

Р. М. Галачьян

Природа метаболитов возбудителей опухолей растений—стимуляторов корнеобразования

Возбудители бактериальных болезней, вызывающие опухоли, наросты и новообразования на растениях, довольно распространены в природе и наносят значительный ущерб сельскому хозяйству.

Особенно вредоносным является *Pseudomonas tumefaciens*, поражающий большое число растений из более чем двух десятков семейств. В подавляющем большинстве случаев он поражает корневую систему семячковых и косточковых плодовых культур, образуя на них наросты (зобоватость), в результате чего особенно страдают саженцы и сеянцы (Smith, 1920; Горленко и др., 1954).

В Армянской ССР это заболевание распространено в Иджеванском, Мартунинском, Басаргечарском, Ноемберянском районах на яблонях, грушах, миндалях и других породах.

Туберкулез свеклы вызывается *Xanthomonas beticola* и проявляется в виде наростов на корнеплодах (Смирнов, 1930; Галачьян, 1957). Это тоже опасное и вредоносное заболевание. Возбудитель *Coquimbobacterium fascians* поражает землянику в виде новообразований, похожих на цветную капусту. Это сравнительно редкое заболевание, обнаруженное у нас в Советском Союзе в Латвийской ССР и других местностях (Коктыня, 1959; Коктыня, Винкальне, 1960; Винкальне, 1960).

Способность возбудителей образовывать опухоли у растений, по-видимому, связана с наличием физиологически активных веществ, в частности β -индолилуксусной кислоты.

Об этом в литературе имеются указания. Еще в 1936 г. Браун и Гарднер (Brown and Gardner, 1936, 1937) и др. указывали на то, что *Bact. tumefaciens* синтезирует β -индолилуксусную кислоту. Позднее образование ростовых веществ

группы ауксинов и витаминов бактериями было отмечено в исследованиях ряда ученых (Детинова, 1937; Разнищина, 1937; Израильский, 1947).

Лаборатория микробных стимуляторов Института микробиологии АН АрмССР поставила себе целью изучение природы метаболитов возбудителей бактериальных болезней, вызывающих опухоли на растениях, для выявления в них ростовых веществ, стимулирующих рост растений*.

Предметом исследования были возбудители корневого рака плодовых культур—*Pseud. tumefaciens*, туберкулеза свеклы—*Xanth. beticola* и возбудители наростов на землянике *Cornebact. fascians*. Способность чистых культур возбудителей опухолей синтезировать ростовые вещества предварительно проверялась биологическим методом, основанным на учете ростовой реакции растений. Синтез ауксиноподобных веществ возбудителями болезни определялся в лабораторных условиях по методу Бояркина (Бояркин, 1947, 1948) на coleoptiliaх пшеницы.

Эти работы, а также исследования, касающиеся некоторых методических вопросов, как-то подбор питательных сред, возраст культур для максимального выхода ростовых веществ, нами были частично опубликованы (Галачян, 1962, 1963, 1965).

Для определения наличия ростовых веществ в метаболитах возбудителей опухолей культура обычно выращивалась на бобовом экстракте с 2% глюкозы с добавлением аминокислот—триптофана в одном случае и аспарагина—в другом в количестве—0,01%. Экстракт культуральной жидкости нами использовался в 10-дневном возрасте. Было установлено, что при большом содержании в экстрактах β -индолилуксусной кислоты он действовал угнетающе на рост coleoptiliaх пшеницы. Исходя из этого, биопробы на наличие ауксинов в культуральных жидкостях ставились в разведении 1:2 и 1:10.

Проведенные в этом направлении работы показали, что культуры возбудителей опухолей довольно активно синтезируют ауксиноподобные вещества. В качестве примера приво-

* В настоящей работе принимала участие мл. научн. сотр. А. Давтян.

дятся (табл. 1) данные прироста coleoptiles пшеницы под влиянием метаболитов возбудителей *Pseud. tumefaciens*, *Xanth. beticola* и *Corynebact. fascians*, выращенных на бобовых экстрактах с наличием триптофана и аспарагина,—0,01%.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что возбудители опухолей синтезируют ауксиноподобные вещества, которые сильно стимулируют рост coleoptiles пшеницы.

