые гиббереллином, выделялись своей длиной, имели более светлую окраску и измененную форму листьев. Разница между контрольными растениями и растениями, обрабатываемыми испытуемыми фильтратами микроорганизмов, выявилась несколько позднее.

В опыте с культуральными жидкостями *fusarium* Д-23 и Д-58, как показывают данные табл. 4, растения кукурузы и табака, которые подвергались обработке гиббереллином, бы-

Таблица 4
Влияние метаболитов фузариумов штаммов Д-23 и Д-58
на рост и развитие кукурузы и табака

Варианты опыта	Длина растений, см	Кукуруза				Длина растений, см	Табак			
		вес надзем- ной массы, г		вес кор- ней, г			вес надзем- ной массы, г		вес кор- ней, г	
		свежей	сухой	свежих	сухих		свежей	сухой	свежих	сухих
Контроль-вода . . .	65,5	42,8	7,7	29,7	6,4	35,5	53,3	8,5	13,6	1,3
Контроль-среда . .	69,7	39,5	7,3	29,1	5,5	41,5	53,7	8,9	14,5	1,6
Фильтрат Д-23 . . .	73,7	49,2	9,7	35,8	7,6	98,7	56,2	9,3	15,8	2,2
Фильтрат Д-58 . . .	75,1	51,7	10,6	34,6	7,3	42,6	59,6	9,6	16,5	2,1
Гиббереллин	171,4	47,6	10,7	7,6	1,2	103,7	59,8	11,3	6,9	1,0

ли значительно выше контрольных растений. Однако вес надземной и корневой массы под влиянием гиббереллина лишь незначительно отличался от веса контрольных растений.

Если контрольные растения имели вес надземной массы 42,8 г, растения, обработанные испытуемыми филтратами фузариума,—49,2 г и 51,7 г, то растения, обработанные гиббереллином, которые были в 2—2,5 раза выше, имели вес надземной массы 47,6 г.

Подобные цифры получились и по сухому весу растений. Несмотря на то, что процент сухого вещества растений, обработанных гиббереллином, был несколько выше, общее содержание сухого вещества надземной части не отличалось от контрольных растений. Характерные данные получились по весу корней. Так, растения, обработанные гиббереллином, имели корневую систему, уступающую по объему и весу почти в 4 раза у кукурузы, в 2,5 раза у табака по сравнению с растениями, обработанными метаболитами фузариумов.

Если контрольные растения кукурузы имели вес корневой массы 29,7 г, растения, подвергшиеся обработке культуральными жидкостями фузариумов,—35,8 и 36,6 г, то корневая система растений, обработанных гиббереллином, была лишь 7,6 г. Подобные данные мы получали и по сухому весу корней.

В опыте с метаболитами бактерий—активаторов азотобактера *Bac. subtilis*, штамм № 4, и *Bac. megatherium*, штамм № 22, также было выявлено положительное их действие на растения. В этом опыте были использованы также минеральные удобрения, так как вопрос взаимодействия гиббереллина и минеральных удобрений, гиббереллина и гетероауксина до сих пор не вполне выяснен.

Как показывают данные табл. 5, растения, обработанные водой, к последнему сроку измерения имели длину 30,3 см, растения, обработанные средой, на которой выращивались бактерии,—37,8 см, растения под влиянием филтратов бактерий имели длину 50,2 и 48,8 см.

Интересно отметить, что внесение только гетероауксина в почву не сказалось на росте растений, однако гетероауксин в

Таблица 5

Влияние метоболитов бактерий, гиббереллина и гетероауксина
на рост и листообразование табака

