

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. Г. Чубарян и Л. В. Кеворкова

Влияние карбонатности и реакции почвы на жизненность и
рост семян некоторых хвойных

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 4. IV 1960)

подавляющее большинство видов растений в центре своего природного ареала способно произрастать с тем или иным успехом на самых разнообразных почвах. По мере же приближения к климатическим границам ареала значение почвенных условий возрастает и растения становятся почвенно-приуроченными^(1,2). Отсюда следует, что при переносе растений за пределы их естественного ареала в новую, зачастую неблагоприятную климатическую обстановку, эдафические условия могут определять самую возможность существования растений, сильно влияя на их рост и жизненность.

Несмотря на это в интродукции растений значение почвенного фактора обычно не учитывается, хотя во многих случаях от него зависит успех акклиматизации. Особенно тяжелые условия произрастания могут сложиться для тех видов, которые даже в своем природном ареале приурочены к определенным почвам и поэтому отличаются слабой пластичностью. К числу таких растений нужно отнести, в первую очередь, „кальциефобы“*, т. е. виды, не произрастающие на почвах богатых известью, характеризующихся щелочной или нейтральной реакцией. Растения, не выносящие избыток извести, способны нормально расти и развиваться только на кислых почвах, а на щелочных и даже нейтральных сильно страдают и гибнут, а поэтому не встречаются на таковых в своем природном ареале.

Несмотря на значительное число исследований и давность разработки затронутого вопроса сущность и механизм отрицательного действия карбонатности и щелочности почвы на „кальциефобные“ растения не выяснены до настоящего времени с необходимой полнотой. Общепринятым сейчас является мнение о том, что в условиях избытка извести и щелочности почвы нарушается метаболизм растений и, в

* Несмотря на справедливые указания многих авторов о физиологической и экологической необоснованности терминов „кальциефобность“ и „к-фильность“, мы вынуждены использовать их ввиду отсутствия новых общепринятых обозначений отношения растений к известковости и реакции почвы.

частности, затрудняется поступление в них ряда необходимых элементов минерального питания (главным образом железа, а также калия и некоторых микроэлементов). Наиболее важным симптомом страдания растений в этом случае является хлороз (3,4,5). Под влиянием избытка кальция, по-видимому, нарушается также водный режим растений в связи с изменением физико-химических свойств протоплазмы (6). Из древесных и кустарниковых растений обычно принято считать типично кальциефобными немногие виды (каштан съедобный, сосна приморская и вересковые) (4,7). Между тем, практикой интродукции древесных в аридных южных районах СССР установлено, что на известковых почвах страдает гораздо больше древесных видов, особенно хвойных (6,7).

Последние заключения обосновывались только наблюдениями над взрослыми растениями. Экспериментальные же исследования по вопросу о влиянии известковости и щелочности почв на сеянцы древесных пород, в частности хвойных, еще не проводились. Между тем известно, что нарушение метаболизма, вызываемое ненормальностями минерального питания (в частности засолением субстрата), наиболее губительно влияет на сеянцы и проростки, определяя возможность существования растений. В ходе онтогенеза устойчивость растений возрастает в результате приспособительных изменений и повышения жизнеспособности растений (9,10,11).

Угнетение роста сеянцев и их гибель в 1—2-й год жизни, при выращивании на буроземах Ереванского ботанического сада и даже в земляных садовых смесях (с некоторой примесью бурозема), неоднократно отмечалось нами в процессе интродукции для многих хвойных (сосна—ладанная, смолистая, банкса, румелийская, погребальная, веймутова; пихта бальзамическая; кипарисовик туполистный и горохоплодный; каллитрис ромбовидный; лжетсуга; кипарис болотный и др.) Симптомы страдания растений, в частности, ясно выраженный хлороз, указывали на то, что это явление может быть связано с карбонатностью и щелочностью местных почв.

С целью экспериментальной проверки этого предположения, а также выяснения значения эдафических факторов для хвойных нами проводится ряд вегетационных опытов. В настоящем сообщении изложены некоторые результаты первой серии опытов, поставленных в 1957 г. Испытывавшиеся в этих опытах 18 видов хвойных выращивались в следующих почвенных условиях: 1—светло-бурая суглинистая окультуренная почва Ереванского ботанического сада; 2—та же почва + CaCO_3 ; 3—батумский краснозем; 4—та же почва + CaCO_3 . CaCO_3 давался в виде размолотого мела, в количестве 3% от воздушно-сухого веса почвы.