В культуральных жидкостях наблюдается прирост coleoptiles, значительно превосходящий результаты контроля, состоящего из раствора β -индолил-3-уксусной кислоты. Лучший прирост coleoptiles отмечается также в среде с наличием 0,01% триптофана.

Таблица 1

Увеличение роста coleoptiles пшеницы под влиянием метаболитов возбудителей опухолей

Варианты опытов		Длина coleoptiles в мм с наличием в среде 0,01% аспарагина и триптофана							
		Аспарагин				Триптофан			
		разведение				экстрактов			
		1:2	% к контролю	1:10	% к контролю	1:12	% к контролю	1:10	% к контролю
Pseud. tumefaciens	171	126	206,5	138	226,2	156	243,7	165	257,8
	196	125	204,9	138	226,2	127	198,4	148	231,2
Xanth. beticola	157	126	206,5	142	232,7	139	217,3	150	234,2
	143	152	249,1	140	229,5	135	210,9	155	242,1
Coryneb. fascias	1	110	180,2	120	196,7	120	187,5	142	221,8
	2	100	163,9	115	188,5	110	171,8	143	223,3
Среда		90	147,5	100		95	148,0	100	
β-индолилуксусная кислота		114	186,8			115	179,5		
Вода		61	100			64	100		

В литературе имеются указания о том, что при наличии в среде триптофана некоторые микроорганизмы усиленно синтезируют β -индолилуксусную кислоту. Так, рядом исследователей (Link, Wilcox, Eggers, 1938; Crady and Wolf, 1959; Every and Berger, 1943 и др.) установлено образование индолилуксусной кислоты при наличии в среде триптофана культурами *Erwinia amylovora*, *Phytophthora rhizogenes*, *Taphrina deformans*.

тапы и др. Это явление подтвердилось исследованиями Дракиной в отношении тафриновых грибов. Ею же было показано, что индолил-3-ацетонитрил является промежуточным продуктом превращения триптофана в β -индолил-3-уксусную кислоту (Дракина, 1965, 1966).

Таким образом, путем постановки биоопытов в лаборатории нами отбирались наиболее активные штаммы культур, из которых затем для дальнейших опытов получались первичные продукты-сырцы. Убедившись в том, что возбудители опухолей довольно активно продуцируют ауксиноподобные вещества, нами совместно с Институтом виноградарства, виноделия и плодоводства Министерства сельского хозяйства АрмССР и Институтом физиологии им. Тимирязева АН СССР была проведена работа по укоренению черенков винограда под воздействием сырцов—возбудителей опухолей (Чайлахян, Галацьян, Саркисова, 1963, 1964).

Исследования проводились по выявлению природы ростовых веществ, продуцируемых возбудителями опухолей, методом бумажной распределительной хроматографии.

Ауксиноподобные вещества определялись по методу, разработанному в лаборатории роста и развития растений Института физиологии растений им. Тимирязева АН СССР, Кефели и Турецкой (1963) для определения свободных ауксинов и ингибиторов в растительном материале.

С этой целью десятидневная культура возбудителей опухолей, выращенная на бобовом экстракте с наличием 2% глюкозы и D,l-триптофана 0,1 г/л экстрагировалась серным эфиром, слегка подкисленным 2% раствором HCl. При первой экстракции, проводимой в делительной воронке, объем эфира соответствовал объему культуральной жидкости, при повторной экстракции эфир брался в половинном объеме. Эфирный экстракт собирался в фарфоровую чашку и подвергался выпариванию током холодного воздуха. После испарения эфира полученный осадок растворялся в спирте с таким расчетом, чтобы 1 мл спиртного раствора соответствовал 8 мл культуральной жидкости. Спиртовый экстракт культуральной жидкости наносился полоской на хроматографическую бумагу и разгонялся восходящим током в кислой смеси растворителей