Варианты опыта	Высота растений				Число листьев			
	15/VI	24/VI	6/VII	13/VII	15/VI	24/VI	6/VII	13/VII
Вода	8	18,6	25,0	30,3	10,0	15,4	16,4	18,6
Питательная среда	7,4	18,0	30,6	37,8	9,2	14,4	17,6	18,6
Питательная среда+NPK	9,4	22,8	30,8	37,6	9,8	15,0	16,2	18,8
Гиббереллин	7,6	23,4	43,2	58,5	9,8	16,4	16,8	21,0
Гиббереллин+NPK	6,8	24,8	47,0	68,0	9,0	15,8	19,3	21,6
Гиббереллин+ИУК	6,2	24,4	50,0	64,7	8,8	15,2	18,7	21,2
Гиббереллин+ИУК+NPK	7,6	26,0	49,2	65,5	8,8	15,8	18,7	22,7
ИУК корням	7,0	18,4	32,6	38,8	9,6	14,8	17,4	18,8
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4	8,7	24,7	40,5	50,2	9,7	16,5	18,7	22,0
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4+NPK	8,6	22,0	37,3	46,0	9,8	15,0	20,3	23,3
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22	8,4	31,6	39,0	48,7	9,4	15,6	18,7	21,5
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22+NPK	7,8	24,2	39,6	46,6	9,8	16,6	19,8	22,0

сочетании с гиббереллином дал более сильный ростовой эффект даже по сравнению с гиббереллином. Такой синергизм гетероауксина и гиббереллина уже отмечался в опытах некоторых исследователей (Brian, Hemming—1957).

Внесение полной дозы минеральных удобрений в случае обработки растений гиббереллином оказало довольно заметное действие на рост растений. Чрезвычайное вытягивание растений под влиянием гиббереллина обычно сопровождается слабым развитием корневой системы; внесение же минеральных удобрений делало развитие растений, обработанных гиббереллином, более гармоничным.

Внесение минеральных удобрений в случае гетероауксина (ИУК) и гиббереллина не сказалось на росте растений, однако количество листьев в обоих случаях под влиянием минеральных удобрений несколько увеличилось.

Подобная картина роста была и в случае с кукурузой (табл. 6).

Как видно из данных табл. 6, так же как и в случае с табаком, хороший эффект оказало внесение минеральных удобрений под растения, обработанные гиббереллином. Гетеро-

Таблица 6

Влияние культуральных жидкостей бактерий, гиббереллина и гетероауксина на рост и листообразование кукурузы

Варианты опыта	Высота растений, см			Число листьев
	24/VI	6/VII	24/VI	6/VII
Вода	26,6	48,2	5,4	7,4
Питательная среда	26,0	52,2	5,8	6,8
Питательная среда+NPK	20,5	47,0	4,7	7,0
Гиббереллин	32,6	70,4	5,4	6,4
Гибб.+NPK	39,7	90,2	5,0	7,2
Гибб.+ИУК	37,4	83,6	4,8	6,8
Гибб.+ИУК+NPK	26,4	79,0	4,0	6,2
ИУК корням	31,0	57,6	6,0	7,2
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4	39,5	65,2	5,8	8,0
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4+NPK	37,2	60,8	5,4	7,4

ауксин совместно с гиббереллином был значительно более эффективным, чем только гетероауксин.

Некоторое снижение ростового эффекта как в случае с кукурузой, так и с табаком получилось при совместном применении фильтратов бактерий и минеральных удобрений.

Таблица 7

Влияние фильтратов бактерий, гиббереллина и гетероауксина на вес растений табака

Варианты опыта	Свежий вес, г		Воздушно-сухой вес, г	
	надземной массы 1 растения	корней 1 растения	надземной массы 1 растения	корней 1 растения
Вода	62,2	15,7	11,8	1,7
Питательная среда	66,0	15,4	12,1	1,5
Питательная среда+NPK	69,0	15,6	12,3	1,5
Гиббереллин	74,5	11,8	14,0	1,1
Гиббереллин+NPK	91,0	13,8	18,1	1,4
Гиббереллин+ИУК	89,3	15,0	14,8	1,5
Гибб.+ИУК+NPK	87,2	16,7	14,7	1,6
Гетероауксин корням	76,4	16,1	12,0	1,5
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4	73,8	17,7	14,7	1,6
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4+NPK	75,9	18,9	16,2	1,8
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22	78,0	19,8	17,9	1,9
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22+NPK	76,2	18,2	16,1	1,8

Из данных по весу надземной и корневой массы (табл. 7) видно, что под влиянием гиббереллина, как и в предыдущем опыте, несмотря на то, что растения были длиннее контрольных растений, по весу надземной массы они почти не отличались от контрольных и даже уступали опытным растениям.