Ереванский бурозем, будучи сильно карбонатным, бурно вскипает от соляной кислоты с поверхности почвы и по всему пахотному слою. Батумский краснозем не вскипает.

Почва	рН водной вытяжки	Процентное со- держание в почве		Процентное содержание в водной вытяжке		
		CaCO ₃	CO ₂	Ca	Mg	HCO ₃
Ереванская светло-бурая почва	7,3	5,709	2,512	0,0108	0,0022	0,1269
Батумский краснозем	6,5	1,114	0,502	0,0144	0,0027	0,0360

Данные табл. 1 показывают существенные различия в химизме этих почв. Ереванский бурозем имеет слабощелочную реакцию (рН = 7,3), содержание CaCO₃ и CO₂ в нем в 4—5 раз больше, чем в батумском красноземе, имеющем слабо кислую реакцию (рН = 6,5). Следовательно, указанные почвы давали возможность изучить влияние фактора карбонатности и реакции почвы на растения. По физическим же свойствам обе почвы близки, характеризуясь плохим водным и воздушным режимом вследствие тяжелого их состава.

Растения выращивались в глиняных 2-литровых вазонах; в каждый вазон насыпалось 1200 г батумской или 1370 г ереванской почвы. Для обеспечения микоризного симбиоза вносилось 60 г сырой земли с грибным мицелием, взятой в сосновом насаждении. Посев замоченными или наклюнувшимися семенами произведен 21. VI. 1957 г., причем во всех вариантах одного и того же вида растений высевалось одинаковое число семян. Обильный равномерный полив давался ежедневно. Растения содержались на открытом воздухе, при слабом затенении.

По окончании второй вегетации сеянцев (сентябрь 1958 г.) опыт был прекращен и произведены описание, измерение и взвешивание растений. Полученные данные показаны в табл. 2,3.

Прежде всего нужно отметить, что растения подавляющего большинства хвойных лучше чувствовали себя на кислой батумской почве. На карбонатной щелочной ереванской почве их состояние было заметно хуже, причем угнетение растений было многостороннее. Так, например, всхожесть семян в батумской почве, в сравнении с ереванской, была заметно выше у 12 видов из 17-ти; в известкованной же батумской почве всхожесть семян снизилась у 9 видов. Прорастание семян особенно резко ухудшалось у кипарисовика и лжетсуги (в 2,5—5 раз) и у многих видов сосны (особенно приморской, ладанной, погребальной, смолистой). Это показывает, что повышенная известковость влияет на всхожесть аналогично отрицательному действию избытка других солей^(12,13). Начиная с весны второго вегетационного сезона у некоторых видов резко проявилась угнетенность, выражающаяся: хлоротической окраской хвои, ее массовым усыханием, угнетением роста стволика в высоту и толщину, слабым ростом и отмиранием корневой системы, недоразвитостью настоящей хвои или ее отсутствием. Все эти симптомы проявлялись только на карбонатной щелочной почве (варианты 1,2) у сосен—смолистой, банкса, жесткой и

у кунингами. На кислой некарбонатной батумской почве растения тех же видов имели превосходное состояние, а в случае прибавления к этой почве 3% CaCO_3 депрессия растений также наблюдалась, но слабее. В связи с указанным испытываемые виды довольно сильно различались по степени их жизненности в карбонатной щелочной почве, в которой, к концу второй вегетации, у некоторых кальциефобных видов погибло от 33 до 58% сеянцев, а остальные находились на грани гибели. Выживаемость этих же видов в батумской почве, а остальных видов (менее чувствительных к извести) во всех вариантах опыта составляла от 80 до 100%. В противоположность этому сеянцы сосны Бунге полностью погибли к началу второй вегетации в батумской почве.