Н-бутанол—ледяная уксусная кислота—вода, в пропорции 40:12:28. Хроматограмма ставилась в растворитель с целью освобождения от посторонних спутников, которые при разгонке оставляли длинные хвосты на хроматографической бумаге. Затем хроматограмма просматривалась в ультрафиолетовом свете и на ней отмечались светящиеся участки. Пятна вырезались, экстрагировались 96° спиртом в темноте в течение 24 часов при комнатной температуре. Полученный спиртовый экстракт фильтровался и наносился на хроматографическую бумагу для повторной разгонки. Экстракт наносился в трех точках, по 200 γ в каждую, с двумя метчиками 0,1% раствора β -индолил-3-уксусной кислоты и индолил-3-ацетонитрила. Хроматограммы разгонялись нисходящим током в щелочной системе растворителей: изопропиловый спирт—аммиак—вода, в пропорции 10:1:1 и в воде. После снятия и просушки хроматограммы рассматривались УФ светом, затем часть хроматографической бумаги, предназначенная для химической обработки, опрыскивалась реактивом Сальковского, а другая использовалась на постановку опытов с биотестами на колеоптилях пшеницы. Иногда хроматограммы обрабатывались реактивом Сальковского в модификации Гордона и Вебера (Полевой, 1959). На обработанных реактивом Сальковского и проявленных при температуре 60°C в течение 5 минут хроматограммах при освещении их УФ светом отчетливо вырисовывались два пятна, иногда и более. Одно из них было идентифицировано как β -индолил-3-уксусная кислота, дающая фиолетовое свечение в ультрафиолетовом свете и локализованное возле метчика ИУК. Второе пятно светилось в ультрафиолетовом свете голубым светом и было идентифицировано как индол-3-ацетонитрил. Оно находилось недалеко от метчика ИАН.

Обычно в щелочной системе растворителей метчик ИУК располагался ближе к старту, во втором сегменте, где $R_f=0,22-0,24$. ИАН располагался ближе к фронту в шестом сегменте, где $R_f=0,77-0,80$. Примерно в пределах этих цифр и сегментов локализуются пятна наших исследуемых культуральных жидкостей, светящиеся в ультрафиолетовом свете фиолетовым и голубым светом.

В случае постановки опытов, когда в качестве растворителя бралась вода, места расположения метчиков менялись. Метчик ИУК спускался ближе к фронту в шестой сегмент, а ИАН—к старту во второй. Иногда на хроматограммах наблюдались промежуточные рыжевато-бурые пятна, которые нами не идентифицированы. По-видимому, это спутники, неполностью извлеченные при первой разгонке хроматограмм из экстрактов культуральных жидкостей. Возможно, это другие ростовые вещества некоторых индольных соединений.

Хроматограмма, предназначенная для биологических тестов, обычно разрезалась вдоль по отдельным номерам эк-

Таблица 2

Активность элюатов сегментов хроматограмм ИУК и ИАН в биопробах на колеоптиалях пшеницы при щелочном растворителе

RI	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю
0.07	<i>Ps. tumefaciens</i> 196	1	139	179.1	<i>Xanth. beticola</i> 143	1	139	198.5	<i>Coryn. fascians</i> 1	1	164	227.7
0.22		2	151	209.7		2	142	202.8		2	207	287.5
0.35		3	119	165.2		3	117	167.1		3	126	168.6
0.50		4	124	172.2		4	134	191.4		4	135	173.6
0.65		5	107	148.6		5	106	151.4		5	147	204.1
0.77		6	147	204.1		6	136	194.2		6	192	226.6
0.92		7	112	155.5		7	194	177.1		7	164	227.7
	ИУК ИАН Вода Бумага		105	145.8	ИУК ИАН Вода Бумага		115	164.2	ИУК ИАН Вода Бумага		120	166.6
			140	194.4			130	192.8			130	180.5
			78	108.3			80	114.2			85	118.0
			72	100			70	100			72	100
0.07	<i>Ps. tumefaciens</i> 171	1	145	181.2	<i>Xanth. beticola</i> 157	1	127	181.4	<i>Coryn. fascians</i> 2	1	114	142.5
0.22		2	151	188.7		2	109	155.7		2	149	186.2
0.35		3	107	133.7		3	101	144.2		3	106	132.5
0.50		4	103	128.8		4	137	195.7		4	105	131.2
0.65		5	113	141.2		5	102	145.7		5	130	162.5
0.77		6	140	175.0		6	142	202.8		6	120	150.0
0.92		7	120	150.0		7	93	132.8		7	103	128.7
	ИУК ИАН Вода Бумага		118	147.5	ИУК ИАН Вода Бумага		105	150.0	ИУК ИАН Вода Бумага		108	135.0
			140	175.0			132	188.5			138	172.5
			86	107.5			79	112.8			90	112.5
			80	100			70	100			80	100

