А. В. ЗЕТИСЯН

О ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ, УГЛЕВОДАХ И КАРБОГИДРАЗАХ ХЛОПЧАТНИКА В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К УВЯДАНИЮ

Увядание хлопчатника вызывается грибом вертициллиозом, обитающим в почве на растительных остатках. Анатомические исследования показали [6], что гриб проникает в хлопчатник, главным образом, через боковые корни, причем паразит одинаково успешно проникает в ткани как устойчивых, так и восприимчивых сортов. Гриб поселяется в водопроницающих сосудах, откуда гифы его распространяются на окружающие клетки и вырабатывают ферменты, гидролизующие запасные полисахариды, белки и даже клеточные стенки растения-хозяина. Продукты гидролиза служат питанием для гриба [3, 5, 7, 13]. Развитие гриба в тканях одних сортов хлопчатника происходит более интенсивно, у других — ингибируется или подавляется. У больных растений нарушаются физиологические функции листьев: подавляется фотосинтез [9, 4], повышается энергия дыхания и концентрация клеточного сока. Повышение последних функций слабее проявляется у слабо- и среднепоражаемых сортов. При поражении у восприимчивых сортов восстановительная способность клеточного сока и активизация деятельности пероксидазы падает сравнительно больше, чем у слабо- и среднепоражаемых сортов [1, 2]. У устойчивых к болезни растений наблюдается усиление активности полифенолоксидазы и, наоборот, ослабление ее активности при заболевании сильнопоражаемых сортов [16]. В больных растениях устойчивых сортов накапливается большее количество дубильных веществ [7, 17, 18], чем у восприимчивых [4, 15]. Таким образом, устойчивость сортов хлопчатника к вертициллиозному увяданию обусловлена двумя группами факторов: с одной стороны, наличием физиологических и биохимических отанчий сортов в здоровом состоянии и, с другой, изменениями в физиологических процессах и химическом составе растений при инфекции. Прежде всего эти изменения отражаются на составе белков [5], полисахаридов [5, 7] и восстанавливающих веществ неуглеводного характера [2]. Перечисленные соединения являются главным источником питания паразита.

Объектом исследования мы избрали здоровые и больные растения устойчивых и сильно восприимчивых к вертициллиозному увяданию сортов хлопчатника. Исследовался состав восстанавливающих веществ, их количественные и качественные изменения, активность ферментов — амилазы, сахаразы и их зависимость от содержания дубильных веществ.

Методика: Древесина стеблей хлопчатника исследовалась после ее очищения от коры выше корневой шейки на 10—12 см. По степени побурения древесины растения были разделены на три группы со следующим обозначением баллов: балл I — слабо побуревшие, балл II — средне побуревшие, балл III — сильно побуревшие. Краткая методика осажде-

нялся с помощью солодового диастаза. Определение восстановительной способности вытяжки проводилось до и после осаждения белков свиновым сахаром [19]. Для дробного анализа каждая порция в отдельности разделялась еще на три части. В первой части определялись все редуцирующие вещества до гидролиза: углеводы и неуглеводы в отдельности. Во второй части те же соединения определялись после пятиминутного гидролиза в 2% солянокислой среде при температуре 68–70°C. В третьей — после 3-часового гидролиза в 2% солянокислой среде. Дубильные вещества определялись привычным методом (по описанию Н. Н. Иванова, 1916).

Химические анализы древесины больных растений показали, что побурение тканей зависит от накопления окисленных продуктов дубильного комплекса. Однако прямой зависимости между интенсивностью побурения и содержанием дубильных веществ не наблюдалось [4]. Содержание дубильных веществ в здоровых растениях колеблется от 0,04 до 0,3%, в больных же их количество возрастает до 1,7% [4, 18, 19] за счет конденсированных фракций дубильных веществ [8]. Что же касается соединений неуглеводного характера, то количество их изменяется неодинаково в устойчивых и восприимчивых сортах (табл. 1).

