

А. П. ПЕТРОСЯН

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СОКА ЛЮЦЕРНЫ НА РОСТ И
РАЗМНОЖЕНИЕ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ ЛЮЦЕРНЫ

(Сообщение 2-ое)

Рядом авторов изучено влияние растительных экстрактов на развитие клубеньковых бактерий. Например, Nielsen [8] отмечает, что еще со времен Бейерника было известно благоприятное влияние растительных экстрактов на развитие микроорганизмов, однако нет достаточных данных о том, что клубеньковые бактерии лучше развиваются в экстрактах своих симбионтов. Мешков в 1954 г. установил, что корневой сок гороха благоприятно действует на *Pseudomonas*, а в корневом соке кукурузы азотобактер развивается лучше, чем клубеньковые бактерии. Nicol and Thornton [7] отмечают, что инактивные штаммы клубеньковых бактерий образуют в корневом соке факторы, угнетающие рост клубеньковых бактерий, наоборот, в соках бобовых растений, зараженных активными штаммами, стимулируется рост клубеньковых бактерий. Н. А. Красильников и А. И. Кореняко [2] установили, что натуральный неразведенный сок бобовых растений, полученный растиранием ткани и насасыванием пастеровской пипеткой из срезов стеблей и корней, бактерициден. Наибольшей бактерицидностью обладают соки бобовых растений клевера, донника и люцерны. Сок, разведенный до 1 : 10 и 1 : 20, в большинстве случаев не бактерициден, но задерживает развитие бактерии. При разведении 1 : 50 сок указанных растений является хорошим питательным субстратом и даже стимулирует их рост. Авторы не могли установить какой-либо специфичности в действии соков разных бобовых на клубеньковые бактерии других видов. В дальнейшем Б. П. Токиным [3] было установлено наличие бактерицидных веществ у многих растительных видов, подавляющих рост микроорганизмов. Эти вещества автором названы фитонцидами. Е. Ф. Березова и Г. Х. Ремпе [1] установили, что сок из корней люцерны проявляет бактерицидность по отношению к клубеньковым бактериям. По данным Ремпе, количество бактерицидных веществ у клевера и люцерны возрастает в период цветения, а также на второй и третий год жизни растений.

Для выяснения причин специфичности клубеньковых бактерий М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян и Н. А. Карапетян [5] испытывали действие растительных тканей бобовых растений на клубеньковые бактерии как специфических, так и не специфических для отдельных видов растений. На основании полученных экспериментальных данных авторы приходят к выводу, что корни бобовых растений обладают избирательной бак-

Влияние стерильного растительного сока, выделенного на интенсивность разви-

Исследуемые штаммы, выделенные по различным фазам развития люцерны	В какой фазе развития								
	кущения			стеблевания			в начале бутонизации		
	Д н и								
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
Из вновь проросших растений	+	+	+	пр.	пр.	пр.	+	+	++
Стеблевания	+++	+++	+++	пр.	пр.	+++	+	+	+++
Бутонизация	пр.	++	++	+	++	+++	++	++++	++++
Полного цветения	пр.	++	++	пр.	++	++	++	++	++++
Плодоношения	пр.	+	++	пр.	+	++	+	+	++++
После сбора урожая	пр.	+	++	пр.	+	++	++	++	++++
Из посева 1 года	пр.	+	+++	+	+	++	+	+	++++
Из посева 2 года	пр.	+	+++	+	+	++	+	+	++++
Из посева 3 года	0	пр.	++	пр.	++	++	++	++	++++
Из посева 4 года	+	++	++	пр.	++	++	+	++	++++

терицидностью в отношении клубеньковых бактерий. Рост клубеньковых бактерий, не специфических для данного вида растений подавляется, а рост специфических клубеньковых бактерий не подавляется. Листья и стебли бобовых растений в отношении клубеньковых бактерий бактерицидностью не обладают.