стракта и на 7 поперечных сегментов, из которых готовились элюаты на 2% сахарозе в специальных лодочках. Иглы с на-
низанными на них по 10 штук колеоптилями пшеницы вклады-
вались в лодочки с элюатами сегментов хроматограмм. Ло-
дочки с отрезками колеоптилей складывались в большие кю-
веты—влажные камеры—и помещались в термостат в темноте
при температуре 26°C. Через 24 часа производился учет при-
роста колеоптилей под действием элюатов сегментов хрома-
тограмм миллиметровой линейкой.

Таблица
Активность элюатов сегментов хроматограмм ИУК и ИАН в биотестах
на колеоптилях пшеницы при растворителе воде

Rf	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю	Культура	Сегменты	Длина колеопти- лей, мм	Рост в % к контролю
0.07	Ps. tumefaciens 196	1	115	143,7	Xanth. beticola 143	1	114	162,8	Coryneb. fascians 1	1	117	153,9
0.22		2	145	181,2		2	107	152,8		2	170	223,6
0.35		3	111	138,7		3	223	318,5		3	132	173,6
0.50		4	102	127,5		4	103	147,1		4	110	144,7
0.65		5	108	135,0		5	99	141,4		5	167	219,7
0.77		6	160	200,0		6	125	178,5		6	110	144,7
0.92		7	95	118,7		7	126	180,0		7	93	122,3
	Ps. tumefaciens 196	ИУК	117	146,2	Xanth. beticola 143	ИУК	115	164,2	Coryneb. fascians 1	ИУК	135	177,6
		ИАН	120	150,0		ИАН	116	165,7		ИАН	140	184,2
		Вода	85	106,2		Вода	85	121,4		Вода	100	131,5
		Бумага	80	100		Бумага	70	100		Бумага	76	100
0.07	Ps. tumefaciens 171	1	121	172,8	Xanth. beticola 157	1	100	138,8	Coryneb. fascians 2	1	104	148,5
0.22		2	107	152,8		2	102	141,6		2	100	142,8
0.35		3	116	165,7		3	113	156,9		3	138	197,1
0.50		4	105	150,0		4	110	152,7		4	109	155,7
0.65		5	102	145,7		5	104	144,4		5	101	144,2
0.77		6	96	137,1		6	127	176,3		6	127	181,4
0.92		7	105	150,0		7	91,6	127,2		7	100	142,8
	Ps. tumefaciens 171	ИУК	105	150,0	Xanth. beticola 157	ИУК	105	145,8	Coryneb. fascians 2	ИУК	110	157,1
		ИАН	118	168,5		ИАН	116	165,7		ИАН	115	164,2
		Вода	81	115,7		Вода	78	108,3		Вода	90	128,5
		Бумага	70	100		Бумага	70	100		Бумага	70	100

Приrost опытных колеоптилей вычислялся по отношению к приrostу колеоптилей в лодочке, содержащей 2%-ный раствор сахарозы, с кусочком чистой хроматографической бумаги. Приrost контроля принимался за 100%.

