

Член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ

МИКРОБЫ-АНТАГОНИСТЫ И АНТИБИОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КАК ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ИНФЕКЦИЯМ

Иммунитет, или невосприимчивость к инфекциям, у растений определяется сложными и разнообразными внутренними и внешними факторами. Одним из внутренних факторов является бактерицидность растительного сока. Давно было замечено, что сок растений обладает способностью подавлять развитие бактерий и грибов. Многие исследователи пытались объяснить бактерицидность сока действием различных органических соединений. Одни приписывали это действие летучим веществам — эфирным маслам и смолам, фенольным соединениям, другие — антоцианам, органическим кислотам (Камес), ферментам, дубильным веществам и пр.

Устойчивость растительного сока пытались объяснить наличием в нем элементов минерального питания — калия, меди, кадмия и др. Отдельные авторы усматривали причину бактерицидности в осмотическом давлении сока, а некоторые склонны объяснять ее действием фагов, которые якобы заполняют ткани растений.

Все эти взгляды не в состоянии объяснить явлений иммунитета у растений, не всегда подтверждаются фактическим материалом, а нередко и противоречивы. Такая неопределенность приводит некоторых исследователей к признанию у растений какого-то особого «фактора резистентности» (5).

Мы полагаем, что иммунитет у растений обусловлен различными факторами — физическими, химическими и биологическими. Среди последних, по нашему мнению, наиболее важным является микробное население почвы, особенно антагонисты, образующие антибиотические вещества.

Как показывают исследования, в почве находится большое количество микробов-антагонистов: бактерий, актиномицетов и грибов. Эти антагонисты в изобилии развиваются в ризосфере — вокруг корней и на корнях.

В предыдущем сообщении (4) мы показали, что антагонисты образуют антибиотические вещества не только на искусственных питательных средах, но и в почве, в субстрате естественного обитания. Антибиотические вещества накапливаются в почве в заметных количествах, если для этого имеются благоприятные условия. Будучи адсорбированными почвенными частицами, они остаются в активном состоянии более или менее длительное время.

Установлено, что антибиотики усваиваются растениями из субстратов. Такие препараты, как пенициллин, глобиспорин, стрептомицин, тетрацилин и др., сравнительно быстро поступают в корни и в надземные части растений. Распределяясь там в тканях, они подавляют микробов, внедрившихся извне (1).

Путем искусственного введения антибиотиков внутрь растений можно подавить бактериальные и грибные инфекции. Антибиотики, следовательно, можно использовать как лечебные препараты в растениеводстве (2, 3).

Опыт показывает, что антибиотические вещества поступают в растения не только из искусственных субстратов, но и из почвы. Внесенные в почву

антибиотики сравнительно быстро обнаруживаются в тканях растений — в корнях, стеблях и листьях. Но если искусственно введенные антибиотики поступают в растения, то надо полагать, что последние усваивают также и те антибиотики, которые образуются непосредственно в почве, особенно в зоне корней.

Мы вносили биомидин, глобиспорин и тетраамицин в подзолистую почву, стерильную и нестерильную, в количествах 500—800 ед/г, высевали в нее семена растений гороха, пшеницы, хлопчатника и др. Через определенные промежутки времени у выросших растений определялось наличие антибиотиков. Результаты были положительные: все растения усваивали антибиотики как из стерильной, так и нестерильной почвы. В табл. 1 приведены данные опыта с горохом в нестерильной почве.

Таблица 1

Усвоение антибиотиков из нестерильной почвы проростками гороха

(число единиц в 1 г ткани)

Антибиотики	На 10-е сутки роста		На 25-е сутки роста	
	корни	листья	корни	листья
Глобиспорин . . .	50	20	20	3
Биомидин . . .	30	10	10	+
Тетраамицин . . .	30	6	5	0
Контрольные растения . . .	0	0	0	0

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3 знак + означает наличие антибиотиков, определяемое только качественной пробой.

Из стерильной почвы антибиотики всасываются растениями в большем количестве, чем из нестерильной почвы. Антибиотики поступают в растения до тех пор, пока они имеются в почве. На 25-е сутки роста горох в нашем опыте еще содержал антибиотики, в то время как почва их не имела. Со временем же антибиотики в растениях исчезают. Если в почву повторно вносить антибиотики, то, поступая непрерывно в ткани растений, они будут находиться там в достаточно высоких концентрациях. Чем больше антибиотиков в почве, тем выше их концентрация в растениях. Мы в отдельных случаях обнаруживали до 300 ед. в 1 г ткани корней и 200 ед/г в стеблях и листьях.

Таблица 2

Усвоение растениями нативных антибиотиков из почвы (число единиц в 1 г ткани)

Антибиотич. вещества	Горох		Пшеница	
	корни	листья	корни	листья
№ 290 . . .	10	5	26	10
№ 287 . . .	12	3	12	6
Шт. Б . . .	10	+	10	3

Таблица 3

Поступление в растения антибиотических веществ, образуемых в почве

(число единиц в 1 г ткани)

Антибиотич. вещества	Горох		Пшеница	
	корни	листья	корни	листья
№ 290 . . .	5	+	4	+
№ 287 . . .	4	+	10	2
Шт. Б . . .	2	+	4	+

По нашим наблюдениям, растения хорошо всасывают и нативные антибиотики, т. е. неочищенные активные вещества, получаемые в виде культуральной жидкости при выращивании антагонистов. Если в почву внести такие вещества, то через некоторое время можно обнаружить их в соке растений в большем или меньшем количестве (см. табл. 2).