Интересно отметить, что степень развития микоризы и ее характер (простая вильчатость—„дихотомия“ микоризных окончаний, формирование гроздей различной величины) у видов, чувствительных к извести, полностью зависели от типа почвы. Например, у сосны смолистой на ереванском буроземе микориза не обнаружена, в то время как в батумском красноземе микоризность оценивалась отметкой 2,5 балла. У сосны ладанной в батумской почве микоризность достигала 2,5 балла, при известковании этой почвы снизилась до 0,5 балла, а в ереванской почве микориза отсутствовала. В известковых вариантах микориза не развивалась также у лжетсуги, лиственницы, сосны банкса, сосны смолистой. У видов менее чувствительных к извести тоже отмечена тенденция ослабления развития микоризы на карбонатном фоне, но менее резко выраженная (за исключением сосны итальянской и обыкновенной). Эти наблюдения, подтверждая литературные сведения о благоприятности кислой почвы для развития микоризы⁽¹⁴⁾, одновременно наводят на мысль о том, что одной из важных причин угнетения и гибели кальциефобных видов хвойных на карбонатных и щелочных почвах может оказаться отсутствие микоризного симбиоза или слабое его развитие. В этой связи интересно отметить четко выраженное в нашем опыте угнетение роста корневой системы кальциефобных видов, в карбонатных вариантах, которое выразилось в уменьшении длины корней и в снижении процента сухой массы корней (считая от всей массы растения). У самых чувствительных к извести видов рост корней прекращался и они начинали отмирать. Наоборот, у видов, безразлично относящихся к извести, не замечалось угнетения развития корней на карбонатном фоне (сосны—калабрийская, итальянская, кавказская, кипарис). Отсюда следует, что одна из основных причин депрессии и гибели кальциефобных хвойных на известковых почвах заключается в угнетении корневой системы и отсутствии микоризного симбиоза, необходимого, как известно, для успешного произрастания большинства хвойных пород.

Данные табл. 2 и 3 показывают, что при выращивании многих хвойных растений в известковой почве наиболее сильно подавляется накопление сухой массы и, несколько слабее, рост корней и хвои.

Таблица 2

Рост сеянцев некоторых хвойных на почвах, различающихся по степени карбонатности и величине *pH*

Название вида	Варианты опыта	Средняя высота растения от корн. шейки в с.м	Диаметр корневой шейки в м.м	Средняя длина настоящей хвои в с.м (в скобках перичной)	Средняя длина самого длинного корня в с.м	Микоризность в баллах	Средний сухой вес одного растения в г	В % от сухого веса всего растения было	
								корней	стеблей и хвои
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосна калабрийская	1	11,4	1,4	(2,4)	32,1	2—2,5	0,73	45	55
•	2	12,6	1,5	(2,8)	47,4	1,5—2	1,05	46	54
•	3	12,4	2,0	(2,8)	41,0	3,5	1,22	44	56
•	4	12,1	2,0	(2,8)	53,7	2,5	0,80	45	55
Сосна итальянская	1	11,3	2,3	(1,9)	35,0	3	1,22	36	64
•	2	14,2	2,6	(2,3)	29,3	4	1,85	38	62
•	3	16,2	3,2	(2,1)	22,0	3	2,38	28	72
•	4	16,5	3,0	(2,1)	23,2	3,5	2,20	28	72
Сосна обыкновенная	1	5,6	0,8	4,0	38,0	3—3,5	0,22	51	49
•	2	6,0	0,9	4,5	30,0	3,5	0,26	48	52
•	3	6,6	1,5	6,7	23,7	3,5—4	0,52	48	52
•	4	6,1	1,3	6,5	23,7	3,5—4	0,47	48	52
Сосна кавказская	1	6,4	1,3	7,0	30,6	4	0,52	46	54
•	2	5,2	1,0	4,7	31,8	3	0,34	49	51
•	3	9,5	1,5	8,0	32,4	4	0,91	43	57
•	4	4,4	1,2	6,5	20,0	3	0,36	48	52
Сосна приморская	1	8,9	1,6	4,3	32,0	2	0,36	30	70
•	2	8,0	1,7	3,6	17,5	0,7	0,35	34	66
•	3	17,0	2,3	7,6	60,8	4,5	1,98	40	60
•	4	13,7	1,8	7,9	46,7	1,7—2	1,19	39	61
Сосна банка	1	5,6	0,8	3,9	18,8	нет	0,09	34	66
•	2	4,5	0,5	3,5	18,6	нет	0,06	38	62
•	3	10,7	2,0	9,0	37,0	2	0,91	44	56
•	4	4,5	0,8	4,3	33,0	0,5	0,14	50	50
Сосна ладанная	1	7,0	1,5	(2,0)	21,5	нет	0,18	43	57
•	2	6,5	1,3	(2,0)	12,5	нет	0,13	38	62
•	3	11,3	1,8	(3,3)7,0	33,4	2—2,5	0,73	41	59
•	4	7,0	1,5	(2,1)4,2	21,7	0,5	0,18	47	53
Сосна погребальная	1	5,0	1,0	3,4	19,3	1,5	0,17	51	49
•	2	5,0	1,0	4,7	22,8	2	0,24	48	52
•	3	7,8	2,5	6,9	21,0	5	1,22	51	49
•	4	5,0	1,4	4,6	18,5	3	0,50	44	56
Сосна веймутова	1	7,3	1,5	4,2	19,5	2	0,31	46	54
•	3	9,0	1,8	5,0	36,6	3	0,79	53	47
Сосна жесткая	1	3,2	0,3	(2,0)	5,8	нет	0,03	17	33
•	3	12,6	1,4	(3,2)7,0	27,6	2	0,89	41	59