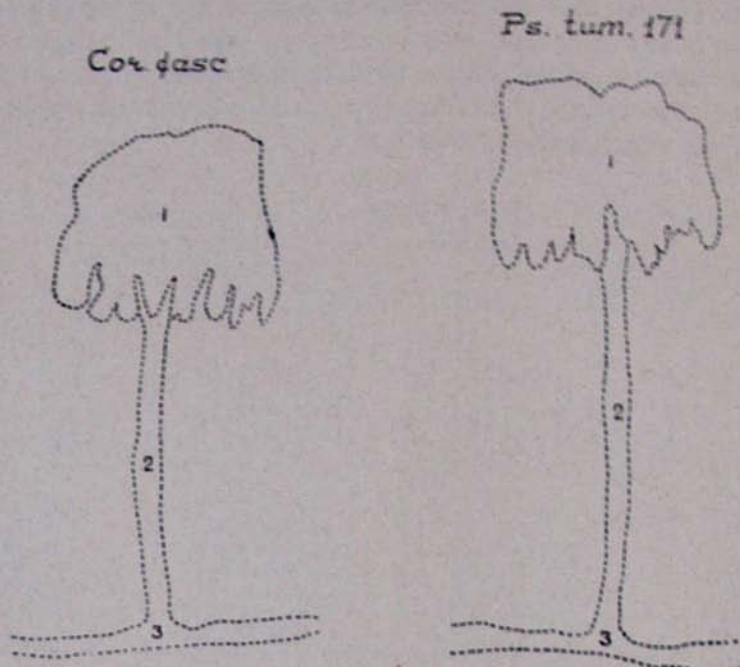


Рис. 1. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости возбудителя *Corynebacterium fascians* 1 (кислая система растворителей). Очерченные контуры в виде гриба, светящиеся в ультрафиолетовом свете. Рис. 2. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости возбудителя *Pseudomonas tumefaciens* 171 (кислая система растворителей). Очерченные контуры в виде гриба, светящиеся в ультрафиолетовом свете.

- 1—шапка гриба—ярко-голубым светом
- 2—стебель гриба—фиолетовым светом
- 3—основание—рыжевато-бурое пятно

- 1—шапка гриба—ярко-голубым светом
- 2—стебель гриба—фиолетовым светом
- 3—основание—рыжевато-бурое пятно

Результаты опытов по постановке биопроб элюатов сегментов хроматограмм экстрактов культуральных жидкостей *Pseud. tumefaciens*, *Xanth. beticola* и *Corynebact. fascians* и

Соч. фасc. щел.

ЭКСТР ИУК ИАН

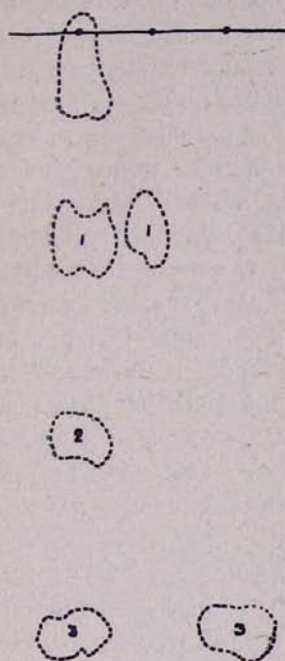


Рис. 3. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости возбудителя *Corynebacterium fascians* 1 и метчиков (щелочная система растворителей). Очерченные пятна светятся в ультрафиолетовом свете:

- 1—фиолетовым светом (ИУК)
- 2—промежуточное бурое пятно
- 3—голубым светом (ИАН)

метчиков ИУК и ИАН, разогнанных методом бумажной хроматографии в системе щелочных растворителей и в воде, приводятся в табл. 2 и 3.

