

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

А. А. Бабаян, А. Д. Аветисян, В. С. Суджян

**Некоторые физиологические и биохимические
свойства хлопчатника в связи с устойчивостью
к увяданию**

Природа устойчивости сельскохозяйственных культур к паразитным заболеваниям обуславливается целым комплексом свойств.

В частности явление устойчивости хлопчатника к вертициллезному увяданию увязывается со степенью активности ферментов. Так, в работах А. С. Ионесовой [7], А. Д. Аветисяна и А. А. Бабаяна [1] показано, что у устойчивых сортов хлопчатника активность пероксидазы и каталазы выше, чем у восприимчивых. Г. Я. Губанов [3], О. Н. Гранитова [5] указывают, что устойчивые сорта этой культуры отличаются пониженной активностью гидролизующих ферментов. По данным А. С. Ионесовой, устойчивые сорта отличаются высокой фотосинтезирующей способностью листьев. Т. И. Федотова [20] установила специфичность белкового вещества семян глобулина в отношении возбудителя болезни. Аналогичного порядка данные получила Е. А. Ходжаян [21]. Работами А. С. Ионесовой [7], А. С. Летова [11], П. В. Сабуровой [18] отмечено, что устойчивые сорта отличаются высоким осмотическим давлением. По данным О. Н. Гранитовой [5], у проростков относительно устойчивых сортов повышена кислотность клеточного сока. Эти сорта между собой отличаются и по биохимическому составу древесины стеблей. Так, Г. Я. Губанов [3, 4] указывает, что в относительно устойчивых сортах накопление дубильных веществ происходит менее интенсивно, а крахмала образуется больше. Сорта с различной степенью устойчивости отличаются между собой также и по анатомическому строению. Так, в работах К. Г. Клинг [8], Н. Ф. Григорян [2] для относительно устойчивых сортов оказалось характерным плотное строение древесины и, в частности, большая толщина оболочек либриформа.

Однако за последнее время в литературе появились статьи В. А. Рубина с сотрудниками [16, 17], указывающие на следующие закономерности:

1. Между здоровыми растениями устойчивых и восприимчивых к увяданию сортов хлопчатника существенных биохимических отличий не наблюдается, за исключением незначительного повышения содержания дубильных веществ в древесине восприимчивых сортов.

2. Дубильные вещества, особенно растворимые фракции полифенолов, при поражении, относительно больше накапливаются у устойчивых сортов.

3. Активность полифенолоксидазы при заболевании растений устойчивых сортов усиливается, а у восприимчивых — ослабляется.

Что же касается положения авторов об отсутствии сортовых отличий у незараженных растений устойчивых и восприимчивых сортов, то оно не согласуется как с данными, полученными вышеуказанными исследователями, так и с результатами наших работ, приведенными ниже.

Целью наших исследований было выяснение следующих особенностей природы устойчивости сортов хлопчатника к увяданию: значения энергии дыхания и фотосинтеза, роли активности пероксидазы и полифенолоксидазы, сравнительной токсичности полифенолов в отношении возбудителя увядания, роли дубильных веществ.

Ниже приводятся результаты произведенных работ.

Значение энергии фотосинтеза и дыхания

Определение интенсивности фотосинтеза проводилось по методике В. Ф. Купревича [9]. Результаты этих определений, приведенные в таблицах 1 и 2, показывают, что при поражении сортов хлопчатника верти-

Таблица 1

Энергия фотосинтеза листьев здоровых растений хлопчатника (CO_2 в мг на 100 г свежих листьев за 1 час)

Сорта и степень поражаемости	1 9 5 0 г.	
	27. VII	28. VII
0246— сильно поражаемый	3,8	2,3
915— средне поражаемый	4,3	3,7
A06— устойчивый	5,1	4,7
	1 9 5 1 г.	
K611— сильно поражаемый	2,1	2,4
108Ф— слабо поражаемый	10,6	4,7

Таблица 2

Энергия фотосинтеза листьев хлопчатника здоровых и больных растений (CO_2 в мг на 100 г свежих листьев за 1 час)

Дата	Сорта и степень поражаемости	Растения здоровые	Растения больные	
			на вид здоровые листья	больные листья
18. VII—51	0246— сильно поражаемый	1,7	-0,8	1,5
"	915— средне "	2,7	1,4	0,1
19. VII—51	K 611— сильно "	3,7	3,8	-1,
"	108Ф— слабо "	6,6	5,0	2,6

Примечание: минусом обозначено количество CO_2 в тех случаях, когда интенсивность дыхания больше на свету, чем в темноте.