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосна Тунберга	4	9,0	1,7	8,0	38,0	2—3	1,18	48	52
"	2	6,0	1,3	4,2	10,8	0,5—1	1,0	36	64
Сосна смолистая	1	4,3	0,5	(2,3)	8,2	нет	0,06	41	59
"	2	5,0	0,5	(2,0)3,8	16,3	нет	0,08	60	40
"	4	5,2	1,1	(2,0)10,9	40,3	нет	0,47	54	46
Кипарис вечнозеленый	1	13,0	1,7	0,7	53,5	нет	0,57	38	62
"	2	18,1	2,0	0,6	41,2	нет	0,83	39	61
"	3	19,1	2,4	0,9	43,9	нет	1,59	44	56
"	4	22,5	2,3	0,9	55,0	нет	1,53	40	60
Лжетсуга Дугласа	1	5,2	0,9	1,2	27,0	нет	0,28	43	57
"	2	5,3	1,0	1,4	19,0	нет	0,15	43	57
"	3	18,0	1,7	2,1	43,5	1	1,49	50	50
"	4	6,5	1,0	1,6	19,5	нет	0,34	37	63
Кипарисовик Лавсона	1	6,5	1,0	—	38,0	нет	0,22	40	60
"	2	5,0	1,0	—	29,0	нет	0,09	44	56
"	3	9,7	1,3	—	31,1	нет	0,64	34	56
"	4	7,0	1,2	—	31,3	нет	0,30	42	58
Лиственница сибирская	1	5,0	0,5	0,8	29,0	нет	0,13	48	52
"	2	5,0	0,8	0,9	23,0	нет	не учтен		
"	3	5,0	1,5	1,7	28,5	0,5	0,31	60	40
"	4	4,6	1,5	1,4	29,7	0,5	0,23	56	44
Кунингамия ланцетолистная	1	4,1	1,2	1,5	12,5	нет	0,15	47	53
"	2	4,5	1,5	2,2	4,5	нет	0,14	26	74
"	3	6,5	1,5	2,7	15,0	нет	0,49	34	66