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о том, что в опытах на биопробах зарегистрировано усиление роста колеоптилей, выращенных на элюатах преимущественно вторых и шестых сегментов хроматограмм, где локализуются

Соч. фасc. вода

ЭКСТР ИУК ИАН

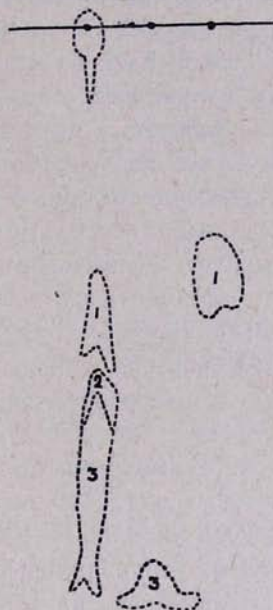


Рис. 4. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости возбудителя *Corynebacterium fascians* 1 и метчиков (разогнанная в воде). Очерченные пятна светятся в ультрафиолетовом свете:

- 1—ярко-голубым светом (ИАН)
- 2—промежуточное бурое пятно
- 3—фиолетовым светом (ИУК)

индолилтриуксусная кислота и индолилтриацетонитрил. Как правило, данные этих сегментов значительно превосходят контрольные показатели. Иногда, в случае обнаружения больших пятен, наблюдается некоторое смещение в соседние сегменты—третий и седьмой. Наблюдается также усиление роста колеоптилей на элюатах первого сегмента. Те же результаты получились (табл. 3), когда при разгонке экстрактов культуральных жидкостей методом бумажной хроматографии в качестве растворителя бралась вода. Здесь получилось перемещение метчиков ИУК и ИАН. Наблюдалось усиление роста колеоптилей, выращенных на элюатах вторых и шестых сегментов. Хроматограммы экстрактов культуральных жидкостей возбудителей *Coryneb. fascians* и *Ps. tumefaciens* 171, разогнанных в кислой системе растворителей: Н-бутанол—ледяная уксусная кислота—вода в пропорции 40:12:28, при первой разгонке обработанная реактивом Сальковского и проявленная при температуре 60°C в течение 5 мин. показаны на рис. 1 и 2. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости *Coryneb. fascians* и метчиков β -индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и индолил-3-ацетонитрила в щелочной системе растворителей: изопропиловый спирт—аммиак—вода, в пропорции 10:1:1 приведена на рис. 3. Хроматограмма экстракта культуральной жидкости возбудителя *Coryneb. fascians* и метчиков ИУК и ИАН, разогнанная в воде, приведена на рис. 4.

Выводы

1. Путем хроматографического разделения эфирных экстрактов культуральных жидкостей возбудителей опухолей *Pseud. tumefaciens*, *Xanth. beticola* и *Corynebact. fascians* и постановки биопроб по проверке активности элюатов сегментов хроматограмм установлено наличие в них β -индол-3-уксусной кислоты (ИУК) и индол-3-ацетонитрила (ИАН).

2. При химической идентификации хроматограмм эфирных экстрактов культуральных жидкостей возбудителей опухолей *Pseud. tumefaciens*, *Xanth. beticola* и *Corynebact. fascians* с последующим проявлением их реактивом Сальковского и просмотром в УФ свете, обнаружены фиолетовые пятна,

сответствующие при щелочном растворителе (изопропиловый спирт—аммиак—вода—10:1:1) β -индол-3-уксусной кислоте и голубые—индол-3-ацетонитрилу.

3. При химической идентификации хроматограмм эфирных экстрактов культуральных жидкостей возбудителей опухолей *Pseud. tumefaciens*, *Xanth. beticola* и *Corynebact. fascians* с последующим проявлением их реактивом Сальковского и просмотром в УФ свете, кроме β -индол-3-уксусной кислоты и индол-3-ацетонитрила, обнаружены, другие не идентифицированные пятна, по-видимому, производные индола.