Таблица 1
Содержание редуцирующих веществ в древесине здоровых и больных растений хлопчатника (в % на глюкозу)

Сорта и степень поражаемости	Сумма редуцирующих веществ	Из них:		Соотношение углеводов к неуглеводам
		углеводы	неуглеводы	
Растения здоровые				
0246 (сильнопоражаемый)	16,4	13,9	2,5	5,56
108ф (слабопоражаемый)	24,3	18,1	6,2	2,88
Растения больные				
0246 (сильнопоражаемый)	13,3	9,3	4,0	2,32
108ф (слабопоражаемый)	12,3	8,4	3,9	2,18

При поражении хлопчатника вертициллезным увяданием в древесине стеблей сумма редуцирующих веществ у сорта 0246 уменьшается на 3,1%, а у сорта 108ф на 12,0, в том числе углеводы соответственно на 4,6 и 9,7%.

Результаты анализов (табл. 2) показывают, что в общей сумме реду-

Таблица 2
Состав восстанавливающих веществ древесины здоровых растений хлопчатника (в %)

Сорта и степень поражаемости	Общая сумма восстанавливающих веществ (на глюкозу)	Из них:	
		сахар	крахмал
0246 (сильнопоражаемый)	16,4	3,4	9,0
К611	17,6	4,5	8,4
915 (среднепоражаемый)	20,4	1,6	9,8
108ф (слабопоражаемый)	24,3	2,3	14,2
1363	21,9	2,7	13,1

зирующих веществ у относительно устойчивых сортов хлопчатника наиболее характерно повышенное содержание крахмала и неуглеводов. Данные по крахмалу вполне совпадают с результатами анализов других исследователей [5, 7, 11].

Из данных табл. 3 видно, что в изменениях редуцирующих веществ довольно наглядно отражены сортовые особенности хлопчатника в отношении устойчивости к увяданию. Так, сумма всех редуцирующих веществ

Таблица 3
Количество восстанавливающих веществ в древесине стеблей разных сортов хлопчатника (в %, на глюкозу), 1950 г.

Сорта	До гидролиза		Гидролиз 2%, HCl (в среде)			
			после 5 мин.		после 3 ч.	
а) Сумма восстанавливающих веществ						
	балл II	балл III	балл II	балл III	балл II	балл III
K611	4,55	2,90	5,03	4,33	6,49	6,07
915	3,70	3,80	7,35	5,49	13,74	11,10
	балл I	балл III	балл I	балл III	балл I	балл III
0246	2,40	2,62	5,32	3,52	7,45	5,41
1363	4,25	3,82	6,15	5,42	12,78	12,20
б) Сумма восстанавливающих веществ неуглеводного характера						
	балл II	балл III	балл II	балл III	балл II	балл III
K611	2,45	1,20	1,43	1,72	0,71	0,35
915	0,75	2,40	3,22	3,65	5,77	7,67
	балл I	балл III	балл I	балл III	балл I	балл III
0246	1,25	1,41	3,22	1,12	2,57	2,41
1363	1,78	2,19	0,68	1,97	4,98	6,90
в) У г л е в о д ы						
	балл II	балл III	балл II	балл III	балл II	балл III
K611	2,10	1,70	3,60	2,61	5,78	5,72
915	2,95	1,40	4,13	2,34	7,97	3,47
	балл I	балл III	балл I	балл III	балл I	балл III
0246	1,15	2,21	2,10	2,40	4,88	3,00
1363	2,47	1,63	5,47	3,45	7,80	5,30

в 11 случаях из 12 больше у относительно устойчивых сортов 915 и 1363, чем у сильно поражаемых — 0246 и К611. Отличие между этими двумя группами сортов становится еще нагляднее при трехчасовом гидролизе.

Указанное отличие не так ярко выражено по соединениям неуглеводного характера. Последние у восприимчивых сортов при солянокислом гидролизе иногда незначительно увеличиваются (сорт 0246), иногда же уменьшаются (сорт К611), тогда как у относительно устойчивых сортов по мере усиления степени поражения количество неуглеводов, гидролизировавшихся соляной кислотой, неуклонно увеличивается.