Внесение минеральных удобрений несколько увеличило вес надземной части растений, обработанных гиббереллином. Что касается веса корней, то гиббереллин, как уже неоднократно указывалось в литературе, тормозит корнеобразование.

При добавлении минеральных удобрений вес корневой массы растений, обработанных гиббереллином, несколько увеличивается. Фильтраты культуральных жидкостей бактерий вызвали заметное увеличение веса корневой массы растений. Подобного рода данные по влиянию фильтратов бактерий получились и по кукурузе (табл. 8).

Таблица 8
Вес надземной и корневой массы кукурузы

Варианты опыта	Свежий вес, г		Воздушно-сухой вес, г	
	надземной массы 1 ра- стения	корней 1 растения	надземной массы 1 ра- стения	корней 1 растения
Вода	43,9	32,2	11,4	2,6
Питательная среда	53,0	31,6	14,3	3,2
Питательная среда+NPK	49,1	32,8	13,6	3,6
Гиббереллин	71,2	21,0	18,2	2,6
Гиббереллин+NPK	67,5	26,2	18,3	2,9
Гиббереллин+ИУК	66,9	20,0	15,1	2,1
Гибб.+ИУК+NPK	64,2	31,0	14,4	3,3
ИУК корням	67,9	34,2	16,2	3,7
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4	66,2	38,7	18,4	4,2
Фильтрат <i>Bac. subtilis</i> № 4+NPK	61,8	43,0	16,6	4,6
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22	63,9	36,8	16,2	4,1
Фильтрат <i>Bac. megaterium</i> № 22+NPK	58,9	37,0	14,7	3,7

Результаты химических анализов листьев и корней растений, приведенные в табл. 9, показали, что при обработке их метаболитами фузариумов Д-23 и Д-58 общее количество сахаров в листьях и корнях кукурузы больше, чем у растений других вариантов. Под влиянием гиббереллина коли-

чество сахаров уменьшалось. Количество белков под влиянием обработки метаболитами фузариума не изменилось, за исключением влияния фузариума Д-58, когда в листьях кукурузы количество белков возросло до 9,12%.

Подобная же закономерность в изменении количества углеводов и белков наблюдалась у табака. Следует отметить, что под влиянием гиббереллина довольно резко уменьшилось количество сахаров у табака по сравнению с контрольными растениями и с растениями, обработанными культуральными жидкостями фузариумов. Так, если листья контрольных растений табака имели 8,13% сахаров, то обработанные гиббереллином — 2,24, в то время как растения, обработанные филтрами фузариумов, имели 11—12%. Количество сахаров в корнях не подвергалось значительным изменениям.

Накопление белков в листьях табака под влиянием филтратов фузариумов и гиббереллина увеличилось по сравнению с контролем. Что касается содержания белков в корнях, то под влиянием гиббереллина оно значительно уменьшилось. Так, если в контрольных растениях было 8,57% белков, то при обработке гиббереллином оно уменьшилось до 5,31.

При наблюдении за растениями, обработанными гиббереллином, последние заметно отличаются своей бледно-зеленой окраской, однако количество хлорофилла незначительно

Таблица 9
Влияние метаболитов фузариумов шт. № 4 и 22 на химический состав кукурузы и табака

