

Р. Ш. АРУТЮНЯН, Н. Л. КАЛАДЖЯН, Н. А. КАРАПЕТЯН, М. Х. ЧАЙЛАХЯН

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РОСТ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ И ОБРАЗОВАНИЕ КЛУБЕНЬКОВ

В статье обобщены собственные и литературные данные о различном влиянии гиб-береллина,  $\beta$ -индолилуксусной,  $\alpha$ -нафтилуксусной кислот, морфактина, ретардантов ССС, В-95 на рост бобовых растений и образование клубеньков, а также данные о факторах, обуславливающих восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям.

Изменение физиологического состояния растений, вызываемого регуляторами роста, приводит к изменению восприимчивости бобовых растений к клубеньковым бактериям. Среди факторов, определяющих эту восприимчивость, важное значение имеет усиление или ослабление синтеза ауксиноподобных веществ в корнях растений.

Симбиоз клубеньковых бактерий и бобовых растений—весьма сложное явление. Причины, пути и специфичность этого симбиоза не выяснены. Ряд исследователей в возникновении симбиоза главную роль отводит клубеньковым бактериям, другие авторы—растению-хозяину.

Безусловно, в этом процессе большое значение имеет вирулентность клубеньковых бактерий, т. е. их способность проникать в ткани корня, размножаться в них и вызывать образование клубеньков. Многими авторами были использованы различные пути повышения вирулентности клубеньковых бактерий путем воздействия микроэлементами, хемомутагенами, введения ДНК от вирулентных штаммов, пассирования культуры клубеньковых бактерий через растения [1, 2].

Некоторые ученые сосредотачивали внимание на физиологическом состоянии растений, в частности на различных особенностях корневой системы, содержании физиологически активных веществ в корнях и семенах бобовых растений и влиянии этих веществ на клубеньковые бактерии.

Некоторыми исследователями значительное внимание было уделено выживаемости клубеньковых бактерий на семенах бобовых растений. Еще в 1932 г. Фред и др. [3], Ремпе [4] обнаружили отрицательное действие оболочки семян бобовых растений на рост клубеньковых бактерий. В 1960 г. Томсон [5] и Бевен [6] показали, что в семенах разных сортов клевера имеются вещества фенольной природы, которые задерживают рост клубеньковых бактерий.

По данным опытов, проведенных в Институте микробиологии АН АрмССР [7], семена фасоли, сои, эспарцета, конских бобов, вики, гороха и люцерны содержат фенольные соединения, идентифицирован-

ные в основном как фенолкарбоновые кислоты и фенолальдегиды, а также как фенолы, фенольные кислоты, флавонол-гликозиды и флавоноиды. Семена фасоли, сои, эспарцета и конских бобов содержат больше фенольных соединений, чем семена вики, а у гороха и люцерны обнаружены только фенолальдегиды. Установлено также, что соединения, извлеченные хроматографическим путем из семян бобовых растений, тормозят рост клубеньковых бактерий. Эти соединения, располагающиеся на хроматограмме с  $R_f$  0,34—0,9, идентифицированы как фенолкарбоновые кислоты и фенолальдегиды. В семенах гороха и люцерны эти вещества не обнаружены.

Мастерсон [8, 9], изучая действие семян клевера, фасоли и др. на рост клубеньковых бактерий, выявил разную степень ингибции этих семян в отношении отдельных видов клубеньковых бактерий; семена люпина ингибирующего действия не оказали. В семенах разных сортов клевера автор обнаружил танин, мирицетин и кверцетин, а Фотрел [10] из семян *Trifolium repens* выделил антибиотик мирицетин, который оказывал токсическое действие на *Rhizobium leguminosarum*.

Значительную роль в осуществлении инфекционного процесса играет также восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям, которая обуславливается физиологическим состоянием этих растений, в частности физиологическими особенностями корневой системы [11—14].

Фундаментальные исследования об отношении растения-хозяина к клубеньковым бактериям выполнены Нутманом [2, 15—17]. Эффективный симбиоз, по его мнению, определяется генетическим соответствием бактерии и растений-хозяев. Венсаном [18] было показано, что генетические отклонения у растений-хозяев или у бактерий могут привести к полной или частичной потере вирулентности.

Более глубокое изучение генетических особенностей растений и соответствующих им клубеньковых бактерий может дать ценный материал для вскрытия причин различной специфичности последних. Понятие специфичности, по Доросинскому [19], это способность вступать в симбиотические взаимоотношения с бобовым растением-хозяином.