Ռ. Մ. ՂԱԱԶՅԱՆ

ԳՈՒՅՍԵՐԻ ՄՈՏ ՈՒՌՈՒՅՔ ԱՌԱՋԱՅՆՈՂ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ
ՄԵՏԱԲՈՒՏՆԵՐԻ ՈՐՊԵՍ ԱՐՄԱՏԱԿԱԼՄԱՆ ԽԹԱՆԻԶՆԵՐԻ
ԲՆՈՒՅԹԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայկական ՍՍՀ Գիտությունների ակադեմիայի Միկրոբիո-
լոգիայի ինստիտուտի խթանիչ միկրոօրգանիզմների լաբորատո-
րիայում թղթյա բրոմատոգրաֆիկ մեթոդով ուսումնասիրվել են
պտղատու բույսերի արմատային քաղցկեղի՝ *Pseudomonas*
tumefaciens-ի ու ճակնդեղի տուբերկուլյոզի՝ *Xanth. beticola*
ախտային և մորու *Corynebact. fascians* նորագոյացումների հա-
րուցիչների մետաբոլիտները: Այդ բակտերիաների կոլտուրալ հե-
ղուկները մշակվել են ծծմբային էֆիրով, որից ստացված նստ-
վածքը սառը օդի միջոցով գոլորշիանալուց հետո լուծվել է սպիր-
տի մեջ և ապա կաթնեղվել բրոմատոգրաֆիայի թղթի վրա: Վեր-
ջինս ընկղմվել է սկզբում թթվային և ապա հիմնային լուծիչների
մեջ: Բրոմատոգրաֆիան որոշվել է քիմիական և կենսաբանական
մեթոդներով: Կատարված փորձերից պարզվել է, որ *Pseud.*
tumefaciens, *Xanth. beticola*, *Coryneb. fascians* մետաբոլիտ-
ները արտադրում են ինդոլեռեացախաթթու և ինդոլեռացետա-
նիտրիլ: Բրոմատոգրամայի քիմիական որոշման ժամանակ, որը
կատարվել է Սալկովսկու լուծույթի մշակմամբ և ուլտրամանու-
շակագույն ճառագայթների տակ ստուգելով, հայտնաբերվել են
մանուշակագույն բծեր, որոնք ապացույց են (հիմնային միջա-

վայրում (Ֆ-ինդոլ և քաջախաթթվի առկայությանը, իսկ ևրկնա-
զույն բծերը՝ ինդոլնաացետատ նիտրիլի: Բացի դրանցից, բրումա-
տոգրաֆիայի վրա նկատվել են նաև այլ բնածորույթուններ, որոնց
բնույթը դեռ չի որոշված: Համեմատաբար դրանք ինդոլի ածանցյալ-
ներն են:

R. M. Ghalachian

Metabolites of microorganisms producing plant tumours as root promoting substances

Summary

Our investigations have shown that the metabolites of *Ps. tumefaciens*, *X. beticola*, *Coryn. facians* produce indolil acetic acid and indolil acetate nitril. A chromatogrammic chemical determination, that has been effected by a treatment with Salkovsky's solution and under uv, revealed violet spots that point to the presence of B-indolil acetic acid whereas the sky-blue spots are indicative of nitrile. In addition, other spots have also been detected on the chromatography the nature of which is as yet unidentified. They must be the derivatives of indole.

ЛИТЕРАТУРА

- Бояркин А. Н. 1947. Новый метод количественного определения активности ростовых веществ. ДАН СССР, 57, 2, 197.
Бояркин А. Н. 1948. Некоторые усовершенствования метода количественного определения активности ростовых веществ. ДАН СССР, 59, 9, 1651.
Винкальне М. 1960. Изучение *Corynebacterium fascians* (Till) в Латвийской ССР. Сб. докл. научн. конференц. по защите раст. Таллин-Саку, 4—7 августа, стр. 33.
Галачян Р. М. 1957. Туберкулез свеклы в Армении. Микроб. сб. АН АрмССР, III (IX), 139.
Галачян Р. М. 1962. Метаболиты бактерий, вызывающих опухоли, как стимуляторы роста растений «Изв. АН АрмССР» (биол. науки), XV, I, 15.
Галачян Р. М. 1963. Влияние некоторых аминокислот и возраста культур на синтез ростовых веществ возбудителями опухолей «Изв. АН АрмССР» (биол. науки), XVI, 5, 37.