• Корни бобовых растений оказывают стимулирующее действие на рост клубеньковых бактерий соответствующего вида и указывают на наличие в корнях бобовых стимулирующих веществ. Эти данные подтверждаются работой Thorne and Brown [9] о специфичности растительных соков различных бобовых растений для различных видов клубеньковых бактерий. Испытанные ими 7 видов клубеньковых бактерий хорошо развивались в соке своих симбионтов, а соки некоторых бобовых оказались бактерицидными для не своих клубеньковых бактерий. Растительный сок они выжимали под давлением 4000 фунтов на дюйм, полученный сок центрифугировали (35000 оборотов мин) в течение 10-ти минут, после чего фильтровали бумажным фильтром, затем через Шамберлана L₃. Осаждались белки, главным образом, альбумины. Полученный таким образом сок содержался в холодильнике и употреблялся по частям.

Приведенные литературные данные противоречивы. Авторы последних двух работ подтверждают факт о том, что сок бобового растения не

деленного в различные фазы развития люцерны
тия клубеньковых бактерий

Т а б л и ц а 1

выделен растительный сок

полная бутонизация			начало цветения			полное цветение		
наблюдения								
3	6	9	3	6	9	3	6	9
пр.	+	+++	++++	++++	++++	++	++++	++++
+	+	++++	+++	++++	++++	++	+++	++++
пр.	+	+++++	+++++	+++++	+++++	++	+++	++++
пр.	+	++++	++++	+++++	+++++	++	+++	++++
пр.	+	+++++	++++	+++++	++++	++	++++	+++++
пр.	+	++++	++++	+++++	+++++	++	++++	+++++
пр.	+	+++++	++	++++	+++++	++	++++	+++++
пр.	+	+++++	+++	+++++	+++++	++	++++	+++++
пр.	+	+++++	++++	+++++	+++++	++	++++	+++++
+	++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	++++	+++++

бактерициден для клубеньковых бактерий данного вида бобового растения.

Целью данного сообщения являлась проверка этих данных и установление специфики действия растительного сока, полученного в различные фазы развития люцерны на клубеньковые бактерии люцерны. Выяснение этого вопроса было необходимо, т. к. фазы развития бобового растения сильно влияют на активность клубеньковых бактерий*. Для получения растительного сока в разные фазы развития растений брались свежие корни люцерны и растчрались в стерильной ступке в разбавлении с водопроводной водой 1 : 5 и 1 : 10. Полученный таким путем сок разливался в пробирки по 7 мл и стерилизовался в аппарате Коха периодическим нагревом. После стерилизации среды засеивались 10 штаммами клубеньковых бактерий люцерны, выделенных в разные фазы развития и в разные годы жизни растений. После посева ежедневно велись наблюдения над интенсивностью развития клубеньковых бактерий, что обозначалось пятибалльной системой оценки. В таблице 1 и на рис. 1 приводятся данные только минимального и максимального роста (3, 6 и 9 дня).

Из данных таблицы явствует, что на указанной среде все 10 испытывае-

* А. П. Петросян, А. Г. Навасардян—Влияние фаз развития и возраста бобовых растений на активность клубеньковых бактерий (сооб. 1-ое). Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. IX, № 11, 1956 г.

мых штамма, независимо от своего происхождения, дали одинаково интенсивный рост. Более ясно выражена особенность влияния растительного сока, полученного в различные фазы развития люцерны на интенсивность роста клубеньковых бактерий. Так, на растительной вытяжке, полученной в фазах кущения и стеблевания растений, клубеньковые бактерии дали слабый и посредственный рост, отмеченный одним или двумя, и в редких случаях, тремя плюсами. На растительной вытяжке, полученной в начале бутонизации и при полной бутонизации растений, рост клубеньковых бактерий на 9-й день посева почти у всех исследуемых штаммов был выражен четырьмя или пятью плюсами. Однако, надо отметить, что в первые дни посева (на 3 и 6 день) рост клубеньковых бак-

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ ЛЮЦЕРНЫ
В РАСТИТЕЛЬНОМ СОКЕ В РАЗНЫХ ФАЗАХ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