Значительное внимание уделено влиянию корневых соков и выделений бобовых растений на рост клубеньковых бактерий [20]. Березова, Ремпе [4, 11] и другие, исследуя действие соков разных бобовых растений на рост клубеньковых бактерий, обнаружили, что их неразведенные фильтраты оказывают бактерицидное действие на специфические или неспецифические клубеньковые бактерии. Аналогичные результаты были получены нами [21, 22] и Красильниковым [23].

Наши опыты, проведенные в 1973 г., показали [7], что корни молодых 20-дневных бобовых растений, а также растений, находящихся в фазе цветения (фасоли, сои, эспарцета, конских бобов, вики, гороха и люцерны), содержат фенольные соединения—у фасоли, вики, гороха—фенолкарбоновые кислоты, а у конских бобов—фенолы. Наибольшее содержание фенольных соединений было выявлено в корнях фасо-

лл, наименьшее—викип и люцерны. Выяснилось также, что в фазе цветения содержание фенольных соединений в корнях всех испытанных бобовых растений увеличивается.

Установлено, что соединения, находящиеся на хроматограммах в пределах  $R_f$  0,39—0,9 и идентифицированные как фенолкарбоновые кислоты и фенолальдегиды, тормозят рост клубеньковых бактерий. При изучении явления восприимчивости бобовых растений к клубеньковым бактериям некоторые исследователи определенное значение придавали также деятельности листового аппарата [1, 12]. При проведении селекционной работы с бобовыми растениями по повышению интенсивности образования клубеньков исходили из возможности направленного изменения восприимчивости бобовых культур при помощи вегетативного воздействия прививочных компонентов. С целью усиления процесса образования клубеньков на корнях бобовые растения подвергались воздействию гамма-лучей, колхицина, витаминов, а также гиббереллина [24].

Исследованиями ряда авторов выяснилось, что влияние гиббереллина на рост и накопление массы растений зависит как от их возраста, так и от условий питания. Как правило, под влиянием гиббереллина происходит значительная стимуляция роста стеблей, листьев, но этот усиленный рост подземных частей не всегда сопровождается усилением роста корней и увеличением общего веса растений. Увеличение сырого и сухого веса обычно происходит в тех случаях, когда гиббереллином обрабатываются растения, уже сформировавшие вегетативные органы и находящиеся в хороших условиях питания [25—31].

С начала шестидесятых годов изучение природы влияния регуляторов роста на образование клубеньков на корнях бобовых растений было начато в Институте микробиологии АН АрмССР.

Результаты проведенных опытов показали [32], что при систематической обработке бобовых растений в молодом возрасте и в ограниченных условиях света и корневого питания специфика действия гиббереллина выявляется в весьма отчетливой форме. Введение в растение гиббереллина вызывает усиленный рост стеблей, приток воды и питательных веществ в стеблевые верхушки, в результате чего происходит относительное ослабление роста корней, что приводит к падению общего веса растений и уменьшению образования клубеньков.

Полученные данные о специфике действия гиббереллина на ростовые процессы растений совпадают с данными наших предыдущих работ [19, 23].

В опытах с опрыскиванием раствором гиббереллина растений подсолнечника, кукурузы, топинамбура и некоторых бобовых культур уже установлено, что увеличение веса растений достигается при их обработке в более позднем возрасте, вероятно, благодаря тому, что корневая система растений успевает достаточно хорошо сформироваться, а у бобовых растений к этому времени уже завершается и образование клубеньков.

В опытах Тюрбера и др. [36] при опрыскивании 10-дневных растений карликовой фасоли (*Phaseolus vulgaris*) «гиббереллином» производства фирмы Мерк, содержащим 0,005% калийного гиббереллина, рост стеблей резко усиливался, но при этом сильно уменьшалось образование клубеньков. То же наблюдалось в опытах Брайена и др., Кеффорда, Бреквола, а также Меса [28, 37, 38] на корнях другого сорта фасоли, люцерны и вики.

Вместе с тем в опытах Флетчера и др. [39] с белым клевером не отмечалось какого-либо влияния гиббереллина на образование клубеньков при использовании растворов в таких широких пределах, как 1—1000 мг на один литр воды. В опытах же Бабаяна и Карагуляни [40] с люцерной при ежедневном опрыскивании растений 0,005% раствором этого вещества до первого укоса было получено усиление процесса образования клубеньков при одновременном увеличении сухого веса растений. Что касается влияния гиббереллина на образование клубеньков на корнях бобовых растений, то полученные нами данные совпадают с данными других авторов [28, 36, 38]. При опрыскивании им образование клубеньков у растений вики (*Vicia sativa*), гороха (*Pisum sativum*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*), конских бобов (*Vicia faba*) и люцерны (*Medicago sativa*) уменьшается. В случае полива раствором гиббереллина образование клубеньков на корнях конских бобов и люцерны несколько усиливается. В отношении люцерны наши данные подтверждаются и результатами полевых опытов [41].

Среди факторов, определяющих вирулентность клубеньковых бактерий, некоторые исследователи определенное значение придавали способности клубеньковых бактерий продуцировать гетероауксин или  $\beta$ -индолилуксусную кислоту, содействующую процессу инвазии [1, 3, 6, 10, 15, 28, 37, 39, 42—44], полагая, что ауксиновый фактор является одной из причин, влияющих на процесс инокуляции [3].

В наших опытах специфика действия гетероауксина выявилась в весьма отчетливой форме [32]. Введение в растение этого вещества не влияет на рост стеблей растений, но способствует образованию и росту корней, в связи с чем происходит и более усиленное образование клубеньков. Усиление роста корней одновременно приводит к увеличению общего веса растений. Подобная взаимосвязь между процессом роста стеблей и корней более четко выявилась у вики, гороха и фасоли и менее — у конских бобов и люцерны.

Исследования некоторых авторов показали, что обработка бобовых растений регуляторами роста меняет восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям [10, 45, 46]. А по данным других авторов,  $\beta$ -индолилуксусная кислота, гиббереллин, кинетин и витамины не оказывают никакого влияния на образование клубеньков [8, 47].

Результаты наших опытов, полученные при обработке регуляторами роста растений, инокулированных соответствующими штаммами клубеньковых бактерий, показали, что при опрыскивании растений растворами  $\beta$ -индолилуксусной и  $\alpha$ -нафтилуксусной кислот повышается

восприимчивость корней бобовых растений гороха, конских бобов, люцерны, вики и фасоли к инокуляции клубеньковыми бактериями, что выражается в увеличении числа клубеньков [13, 21, 32, 41]. Эти данные дали экспериментальное обоснование ранее высказанному предположению Тимана [48] и в свою очередь получили подтверждение в опытах Таркашвили и др. [49].

Результаты опытов, проведенных в полевых условиях, также выявили положительное действие гетероауксина [41]. Опрыскивание растений люцерны растворами гетероауксина приводит к усилению процессов роста и образования клубеньков и к увеличению веса растений и общего урожая. Интересно также, что последствие гетероауксина на следующий год вегетации сказывается в весьма отчетливой форме: наблюдаются более усиленный процесс образования клубеньков и повышение урожая люцерны. Предполагается, что положительное действие и последствие гетероауксина на увеличение урожая люцерны можно объяснить и прямым влиянием его на ростовые процессы, и косвенным—через стимуляцию процесса образования клубеньков.

Влияние ретардантов, и в частности ретарданта ССС, или хлорхлорид, вещества высокой физиологической активности, на процессы роста и морфогенеза небобовых растений широко известно [36, 42, 50—52]. При этом во многих случаях ССС оказывает на рост растений действие, противоположное тому, какое проявляют гиббереллины, поэтому он считается веществом, антагонистичным гиббереллинам [47, 53—56].

Относительно влияния ретардантов на рост бобовых растений и образование клубеньков в литературе имеются единичные данные. По данным Мишра и др. [44], ретардант В-95 задерживает образование корней и закономерно—образование клубеньков.

Нами были предприняты опыты по изучению влияния ретарданта ССС на рост бобовых растений и образование клубеньков при разных способах обработки: внесении в почву, путем опрыскивания надземных частей. Результаты опытов показали, что при разных способах обработки ретардант ССС по-разному влияет на рост бобовых растений: при внесении в почву значительно задерживает рост растений фасоли и сои, но стимулирует рост растений люцерны, тогда как при опрыскивании растений слабыми растворами задержки не наблюдается. При внесении в почву ретарданта ССС вес сухой массы надземных частей фасоли и сои немного повышается, а при опрыскивании не меняется; сухой вес корней у этих растений при внесении ретарданта ССС в почву не меняется. У люцерны сухой вес надземных частей значительно увеличивается как при внесении ретарданта ССС в почву, так и при опрыскивании.

Разные способы обработки по-разному влияют и на образование клубеньков у бобовых растений. Опрыскивание растений фасоли, сои и люцерны растворами ССС способствует образованию клубеньков на корнях растений, тогда как внесение в почву тормозит этот процесс.

Исключение составляет люцерна, у которой число клубеньков увеличивается при опрыскивании и внесении этого вещества в почву [57, 58]. Наши данные относительно люцерны совпадают с данными Прокаша [59], согласно которым внесение ретарданта ССС увеличивает число и сухой вес клубеньков у *Trifolium alexandrinum*.

Результаты опытов, полученные при обработке растений салициловой кислотой и морфактином, показали, что салициловая кислота усиливает рост надземных частей и корней, а также процесс образования клубеньков, а морфактин оказывает задерживающее действие и приводит к уменьшению веса надземных частей и корней, а также ослаблению образования клубеньков [60, 61].

По-видимому, положительное или отрицательное действие регуляторов роста на образование клубеньков связано с изменением физиологического состояния растений и с усилением роста их корней.

На следующем этапе наших работ для выяснения причин изменения восприимчивости бобовых растений к клубеньковым бактериям нами определялось содержание фенольных и ауксиноподобных соединений в корнях растений, часть которых обрабатывалась гиббереллином и морфактином, ингибирующими восприимчивость бобовых растений [61], а другая часть— $\alpha$ -нафтилуксусной и салициловой кислотами, стимулирующими восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям.

Данные хроматографических анализов показали, что в корнях растений гороха, обработанных этими регуляторами роста, изменяется содержание физиологически активных соединений.

При определении биологической активности веществ выяснилось, что, по сравнению с контролем, больше ростстимулирующих веществ, имеющих высокую степень достоверности [11], обнаруживается в корнях растений гороха, обработанных  $\alpha$ -нафтилуксусной и салициловой

Таблица  
Влияние регуляторов роста на содержание ауксиноподобных веществ в корнях растений гороха

Варианты		Рост coleoptилей пшеницы				Контроль
Контроль (необработанный)	$\bar{X} \pm x$ t	9,1±0,29 3,05	8,4±0,18 4,82	7,9±0,20 3,0	—	7,0±0,22
$\alpha$ -нафтилуксусная кислота	$\bar{X} \pm x$ t	8,2±0,30 4,20	7,8±0,25 3,52	8,5±0,31 4,87	7,9±0,31 3,41	6,5±0,27
Салициловая кислота	$\bar{X} \pm x$ t	7,9±0,17 3,21	8,8±0,25 5,46	8,3±0,22 4,19	8,9±0,25 5,76	7,0±0,22
Гиббереллин	$\bar{X} \pm x$ t	9,5±0,36 4,88	8,5±0,21 3,45	—	—	7,5±0,20
Морфактин	$\bar{X} \pm x$ t	—	—	—	—	7,5±0,20

$\bar{X}$ —средняя длина coleoptилей, мм  
 $\pm Sx$ —квадратичная ошибка отклонения от среднего  
 t—степень достоверности.

кислотами. В корнях растений, обработанных гиббереллином, выявлено меньше ростстимулирующих веществ, а в варианте с морфактином—только ингибитор роста (таблица). Последние два препарата, как уже было сказано ранее, уменьшают восприимчивость корней растений гороха к инокуляции клубеньковыми бактериями.

Подводя итоги, можно сказать, что в возникновении симбиоза существенное значение имеет вирулентность самих клубеньковых бактерий, с другой стороны, значительную роль в этом процессе играет восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям, которая обуславливается физиологическим состоянием растений, в частности корневой системы. Изменение физиологического состояния растений, вызываемое регуляторами роста, приводит к изменению восприимчивости бобовых растений к клубеньковым бактериям. Среди факторов, определяющих восприимчивость бобовых растений к клубеньковым бактериям, важное значение имеют усиление или ослабление синтеза ауксинов и ауксиноподобных веществ в корнях растений.

Институт микробиологии АН АрмССР

Поступило 4.VII 1977 г.

Ռ. Շ. ԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ն. Լ. ՔԱԼԱԶՅԱՆ, Ն. Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,  
Մ. Ք. ՉԱՅԼԱԽԱՆ

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱՊԵՍ ԱԿՏԻՎ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԹԻԹԵՌՆԱԾԱՂԿԱՎՈՐ ԲՈՒՅՍՆԵՐԻ ԱՃՄԱՆ  
ՈՒ ՊԱՆԱՐԱԳՈՑԱՑՄԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Հոգվածում ընդհանրացված են թիթեռնածաղկավոր բույսերի աճման ու պլարաբոյացման վրա ֆիզիոլոգիապես ակտիվ նյութերի (գիբերելին, β-ինդոլիլթացախաթթու, α-նավտիլթացախաթթու, սալիցիլային թթու, մորֆակտին, ռետարդանտներ՝ CCC, B—95) ազդեցությունը, ինչպես նաև թիթեռնածաղկավոր բույսերի վարակունակությունը պայմանավորող ֆակտորների բացահայտման վերաբերյալ մեր կատարած և գրականության մեջ եղած որոշ աշխատանքները:

Պարզվել է, որ ֆիզիոլոգիապես ակտիվ նյութերը տարբեր ազդեցություն են ունենում թիթեռնածաղկավոր բույսերի աճման ու պլարաբոյացման վրա:

Պլարաբակտերիաների և թիթեռնածաղկավոր բույսերի սիմբիոզի ժամանակ, բացի պլարաբակտերիաների վիրուլենտությունից, էական նշանակություն ունի նաև թիթեռնածաղկավոր բույսերի վարակունակությունը պլարաբակտերիաների նկատմամբ, որը պայմանավորված է բույսերի և մասնավորապես արմատային սիստեմի ֆիզիոլոգիական վիճակով:

Աճման կարգավորիչների միջոցով բույսերի ֆիզիոլոգիական վիճակի փոփոխությունը հանգեցնում է պլարաբակտերիաների նկատմամբ թիթեռնածաղկավոր բույսերի վարակունակության փոփոխությանը:

Պալարաբաղտերիաների նկատմամբ թիթեռնածաղկավոր բույսերի վարակոնակոթյունը պայմանավորող գործոններից կարևոր նշանակություն ունի բույսերի արմատների մեջ աուրսինների և աուրսինանման նյութերի սինթեզի ավելացումը կամ պակասեցումը:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Hoffman F. W. J. Agric. Res. 34, 7, 1927.
2. Nutman P. S. Proc. Roy., Soc. Ser. B; 156, 962, 122, 1962.
3. Fred E. B., Boldwin J. L., Mc Coy E. University of Wisconsin press Madison, 1932.
4. Релле Е. X. Тр. ВНИИ с/х микробиол., 13, 1953.
5. Thompson J. A. Nature, 187, 619, 1960.
6. Bowen G. D. Plant and Soil, 15, 155, 1961.
7. Арутюнян Р. III., Карапетян Н. А., Степанян М. Д., Каладжян Н. Л., Чайлахян М. X. Сб. Вопросы микробиологии, 6 (16), 31—43, Ереван, 1973.
8. Masterson G. L. J. Agric. Res., 1, 344, 1962.
9. Masterson G. L. Ann. Inst. Pasteur, 109, 3, 1965.
10. Fottrel P. E. O., Gonnor S., Masterson G. L. Irish. J. Agric., Res. 3, 2, 247—249, 1964.
11. Березова Е. Ф. Агробиология, 5, 73, 1950.
12. Разумовская Э. Г. Уч. зап. МГУ (серия биол. наук), 75, 15, 1945.
13. Чайлахян М. X. и Меграбян А. А. ДАН СССР, 6, 457—460, 1945.
14. Raggio M. Phytion 7, 1956.
15. Nutman P. S. Biol. Revs. 31, 2, 1956.
16. Nutman P. S. Sympos. Soc. Expt. Biol., 13, 1959.
17. Nutman P. S. Report Rothamsted Experm. Station, 1, 1960.
18. Vincent J. M. Austral. J. Sci., 29, 7, 1969.
19. Доросинский Л. М. Сб. Проблемы онкологии и тератологии растений, 227—231, Л., 1975.
20. Красильников Н. А., Коренько А. И. Реф. научн.-исслед. работ за 1945 г. ОБН АН СССР, М., 1947.
21. Чайлахян М. X., Меграбян А. А., Карапетян Н. А. Изв. АН СССР, 9, 3, 1955.
22. Чайлахян М. X., Меграбян А. А. Изв. АН АрмССР (биол. и с/х науки), 11, 12, 1958.
23. Красильникова И. А. (ред.) Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов, М., 1966.
24. Bonnter Ch. Ann. Inst. Pasteur, 103, 3, 1962.
25. Мосолов И. В. и Мосолова Л. В. Изв. АН СССР, 4, 577—589, 1959.
26. Новоселова А. С. и Мишенина М. М. Докл. с/х академии им. К. А. Тимирязева, 48, 269—276, 1959.
27. Чайлахян М. X. Бот. журн., 43, 7, 927—952, 1958.
28. Brian P. W., Elson G. W., Hemming G. H., Radley M. Jour. of Food and Agric. 5, 602—612, 1954.
29. Morgan D. G., Mees G. S. Agr. Sci., 50, 49—59, 1958.
30. Stove B. B., Lamaki F. Ann. Rev. Plant Physiol., 8, 181—216, 1957.
31. Wittwer S. H., Viscovac M. J. Economic Botany, 12, 3, 213—255, 1953.
32. Чайлахян М. X., Меграбян А. А., Карапетян Н. А., Каладжян Н. Л. Изв. АН АрмССР, 14, 12, 25—28, 1961.
33. Чайлахян М. X. и Некрасова Т. В. ДАН СССР, 119, 4, 1958.
34. Чайлахян М. X. Гиббереллины растений. Инструкция по испытанию и применению гиббереллинов на культурных растениях. М., 1961.
35. Чайлахян М. X., Турецкая Р. X., Ключкина Н. С. Физиол. раст., 5, 8, 1961.

36. *Thurber G. A., Douglas J. R., Galston N. W.* Nature, 181, 2035, 1958.
37. *Kefford N. P., Broswell I. A., Zwar Austral. J. Biol. Sci.*, 13, 4, 456—467, 1960.
38. *Mes M. G.* Nature 184, 4704, 2035, 1959.
39. *Fletcher W. W., Alcorn J. W. S., Raymond I. S.* Nature, 182, 4045, 1319—1320, 1958.
40. *Бабаян Г. Б., Карагулян С. А.* ДАН АрмССР, 31, 2, 91—96, 1960.
41. *Чайлахян М. Х., Месрабян А. А., Карапетян Н. А., Каладжян Н. Л.* ДАН АрмССР, 36, 3, 189—192, 1963.
42. *Cathey H. M.* Ann. Rev. Plant Physiology 15, 271—299, 1964.
43. *Galston N. W.* Nature 183, 4660, 545, 1959.
44. *Mishra D., Mohanty B.* Nature, 5085, 320—321, 1967.
45. *Тагиев В. Д.* Изв. АН СССР, серия биол., 2, 1965.
46. *Тагиев В. Д.* Изв. АН СССР, серия биол., 3, 1966.
47. *Lockhart I. A.* Plant physiology, 37, 759—762, 1962.
48. *Thlmann K. V.* Proc. Nat. Acad., U.S.A., 22, 511—514, 1936.
49. *Таркашвили Д. В., Дурмишидзе Н. В.* Сб. Проблемы онкологии и тератологии растений. Л., 231—233, 1975.
50. *Крищенко В. П., Дмитрук А. П.* Агрехимия, 5, 148—155, 1969.
51. *Чайлахян М. Х.* Химия в сельском хозяйстве, 5, 9, 26—30, 1967.
52. *Tolbert N. E.* Plant Physiology, 35, 380—385, 1960.
53. *Чайлахян М. Х.* Докл. по онтогенезу высших растений, Ереван, 1966.
54. *Чайлахян М. Х., Кочанков В. Г.* Физиол. раст., 14, 5, 1967.
55. *Paleg L., Kende H., Ninnemann H., Lang A.* Plant Physiology, 40, 1, 1965.
56. *Tolbert N. E.* Biol. Chem. 235, 2, 475—479, 1960.
57. *Чайлахян М. Х., Арутюнян Р. Ш., Степанян М. Д., Карапетян Н. А.* ДАН АрмССР, 46, 3, 182—187, 1973.
58. *Чайлахян М. Х., Арутюнян Р. Ш.* Биологический журнал Армении, 21, 4, 3—11, 1968.
59. *Praknsh Ved.* Indian J. Exptl. Biol., 4, 4, 251, 1956.
60. *Арутюнян Р. Ш., Карапетян Н. А., Каладжян Н. Л., Степанян М. Д. и Чайлахян М. Х.* Сб. Проблемы онкологии и тератологии растений. Л., 223—225, 1975.
61. *Арутюнян Р. Ш., Степанян М. Д., Карапетян Н. А., Чайлахян М. Х.* ДАН АрмССР, 11, 4, 250—256, 1975.