- Галачян Р. М. 1965. Влияние метаболитов возбудителей опухолей на рост и развитие высших растений. «Изв. АН АрмССР» (биол. науки), XVIII, 2, II.
- Горленко М. В., Воронкевич И. В. и Успенская Г. Д. 1954. К биологии *Pseudomonas tumefaciens* возбудителя корневого рака растений. «Микробиология», XXIII, 3, 322.
- Детинова Л. В. 1937. Синтез витамина В бактериями. II сообщение. Биол. испыт. бактерий на витамин В. «Успехи зоотехн. наук», III, 2, 175.
- Дракина Т. И. 1965. Стимуляторы роста растений, образуемые тафриновыми грибами. «Микробиология», XXXIV, 4, 702—706.
- Дракина Т. И. 1965. Образование β -индолил-3-уксусной кислоты некоторыми тафриновыми грибами. «Вестн. москов. ун-та», VI, 6, 16.
- Израильский В. П. 1947. Ростовые вещества и их значение для развития бактериальных опухолей растений, а также для фитопатогенных бактерий и грибов. «Успехи соврем. биологии», XXIII, I, 109.
- Кактыня Д. З. 1959. Земляничная нематода в Латвийской ССР. Информ. бюллетень Латв. НИИ земледелия, 3, 22.
- Кактыня Д. З., Винкельне М. 1960. Исследования о фитопатогенной бактерии (*Corynebacterium fascians* Tilf). Информ. бюллетень, Латв. НИИ земледелия, 5.
- Кефели В. И., Турецкая Р. Х. 1963. К методу определения ауксинов и ингибиторов в тканях древесных растений. «Физиол. растений», 10, 3, 193.
- Полевой В. В. 1959. О химических методах определения ауксинов группы β -индолилуксусной кислоты. Ростовые вещества и их роль в процессах роста и развития растений. Л., 97.
- Разницына Е. А. 1938. Образование бактериями ростовых веществ группы ауксина. ДАН СССР, XVIII, 6, 253.
- Чайлахян М. Х., Галачян Р. М., Саркисова М. М. 1962. Влияние выделений бактериальных опухолей на корнеобразование черенков винограда. ДАН СССР, 146, 5, 1217.
- Чайлахян М. Х., Галачян Р. М., Саркисова М. М. 1964. Влияние метаболитов растительных опухолей на укоренение черенков виноградной лозы. «Изв. АН АрмССР» (биол. науки), XVII, 8, 15.
- Avery G. S. and Berger Y. 1943. Tryptophan and phytohormone precursors Science, 98, 513.
- Avery G. S. and Shalucha B. 1941. The total extraction of free auxin and auxin precursor from plant tissue. Amer. Jour. Bot., 28, 598.
- Avery G. S. and White R. O. 1945. Rapid total extraction of auxin from green plant tissue. Amer. Jour. Bot., 32, 188.
- Brown N. and Gardner F. E. 1937. Indoleacetic acid galls of secondary type. Phytopathology, 27, 11, 1110.

- Brown N. and Gardner F. E. 1936. Galls produced by plant hormones, including a hormone extracted from *Bacterium tumefaciens*. *Phytopathology*, 26, 708.
- Crady E. E. and Wolf F. T. 1959. The production of indole acetic acid by *Taphrina deformans* and *Dibotryon morbosum*. *Physiologia plantarum*, 12, 3, 526.
- Zink G. K., Wilcox H. W., Eggers V. 1938. Growth tests with extracts of *Erwinia amylovora*, *Phytomonas thizogenes*, *Taphrina cerasi*, *T. deformans* and *Ustilago zea*. *Phytopathology*, 28, 15.
- Overbeek Y. Van. A. 1938. A simplified method for auxin extraction. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 24, 42.
- Thimann K. V. and Skoog F. 1940. The extraction of auxin from plant tissues. *Amer. Jour. Bot.*, 27, 951.
- Smith E. F. 1920. An introduction to bacterial diseases of plants. *Phylodelphia and London*, 413.