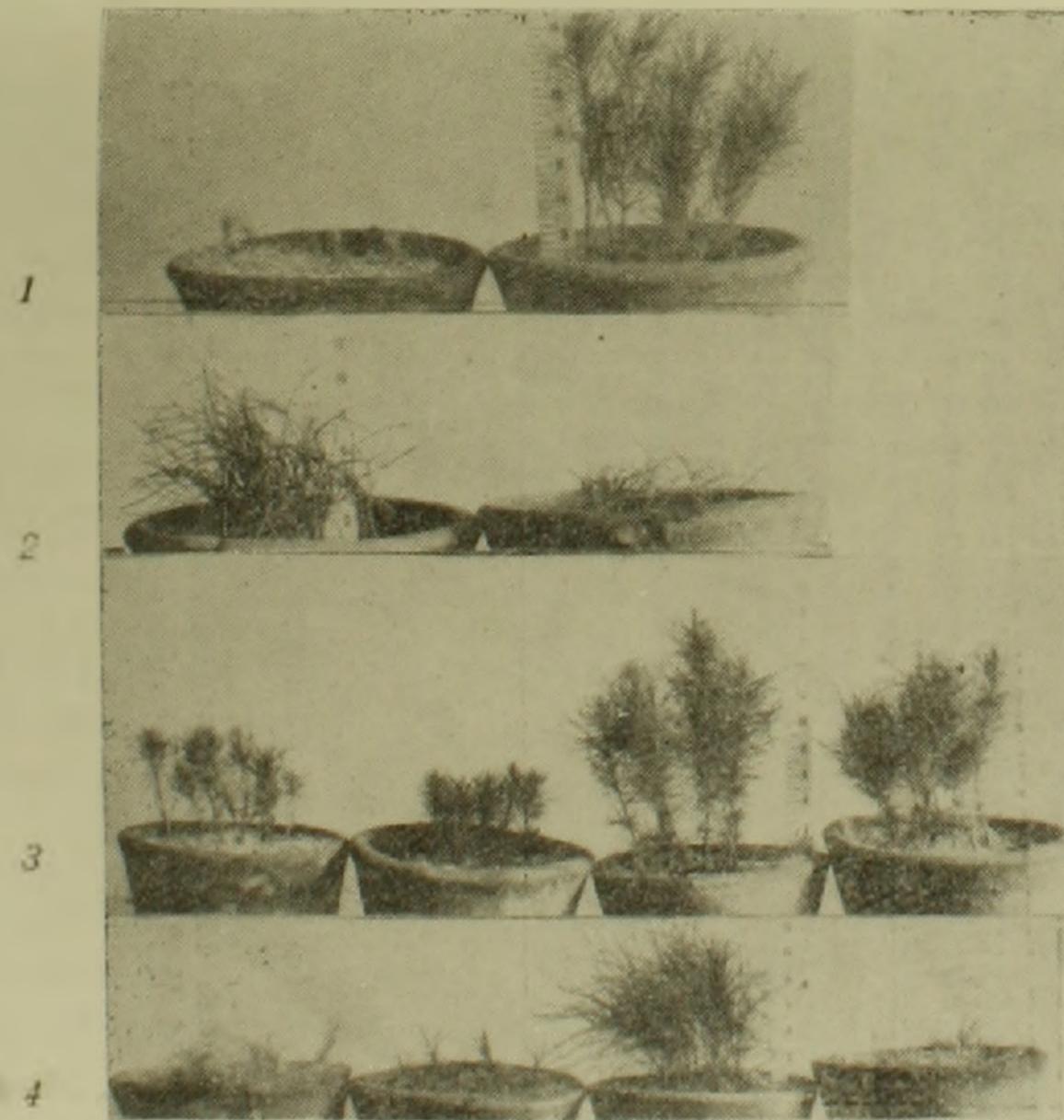
Слабее же всего угнетается рост в высоту. Разница в показателях роста видов сильно и слабо чувствительных к извести выявляется наиболее наглядно при сопоставлении батумской и ереванской почвы. (см. табл. 3). Угнетение роста при известковании батумской почвы выражено значительно слабее.

Результаты описанного выше опыта позволяют заключить следующее.

1. Одной из главных причин угнетения и гибели многих хвойных экзотов в молодом возрасте в южных аридных районах является карбонатность и щелочность местных почв. Этот эдафический фактор часто может играть решающую роль в интродукции растений.

2. Вредное действие избытка извести и щелочной реакции почвы сказывается многосторонне, вызывая хлороз и ослабление роста всех частей растения, особенно корневой системы. При этом угнетение микоризного симбиоза в аридных почвах может оказаться основной причиной неудачи культуры хвойных.