Что же препятствует паразиту использовать эти соединения? Ответ на это дает определение количества дубильных веществ в неуглеводах. Известно, что в состав редуцирующих веществ входят соединения дубильного комплекса, которые отличаются фунгицидными, а также инактивирующими свойствами в ферментативных процессах.

Данные табл. 4 показывают, что в здоровых растениях устойчивых сортов соединения дубильного комплекса составляют в неуглеводах 0,9—

Таблица 4
Дубильные вещества в неуглеводах здоровых и больных растений хлопчатника [в %]

Сорта и степень поражаемости	В древесине стебля растений	
	здоровых	больных
К611 (сильнопоражаемый)	3,5	6,5
0246	4,4	7,5
108ф (слабопоражаемый)	1,4	18,5
1363	0,9	16,4

1,1%, а у сильно поражаемых сортов 3,5—4%. В больных растениях содержание полифенолов возрастает у сильно поражаемых сортов почти в 2 раза, у относительно устойчивых сортов в 13—18 раз. При проникновении одинакового количества паразита в растения устойчивых и восприимчивых сортов условия питания его будут несколько благоприятнее в последних, так как количество дубильных веществ в них меньше и гидролиз протекает сравнительно беспрепятственно. У устойчивых сортов гидролитические процессы подавляются полифенолами, усиливаются окислительно-восстановительные процессы, в которые вовлекается большее количество полифенолов, что соответственно приводит к образованию больших количеств хинонов, в результате чего ткани растений обедняются кислородом, в чем паразит испытывает недостаток. В таких условиях подавляются окислительно-восстановительные процессы внутри тканей гриба [14].

Из сказанного следует, что в древесине здоровых и больных растений хлопчатника накапливаются смеси различных соединений вторичного синтеза. С целью изучения этих соединений в связи с устойчивостью сортов

хлопчатника к увяданию мы определяли полифенолы, ненасыщенные и жироподобные соединения по следующей методике.

Навеска п 1 хорошо размельченной древесины стеблей больных или здоровых растений насыпается в мерную колбу на 50 мл, заливается 40 мл воды при температуре 15° и колба на 30 мин. ставится на водяную баню, после чего смесь охлаждается и доливается водой до метки. Вытяжка фильтруется, 25 мл фильтрата пипеткой наливается в пробирку на 100 мл, затем добавляется 25 мл 0,01N $K_2Cr_2O_7$, 2 мл 10% $K_2Cr_2O_7$, 5 мл 4N HCl . После пятиминутного стояния прибавляется 2 мл 20% KI , титруется гипосульфитом, в конце реакции прибавляется 2 мл 1% крахмала. Одновременно проводится слепое определение, где вместо вытяжки берется 25 мл воды.

Результаты анализов приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5
Содержание полифенолов, ненасыщенных и жироподобных соединений в различных сортах хлопчатника на здоровом фоне

Сорта и степень поражаемости	В мл 0,01 $NK_2Cr_2O_7$ на 1 г сухой массы	
	первое определение (24/VII)	второе определение (3/VIII)
Q246 (сильнопоражаемый)	3,1	4,5
K611	4,0	4,4
1298 (среднепоражаемый)	6,5	5,3
915	8,0	7,1
1064 (слабопоражаемый)	7,0	6,5
1363	7,7	6,0
400 (устойчивый)	8,7	6,3

Таблица 6
Содержание полифенолов, ненасыщенных и жироподобных соединений в различных сортах хлопчатника на зараженном фоне

Сорта и степень поражаемости	В мл 0,01 $NK_2Cr_2O_7$ на 1 г сухой массы			
	Растения здоровые	растения больные (и бланка)		
		I	II	III
K611 (сильнопоражаемый)	10,2	21,5	20,0	30,0
1298 (среднепоражаемый)	10,5	23,4	37,4	44,0
1363 (слабопоражаемый)	16,8	29,4	32,0	36,2

Из табл. 5 видно, что содержание полифенолов, а также ненасыщенных и жироподобных соединений у устойчивых сортов хлопчатника несколько выше, чем у восприимчивых. Аналогичные результаты также получены при выращивании растений на зараженном фоне (табл. 6), но здесь абсолютная величина показателей в два-три раза выше. Такое различие между фонами может быть связано с влиянием инфекции, несмотря на то, что симптомы болезни на растениях не были заметны.