В последней серии опытов мы выращивали растения в почве в вегетационных стеклянных сосудах, где перед этим были высеяны актиномицеты-антагонисты (№№ 290, 287, шт. Б). Эти антагонисты при наличии органики вырабатывают антибиотические вещества в почве в заметных

количествах, иногда до 100 ед/г и более. Анализ показал, что и эти антибиотики всасываются корнями и поступают во все ткани — листья, стебли и корни, хотя и в меньших количествах, чем при внесении готовых препаратов (см. табл. 3).

На представленной фотографии (рис. 1) ясно выражены зоны отсутствия роста тест-микроба вокруг комочков ткани гороха, выросшего в условиях данного опыта. У контрольных растений ткани не дают зоны подавления роста микробов.

Как видно из приведенных данных, антибиотические вещества, образуемые микробами в почве, поступают в растения и придают им ясно выраженные антибактериальные свойства. В почвах, где обильно развиваются микробы-антагонисты, будь то актиномицеты, грибы или бактерии, образуются и накапливаются антибиотики в большем или меньшем количестве. Поступая в растения вместе с другими продуктами жизнедеятельности антагонистов, они усиливают иммуннобиологические свойства их.

Влияние микроорганизмов на устойчивость растений к инфекциям нами (2) было показано ранее при анализах сока растений, произрастающих в разных условиях. Сок здоровых растений обладает антибактериальными свойствами, но выявляются эти свойства у многих видов очень слабо. Чтобы установить их, приходится применять более чувствительные методы анализа. Мы применяли следующий метод: пастеровской пипеткой набирали сок растения, вносили в него клетки тест-микроба и затем отмечали длительность их выживания. Чем быстрее погибали бактерии, тем более бактерициден сок.

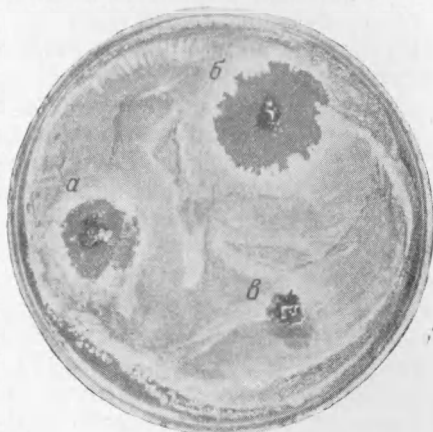


Рис. 1. Антибиотики в тканях гороха, выращенного в почве, где обильно развивались микробы-антагонисты. а — листья, б — корни, в — корни контрольных растений

Таблица 4

Антибактериальные свойства сока растений при разных условиях их роста

(время выживаемости тест-микроба в днях)

Условия опыта	Число актином. антагон. в почве тыс./г	Выживаемость бактерий в соке			
		горох	кукуруза	пшеница	хлопчатник
Опыт в теплице Почва — подзол					
Унавоженная	1800	20	10	10	1
Неунавоженная	20	40	+	+	4
Опыт в поле					
Унавоженное	1950	3	5	2	3 (час.)
Неунавоженное	30	10	12	6	30 (час.)

Примечание. Знаком + обозначено развитие клеток бактерий в соке.

Аналізу были подвергнуты разные растения — пшеница, кукуруза, горох, хлопчатник, выросшие на разных почвах, удобренных и удобрен-

ных, в условиях открытого грунта и в тепличках. Полученные данные приведены в табл. 4. Они показывают, что бактерицидность сока растений заметно меняется в зависимости от условий. В хорошо гумусированной почве, удобренной навозом, где в изобилии развиваются микробы, в том числе и антагонисты, сок растений был более бактерициден, чем сок растений с неудобренной деланки.

Растения, выросшие в поле в условиях открытого грунта, имеют сок более бактерицидный, чем сок растений, культивируемых в оранжерее. Из табл. 4 видно, что антибактериальные свойства растительного сока находятся в прямой зависимости от состава микрофлоры, от количества антагонистов. На унавоженной почве, содержащей много актиномицетов, и растения имеют сок более активный. Следовательно, микробы-антагонисты оказывают вполне ощутимое влияние на рост растений и на устойчивость их к грибным и бактериальным инфекциям, усиливая их иммунно-биологические свойства.

Поступило
13 XI 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Красильников, ДАН, 79, № 5, 879 (1951). ² Н. А. Красильников, Природа, № 7, 17 (1952); Н. А. Красильников, А. И. Кореняко. Рефер. сборн. н.-иссл. работ Отд. биол. наук АН СССР за 1945 г., стр 146.
³ Н. А. Красильников, Р. О. Мирзабекян, С. А. Аскарлова, ДАН, 79, № 8 (1951). ⁴ Н. А. Красильников, ДАН, 94, № 5 (1954). ⁵ A. Winter, R. Rutker, Arch. f. Mikrobiol., 15, 72 (1950).