3. Исследованные виды можно распределить на следующие группы:



5



6



7



Фиг. 1

1—Сосна жесткая (сильно кальцефобная); слева—на ереванском буроземе, справа—на батумском красноземе; 2—Сосна смолистая (сильно кальцефобная); слева на известкованном батумском красноземе, справа на известкованном ереванском буроземе; 3—Сосна приморская (умеренно кальцефобная); слева и право: ереванский бурозем, то же + CaCO_3 , батумский краснозем, то же + CaCO_3 ; 4—Сосна банкса (сильно кальцефобная); слева направо: ереванский бурозем, то же + CaCO_3 , батумский краснозем, то же + CaCO_3 ; 5—Сосна кавказская (слабо кальцефобная); слева направо: ереванский бурозем, то же + CaCO_3 , батумский краснозем, то же + CaCO_3 ; 6—Кипарис вечнозеленый (почти кальцефильный); слева направо: ереванский бурозем, то же + CaCO_3 , батумский краснозем, то же + CaCO_3 ; 7—Кипарисовик Лавсона (умеренно кальцефобный); слева — ереванский бурозем, справа—батумский краснозем.

Таблица 3

Изменение показателей роста сеянцев некоторых хвойных пород при выращивании на почвах, различных по степени карбонатности и величине рН

Название вида	Показатели роста в %								
	на ереванском буроземе в сравнении с батумским крас- ноземом			на известкованном батумском крас- ноземом в сравнении с не известко- ванным			на известкованном ереванском буроземе в сравнении с не известкованным		
	сухой вес растения	высота растения	длина хвои	сухой вес растения	высота растения	длина хвои	сухой вес растения	высота растения	длина хвои
Сосна калабрийская	59,6	91,9	85,7	66,0	98,0	100	144	111	117
• итальянская	51,1	69,9	90,4	93,0	101,0	100	152	126	121
• кавказская	57,6	67,3	87,5	60,0	47,0	81,0	65,0	81,0	67,0
• обыкновенная	43,2	84,8	59,9	91,0	108,0	97,0	114,0	107,0	113,0
• веймутова	39,2	81,1	84,0	соответствующие варианты отсутствовали в опыте					
• ладанная	23,9	62,0	28,5	74,0	62,0	54,0	74,0	93,0	100,0
• приморская	18,1	52,3	56,6	60,0	81,0	104,0	98,0	90,0	84,0
• смолистая*	16,9	96,1	34,7	отсутствует соответств. вариант			143,0	116,0	87,0
• погребальная	14,1	64,1	49,2	41,0	64,0	67,0	136,0	100,0	138,0
• Банка	9,6	52,3	43,3	15,0	42,0	100,0	73,0	80,0	89,0
• жесткая	3,4	25,4	28,5	отсутствуют соответствующ. варианты					
• тунберга*	14,0	66,6	52,5	•	•	•	•	•	•
Кипарис вечнозеленый	35,5	68,0	77,7	96,0	113,0	100,0	147,0	139,0	86,0
Лжетсуга Дугласа	18,8	28,8	57,1	23,0	36,0	76,0	53,0	102,0	117,0
Кипарисовик Лавсона	34,1	67,0	—	46,0	72,0	—	41,0	77,0	—
Лиственница сибирская	40,6	100,0	47,0	76,0	92,0	82,0	—	100,0	113,0
Куингамия ланцетолистная	30,6	63,0	55,0	отсутствовал соответ. вариант			96,0	110,0	147,0

* Вследствие отсутствия соответствующего варианта сравнивались данные по известкованным почвам — ереванской и батумской.

а) виды явно кальцефобные, сильно страдающие и даже погибающие в первые годы жизни при наличии избытка извести в почве и щелочной ее реакции (сосны—жесткая, смолистая, банксова, погребальная);

б) виды умеренно кальцефобные, плохо выносящие карбонатность и щелочность субстрата, несравненно лучше растущие в слабокислой и некарбонатной среде (сосны—приморская, ладанная, тунберга, веймутова, кипарисовик Лавсона, лжетсуга, кунингамия);

в) виды слабо кальцефобные, довольно успешно растущие в карбонатной и щелочной почве, но несколько улучшающие рост на слабокислой почве (сосны—калабрийская, итальянская, обыкновенная и кавказская; лиственница сибирская);

г) виды почти кальцефильные, совершенно выносливые к избытку извести и щелочности, а в условиях слабокислой почвы даже улучшающие рост при известковании последней (кипарис вечнозеленый). Судя по предварительным наблюдениям ясно кальцефильной (ацидофобной) может оказаться сосна Бунге.