циллиумом фотосинтезирующая способность листьев падает, при этом листья с больных растений по внешним признакам с виду здоровые также отличаются низкой фотосинтезирующей способностью. В случае появления симптомов болезни на листьях, фотосинтезирующая способность крайне ослабляется или теряется, и даже на свету выделение CO_2 происходит интенсивнее, чем в темноте. Здесь не заметны сортовые особенности, а именно, у восприимчивых и устойчивых сортов депрессия в фотосинтезе наблюдается в одинаковой степени. Подобное явление наблюдал А. Я. Кокин [10].

В таблице 3 приведены результаты изучения интенсивности дыхания проростков хлопчатника у сортов с различной степенью устойчивости.

Для изучения всходов семена высеивались в песок. Анализы проводились на седьмой день после посева при образовании зеленых семядольных листьев. По каждому сорту анализы проводились в пятикратной повторности, причем, в каждую повторность закладывалось по 5 всходов.

Таблица 3

Интенсивность дыхания проростков

Сорта и степень устойчивости	CO_2 в мг на 100 г свежей массы за 1 час	
	1951 г.	1952 г.
0246—сильно поражаемый	37,1	30,3
К 611	—	30,8
915—средне	30,0	27,2
108Ф—слабо	—	26,5
1363	—	25,7
А06—устойчивый	23,3	—

Данные таблицы 3 показывают, что интенсивность дыхания проростков, как нами указано было и для листьев здоровых растений [1], у восприимчивых сортов 0246 и К611 повышена, у устойчивого А06 относительно низка, а средне и слабо поражаемые сорта занимают промежуточное положение.

Наряду с этим в литературе имеются несколько иного порядка данные. Так, в работе Б. А. Рубина, Е. В. Арциховской и Т. А. Проскураковой [15] устойчивый к фитофторе сорт картофеля, в отличие от восприимчивого, характеризуется повышенной энергией дыхания. В другой работе [14] у лежкого сорта капусты, при хранении наблюдали в два раза больше потери в весе, чем у нележкого и, по объяснению авторов указанных исследований, эти потери связаны с повышенной энергией дыхания у лежкого сорта Амагера.

Данные же П. В. Сабуровой [19], касающиеся склероциальной гнили моркови, показывают, что с повышением лежкости моркови, вследствие снижения энергии дыхания, параллельно снижается потеря сухих веществ.

Сопоставляя наши данные с результатами исследований цитированных работ, следует отметить, что энергия дыхания и в связи с нею потеря сухих веществ у вегетирующего растения и при хранении проявляются с различной силой. У одних видов растений при определенных

заболеваниях устойчивость связана с усилением дыхания (капуста, картофель). У устойчивых сортов других культур интенсивность дыхания, наоборот, понижена (хлопчатник, морковь).

Активность окислительных ферментов. Примененная методика для установления, в частности, активности оксидаз заключалась в следующем. Приготавливалась ферментная вытяжка из растений в различных стадиях развития: проростков, семядольных листочков, листьев. Анализировались также семена. Навеска изучаемого органа весом 2 г растиралась кварцевым песком, переносилась в колбу с добавлением 50 мл воды, настаивалась 2 часа, затем фильтровалась под вакуумом. В фильтре определялась активность пероксидазы и полифенолоксидазы пурпургаллиновым методом. Результаты этих анализов приводятся в таблицах 4—8.