Варианты опыта	Количество мг хлорофилла в 1 л. раствора	Кукуруза в % к сухому весу				Количество мг хлорофилла в 1 л. раствора	Табак в % к су- хому весу			
		сахаров		белков			сахаров		белков	
		листья	корни	листья	корни		листья	корни	листья	корни
Вода	0,15575	1,31	3,11	6,06	5,45	0,09368	8,13	1,41	8,94	8,57
Питательная среда	0,18395	1,53	3,13	6,12	5,94	0,08828	8,40	1,32	8,91	8,68
Fusarium Д-23	0,20209	2,10	3,76	6,56	6,14	0,10376	12,14	1,90	9,44	9,19
Fusarium Д-58	0,19794	2,07	3,77	9,12	5,65	0,09824	10,95	1,56	9,62	9,19
Гиббереллин .	0,12971	0,93	2,72	6,22	5,56	0,09032	2,24	1,26	9,38	5,31

уменьшается по сравнению с контрольными растениями. Что касается влияния фальтратов фузариума штамма Д-23 и Д-58, то можно сказать, что под их влиянием количество хлорофилла в листьях растений возрастает: растения имели широкие, мясистые и темно-зеленые листья.

Из испытанных актиномицетов наиболее активным оказался *Act. griseus* штамм № 124, выделенный из-под люцерны, из бурых почв (рис. 1 и 2). Под влиянием культуральной жидкости *Act. rigseus* № 124 значительно усилился прирост надземной массы и особенно корневой системы.



Рис. 1.

Из проведенных лабораторных и вегетационных опытов отчетливо видно, что продукты жизнедеятельности почвенных микроорганизмов могут оказывать определенные влияния на рост и развитие растений.

Следует отметить, что культуральные жидкости испытан-

ных фузариумов и актиномицетов усиливали рост в целом, не вызывая заметных деформаций ни в стебле, ни в листовой пластинке. Физиологически активные вещества метаболитов бактерий-активаторов азотобактера, так же как и гиббереллин, вызывали некоторое вытягивание междоузлий стебля и удлинение листовой пластинки. Если судить по характеру действия культуральных жидкостей испытанных фузариумов, актиномицетов и бактерий, то можно предположить, что природа этих веществ, по-видимому, разная.



Рис. 2.

Физиологически активные вещества культуральных жидкостей испытанных бактерий-активаторов азотобактера, по-видимому, имеют гиббереллиноподобную природу, тогда как активные вещества культуральных жидкостей фузариумов и актиномицетов не являются веществами типа гиббереллинов.

Экспериментальный материал, описанный в данной работе, позволяет сделать следующие выводы:

1. Среди почвенных микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, фузариумов) немало видов, которые в процессе жизнедеятельности образуют физиологически активные вещества, оказывающие благоприятное действие на рост и развитие растений.

2. Испытанные штаммы бактерий, фузариумов и актиномицетов оказали стимулирующее действие на рост и накопление надземной и корневой массы.

3. Гиббереллин в основном оказывает неблагоприятное влияние на рост растений, вызывая сильное вытягивание стебля, уменьшая корневую массу и количество хлорофилла в листьях.

4. Применение минеральных удобрений с гиббереллином оказало положительное влияние, т. е. сделало развитие растений более гармоничным.

ՀՈՂԱՅԻՆ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՄԵՏԱԲՈՒՅՏՆԵՐԻ, ՀԵՏԵՐՈԱՌԻՔՄԵՆԻ ԵՎ ԳԻԲԵՐԵԼԻՆԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԱՃԵՅՈՂՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿԱԶՄԻ ՎՐԱ

Ա մ ֆ ո ֆ ո լ մ

Հողային միկրոօրգանիզմներից շատերը բույսերի աճեցողությանը և զարգացմանը նպաստում են ո՛չ միայն նրանց սննդանյութեր մատակարարելով, այլև նյութափոխանակման պրոցեսում առաջացրած ֆիզիոլոգիական ակտիվ նյութեր՝ վիտամիններ, ֆերմենտներ, աուկսիններ, գիբերիլիններ, անտիբիոտիկներ արամադրելով:

Այդ ուղղությամբ մեր կատարած ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին՝