Данные табл. 6 показывают, что степень накопления полифенолов и жироподобных соединений в древесине больного хлопчатника связана с

его сортовыми особенностями и устойчивостью к увяданию. При этом, чем сильнее степень поражения хлопчатника, тем интенсивнее происходит накопление полифенолов и жироподобных соединений. В больных растениях устойчивых сортов указанных веществ больше, чем в растениях восприимчивых сортов.

Активность карбогидразов и дубильные вещества

Для понимания сущности явления устойчивости к увяданию важное значение имеет изучение гидролитических ферментативных процессов как главного источника питания гриба-паразита. Однако гидролитическая активность ферментов связана с дубильными веществами [13].

В настоящей статье приводятся данные об активности карбогидразов и их зависимости от дубильных веществ в здоровых и больных растениях, устойчивых и восприимчивых к увяданию сортов хлопчатника.

Нами была взята древесина здоровых и больных растений хлопчатника, выращенных в полевых условиях. Определение осаживающего действия карбогидразов проводилось двумя методами.

В первом случае путем автолиза по методу Н. П. Иванова (Методы биохимии и физиологии растений, 1946). Во втором случае вытяжка фермента готовилась следующим образом: навеска (2 г) мелко размолотой древесины без коры помещалась в коническую колбу, на 100 мл прибавлялось 50 мл воды и пять капель толуола, закрывалась пробкой и ставилась в термостат на 24 ч. при 36—38°C; затем фильтровалась; фильтрат делился на три части. В первой определялась глюкоза, ко второй пробе добавлялось 10 мл 10% сахарозы, а к третьей—10 мл 2% крахмала в присутствии толуола. Затем вновь ставилась в термостат. По истечении 24 ч. определялась глюкоза. Результаты анализов приведены в табл. 7—9.

Сортовые отличия хлопчатника в связи со степенью устойчивости к увяданию хорошо заметны по активности карбогидразов в здоровых растениях при автолизе древесины стеблей (табл. 7).

Таблица 7
Активность карбогидразов в древесине стеблей хлопчатника (автолиз)

Сорта и степень поражаемости	В мл 0,1 НКМпО ₄ на 1 г воздушносухой массы		
	растения здоровые	растения больные (в баллах)	
		I и II	III
К611 (сильнопоражаемый)	10,9	10,4	4,5
1306	11,8	8,4	6,7
0246	11,6	10,9	4,2
915 (среднепоражаемый)	10,1	8,9	6,1
108ф (слабопоражаемый)	8,1	7,4	X*
1363	9,3	6,1	X

Примечание: Образцы взяты 10/X—1952 г; анализ выполнен 10—15/1—1953 г.

* Обозначение „X“ как и этой, так и в последующих таблицах означает отсутствие больных растений с сильно побуревшей древесиной стеблей у слабопоражаемых сортов.

Сильно восприимчивые сорта в здоровом состоянии отличаются повышенной активностью карбогидразов. Но при поражении увяданием активность последних снижается и снижение тем сильнее, чем выше степень поражаемости растений. С целью проверки был проведен специальный сравнительный анализ образцов стеблей на активность ферментов с помощью автолиза, а также добавления к реакционной смеси 150 мг крахмала либо сахарозы.

Таблица 8
Активность карбогидразов в древесине стеблей хлопчатника (сорт 12981)

Растения	% дубильных веществ	В мл 0,1 N KMnO ₄ на 1 г сухой массы			
		активность в автолизе		гидролиз уксусной активности	
		проба первая	проба вторая	амилазы	сахарозы
Здоровые	0.19	12.2	12.5	38	84
Больные	0.64	6.6	7.0	84	180

Примечание: Образцы взяты в 1952 г.; анализ сделан 26.2—1953 г.