Таблица 4

Активность пероксидазы в листьях хлопчатника

Сорта и степень поражаемости	Б мл 0,1н КМпО ₄ на 1 г свежих листьев	
	24.VII—1951	24.VIII—1951
0246— сильно поражаемый	21,6	45,4
915— средние	26,2	58,4
1363— слабо	30,2	50,7

Таблица 5

Активность пероксидазы в проростках (в мг 0,1н КМпО₄ на 1 г свежей массы)

Сорта и степень поражаемости	1951 г.		1952 г.	
	в семядольных листьях	в корешках	в семядольных листьях	в корешках
0246— сильно поражаемый	43,2	35,0	53,1	19,3
К 611	43,2	—	52,2	—
915— средние	60,5	43,0	58,5	26,2
108Ф— слабо	—	39,2	56,3	34,7
1363	—	—	57,5	30,5

Таблица 6

Активность пероксидазы в семенах

Сорта и степень поражаемости	Б мл 0,1н КМпО ₄ на 1 г семян	
	1951 г.	1952 г.
К611— сильно поражаемый	3,1	38,3
0246	8,3	31,3
915— средние	14,5	41,0
1298	—	40,0
108Ф— слабо	—	47,0
1363	16,5	39,8

Данные таблиц 4, 5 и 6 показывают, что в семядольных листочках, листьях, корешках и семенах наблюдается определенная направленность активности пероксидазы, а именно, у относительно устойчивых сортов эта активность выше, чем у восприимчивых.

Аналогичного порядка данные получены в отношении активности полифенолоксидазы двумя методами — иодометрическим* (таблица 7) и пурпургаллиновым (таблица 8).

Таблица 7

Активность окислительных ферментов в листьях хлопчатника
(В мл 0,01н иод из 1 г свежих листьев)

Сорта и степень поражаемости	Полифенолоксидаза и пероксидаза	Полифенолоксидаза
304Ф—средне поражаемый	8,08	4,04
1298 . . .	8,40	—
К 611—сильно поражаемый	6,28	2,76

Сопоставляя данные таблицы 3 по интенсивности дыхания проростков с данными последующих таблиц 4—8 по активности пероксидазы и полифенолоксидазы и с ранее опубликованными нами данными [1], замечаем, что у сортов из вида гирзутум относительно устойчивые, в отличие от восприимчивых, характеризуются низкой интенсивностью дыхания и высокой активностью пероксидазы. Тонковолокнистый же сорт (А06) отличается пониженной энергией дыхания и низкой активностью окислительных ферментов. Это сравнение показывает, что отсутствует прямая связь между интенсивностью дыхания и активностью изучаемых оксидаз в листьях и в проростках хлопчатника. О подобных фактах отсутствия прямой связи упоминается в литературе в связи с ржавчиноустойчивостью сортов пшеницы [13]. Очевидно высокая интенсивность дыхания у восприимчивых сортов обусловлена не только активностью пероксидазы и полифенолоксидазы, а связана и с другими окислительными ферментами.

Таблица 8

Активность окислительных ферментов в семядольных листочках хлопчатника

Сорта и степень поражаемости	В мл, 01н $KMnO_4$ на г свежей массы	
	пероксидаза	полифенолоксидаза
0246—сильно поражаемый	19,1	15,9
304Ф—средне . . .	31,7	17,1
108Ф—слабо . . .	32,7	22,4
1363 . . .	29,0	23,9

Примечание: посев 13.VI, анализ 4-дневных всходов.

* По Михлину Д. М. и Бронивичкой З. С. [12].

Значение соединений дубильного комплекса. В биохимических исследованиях явлений устойчивости сортов хлопчатника к увяданию особое значение придается соединениям дубильного комплекса. Дубильные вещества являются продуктами превращения сахаров. Они легко окисляются: участвуют в физиологических окислительных процессах. Очевидно, в поздних стадиях усиление поражения хлопчатника увяданием связано с качественным изменением соединений дубильного комплекса, а именно с уменьшением танинов, полифенолов и возрастанием высококонденсированных соединений дубильного комплекса.

Фунгисидное свойство полифенолов. В наших исследованиях изучалось влияние полифенолов на рост колоний гриба вертициллиума в чистой культуре. При этом выяснилось, что из пяти испытанных веществ первое место по токсичности занимает пирогаллол, второе — пирокатехин и одноатомный фенол и почти отсутствует токсическое действие у резорцина (таблица 9).