1. Հողային միկրոօրգանիզմներից շատերը (բակտերիաներ, ճառագայթաձևեր, բորբոսասնկեր) իրենց կենսագործունեության ընթացքում առաջացնում են ֆիզիոլոգիական ակտիվ այնպիսի նյութեր, որոնք բույսերի աճեցողության և զարգացման վրա բարերար ազդեցություն են գործում:

2. Բակտերիաների ճառագայթասնկերի և ֆուզարիումների մի շարք շտամներ բույսերի աճեցողության ու զարգացման վրա խթանիչ ներգործություն անելով, ավելացնում են նրանց վերերկրյա մասերի և արմատների զանգվածը:

3. Գրեբերիլինը բույսերի աճեցողության վրա, հիմնականում, ոչ նպաստավոր ազդեցություն է գործում: Նա ցողուններն ուժեղ երկարացնելով, խիստ պակասեցնում է արմատների զանգվածը և տերեւներում՝ քլորոֆիլի քանակը:

4. Գրեբերիլինի հետ հանքային պարարտանյութերի կիրառումը դրական ազդեցություն է գործում, այսինքն՝ բույսերի աճեցողությունը դարձնում է ավելի հարմոնիկ:

H. K. Panossian, R. S. Harutunian, Z. V. Marshavina

The effect of metabolites of soil microorganisms on the growth and composition of plants Indolilacetic acid and Gibberellin

S u m m a r y

Many species of soil microorganisms contribute to the growth and development of plants, not only by the part they take in mobilizing the nutrient elements but also by the direct supply of substances of high physiological activity to the plant as vitamins, enzymes, auxins, gibberellins, antibiotics and other, not yet studied, metabolites that are synthesized by the microbial cell.

1. During their vital activity, many of the soil microorganisms produce such physiological active substances (which have a favourable effect on the growth and development of plants.

2. Some strains of Bacteria as Actinomyces and Fusarium, have a stimulating effect on the growth and development of plants, increasing their overground parts as well as the root mass.

3. Gibberellic acid has not often been effective because it strongly prolonged the internodes of the stem, decreased the volume and weight of the root mass and the quantity of chlorophyll.

4. The use of mineral fertilizers with gibberellin has a positive effect. i. e. plant growth becomes more harmonic.

ЛИТЕРАТУРА

- Бояркин А. Н. 1948. Некоторые усовершенствования метода количественного определения активности ростовых веществ. «ДАН СССР», т. 59, 9, стр. 1651.
- Бояркин А. Н., Дмитриева М. 1959. Биологическая проба на гиббереллины. «Физиология растений», т. 6, в. 6, стр. 748—750.
- Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Маршавина З. В. 1960. Влияние метаболитов некоторых почвенных микроорганизмов на рост и развитие растений. «ДАН АрмССР», т. XXXI, 2, стр. 117—121.
- Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Аветисян Н. А. 1962. Сб.: Вопросы микробиологии, в. II (XII), I. О влиянии некоторых почвенных бактерий на ассимиляцию азота.
- Разишнина Е. А. 1938. Образование бактериями ростовых веществ группы ауксина. «ДАН СССР», т. XVIII, 6, стр. 253—256.
- Турецкая Р. Х. 1948. Прием ускоренного размножения растений путем черенкования. Изд. АН СССР.
- Чайлахян М. Х. 1958. Влияние гиббереллинов на рост и развитие растений. «Бот. журн.», т. 43, 7, стр. 927.
- Brian P. W., Hemming H. G. 1957. A Relation between the Effects of Gibberellic Acid and Indolylacetic Acid on Plant Cell Extension. *Nature*, v. 179, 4556.
- Brian P. W. 1959. Morphogenetic effect, of the gibberellins. *The Linn. Soc. of Lond.*, v. 56, 366, 237—248.
- Mkcomb A. L., Carr D. I. 1958. Evidence from a Dwarf Pea Bioassay for Naturally Occuring Gibberel in the Growing Plant. *Nature*, 181, 1548—1549.
- West Phinney. 1956. Properties of Gibberellin-like factors from extracts of higher plants. *Plant. Physiol. (suppl)*, 31, XX.