В здоровых растениях активность карбогидразов при автолизе ниже, чем их гидролизующая активность. Из этих данных следует, что при автолизе активность ферментов у здоровых растений выше, чем у больных, тогда как при прибавлении крахмала или сахарозы у здоровых и, особенно, у больных растений, резко возрастает их активность. Такое отличие в активности ферментов может быть объяснено тем, что у больных растений крахмал и сахароза изолированы дубильными веществами и для ферментов относительно менее доступны, при добавлении же крахмала и сахарозы выявилась большая активность ферментов больных растений.

Для выяснения, какую роль играют отдельные компоненты простейших соединений дубильного комплекса в активности гидролизующих ферментов, был проведен следующий опыт. Со здоровых растений брались листья. Средняя проба (весом 3 г) растиралась с кварцевым песком. При каждом определении добавлялось по 300 мг полифенола, 300 мг крахмала, затем объем водой доводился до 100 мл. В термостате держала 24 ч. при 38—42°C. Выяснилось, что все полифенолы, добавленные к болтушке, снижают активность амилазы, однако в разной степени (табл. 9).

Из табл. 9 видно, что танины полностью инактивируют деятельность амилазы, за ним наиболее сильно тормозящим действием обладают гидрохинон, затем пирогаллол и пирокатехин; слабее действуют одноатомный фенол и резорцин. По фунгисидным свойствам эти вещества располагаются в обратном порядке [4]. Отсюда следует, что специфическое значение танина заключается в его инактивирующей способности в отношении амилазы. Последняя, в свою очередь, обусловлена коагуляцией и осаждением белков. Как правило, в каждом случае при добавлении к болтушке из листьев 150—300 мг танина происходит коагуляция и легче фильтру-

Таблица 9

Влияние полифенолов и танина на активность амилазы листьев хлопчатника

Полифенолы	В мл 0,1 НКМпО ₄ на 1 г свежих листьев
Контроль (без полифенолов)	13,2
Резорин	10,6
Одноатомный фенол	10,0
Пирогаллол	6,0
Пирокатехин	5,9
Гидрохинон	3,7
Танин	0,0

ется. Факт влияния танина на активность ферментативных процессов вызвал необходимость изучить вопрос о влиянии дубильных веществ листьев на активность гидролизующих ферментов.

Содержание водорастворимых дубильных веществ в листьях хлопчатника колеблется в пределах 1,1—4,1% в зависимости от условий выращивания растений. При нормальных условиях полива в листьях растений их содержится 2,8—4,1%, при недостаточном поливе — 1,6—1,8%. Активность амилазы и сахарозы в этих случаях выражалась следующими цифрами (табл. 10).

Таблица 10

Содержание дубильных веществ, активность амилазы и сахарозы в высушенных листьях хлопчатника

Процент дубильных веществ	Среда	В мл 0,1 НКМпО ₄ на 1 г массы	
		амилазы	сахарозы
1,6	В воде	58	89
2,8	"	0	9
1,8	"	39	не определено
4,1	"	5	"
1,6	В 1% NaCl	71	110
2,8	"	1	3
1,8	"	45	не определено
4,1	"	5	"

Как видим, активность амилазы и сахарозы в водной среде и в 1% NaCl выражена сильнее при меньшем содержании дубильных веществ в листьях.

Влияние танина на развитие возбудителя увядания в чистой культуре

Для выявления фунгисидного действия танина на рост колоний вертициллиума был поставлен опыт по выращиванию последнего на питательной среде с добавлением танина (табл. 11).

Таблица 11

Влияние танина на развитие вертициллия

Мг танина на 100 г картофельно-агар-глюкозной среды	Диаметр колонии в мм через 16 дней
20	22
40	16
80	0
Контроль (без танина)	28

Результаты опыта показывают, что при дозе 20 и 40 мг танина на 100 г среды развитие мицелия гриба угнетается, при 80 мг рост прекращается. При добавлении к питательной среде 160 мг и более танина происходит разжижение последней. Таким образом, наличие танина в питательной среде отрицательно сказывается на росте и развитии гриба, причем отрицательное влияние танина увеличивается с повышением его концентрации.