4. Отрицательное влияние известковости и щелочной реакции почвы в аридных областях сказывается особенно сильно вследствие неблагоприятности климатических условий для развития хвойных. В связи с этим приведенная выше группировка имеет в основном региональное значение.

5. Ясно выраженный экологический характер свойства кальцефобности-кальцефильности (ацидофитности-ацидофобности) хвойных растений проявляется тем, что многие не выносящие извести и щелочности виды происходят из областей влажного климата, характеризующихся гумидным типом почвообразования. Такие виды, как сосна смолистая, банксова, скрученная, даже в своем природном ареале избегают известковых почв и приурочены к кислым почвам (15, 16).

6. Выявленный в данном опыте факт более успешного роста большинства хвойных в почвах бедных известью, слабокислых и нейтральных, показывает, что многие типично лесные по своей природе хвойные в своем филогенезе тесно приспособились к указанным выше эдафическим условиям, характерным для лесных фитоценозов. Вероятно поэтому основные их жизненные процессы (минеральное питание, водный режим, микоризный симбиоз и пр.) сильно нарушаются на почвах аридных областей.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Տ. Գ. ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ ԵՎ Լ. Վ. ԿԵՎՈՐԿՈՎԱ

**Հողի կալցիումային և ալկալիայի ազդեցությունը մի քանի ասեղնատերև
առաջնային սերմնաբույսերի աճի և կենսունակության վրա**

Հեղինակների կողմից նրևանի բուսաբանական այգում կատարած դիտողությունները ցույց են տվել, որ մի շարք ասեղնատերև բույսեր տեղական հողերում ցուցաբերում են ընկճված աճ և ցածր կենսունակություն: Հոդվածում բերված են 1957—1958

թվերին կատարված վեգետացիոն փորձերի արդյունքները, որոնք վկայում են, որ վերահիշյալ երևույթի հիմնական պատճառը տեղական հողերի ուժեղ կարրոնատուֆյունն ու հիմնային ռեակցիան է: Փորձարկված 18 տեսակների դերակշռող մեծամասնությունը ավելի լավ է աճել և պահպանվել Բաթումից բերված կարմրահողի վրա, որը ազդատ է կարրոնատներից և ունի թույլ թթվային ռեակցիա:

Ուսումնասիրված տեսակները կարելի է բաժանել 4 խմբի՝ բացարձակ կալցիեֆոր, միջակ կալցիեֆոր, թույլ կալցիեֆոր և համարյա կալցիեֆիլ:

Ասեղնատերև բույսերի վերարեբուծնքը դեպի հողի կրայնությունը և ռեակցիան սերտորեն կապված է նրանց աշխարհագրական ծագման և բնական արեալների հողակլիմայական պայմանների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ Г. Вальтер, В. Алехин, Основы ботанической географии, 1936. ² Л. С. Берг, Географические зоны Советского Союза, 1947. ³ Э. Рассел, Почвенные условия и рост растений, 1955. ⁴ Г. Люндегорд, Влияние климата и почвы на жизнь растений, 1937. ⁵ J.C. Brown, Ann. Rev. of Plant Phys., v. 7, 1956. ⁶ И. А. Забелин, Итоги интродукции хвойных в Никитском бот. саду и нижнем поясе южного берега Крыма, Автореферат диссертации, 1958. ⁷ В. Шафер, Основы общей географии растений, 1956. ⁸ А. В. Васильев, Тр. Сух. бот. сада, вып. 6, 1951. ⁹ А. А. Шахов, Солеустойчивость растений, 1956. ¹⁰ Б. П. Строганов, Физиология солеустойчивости хлопчатника, 1949. ¹¹ Е. М. Ковальская, Физиолог. раст., т. 5, вып. 5, 1958. ¹² Г. В. Озеров, ДАН СССР, Новая серия, т. 59, № 5, 1949. ¹³ А. В. Благовещенский, Тр. Узб. фил. АН СССР, серия XI, вып. 5, 1940. ¹⁴ А. Келли, Микотрофия растений, 1952. ¹⁵ W. M. Harloy and E. S. Harrar, Textbook of dendrology, 3 edit., 1950. ¹⁶ Д. Х. Кемпбелл, Ботанические ландшафты земного шара, 1948.