Влияние полифенолов на развитие гриба вертициллиума

Таблица 9

Полифенолы	В мг полифенолов на 100 г питательной картофельно-агаро-глюкозной среды					
	0	2	5	10	25	50
	Диаметр колонии в мм на 4-й день					
Пирогаллол 1, 2, 3	—	8,9	0	—	—	—
Пирокатехин 1, 2	—	—	6,6	5,4	0	—
Гидрохинон 1, 4	—	—	—	8,5	5,0	0
Фенол одноатомный	—	—	—	10,4	6,5	0
Резорцин 1, 3	—	—	—	12,5	9,0	8,9
Контроль	11,0	—	—	—	—	—
	Диаметр колонии на 8-й день					
Пирогаллол 1, 2, 3	—	13,9	11,5	0	—	—
Пирокатехин 1, 2	—	—	10,6	0	—	—
Гидрохинон 1, 4	—	—	—	—	9,9	5,4
Фенол одноатомный	—	—	—	19,0	12,6	0
Резорцин 1, 3	—	—	—	—	14,0	12,5
Контроль	19,4	—	—	—	—	—

Из данных таблицы 9 видно также, что отрицательное действие вышеуказанных полифенолов на гриб не смертельно, а в основном выявляется в форме задержки его роста, что вытекает из наблюдений на восьмой день после закладки опыта.

Фунгисидное свойство полифенолов зависит от групп ОН и от их расположения в бензоловом кольце и окисляемости полифенолазами.

Известна связь окисляемости полифенолов с их фунгисидными свойствами. Так, полифенолы пирогаллол и пирокатехин быстрее окисляются, чем гидрохинон и резорцин. При добавлении 1% раствора этих полифенолов к ферментной вытяжке из хлопчатника в присутствии перекиси водорода последовательно по интенсивности окраски в убываю-

Известно, что при срезах стеблей побурение древесины больше бывает заметно у восприимчивых сортов, чем у относительно устойчивых. И, с другой стороны, у устойчивых сортов при инфекции в меньшей степени буреет древесина, но там же относительно больше накапливается дубильных веществ. Это означает, что степень побурения не является показателем содержания дубильных веществ и бурая окраска зависит от каких-то других соединений. Эти соединения больше накапливаются в восприимчивых сортах, чем в устойчивых. Тут, повидимому, имеет место качественное отличие продуктов вторичного синтеза, а именно, в восприимчивых сортах при поражении увяданием больше накапливается окисленных бурых продуктов, а в относительно устойчивых — продукты восстановления типа полифенолов и танидов. Этим качественным отличием объясняется и вредоносность болезни у восприимчивых сортов.

В ы в о д ы

У растений относительно устойчивых к вертициллиозному увяданию сортов хлопчатника в отличие от восприимчивых, повышены энергия фотосинтеза, активность пероксидазы и полифенолоксидазы, понижена энергия дыхания.

В здоровых растениях устойчивых сортов и особенно при их поражении, сравнительно интенсивнее происходят физиологические процессы, полифенолы в большом количестве вовлекаются в окислительно-восстановительные реакции. В таких организмах больше образуется дубильных веществ, особенно танидов и полифенолов, которые подавляют развитие паразита. В восприимчивых же сортах помимо дубильных веществ и полифенолов накапливается много окисленных продуктов.

Армянский научно-исследовательский институт
технических культур Министерства сельского
хозяйства АрмССР

Поступило 21 XII 1953

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аветисян А. Д., Бабаян А. А. Окислительно-восстановительные процессы хлопчатника в связи с устойчивостью к увяданию. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), том IV, 11, 1951.
2. Григорян Н. Ф. Анатомическое строение сортов хлопчатника в связи с их устойчивостью против вилта. Сборник трудов АрмНИИТК, 2. Ереван, 1949.
3. Губанов Г. Я. Влияние дубильных веществ на поражаемость хлопчатника вертициллиозным вилтом. Известия АН СССР, 4, серия биологическая, 1949.
4. Губанов Г. Я. Нарушение углеводного обмена под действием танидов у пораженного вилтом хлопчатника. ДАН СССР, том 71, 1950.
5. Гранитова О. Н. Биохимические особенности трахеомикозных заболеваний (увядание хлопчатника). Сборник научных работ СоюзНИХИ, Ташкент, 1951.
6. Гранитова О. Н. О возрастной устойчивости хлопчатника к увяданию. Сборник научных работ СоюзНИХИ, Ташкент, 1951.
7. Ионесова А. С. К физиологической природе вилтоустойчивости хлопчатника. Сборник научных статей комсомольцев СоюзНИХИ, Ташкент, 1939.
8. Клинг Е. Г. Анатомическое исследование устойчивых и неустойчивых к вилту сортов хлопчатника. АН СССР, И-т имени К. А. Тимирязева, II, вып. 2, 1939.