В ы в о д ы

1. Относительно устойчивые к увяданию сорта хлопчатника содержат больше редуцирующих веществ, в том числе крахмала. По содержанию суммы редуцирующих веществ, крахмала и активности амилазы возможно определить устойчивость сорта к вертициллезному увяданию. Однако по этим данным нельзя установить степень устойчивости.

2. У больных растений в древесине стебля уменьшается количество редуцирующих веществ. Это уменьшение происходит, в основном, за счет крахмала.

3. В больных растениях с увеличением степени поражения повышается количество полифенолов, ненасыщенных и жироподобных соединений, причем больные растения устойчивых сортов более богаты указанными соединениями, чем восприимчивые.

4. В больных растениях относительно устойчивых сортов, наряду с уменьшением веществ неуглеводного характера, резко увеличивается количество дубильных веществ. Последние парализуют гидролитические ферментативные процессы, ограничивают или совершенно прекращают приток питательных веществ к паразиту.

5. Наиболее сильным тормозящим действием на активность фермента амилазы из соединений дубильного комплекса обладает танин, затем гидрохинон, пирокатехин, слабее действуют одноатомный фенол и резорцин.

В работе принимала участие В. С. Суджян. Автор пользовался также советами и помощью А. А. Бабаяна.

Ա. Գ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

ԲԱՄԲԱԿԵՆՈՒ ԳԻՄՆԱԿՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԹՈՒՍԱՊՈՒՐԻ ԵՎԱՏՄԱՐԻ ԿԱՊՎԱՏ
ԿԱՐԱՂԱՆՑՈՒԹՅՐԻ, ԱՄԵԱԶՐԵՐԻ ԵՎ ԿԱՐՔՈՂԻՐՈՂՆԵՐԻ ՀՆՏ

Ա մ փ ո փ ու մ

Մեր ասամնասիրությունների նպատակն է եղել՝ պարզել դարադանությունների, ամլաաչքերի, կարբոնիկադների գերթ թառամումի նկատմամբ բամբակենու սորտերի դիմացկունությունը հարցում:

Այդ հիմնադրության հարապետք՝ վերադիտվում սունին ապրում է հոգում և աճանդից թափանցում է բույսի մեջ: Պարապիտը ինտենսիվ տարածվում է վարակիչ սորտերի հյուսվածքներում, բայց նրա աճումը արդիականում է դիմացկուն սորտերում: Այդ երևույթի պատճառը բացահայտելու նպատակով կատարվել են բամբակենու վարակիչ և դիմացկուն սորտերի, բույսերի ստողծ և հիվանդ վիճակում, բիոքիմիական անալիզներ: Անալիզների արդյունքները ցույց են տալիս, որ դիմացկուն սորտերը (ստողծ վիճակում), ի տարբերություն ուժեղ վարակիչների, բնափայտում պարունակում են շատ օպա և վերականգնող ալլ միացություններ: Ուժեղ վարակիչ սորտերում ամիլոզա Ֆերմենտի ակտիվությունն ավելի բարձր է, որը նպաստում է բույսի կողմից սնկին սնունդ մատակարարելուն: Բամբակենու սորտային առանձնահատկություններն ավելի պարուն են դրսևորվում, երբ նա թառամումով հիվանդանում է: Հիվանդ բույսի բնափայտում օպալի պարունակությունը պակասում է և ավելանում են դարադանությունները, չհապեցված և ճարպանման միացությունները: Ընդ որում, հիվանդ՝ դիմացկուն սորտերի բնափայտում, ի տարբերություն հիվանդ՝ ուժեղ վարակիչների, շատ են կուտակվում դարադանություններ, չհապեցված և ճարպանման միացություններ:

Իրան գուղահես փոփոխվում է սրսիզացնող և հիպոսիզացնող ֆերմենտների ակտիվությունը: Իմացկուն սորտերը, սրսիզացման պրոցեսների համեմատաբար ամեղացման շնորհիվ, կլանում են մեծ քանակությամբ թթվածին, որի հետևանքով սնկի աճույ մասերին այն պակաս է մատակարարվում և կասեցվում են սնկի մեջ սրսիզացման վերականգնման ռեակցիաները: Բացի դրանից, թառամումի հարապետքի կենսադորժունությունը հետևանքով դիմացկուն սորտերի հյուսվածքներում կուտակվում են դարադանություններ, այդ թվում՝ պոլիֆենոլներ և տանին: Պոլիֆենոլները ապրում են սնկի վրա իրենց ֆունգիտիկ հատկությամբ: Տանինը արդիականում է ամիլոզայի ակտիվությունը, որի շնորհիվ սունկը քիչ սնունդ է ստանում բույսից: Այս պատճառներով սնկի աճը դիմացկուն սորտերում կասեցվում է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аветисян А. Д., Бабалян А. А. Окислительно-восстановительные процессы хлопчатника в связи с устойчивостью к увяданию. Известия АН АрмССР, биол. и сельхоз. науки, т. IV, 11, 1951.
2. Аветисян А. Д., Бабалян А. А., Суджян В. С. Проницаемость и концентрация клеточного сока в связи с устойчивостью к увяданию. Известия АН АрмССР, биол. и сельхоз. науки, т. VII, 3, 1954.

3. Анисимова В. А. Биохимическая характеристика позбудителей вилта хлопчатника. Сб. науч. работ СоюзНИХИ, Ташкент, 1951.
4. Бабаян А. А., Аветисян Н. А., Суджян В. С. Некоторые физиологические и биохимические свойства сортов хлопчатника в связи с устойчивостью к увяданию. Известия АН АрмССР (биол. сельхоз. науки), т. VIII, 4, 1955.
5. Гранитов О. Н. Биохимические особенности грахмикозных заболеваний (увядание хлопчатника). Сб. науч. работ СоюзНИХИ, Ташкент, 1951.
6. Григорян Н. Ф. Проникновение возбудителя увядания в хлопчатник в связи с устойчивостью сортов. Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. IV, 11, 1951.
7. Губалов Г. Я. Влияние дубильных веществ на поражаемость хлопчатника вертициллезным вилтом. Известия АН СССР, 4, серия биол., 1949.
8. Ионесова А. С. К физиологической природе вилтоустойчивости хлопчатника. Сб. науч. статей комсомольцев СоюзНИХИ, Ташкент, 1939.
9. Кожин А. Я. Исследования больного растения. Петроавдск, 1948.
10. Кожин А. Я. Физиологическое изучение больного увяданием хлопчатника. Итоги н.-н. работ ВИЗР за 1935 г.
11. Кэппл Е. Г. Анатомическое исследование устойчивых и неустойчивых сортов хлопчатника. Тр. ин-та физ. растений им. К. А. Тимирязева, АН СССР, II вып. 2, 1939.
12. Курсанов А. Л. Определение различных форм дубильных веществ в растениях. Биохимия, т. 6, в. 3, 1951.
13. Охидиз К. Э. Вертициллез хлопчатника. Труды ин-та физиол. растений им. К. А. Тимирязева, АН СССР, т. II, в. 1, 1937.
14. Рубин Б. А. и Арцизовская Е. В. Биохимическая характеристика устойчивости растений к микроорганизмам. АН СССР, 1948.
15. Рубин Б. А. и Переваякина Л. М. Роль дубильных веществ в явлениях устойчивости к вилту. ДАН СССР, т. 79, 2, 1951.
16. Рубин Б. А. и Волобуева П. П. Активность полифенолоксидаз тканей хлопчатника в связи с устойчивостью к грибку *verticillium albo-atrum*. ДАН СССР, т. 79, 4, 1951.
17. Сухоруков К. Т. Изучение признаков устойчивости сортов хлопчатника к вилту и гоммозу. Труды ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева, АН СССР, т. II, в. 1, 1937.
18. Стреловид Б. П. Изменения в стебле хлопчатника при заболевании вилтом. Известия АН АрмССР (серия биол.), 6, 1947.
19. Шмук А. П. Химия табака и махорки. М., 1948.