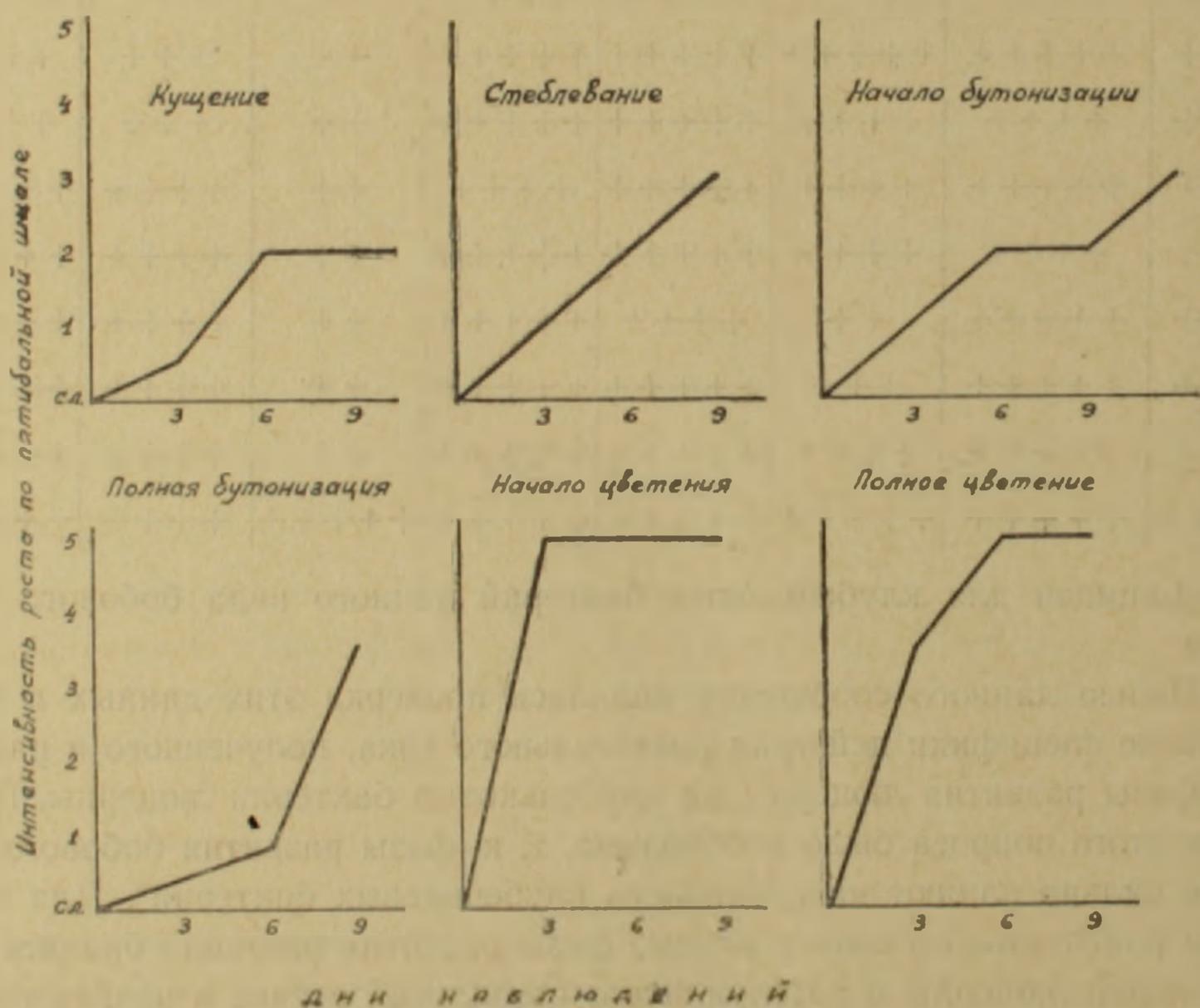


Рис. 1. Интенсивность роста клубеньковых бактерий в стерильном растительном соке, полученном в различные фазы развития люцерны.

терий на растительной вытяжке, полученной в начале бутонизации был сравнительно интенсивнее, чем на растительной вытяжке, полученной при полной бутонизации. Наиболее интенсивный рост клубеньковых бактерий наблюдался на растительной вытяжке, выделенной в начальный период цветения растений. Начиная с 3 дня посева интенсивность роста отмечалась четырьмя или пятью плюсами, что ясно видно из данных таблицы 1. В растительной вытяжке, полученной в период полного цветения люцерны рост клубеньковых бактерий на 3 день посева был слабый, в основном,

отмеченный двумя плюсами. В дальнейшем рост усилился и отмечался четырьмя или пятью плюсами.

Таким образом, выясняется, что на растительных вытяжках, полученных в сроки между началом бутонизации и полным цветением люцерны, клубеньковые бактерии дают более интенсивный рост, особенно в начале цветения, чем на растительных вытяжках, полученных при начальных фазах развития растений (кущение, стеблование).

Как видим, эти данные полностью коррелируются с активностью клубеньковых бактерий, изолированных в различные фазы развития растений. Однако для более полной уверенности в точности данных относительно влияния растительных вытяжек, выделенных по фазам развития растений, нами был поставлен еще один опыт, а именно проверка скорости и интенсивности роста клубеньковых бактерий в продолжение их развития посредством количественного учета определения их титра.

С этой целью в различные фазы развития люцерны, вновь посеянной и второго года посева, были получены растительные вытяжки по описанному выше способу с той лишь разницей, что в этом случае соотношение воды и корней составляло 1:5. После фильтрации через бумажный фильтр растительная вытяжка была разделена на две части; часть была разлита в пробирки по 7 куб. см. в каждую и подвергнута стерилизации в аппарате Коха периодическим нагреванием в течение трех дней, а вторая часть — профильтрована через фильтр Зейтца, асептически разлита в стерильные пробирки в указанном количестве. Подобным же образом были приготовлены контрольные пробирки с бобовым экстрактом + 1% сахара. Все приготовленные таким способом пробирки были заражены двумя каплями одинаковой густоты суспензий 2—3-дневной культуры клубеньковых бактерий (выделенных в фазе бутонизации растений), после чего пробирки немедленно помещены в термостат при температуре 25—26°.

В качестве контроля каждый раз в термостат помещалось по одной пробирке с исследуемыми растительными соками различных вариантов, как и с бобовым отваром. Для определения титра посевного материала (при всех опытах) производился посев двумя каплями той же суспензии испытуемых клубеньковых бактерий. Спустя 4, 8, 24, 48 и 96 часов после заражения пробирок клубеньковыми бактериями, в них определялся титр клубеньковых бактерий на пластинках бобового агара. Испытывались 10-тысячное, 100-тысячное, 1-миллионное и 10-миллионное разведения. Из исследуемых жидкостей бралось по 1 куб. см.

В таблицах 2 и 3 и на рис. 2 приводятся результаты этих исследований. Данные таблиц показывают, что растительный сок, подвергнутый горячей стерилизации, является питательной средой, равноценной бобовому отвару, для развития клубеньковых бактерий. Между тем в растительном соке, профильтрованном через фильтр Зейтца, клубеньковые бактерии растут в несколько раз слабее, чем на указанных средах. Это явление может быть объяснено тем, что при холодной стерилизации некоторая часть питательных веществ не переходит в фильтрат, поэтому фильтрат обедняется питательными веществами, необходимыми для раз-

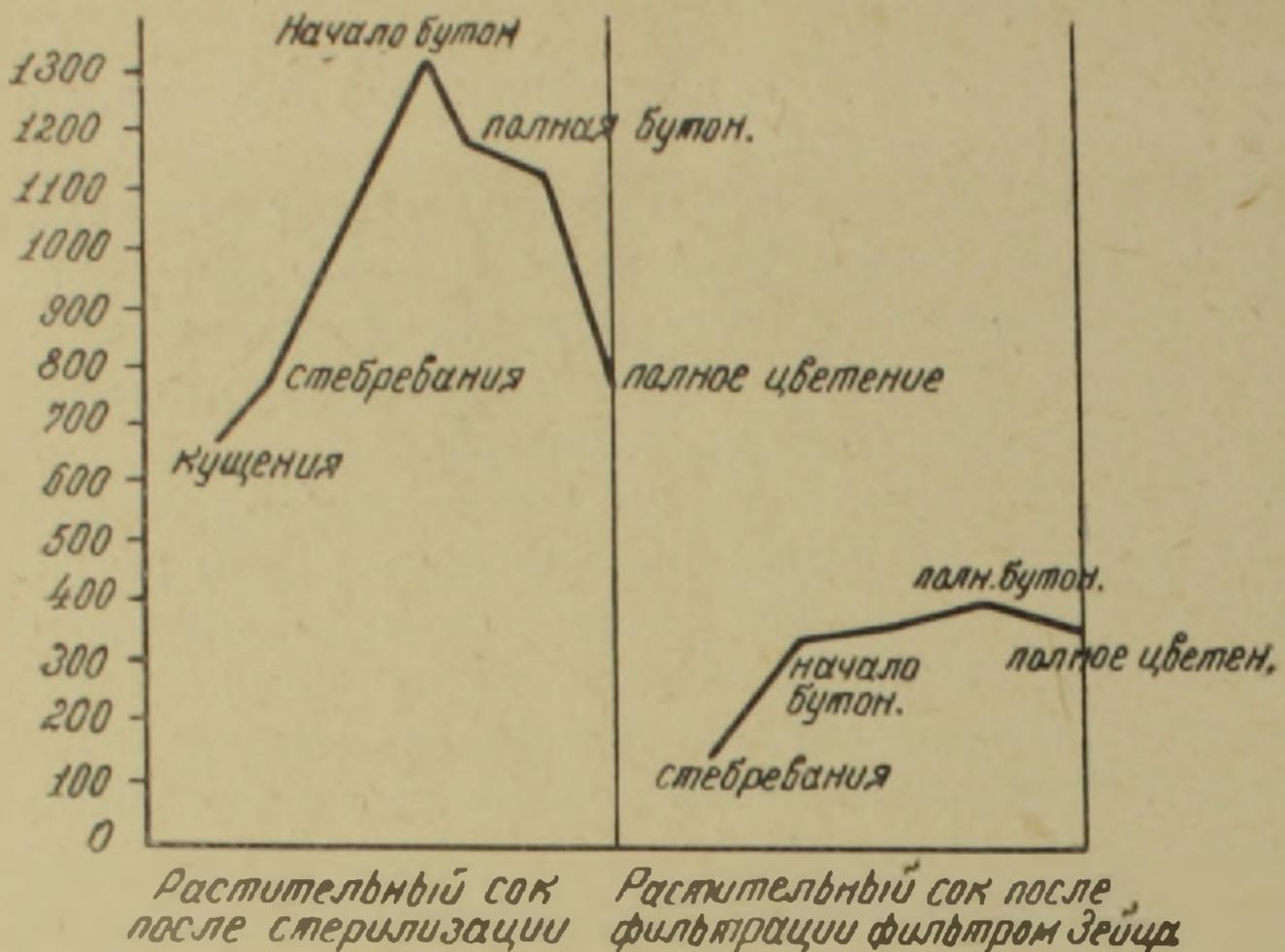


Рис. 2. Титр клубеньковых бактерий в стерильном растительном соке, полученном в различные фазы развития люцерны.

вития клубеньковых бактерий, или же вследствие горячей стерилизации некоторые недоступные соединения расщепляются и превращаются в более удобоусвояемые для клубеньковых бактерий форм.

Приведенными данными еще раз подтверждается тот факт, что интенсивность роста клубеньковых бактерий в растительных соках, выделенных в различные фазы развития люцерны неодинакова. С развитием растений она постепенно повышается и достигает своего максимума в растительных соках, полученных в период с начала бутонизации до ее конца и начала цветения растений. Так, например, количество клубеньковых бактерий в 1 к. см. исследуемого стерильного (горячая стерилизация) растительного сока второго года посева в начальной фазе развития равнялось 670 млн., в начальный период бутонизации 1356 млн., в период полной бутонизации и начала цветения 1206 млн. Количество бактерий в фазе полного цветения заметно снизилось и составило 670 млн. (табл. 3). Как уже было сказано выше, количество клубеньковых бактерий в растительном соке, подвергнутом холодной стерилизации, было несравненно меньше, 350—370 млн. в 1 к. см. растительного сока. Однако направление кривых в обоих случаях почти одинаковое (рис. 2).

Другим примечательным явлением в этих данных (табл. 2, 3) считаем то, что в растительном соке, выделенном из растений люцерны второго года, с самого начала их бутонизации до начала цветения клубеньковые бактерии развиваются интенсивнее, чем в растительном соке, выделенном в те же фазы из растений первого года посева. Это, вероятно, объясняется тем, что растения второго года развиты более мощно и пышно и жизненные процессы у них протекают интенсивнее, следовательно, растительный сок, выделенный из таких растений, также является более благоприятной средой для развития клубеньковых бактерий.

Таблица 2

Влияние стерильного растительного сока, выделенного в различные фазы развития люцерны первого года посева, на интенсивность развития клубеньковых бактерий (по их титру)

(Приведенные цифры показывают количество выросших в 1 к см исследуемой жидкости клеток в миллионах)

Сроки анализов по фазам развития растений	Бобовый экстракт					Растительный сок после термической стерилизации					Растительный сок после холодной стерилизации				
	Через сколько часов после заражения среды определялся титр клубеньковых бактерий														
	4	8	24	48	96	4	8	24	48	96	4	8	24	48	96
Длина ростка 5—6 см. 24/4	25	22	39	469	892	4	70	152	407	634	17	55	110	120	93
Кущение 9/5	76	82	199	464	1044	122	38	268	549	786	16	14	10	100	100
Стеблевание 18/5	12	32	254	118	942	11	26	400	502	724	95	13	17	16	18
Начало бутонизации 23/5	43	112	238	398	638	58	56	—	650	816	15	65	160	260	434
Полная бутонизация 1/6	31	88	299	99	990	30	100	610	642	985	37	115	90	133	171
Полное цветение 11/6	31	172	261	374	830	36	108	335	718	697	31	63	133	89	151
В день сбора урожая 17/6	31	172	281	374	830	22	38	85	497	456	46	61	194	82	101

Таблица 3

Влияние стерильного растительного сока, выделенного в различные фазы развития люцерны 2-го года, на интенсивность развития клубеньковых бактерий по их титру
(Приведенные цифры показывают количество клеток, выросших в 1 к см исследуемой жидкости в миллионах)

Сроки анализов по фазам развития растений	Бобовый экстракт					Растительный сок после горячей стерилизации					Растительный сок после холодной стерилизации				
	Через сколько часов после заражения среды определялся титр клубеньковых бактерий														
	4	8	24	48	96	4	8	24	48	96	4	8	24	48	96
Длина растен. 12 см 7/4	—	148	169	312	928	—	325	252	277	6.0	—	—	—	—	—
Стеблевание 19/4	46	107	165	438	850	80	90	230	488	750	40	92	77	55	150
До бутонизации 27/4	28	74	258	835	1074	120	83	249	500	1356	33	114	190	223	350
Начало бутонизации 5/5	63	83	137	680	956	41	44	84	556	1266	13	35	40	201	361
Полная бутонизация, единич. цветение 15/5 .	15	18	51	312	630	27	32	80	560	1206	142	61	78	2.6	372
Полное цветение 25.5	25	20	32	718	1236	11	56	284	556	670	11	54	99	260	367

Таким образом, данными как о интенсивности развития клубеньковых бактерий (табл. 1), так и их количественного учета подтверждается, что растительный сок люцерны, выделенный в начальный период бутонизации и цветения как после холодной, так и после термической стерилизации, является более благоприятной средой для развития клубеньковых бактерий, чем растительный сок, полученный в другие фазы развития растений. Это явление само собой разумеющееся, так как в эту фазу развития физиологические процессы у растения имеют более интенсивный ход, весь растительный организм в целом мобилизуется для обеспечения процессов бутонизации и цветения.

В фазы бутонизации и цветения бобовых растений, растительный сок имеет более благоприятное влияние на развитие клубеньковых бактерий, а корневые выделения в эти фазы более благоприятны для развития ризосферных микроорганизмов, о чем свидетельствуют данные М. И. Федорова и В. Ф. Непомилуева [4]. Однако какие именно физиологические и биохимические изменения претерпевает растительный сок в этот период своего развития, остается пока неизвестным.

Параллельно с изложенными выше исследованиями учитывалось количество клубеньковых бактерий в свежих клубеньках люцерны по различным фазам ее развития, пластинках бобового агара. Одновременно определялась актуальная реакция сока клубеньков потенциометром.

Клубеньки к опыту подготавливались нижеописанным способом: после тщательного промывания водопроводной и стерильной водой они просушивались стерильной фильтровальной бумагой, затем на аналитических весах взвешивалась навеска в 0,1 г, которая протравливалась сулемой и спиртом, после чего растиралась в стерильной ступке с 2 к. см стерильной воды, асептически переносилась в стерильную пробирку и заливалась 8 к. см стерильной воды. Таким образом в первой пробирке получено 1/100 разведение, затем продолжалось дальнейшее разведение и производился посев из 100 тыс., 1, 10, 50 и 10 млн. разведений. Полученные данные приведены в таблице 4. По данным таблиц 2 и 3 титр клубеньковых бактерий в клубеньках заметно меняется вместе с фазами развития растений и достигает своего максимума в фазе их полного цветения.

По той же закономерности увеличивается и значение рН сока клубеньков, которое от первоначального рН-6 доходит до рН-6,4 (табл. 4).

Из проведенных исследований выясняется, что растительный сок люцерны вообще является благоприятной средой для развития своих же клубеньковых бактерий, но он наиболее благоприятен в фазе полной бутонизации и цветения растений.

Указанное подтвердилось интенсивностью развития клубеньковых бактерий как в стерильном (термическая и холодная стерилизация) растительном соке, так и в свежих клубеньках.

Различное действие растительного сока на развитие клубеньковых бактерий, по-видимому, объясняется его биохимическими и физиологическими особенностями, которые, разумеется, не тождественны в различные фазы развития растений.

Таблица 4

Количество клубеньковых бактерий в 0,1 г свежих клубеньков в миллионах по разным фазам развития растений

Дата	Фаза развития растений	Рн	Количество клубеньковых бактерий в миллионах
23.IV	Всходы 5—6 см	—	210
9.V	Фаза кущения	6,0	190
18.V	Стеблевание	6,0	290
1.VI	Бутонизация	6,3	330
11.VI	Полное цветение	6,4	870

Растительный сок, выделенный в период бутонизации и цветения бобового растения, не только благотворно влияет на развитие клубеньковых бактерий своего симбионта, но и одновременно является более бактерицидным по отношению к клубеньковым бактериям других видов бобовых растений, что доказывается работой М. Х. Чайлахяна и А. А. Меграбян [6].

Сектор микробиологии
Академии наук Армянской ССР

Поступило 28 IX 1956

Ա. Պ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ԱՌՎՈՒՅՏԻ ԲՈՒՍԱՀՅՈՒԹԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆՈՒՅՆ ԲՈՒՅՈՒ
ՊԱՒԱՐԱՐԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՅՄԱՆ ԵՎ ԲԱԶՄԱՅՄԱՆ
ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Այս հարցի ուսումնասիրման կապակցությամբ արված մեր առաջին հաղորդման¹ ավյալներով ապացուցված է, որ պալարաբակերիաների ակտիվացումը սերտ կապ ունի թիթեանածաղկավոր բույսերի զարգացման փուլերի հետ: Ընդ որում պալարաբակերիաները առավել էֆեկտավոր են լինում, երբ մեկուսացվում են բույսերի կոնսոնակարման և ծաղկման շրջանում: Աշխատութան ներկա բաժնի նպատակն է եղել պարզել, թե թիթեանածաղկավոր բույսերի զարգացման տարրեր փուլերում ինչ փոփոխություն է ենթարկվում բուսանյութը՝ որպես պալարաբակերիաների հիմնական սննդամթափայլ:

Այդ նպատակի համար սովորյալ առաջին և երկրորդ տարվա ցանքերից, բույսերի զարգացման տարրեր փուլերում, վերցվել են թարմ արմատներ և նրանցից պատրաստվել բուսանյութ, արմատները արտելով և վրան 1:5 հարաբերությամբ ջուր ավելացնելով: Ստացած բուսանյութը ֆիլտրի թղթով ֆիլտրելուց հետո բաժանվել է երկու մասի՝ մի մասը լցվել է փորձանոթները (7 խ. սմ) և ստերիլիզացիայի ենթարկվել կոխի ապարատում տաք ախտահանմամբ, իսկ մյուս մասը ֆիլտրվել է Ջեյցի ֆիլտրով, նույնպես լցվել փորձանոթները ասեպտիկ ձևով: Այնուհետև բոլոր փորձանոթները փարակվել են փորձարկիոզ պալարաբակերիաների թարմ կուլտուրայի հափտաար քանակով և պահվել սերմաստանի մեջ:

¹ «Տեղեկագիր Հայկական ՍՍՏ ԳԱ» (բիոլ. և գյուղ. գիտ.), հատ. IX, № 11, 1956:

25—26⁰-ի պայմաններում: Փորձանոթները պալարաբակտերիաներով վարակվելուց 4, 8, 24, 48 և 96 ժամ հետո, նրանցից վերցվել է 1-ական խամ հեղուկ և սրուշվել նրանց մեջ պալարաբակտերիաների տիտրը Պետրիի թասերում, աստիճանական նոսրացման եղանակով լորի ազարի միջավայրում: Որպես կոնտրոլ, պալարաբակտերիաների տիտրը սրուշվել է և լորաջրի մեջ, նույն պայմաններում:

Ստացված արդյունքներից պարզվել է, որ պալարաբակտերիաները ամենից ինտենսիվ աճ և բարձր տիտր տվել են առվույտի կոկոնակալման սկզբից մինչև ծաղկման սկիզբը՝ բնկած ժամանակամիջոցում ստացված բուսանյութում: Օրինակ՝ առվույտի զարգացման սկզբնական շրջանում ստացված բուսանյութի 1 խամ-ի մեջ հաշվվել է 670 մլն բջիջ, կոկոնակալման սկզբում՝ 1356 մլն, լրիվ կոկոնակալման և ծաղկման սկզբում՝ 1206 մլն լրիվ ծաղկման և պտղակալման սկզբում՝ 670 մլն (աղյուսակներ 1, 2 և 3 և կորագծեր 1, 2):

Այսպիսով, պարզվում է, որ պալարաբակտերիաները առավել ակտիվ են լինում թիթևանածաղկավոր բույսերի զարգացման այն փուլերում, երբ նրանց բուսանյութը նույնպես առավել նպաստավոր սննդամիջավայր է պալարաբակտերիաների զարգացման և բազմացման համար: Բայց այն հարցը, թե բուսանյութը բույսերի զարգացման տարրեր փուլերում ինչ կոնկրետ թուքիմիական և ֆիզիոլոգիական փոփոխություններ է կրում, դեռևս պարզ չէ: Այդ հարցին պետք է անդրադառնալ առանձին ուսումնասիրություններով:

ЛИТЕРАТУРА

1. Березова Е. Ф. и Ремне Е. Х. Бактериостатические вещества как фактор регулирования микрофлоры в корневой системе растений. Труды ин-та сельхоз. микробиологии, том 13, стр. 87, 1953.
2. Красильников Н. А. и Коренько А. П. Бактерицидность растительного сока, Рефераты научно-исследовательских работ за 1945 г. Отделение биолог. наук АН СССР, стр. 246, 1945.
3. Токни Б. П. Фитонциды, Изд. Академии медицинских наук СССР, 1951.
4. Федоров М. И. и Непомилуев В. Ф. Основные формы ризосферных бактерий клевера и их количественное содержание в ризосфере по фазам развития растений и годам его жизни, Микробиология, том 23, вып. 4, стр. 431, 1954.
5. Чайлахян М. Х., Меграбян А. А. и Каранетян Н. А. Избирательная бактерицидность корней как фактор взаимоотношения бобовых растений и клубеньковых бактерий, Известия АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), VIII, 3, стр. 61, 1955.
6. Чайлахян М. Х. и Меграбян А. А. Об избирательной бактерицидности тканей корней бобовых растений по отношению к клубеньковым бактериям, Доклады АН АрмССР, том XX, 3, стр. 99, 1955.
7. Nielson H. and Thornton H. G. Composition between related strains of nodule bacteria and its influence on infection of the leguminosus. Proc. Roy. Soc. (London), V, 130, p. 32, 1940.
8. Nielsen N. Der gehalt von pflanzen und erdböden an wuchsstoffen die das wachstum von B. radiclecola fördern, Compt. Rend. lab. Carlsberg, 1944.
9. Thorne D. W. and Brown P. K. The growth and respiration of some soil bacteria in juices of Leguminosus and non Leguminosus plants, Journ. bact., V, 34, No. 6, p. 567, 1937.