9. Купревич В. Ф. Физиология больного растения. Ленинград, 1947.
10. Кокин А. Я. Физиологическое изучение больного увяданием хлопчатника. Итоги работ ВИЗР за 1935, Ленинград, 1936.
11. Летов А. С. Новые данные по биоэкологии *Vert. dahliae*, вызывающего увядание хлопчатника. Итоги н-и работ ВИЗР за 1935.
12. Михлин Д. М. и Бронвицкая З. С. Иодометрический метод определения полифенолоксидазы и пероксидазы. Биохимия, том 14, в. 4, 1949.
13. Нилова В. П. и Егорова Г. Н. Активность каталазы и пероксидазы и иммунитет пшеницы к бурой ржавчине. Док. ВАСХНИЛ, в. 1, 1948.
14. Рубин Б. А. и Арциховская Е. В.—Биохимическая характеристика устойчивости растений к микроорганизмам. Изд. АН СССР, 1948.
15. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. и Проскуракова Т. А. Окислительные превращения фенолов и их роль в явлениях устойчивости к *Phytophthora infestans*. Биохимия, том 12, 1947.
16. Рубин Б. А. и Перевазкина Л. М. Роль дубильных веществ в явлениях устойчивости к вилту. ДАН СССР, том 79, 2, 1951.
17. Рубин Б. А. и Волобуева И. П. Активность полифенолоксидаз тканей хлопчатника в связи с устойчивостью растения к грибку *Verticillium albo-atrum*. ДАН СССР, том 79, 4, 1951.
18. Сабурова П. В. Физиологическое изучение трахеомикозного увядания хлопчатника. Защита растений, 15, 1937.
19. Сабурова П. В. Физиолого-анатомическое обоснование повышения устойчивости к склеротинии под влиянием минерального питания. Труды ВИЗР, в. 3, 1951.
20. Федотова Т. И. Серологический метод определения сорто-устойчивости хлопчатника к заболеваниям. Защита растений, 5, 1935.
21. Ходжаян Е. А. Оценка устойчивости сортов хлопчатника к увяданию серологическим методом. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), том IV, 11, 1951.

Ա. Ա. Բարյան, Ա. Դ. Ավետիսյան և Վ. Ս. Սուքյան

ԲԱՄԲԱԿԵՆՈՒ ՍՈՐՏԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԵՎ ԲԻՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ՝ ԿԱՊՎԱԾ ԹԱՌԱՄՈՒՄԻ ՆԿԱՏՄԱՄԲ ԴԻՄԱՑԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Բամբակենու սորտերի ֆիզիոլոգիական և բիոքիմիական ուսումնասիրությունների նպատակն է եզրել՝ պարզել այն առանձնահատկությունները, որոնք պայմանավորում են վերտիցիլոզային թառամում հիվանդության նկատմամբ այդ սորտերի դիմացկունություն աստիճանը:

Այդ հիվանդության նկատմամբ դիմացկուն սորտերը մշակության միկնուլյն պայմաններում, ի տարրերություն ուժեղ վարակիվոզների, օժտրված են ավելի բարձր ֆոտոսինթեզի ընդունակությամբ, օքսիդացնող ֆերմենտների՝ պերօքսիդազի, պոլիֆենոլօքսիդազի առավել ակտիվությամբ, շնչառության ցածր էներգիայով և հիդրոլիզացնող ֆերմենտների համեմատաբար պակաս ակտիվությամբ:

Դիմացկուն սորտերը վարակվելու դեպքում, նրանց մոտ համեմատաբար ավելի ինտենսիվ են ընթանում ֆիզիոլոգիական պրոցեսները, ավելի մեծ քանակությամբ պոլիֆենոլներ են ընդգրկվում օքսիդացման ու վերականգնման օքսիդիչայում, և այդ հանգամանքն առավելություն է ստեղծում պայքարելու հիվանդության հարուցչի դեմ: Այդպիսի սորտերի օրգաններում վարակի դեպքում ավելի շատ են կուտակվում դարադանյութեր, որոնք կասեցնում են պարազիտ սնկի զարգացումը: