

Ա. Գ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա. Գ. ՆԱՎԱՍԱՐԴՅԱՆ

ՊԱԼԱՐԱՐԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ԷԿՈՏԻՊԵՐԻ ԶԱՐԳԱՅՄԱՆ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅՈՒՆԸ

Թիթեռնածաղկավոր բույսերի և պալարաբակտերիաների սիմ-
բիոզի էֆեկտավորության կարևոր գործոններից մեկն էլ միջավայ-
րի խոնավությունն է: Դեռ Cain-ը (1893) նկատել է, որ ոլոռնի,
լլուպինի և բակլայի մշակման ժամանակ հողը խոնավացնելու դեպ-
քում պալարագոյացումը հիմք տնգամ ավելանում է չջրված հողերի
համեմատությամբ:

Prucha-ն (1915) ոլոռնի մշակման ժամանակ նկատել է, որ
պալարիկների քանակությունն ավելանում է խոնավության բարձ-
րացմանը համընթաց, մինչև ընդհանուր խոնավության 40-ի սահ-
մանում: Wilson-ը (1917), Herke-ն (1920), Տիմուրջին (1940)
գտել են պալարիկների մաքսիմալ քանակությունը լլուպինի, ոլոռ-
նի, վիկիի, սերագելայի մշակման ժամանակ, հողի խոնավության
75—90%-ի պայմաններում: Չուվաևան (1930) սոյայի պալարիկ-
ների մաքսիմալ քանակությունը հաշվել է խոնավության 80%-ի
դեպքում: Շվեցոլման (1931) պալարիկների գոյացումը հաշվել է
30—40 և 60% խոնավության պայմաններում: Կուլրովսկան (1931)
դտնում է, որ խոնավության օպտիմումը տարբեր է տարբեր տի-
պի հողերի համար: Ֆեոդորովն ու Պոտյապոլսկայան (1951) վեգե-
տացիոն փորձի պայմաններում կվարցի ավազի մեջ աճեցրել են
ոլոռն, փորձարկելով 25, 40, 60, 80 և 100% խոնավություն, հաշ-
ված ավազի լրիվ խոնավությունից: Պարզվել է, որ թև' բերքի, թև'
սերմերի և թև' պալարագոյացման տեսակետից ամենից լավ ար-
դյունքներ են ստացվել 60—80% խոնավության պայմաններում:
Սերմերի ծլման էներգիան ամենից բարձր եղել է 80% խոնավու-
թյան պայմաններում: 100%-ի դեպքում ոչ մի ծիլ չի առաջացել,
իսկ 25%-ի դեպքում սերմերը ծիլի, տվել են թույլ բույսեր և 2—3
շաբաթից չորացել:

Ուկրաինսկին (1954) ուսումնասիրել է 30—50% խոնավու-
թյան ազդեցությունը թիթեռնածաղկավոր բույսերի բերքի և պա-

լարիկները քանակի վրա: Պարզվել է, որ համեմատաբար լավ է ֆեկտ է ստացվել 50⁰/₀ խոնավության դեպքում, բայց այդ տղվա լինելը վերջնական չեն կարող լինել, քանի որ հեղինակի ուսումնասիրած խոնավության տոկոսները սահմանալին չեն ոչ թիթեռնածաղկավոր բույսերի և ոչ էլ պալարաբակտերիաների զարգացման համար: Ուլրախնկու աշխատության մեջ հետաքրքրական է այն փաստը, որ լրացուցիչ խոնավության դեպքում (40 և 20-ը 1-ը²), մեկ հեկտար տարածությունից առվուտի արմատների վրալից 40 կգ պալարիկների փոխարեն հավաքվել է 200 կգ: Այդ նույն պայմաններում, կորնզանի արմատների վրալից 240 կգ-ի փոխարեն հավաքվել է 66¹ կգ պալարիկների մասսա: Ինչպես տեսնում ենք, կորնզանի արմատների վրա անհամեմատ ավելի մեծ քանակությամբ պալարիկներ են լինում, քան առվուտի, այդ երևույթը հեղինակը բացատրում է նրանով, որ կորնզանն ավելի հարուստ է մազարմատներով, քան առվուտը: Մեր կարծիքով, այդ բացատրությունը միակողմանի է, դրանց պետք է ավելացնել նաև մի շարք կարևոր բիոլոգիական առանձնահատկություններ, որոնցով օժտված են թե կորնզանը և թե նրա պալարաբակտերիաները:

Ըստ Ֆեոդորովի (1952), պալարագոյացման համար ամենակարևորն այն է, որ ցանքի առաջին օրերը հողում լինի նորմալ խոնավություն, խոնավության պակասության դեպքում մազարմատները շուտով մահանում են և նոր պալարիկների գոյացումն անհր-նար է դառնում, իսկ եղած պալարիկները սկսում են մահանալ: Այսպիսով, բույսերի և պալարաբակտերիաների միջև եղած կոն-տակտը խանգարվում է, որի հետևանքով և մթնոլորտի ազդեցի-տակող խանգարվում է անհնար: Ռուզակովի (1930) տվյալները ֆիքսացիան դառնում է անհնար: Ռուզակովի (1930) տվյալները նույնն են հաստատում անտեսական ցանքերի պայմաններում: Նա նկատել է, որ եթե անձրևները լինում են վեգետացիայի երկրորդ կեսին, իսկ առաջին կեսը լինում է չորալին, միևնույն է, թիթեռ-նածաղկավորների բերքն ստացվում է ցածր և նիտրադինիդացիան չի տալիս մեծ էֆեկտ, իսկ եթե հակառակն է լինում, այսինքն վե-գետացիայի սկզբում խոնավությունը բարձր է լինում, երկրորդ կես-ում ցածր, դա առանձնապես բացասաբար չի անդրադառնում բեր-քի և պալարագոյացման վրա:

Հողի փոփոխական խոնավությունը վեգետացիայի ընթացքում նույնպես բացասաբար է անդրադառնում թիթեռնածաղկավոր բույ-սերի բերքի և պալարաբակտերիաների կենսագործունեության վրա: Այս դրույթը հաստատում է Տիմուրջին (1940) սխեմի նկատմամբ,

իսկ Շվեցոլման (1931) գտել է, որ խոնավության փոխոխականությունը չի ազդել սոյայի պալարաբակերիաների վրա:

Մեր բազմամիջի դիտողությունները առվույտի, կորնդանի և այլ բազմամյա թիթեռնածաղկավոր խոտաբույսերի պալարադոյացման ինտենսիվության վերաբերյալ, կապված բույսերի վեգետացիայի, ցանքի տարիների և այլ գործոնների հետ, միաժամանակ մեզ բերել են այն եզրակացություն, որ խոնավության տատանումները վեգետացիայի ընթացքում շատ խիստ անդրադառնում են պալարիկների քանակի վրա: Օրինակ՝ Էջմիածնի Տեխնիկական կուլտուրաների ինստիտուտի առվույտի ցանքերի շուրջ 1952 թ. օգոստոսի երկրորդ կեսին բավական ուշացել էր, երբ ուղեցինք այդ դաշտում պալարիկների հաշվառում կատարել, ոչինչ չստացվեց, որովհետև բույսերի մազաբամաները, գորշացել, տուրգորը կորցրել և նրանց հետ մեկտեղ նաև չմշկվել ու անհետացել էին պալարիկները: 12—15 օր անց, այդ նույն դաշտում, հողամասը շրելուց 6—7 օր հետո, պատկերը միանգամայն այլ էր. առաջացել էին մեծ քանակությամբ թարմ, մանր, սպիտակ գույնի պալարիկներ: Նույն բանը նկատվել է Միսիանի բարձր լեռնային գոտու անջրդի ցանքերում: Գարնանը մայիսի կեսերին կորնգասը, վիկը, առվույտը բավական հարուստ են եղել թարմ, երիտասարդ պալարիկներով. օգոստոս ամսին այդ նույն ցանքերում մեծ դժվարությամբ կարելի է գտնել նորմալ պալարիկներ, չորություն հետևանքով բոլորը ոչնչանում, դատարկվում ու չմշկվում են, մինչդեռ աշնանը, անձրևներն սկսվելուց հետո, նորից առաջանում են թարմ պալարիկներ:

Հետաքրքրական են մեր ստացած տվյալները, որոնք վերաբերում են նույնպես պալարադոյացման ինտենսիվությանը Մարտունու լեռնային գոտու փորձադաշտի ջրովի և անջրդի հողերում:

Առվույտի յուրաքանչյուր բույսի վրա անջրդի պայմաններում հաշվվել է 3—4 փոքր պալարիկ, մինչդեռ ջրովի հողերում՝ 12—20 պալարիկ, 16—48 մզ կշռով: Այդ նույն դաշտում կորնդանի անջրդի հողում մեկ բույսի վրա հաշվվել է 6—7 պալարիկ, 67,5 մզ կշռով, մինչդեռ ջրովի հողում՝ 109 պալարիկ, 791 մզ կշռով: Այս տարբերությունը ջրովի և անջրդի հողերի վերաբերյալ ոչ թե հինգ անգամ է, ինչպես այդ նկատել է Cain-ը, այլ շատ ավելի, մասնավոր կորնդանի վերաբերյալ:

Անշուշտ, խոնավությունն մեծական նշանակություն ունի, թիթեռնածաղկավոր բույսերի սիմբիոզի նորմալ և էֆեկտավոր ըն-

թացքի համար: Այդ տեսակետից միանգամայն իրավացի է Ֆեդորովը, երբ գրում է. «պալքարը ջրի համար չորային ջրջաններում, պալքար է միաժամանակ և մթնոլորտի ազոտի լուրացման համար թիթեռնածաղկավոր բույսերի միջոցով»:

Ինչպես պարզվեց վերը բերված գրական տվյալներից, թիթեռնածաղկավոր բույսերի և պալարաբակտերիաների նորմալ սիմբիոզի համար ամենանպաստավոր խոնավութունը տատանվում է փորձարկվող հողի կամ ավազի լրիվ խոնավունակության 60—80%-ի սահմաններում:

Ներկա աշխատության նպատակն է՝ ճշտել այդ տվյալները բազմամյա թիթեռնածաղկավոր բույսերի՝ առվույտի, կորնզանի, երեքնուկի վերաբերյալ, քանի որ եղած ուսումնասիրությունները հիմնականում վերաբերում են միամյա թիթեռնածաղկավորներին: Բացի այդ, ամենից կարևորն է ստուգել պալարաբակտերիաների տարբեր էկոտիպերի ադապտացիան խոնավության տարբեր պայմաններում: Ինչպես այդ ապացուցվել է մեր նախկին աշխատություններում (1953, 1955) նույն պալարաբակտերիաների ակտիվության էֆեկտիվության և դեպի ջերմաստիճանն ունեցած վերաբերմունքի մասին:

Պալարաբակտերիաների տարբեր էկոտիպերի խոնավության կորագծերը որոշելու համար դրվել է մինիալուր վեգետացիոն ստերիլ փորձ՝ 500 գ տարողությամբ ապակյա բանկաների մեջ: Փորձարկման է ենթարկվել գորշ, կուլտուր-ռոգվող հող՝ վերցված Միկրոբիոլոգիայի սեկտորի նրկանի փորձադաշտից: Փորձը դրվել է 10, 20, 40, 60, 80, 90 և 100% խոնավության պայմաններում: Հաշված փորձարկվող հողի լրիվ խոնավունակությունից, որը հավասար է եղել 47,53:

Վերահիշյալ թիթեռնածաղկավոր բույսերի սերմերը սուլեմալով և սպիրտով ակտահանելուց հետո վարակվել են փորձարկման ենթակա պալարաբակտերիաների նրեք օրական թաքմ կուլտուրաների հավասար սուսպենզիաներով, ապա միայն ցանվել ու խոնավացվել վերը նշված տոկոսներով: Այդպիսի պատրաստի վիճակում որոշվել է լուրաքանչյուր փորձանոթի կշիռը և այն պահպանվել է ամբողջ փորձի ընթացքում՝ օրական մեկ, իսկ հարկ եղած դեպքում և երկու անգամ ջրելով: Վեգետացիայի ընթացքում լուրաքանչյուր անոթում պահվել է 3—6 բույս: Նկարագրված փորձի արդյունքներն ամփոփված են աղյուսակներ 1, 2 և 3-ում և լուսանկարներ 1—4-ում:

Աղյուսակ 1

Առվույտի 6 բույսի բերքը զննելով և պալարիկների թիվը
ըստ խոնավության տեղանքների

Խոնավու- թյան տե- ղանքը	Փորձարկված շտամները							
	Կոնտրոլ		32		4		43	
	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ
10	0,15	0	0,05	0	0,2	1	0	0
20	0,3	0	0,35	3	0,35	4	0,03	1
40	0,6	0	0,5	2	0,6	1	0,65	0
60	1,1	2	1,2	3	1,1	3	0,9	0
80	1,2	0	1,1	2	1,6	3	1,45	3
90	0,5	1	0,59	0	0,55	1	0,41	4
100	—	0	—	0	—	0	—	0

Աղյուսակից երևում է, որ տվյալ փորձի պայմաններում ուսումնասիրվող շտամների պալարազոլացումն ուժեղ չի եղել, թեպետև նրանք ուրիշ փորձերում ստուգված ակտիվ ու վիրուլենտ շտամներ են: Դաշտավայրի երկու շտամները՝ № 4-ը և № 32-ը, մեկուսացված դորշ կուլտուր-տուգվող հողերից ծովի մակարդակից 900 մ բարձրություն վրա, տվել են համարյա նույնանման տվյալներ թի՛ բերքի և թի՛ պալարիկների: Այս շտամների և կոնտրոլ վարիանտի մեկական կրկնողություններում բույսերի աճեցողությունն սկսվում է 10⁰/₀ խոնավության պայմաններից, թեպետև շատ թույլ, աճուհետև խոնավության բարձրացման հետ մեկտեղ ուժեղ կերպով ափսոսում է բերքի քանակը և իր մաքսիմումին է հասնում 80⁰/₀ խոնավության դեպքում, անխտիր բոլոր վարիանտների համար: 90⁰/₀ խոնավության բոլոր վարիանտներում բերքի քանակը նվազում է, մոտ երեք անգամ՝ 60 և 80⁰/₀-ի համեմատությամբ:

Բարձր-լեռնային գոտու (2250 մ ծ. մ.) անջրդի սևահողից մեկուսացված № 43 շտամը նկատելի կերպով տարբերվում է վերը նկարագրված դաշտավայրից մեկուսացված շտամներից: Այս շտամը 10⁰/₀ խոնավության դեպքում բոլորովին բերք չի տալիս, այսինքն բույսերը չեն աճում, 20⁰/₀-ի դեպքում ևս բերքը շատ չնչին է և մոտ չորս անգամ ավելի պակաս, քան կոնտրոլ վարիանտի և մյուս շտամների բերքը: Այս շտամը, ինչպես տեսնում ենք, պալարիկների է առաջացրել միայն 80 և 90⁰/₀ խոնավության պայմաններում, որը համանաբար պետք է բացատրել այդ շտամի էկոլոգիական առանձնահատկություններով:

Աղյուսակ 2-ում բերվում են նույնաման տվյալներ կործանի վերաբերյալ:

Աղյուսակ 2

կործանի թրախի բերքը դեղձով և պալարների թիվը
ըստ խոնավության տոկոսների

Խոնավության տոկոսները	Փորձարկված շտամները							
	Կոնսորտ		43		47		61	
	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ
10	0,55	0	0,9	0	1,4	1	1,3	1
20	0,74	0	1,4	1	1,4	0	1,4	1
40	1,8	0	2,0	1	1,7	2	1,9	3
60	2,0	0	2,1	3	2,1	3	1,8	3
80	1,9	0	2,1	4	2,5	6	1,6	2
90	0,9	0	0,9	0	0,97	4	0,86	4
100	—	0	—	0	—	0	—	0

Աղյուսակ 2-ի տվյալներից երևում է, որ կործանը 10% խոնավության դեպքում արդեն տվել է նկատելի բերք, մասնավորապես փորձարկող պալարաբախտերի մասերից № 47 և № 61 շտամների դեպքում, մինչդեռ առկույտը, ինչպես տեսանք, այդ պայմաններում համարյա աճ չէր տվել, բացառությամբ երկու դեպքի, երբ շատ չնչին մասում էր ստացվել: Այս աղյուսակում ուշադրում է հաճախ, որ 10% , 20% և հետագա ավելի բարձր խոնավության պայմաններում ստացված բերքի տվյալների միջև տարբերությունն աճան էլ մեծ չէ, ամենաշատը կրկնապատկվել է, մինչդեռ առկույտի վերաբերյալ այդ տարբերությունները, ինչպես տեսանք 3—4 անգամից ավելի էին: Մյուս կարևոր մոմենտն աճ է, որ կործանի համար, ըստ այս փորձի, բերքի տվյալների խոնավության օպտիմումը որոշ տատանումներով կարելի է հաշվել 40 60 և 80% խոնավությունը, իսկ 90% -ի դեպքում բերքը նվազում է 2—2,5 անգամ, թեպետև պալարագոյացումը № 47 և № 61 շտամների դեպքում 90% խոնավության պայմաններում մյուսն չից պակաս չի եղել:

Այս տվյալները կործանի համար միանգամայն բնական են և օրինաչափ, քանի որ նա իր մի շարք հատկություններով, որոնց թվում և չորադիմացիկությունով նման չէ առկույտին, հետևաբար կործանի և առկույտի խոնավության օպտիմումները պետք է տարբերվեն միմյանցից: Փորձարկված պալարաբախտերի մասերի շտամ-

ների բերքի միջև եղած տարբերությունն այնքան էլ մեծ չէ, բացառությամբ № 47 և № 49 դաշտավայրից մեկուսացված շտամինների՝ 60 և 80⁰/₁₀ խոնավության դեպքում տված բերքից, որը նկատելիորեն բարձր է № 61 լեռնային շտամի նույն խոնավության պայմաններում տված բերքից:

Պալարազոյացումը ինչպես տուփաթի, այս դեպքում ևս ինտենսիվ չի եղել, մասնավոր լեռնային № 61 շտամի դեպքում: Պալարիկները թիվը համեմատաբար մեծ է 60, 80 և 90⁰/₁₀ խոնավության վարիանտներում:

Լորու պալարաբախտերիաների տարբեր էկոտիպերին անհրաժեշտ խոնավության կոթագծերը որոշման վերաբերյալ արդյունքներն ամփոփված են աղյուսակ 3-ում:

Աղյուսակ 3

Լորու 6 բույսի կանաչ մասույթի բերքը դ-նեքով և պալարիկների թիվը ըստ խոնավության ասիսների, բույսերի լրիվ կոկոնակալման և ծաղկման սկզբում

Խոնավության ասիսները	Փորձարկված շտամները							
	Կոնտրոլ		88		92		107	
	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ	բերք	պալարիկ
10	4,4	0	0	0	4,5	0	6,8	0
20	16,4	0	18,2	18	11,1	0	15,1	0
40	20,3	0	22,8	145	22,8	0	20,7	1
60	32,5	2	31,2	104	30,2	0	33,2	5
80	40,3	0	41,1	187	40,1	1	35,2	0
90	—	2	—	94	—	3	23,4	3
100	—	0	—	55	—	0	—	0

3-րդ աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ լորու զարգացման համար օգտիմալ խոնավությունը 60 - 80⁰/₁₀-ի սահմանումն է, նույնն է և պալարազոյացման համար, թեպետև № 88 շտամը, որը մեկուսացված է Սև ծովի ափից, Գազրու հողերից, մեծ քանակությամբ պալարիկներ է տվել նաև 40⁰/₁₀ խոնավության դեպքում: Պետք է նշել, որ փորձարկվող շտամներից ներկա փորձի պայմաններում միայն № 88 շտամն է, որ առատ պալարիկներ է առաջացրել: Նույնիսկ 90 և 100⁰/₁₀ խոնավության վարիանտներում: Ստիպան, ինչպես ցույց են տալիս աղյուսակ 3-ի տվյալները, այլ նույն շտամը 10⁰/₁₀ խոնավության դեպքում ոչ բերք է տվել և ոչ էլ պալարիկներ: Սա բացատրվում է արդ շտամի էկոլոգիական առանձ-

նահատկությունը, քանի որ, ինչպես տրդին ասվեց, № 88 շտամբ մեկուսացվել է Սև ծովի ափից:

Ստերիլ հողի միջավայրում, ըստ հրեուլթին, ոչ բոլոր պալա-
րաբակտերիաներն են նորմալ ձևով պալարիկներ առաջացնում,
որովհետև, ինչպես տեսանք վերը բերված օրինակներից, վիզկոտա-
ցիայի ընթացքում առաջացած պալարիկների թիվը, բացի լոբու
№ 88 շտամբից շատ սահմանափակ է եղել: Այդ իսկ պատճառով
լոբու վերաբերյալ միջնադարյան վեգետացիոն փորձը կրկնել ենք
նաև լվացած ստերիլ ավազի միջավայրում: Փորձը դնելու տեխ-
նիկան եղել է նույնը, ինչ որ նկարագրվեց հողի միջավայրում
դրված փորձի համար, այն տարբերությունը միայն, որ վերջին
դեպքում ավազը հագեցվել է Պրլանդինիովի սննդատու լուծույթով:

Աղյուսակ 4

Լոբու բերքի և պալարիկների քանակությունը ստերիլ
ավազի միջավայրում: Կանաչ մասսայի բերքը հաշվված է
6 բույսի վրա դրամներով բույսերի կոկոնազավման
և ծաղկման շրջանում

Խոնավու- թյան տո- կոսները	Փորձարկված շտամբերը					
	Կոնտրոլ		92		107	
	բերք	պալա- րիկ	բերք	պալա- րիկ	բերք	պալա- րիկ
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
40	20,6	0	22	21	17,4	11
60	33,4	9	28,6	43	33,8	30
80	38,3	8	32,6	52	33,4	41
100	35,8	4	41,3	266	39	85

Աղյուսակ 4-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ ավազի միջա-
վայրում 10 և 20% խոնավության դեպքում լոբին ոչ մի բերք չի
ափել. 20%-ի դեպքում սկզբնական շրջանում եղել են մի քանի
թուլլ ծիլեր, որոնք հետագայում չորացել են: Այս տվյալները հա-
մապատասխանում են Ֆևոդորովի և Պոդլյապովսկայի (1951) և
շատ ուրիշների կողմից ավազային կուլտուրաներում դրված փոր-
ձերին: Բերքի քանակը համապատասխան խոնավության պայման-
ներում հողի և ավազի միջավայրում համարյա թե նույնն է եղել,
մինչդեռ պալարագոյացումը ավազի պայմաններում, ինչպես պետք
էր սպասել, եղել է ավելի ինտենսիվ, մասնավորապես 100% խոնավու-
թյան վարիանտում:

Փորձարկվող թիթեոնածաղկավոր բույսերից վիկի և երեք-նուկի պալարաբակտերիաները վերը նկարագրված փորձի պայմաններում, բացի 100⁰/₀ խոնավության վարիանտից, անացած դեպքերում պալարիկներ չեն առաջացրել, թեպետև վիկի բույսերի աճկողությունը եղել է նորմալ և հասել է ծաղիկման, ինչպես այդ կոսանկանք ներքևում բերված համապատասխան լուսանկարում: Պետք է նշել, որ վիկի և երեքնուկի փորձարկվող պալարաբակտերիաների բոլոր շտամներն էլ 100⁰/₀ խոնավության դեպքում առաջացրել են պալարիկներ: Այսպես, վիկի

շտամ № 110-ը՝ 6 մեծ պալարիկ երեք բույսի վրա

շտամ № 111-ը՝ 10 » » » » »

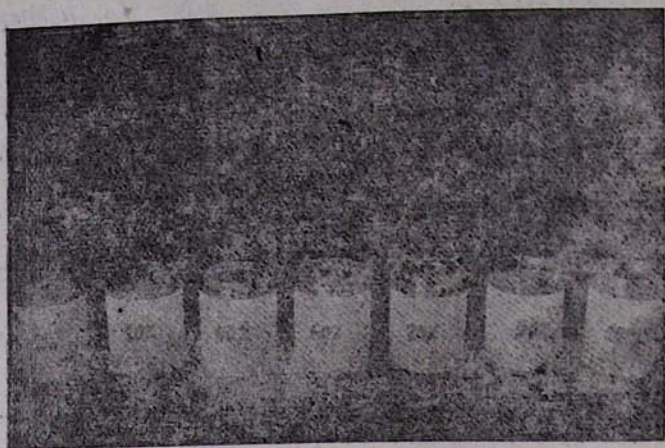
շտամ № 114-ը՝ 20 » » » » »

Բոլոր պալարիկները դասավորված են եղել հողի վերին շերտում բույսերի արմատավիկի մասում, դա հասկանալի է, քանի որ 100⁰/₀ խոնավության պայմաններում օդի մուտքը ավելի սառլին շերտերը հնարավոր չի եղել, այդ իսկ պատճառով պալարիկները առաջացել են արմատների վերին մասում: Երեքնուկի փորձարկվող չորս շտամներն էլ ամեն մի բույսի վրա առաջացրել են 2—5 պալարիկ, իսկ բույսերի աճեցողությունը եղել է թույլ:

Ինչպես արդեն մատնանշվեց վերևում, թիթեոնածաղկավոր բույսերի պալարաբակտերիաների տարբեր էկոտիպերին անհրաժեշտ խոնավության կորագծերը որոշելիս, մինիալյուր վեգետացիոն փորձերի ավյալներն ավելի ակնառու լինելու համար, բերում ենք նաև տարբեր խոնավության պայմաններում աճեցրած բույսերի լուսանկարները (տե՛ս. լ. ն. 1, 2, 3 և 4):

Լուսանկար 1-ից երևում է, որ ապովյար 10 և 100⁰/₀ խոնավության պայմաններում չի աճել: Աճեցողությունը թույլ է նաև 20 և 40⁰/₀-ի վարիանտներում, ավելի ինտենսիվ աճեցողություն եղել է 60 և 80⁰/₀ խոնավության վարիանտներում: Այդ հաստատվում է աղյուսակ 1-ում բերված բերքի թվական տվյալներով:

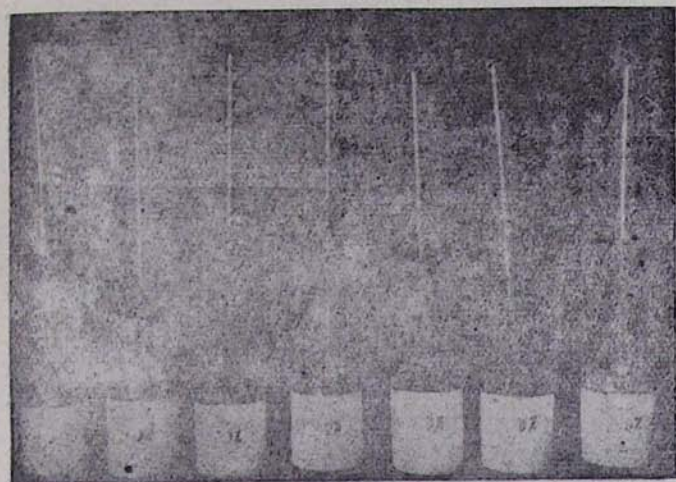
Լուսանկարներ 2 և 3-ը ցույց են տալիս, որ լոբին ու վիկը խոնավության նկատմամբ իրենց վերաբերմունքով նման են և հիսնականում խոնավասեր են. նրանք օպտիմալ աճեցողություն են ունեցել 60, 70 և 90⁰/₀ խոնավության պայմաններում: Լոբին 100⁰/₀ խոնավության վարիանտում, մեծ մասամբ, չի աճել, իսկ վիկը ավել է նկատելի աճ: Այսպիսով, պարզվում է, որ վիկը և լոբին թեպետ խոնավասեր բույսեր են, բայց նկատելի աճեցողություն ունենում են նաև մինիմալ խոնավության պայմաններում:



Նկ. 1. Առվույթի աճեցողության ինտենսիվությունը 10 - 1000/0
խոնավության պայմաններում:



Նկ. 2. Լորու. աճեցողության ինտենսիվությունը 10 - 1000/0
խոնավության պայմաններում:

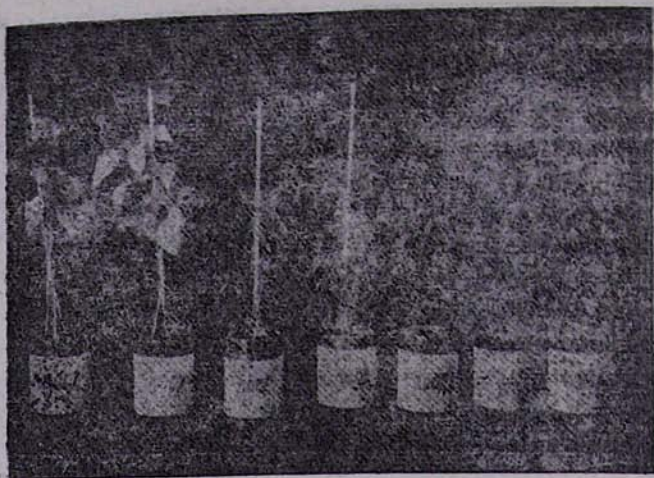


Նկ. 3. Վիկի աճեցողության խոնավությունը 10—100% խոնավության պայմաններում:

Ինչպես տեսնում ենք, թիթեռնաժաղիավորներից միայն վիկին է, որ բոլոր վարիանտներում աճել է 100% խոնավության պայմաններում: Սակայն, պետք է նշել, որ մյուս թիթեռնաժաղիավորներն էս որոշ դեպքերում ալել են աճ նաև 100% խոնավության դեպքում: Այսպես, լորու 3 վազոններից միայն № 88 շտամով վարարված երկու անոթներում եղել է աճեցողություն, ալն էլ միանգամայն նորմալ և փարթամ: Կորնդանը 8 անոթից երկուսում է ունեցել թույլ աճեցողություն: Առվույան ու երեքնուկը նույն պայմաններում 3—4 անոթում: Այս ավյալները ցույց են արված լուսանկար 4-ում:

Պալարաբակտերիաների տարրեր էկոտիպերին անհրաժեշտ խոնավության կորագծերը որոշելու հետ մեկտեղ ուսումնասիրվել է նաև առվույտի պալարաբակտերիաների մաքուր կուլտուրաների մի քանի էկոտիպերի զարգացման խոնավությունը ստերիլ հողում, տարրեր խոնավության պայմաններում:

Այդ նպատակի համար օգտագործվել է նույն գործ կուլտուր-ոսոգվող հողը, որի վրա զրվել է հետևյալ փորձը: 100-ական գրամ հող, մաղված երկու մմ տրամագրի ունեցող մաղով, լցվել է 250 գմ³ տարողության ապակյա գլանանման կոլբաների մեջ, խցանվել բամբակյա խցանով, խոնավացվել հողի լրիվ խոնավունակու-



Նկ. 4. Կորու, զիկի, առվույտի, կորագանի և երկքնուկի աճեցողությունը 100⁰/₀ խոնավության պայմաններում:

թյան 10, 20, 30, 40, 60, 70 և 80⁰/₀-ի չափով և ստերիլիզացվալ ենթարկվել ավտոկլավում երկու մթնոլորտի տակ երկու ժամ, որից հետո կոլբաները վարակվել են առվույտի պալարաբակտերիաների տարբեր էկոտիպերի 2—3 օրվա թարմ կուլտուրաների հալսասարքանակի սուսպենզիայով, որը ստերիլ պլիպտով հալսասարքանակից է կոլբաների մեջ եղած հողի երեսին, ապա որոշ ժամանակից հետո հողը լավ թափահարվել է և նույն օրը որոշվել պալարաբակտերիաների նախնական տիրորը հետազոտվող բոլոր շտամների 60⁰/₀ խոնավության վարիանտում: Դրանից հետո կոլբաները դրվել են տերմոստատի մեջ 25—26⁰ ջերմության պայմաններում և հինգ օրը մեկ անգամ խոնավացվել ստերիլ ջրով, ամբողջ փորձի ընթացքում կոլբաների մեջ պահպանելով միևնույն խոնավությունը: Այնուհետև, պալարաբակտերիաների տիրորը որոշվել է փորձը դնելուց 10 օր, 1 ամիս և 2 ամիս անց: Տիրորը որոշվել է լոբի ազարի միջավայրում 1, 10, 20 և 50 միլիոն նոսրացումների պայմաններում: Ստացված արդյունքներն ամփոփված են աղյուսակներ 5, 6 և 7-ում: Վերջիններս չժանրաբնույն Նայատակով բերվում են միայն 10 միլիոն նոսրացման տվյալները, վերածած 1 ձգոր հողում եղած պալարաբակտերիաների թիվը միլիոններով:

Աղյուսակ 5

Աղյուսակի պալարաբակտերիաների քանակությունը 1 գ չոր հոգում
միլիոններով, փորձը դնելուց 10 օր հետո

Հետազոտված շտամների № №	Մեկուսաց- ման վայրի բարձրու- թյունը ծի- փի մակեր- գավից	Պալարա- բակտերիա- ների նախ- նական տիպը	Խոնավության տոկոսները						
			10	20	30	40	60	70	80
32	501	357	0	0	12	80	80	245	100
35	1000	233	0	0	73	40	35	456	137
26	1935	—	0	0	24	133	285	260	80
44	2250	354	0	36	56	173	174	120	80
42	2300	193	0	36	56	373	950	630	940

Աղյուսակի 5-ի տվյալներից պարզվում է, որ ստերիլ հողը աղ-
վուսակի պալարաբակտերիաներով վարակվելուց 10 օր հետո կատար-
ված ցանքում 10 և 20% խոնավության միջավայրում համարյա թե
սե չի եղել, բացառությամբ երկու լեռնային շտամների, որոնք
20%-ի դեպքում տվել են շատ փոքր տիպը: Փորձարկվող պալա-
րաբակտերիաների զարգացման համար նպաստավոր է եղել 40—
80% խոնավությունը, ամենից լավը՝ 70%-ը:

Սակայն, պետք է նկատել, որ նշված բարենպաստ խոնավու-
թյան պայմաններում ևս պալարաբակտերիաների տիպը որոշ շտամ-
ների մոտ ավելի պակաս է, քան նրանց նախնական քանակու-
թյունը 1 գ, չոր հողում փորձը դնելու օրը: Սա գուցե բացատրվում
է նրանով, որ փորձարկվող պալարաբակտերիաների տարբեր էկո-
տիպերը դեռ լրիվ չեն ընտելացել սույն փորձի պայմաններին, կամ
թե չէ կլանվել են հողի մեջ և սովորական մեթոդով 10 բույսի թա-
փահարելու միջոցով չեն անջատվել հողի մասնիկներից:

Հստ առանձին էկոտիպերի որոշ օրինաչափություն չի նկատ-
վում: Բացառությամբ այն բանի, որ դաշտավայրից մեկուսացված
№ 32 և № 35 շտամները 40 և 60% խոնավության պայմաններում
շատ ավելի թույլ են զարգացել, քան փորձարկվող № 26, № 44 և
№ 42 լեռնային շտամները: Փորձարկվող էկոտիպերից № 42 բարձր
լեռնային շտամը մյուս բոլոր շտամների համեմատությամբ ամե-
նից բարձր տիպն է տվել 40—80% խոնավության պայմաններում:

Ինչպես արդեն վերևում ասվել է, պալարաբակտերիաների
տիպը որոշվել է նաև փորձը դնելուց 1 և 2 ամիս հետո: Աղյու-
սակներ 6 և 7-ում բերվում են այդ տվյալները:

Աղյուսակ 6

Առվույտի պլարարակտերիաների քանակությունը 1 գ չոր հողում
միլիոններով, փորձը դնելուց մեկ ամիս հետո

Հետազոտված շտամներ № №	Մեկուսաց- ման վայրի բարձր. մի- լի մակեր- գավից	Պլան- րակտերի- աների նա- կան տարը	Խոնավության տոկոսները						
			10	20	30	40	60	70	80
32	500	357	202	215	463	240	444	2473	490
35	1000	233	0	34	256	26*	1 0	1 96	1410
26	1935	—	42,5	97	365	320	663	43,6	764
44	22 0	354	0	409	365	50 0	41	754	603
42	2300	193	95,7	500	439	—	18 38	3634	1353

Աղյուսակ 7

Առվույտի պլարարակտերիաների քանակությունը 1 գ չոր հողում
միլիոններով, փորձը դնելուց երկու ամիս հետո

Հետազոտված շտամներ № №	Մեկուսաց- ման վայրի բարձր. մի- լի մակեր- գավից	Պլան- րակտերի- աների նա- կան տարը	Խոնավության տոկոսները						
			10	20	30	40	60	70	80
32	500	357	106,3	318	341	400	առլ.	1222	1333
35	1000	233	21,2	454	2 8	553	336	1140	առլ.
26	1935	—	44,4	5 1	46 1	73 1	103 1	824	1313
44	2250	354	10,6	215	207	320	349	561	1628
42	2300	193	53,4	204	առլ.	660	349	1666	1274

Ինչպես տեսնում ենք աղյուսակներ 6 և 7-ի տվյալներից փորձարկվող պլարարակտերիաներն աստիճանաբար հողի միջավայրում 1 և 2 ամսվա ընթացքում շատ քիչ զարգանում են և հետզհետե սպիկացնում իրենց տիրույթը: Մանավանդ երկու ամիս անց կատարված անալիզները ցույց են տալիս, որ 60, 70 և 80% խոնավության պայմաններում պլարարակտերիաների տիրույթը մեծ մասամբ միլիարդների է հասնում մեկ գրամ չոր հողում: Ի տարբերություն աղյուսակ 5-ի, աղյուսակ 7-ում բոլոր հետազոտվող շտամները 10 և 20% խոնավության պայմաններում ևս զարգացել են և ունեցել մի քանի միլիոնի հասնող տիրույթ: Սա հավանաբար բացատրվում է նրանով, որ փորձարկվող պլարարակտերիաները աստիճանաբար համակերպվել են 10 և 20% խոնավության պայմաններին և սկսել են բազմանալ, ինչ որ չնկատվեց փորձը դնելուց 10 օր հետո կատարված անալիզներում (աղյուսակ 5): Նույն կերպ պետք է բացատրել նաև աղյուսակ 7-ում բերված 80% խոնավության տվյալ-

ները, որոնք, նախորդ աղյուսակների նույն տվյալների հետ համեմատած, ավելի բարձր են:

Պ. Բ. Քալանթարյանի (1914 թ.) տվյալներով Նուբյա, պալարաքակտերի տների քանակությունն ստերիլ հողում 30—50% բացարձակ խոնավության պայմաններում առաժնայաբար ավելանում է, սակայն միաժամանակ հեղինակը նշում է, որ 3 ամսից հետո 30—38% խոնավության վարիանտներում պալարաքակտերի տների քանակը շարունակել է ավելանալ, իսկ բարձր խոնավության պայմաններում թեպետև նրանց քանակությունը քիչ է, բայց աստիճանաբար պակասում է: Մեր տվյալներում այս վերջին մոմենտը չի նկատվում, գուցե այն պատճառով, որ փորձը եղել է ավելի կարճատև: Սղյուսակներ 6 և 7-ի տվյալներում ուշագրավն այն է, որ փորձարկվող պալարաքակտերի տների տարբեր էկոտիպերի զարգացման ինտենսիվությունը: խոնավության տարբեր պայմաններում համարյա թե կորելացիայի չի ենթարկվում նրանց ծագման էկոլոգիական առանձնահատկության հետ, ինչ որ տեսանք վեգետացիոն փորձերի տվյալներից (աղ. 1):

Ները նկարագրված փորձերի ժամանակ ուսումնասիրվել են նաև խոնավության տարբեր պայմաններում փորձարկվող պալարաքակտերի տների մորֆոլոգիական փոփոխությունները:

Պարզվել է, որ փոքր և նորմալ խոնավության պայմաններում պալարաքակտերի տների դադուլթները եղել են, մեծ մասամբ, կոմպակտ, ուռուցիկ, կաթնավուն, քիչ չին հղել և ուսպնակաձև դադուլթներ, մինչդեռ 70—80% խոնավության դեպքում դադուլթները միանգամայն փոխվում են, դառնում մանր, թափանցիկ, ուժեղ հատիկավորվում են:

Դադուլթների այսպիսի փոփոխություններն ընդհանուր են եղել բոլոր շտամների համար: Պետք է նշել, որ այդպիսի դադուլթներից կատարվել է բակտերիաների մեկուսացում և դիտվել, որ հետագայի քան վերացանքների ժամանակ ևս թեք ազարի վրա նրանք պահել են իրենց արտաքին նոր ձևը:

Տարբեր թիթեռնածաղկավոր ըույսերի և նրանց պալարաքակտերի տների էկոտիպերի զարգացման խոնավության կորագծերը որոշելու նպատակով կատարված հետազոտություններից կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները:

1. Առվույտի և նրա պալարաքակտերի տների զարգացման խոնավության մինիմումը 20% -ի սահմանում է, թեպետև փորձի տակ եղած 8 վեգետացիոն անոթներից երեքում շատ թույլ աճե-

ցողութիւնն է եղել նաեւ $10^0/0$ խոնավութեան վարիանսում: Օպտիմումը $60-80^0/0$ -ի է հասնում, չնայած 80 -ի դեպքում բերքը համեմատաբար ավելի բարձր է եղել: $90^0/0$ -ի դեպքում բերքը նկատելի կերպով նվազում է: $100^0/0$ խոնավութեան պայմաններում 3 անոթներում միայն եղել է թույլ աճեցողութիւն, նրանց տրամա-ները սեւացած և փտած են եղել: Այսպիսով, առվույտի և նրա պալարաբաղկերիաների զարգացման խոնավութեան կորագիծը տատանվում է $20-90^0/0$ -ի սահմաններում, ըստ որում օպտիմումը հավասար է $60-80^0/0$ -ի:

2. Կորնզանի և նրա պալարաբաղկերիաների զարգացման խոնավութեան կորագիծն սկսվում է $20^0/0$ -ից օպտիմումի է հասնում 40 , 60 և $80^0/0$ -ի դեպքում, $90^0/0$ -ի պայմաններում ուժեղ նվազում է բերքի քանակը, թեպետ պալարագոյացումը շարունակվում է: $100^0/0$ -ի պայմաններում 8 անոթներից երկուսում եղել են թույլ աճած բույսեր՝ փտած արմատներով: Այսպիսով, կորնզանի և նրա պալարաբաղկերիաների խոնավութեան կորագիծը ընկած է $10-90^0/0$ -ի սահմաններում, ըստ որում օպտիմումը հավասար է $40-80^0/0$ -ի:

3. Լոբու բույսի և նրա պալարաբաղկերիաների զարգացման համար անհրաժեշտ խոնավութեան միջնիմունքները չեն համընկնում իրար, բույսերը սկսում են զարգանալ $10^0/0$ խոնավութեան դեպքում, մինչդեռ պալարագոյացումն սկսվում է $20^0/0$ -ից սկսած: Բույսերի և պալարիկների զարգացման համար անհրաժեշտ օպտիմում խոնավութիւնը տատանվում է $50-80^0/0$ խոնավութեան սահմաններում, թեպետ վատ չէ նաեւ $40^0/0$ -ը: $90^0/0$ -ի պայմաններում ևս պալարագոյացումը վատ չի ընթացել: Լոբու պալարաբաղկերիաների ուսումնասիրվող շտամներից № 88-ը իր պալարագոյացման ինտենսիվութեամբ աչքի է ընկել խոնավութեան $90-100$ -ի պայմաններում:

Լոբու բույսը և նրա պալարաբաղկերիաները ստերիլ ավազի միջավայրում սկսում են զարգանալ միայն $40^0/0$ խոնավութեան պայմաններում: Պալարագոյացման ինտենսիվութիւնը և բույսի բերքը իրենց մաքսիմումին են հասնում $100^0/0$ խոնավութեան պայմաններում: Լոբու պալարաբաղկերիաների պալարագոյացման ինտենսիվութիւնն ստերիլ ավազի միջավայրում անհամեմատ ավելի մեծ է քան ստերիլ հողում:

Վիլը ստերիլ հողի միջավայրում աճել է $10-100^0/0$ խոնավութեան պայմաններում: $100^0/0$ խոնավութեան պայմաններում ոչ

միայն լավ աճել է վիկը, այլև բոլոր փորձարկվող շտամներն էլ առաջացրել են պալարիկներ: Նույնը կարելի է ասել և երեքնուկի հետադոմովող շտամների վերաբերյալ, որ բոլորն էլ ի տարբերություն առվույտի և կորնդանի 100% խոնավության դեպքում առաջացրել են պալարիկներ:

Առվույտի պալարաբակտերիաների մաքուր կուլտուրաների զարգացման ինտենսիվությունը ստերիլ հոդում ուսումնասիրելիս պարզվել է, որ պալարաբակտերիաների զարգացման օպտիմումը տատանվում է 60—70 և 80% խոնավության պայմաններում, ըստ որում ամենաարձր թվեր ստացվել են 70%-ի դեպքում, իսկ 60 և 80% խոնավության դեպքում համարյա միանման թվեր են ստացվել:

Առվույտի պալարաբակտերիաները նշված միջավայրում շատ ուժեղ զարգացել են փորձը դնելուց 1—2 ամսվա ընթացքում, նրանց քանակությունը 1 գ չոր հոդում հասել է միլիարդների, մասնավորապես 1 ամիս հետո կատարված անալիզներում:

Մեր հետադոմովողներին պարզվում է, որ ուսումնասիրվող թիթեռնածաղկավոր բույսերի պալարաբակտերիաների տարբեր էկոտիպերը, բացառությամբ առվույտի պալարաբակտերիաների որոշ շտամների (ազ. 1), դեպի խոնավության գործոնը չեն ցուցաբերել այնպիսի ակնհայտ հարմարվելու ունակություն, ինչպիսին շատ պարզ և համոզիչ կերպով նկատվել է նրանց արտաքին փոփոխված պայմաններում ցուցաբերված էֆեկտիվության և դեպի ջերմության տարբեր աստիճաններն ունեցած վերաբերմունքի տրվյալներում:

Դա ամենայն հավանականությամբ բացատրվում է նրանով, որ հետադոմովող պալարաբակտերիաների էկոտիպերը, մասնավորապես լեռնային գոտուց մեկուսացված շտամները, իրենց զարգացման բնական պայմաններում միշտ ենթակա են խոնավության խիստ փոփոխական պայմաններին: Խոնավության ուժեղ տատանումների են ենթարկվում նաև դաշտավայրի ջրովի հողերից մեկուսացված շտամները, մեկ ջրից մինչև մյուսն ընկած ժամանակամիջոցում:

Հետևաբար, նրանք հենց բնության մեջ ձևվել են բերել խոնավության տարբեր պայմաններում զարգանալու ունակություն, ինչ որ հաստատվում է մեր հետադոմովողների տվյալներով:

А. П. Петросян, А. Г. Навасардян

Предельная влажность развития экотипов клубеньковых бактерий

Резюме

На основании исследований, проведенных с целью определения кривых влажности развития различных бобовых растений и экотипов их клубеньковых бактерий, можно прийти к следующим выводам:

1. Минимальная влажность для развития люцерны и ее клубеньковых бактерий лежит в пределах 20%, от полной влагоемкости испытуемой почвы, хотя и в 3 из 8 опытных вегетационных вазонов наблюдался слабый рост также и в вариантах с 10% влажности. Оптимальная влажность достигает 60—80%, несмотря на то, что при 80% урожай получился сравнительно более высокий. При 90% урожай заметно снижается. В условиях 100% только в 3 вазонах наблюдался слабый рост, а корни побурели и сгнили. Таким образом, кривая влажности развития люцерны и ее клубенькообразования лежит в пределах 20—90%, причем оптимум приближается к 60—80%.

2. Кривая влажности развития эспарцета и образования у него клубеньков начинается с 10%, достигает оптимума в случае 40—60 и 80%, при 90% урожай резко снижается, но образование клубеньков продолжается. В условиях 100% влажности из 8 вазонов в 2 были хилые растения со сгнившими корнями.

Таким образом, кривая влажности развития эспарцета и клубенькообразования лежит в пределах 10—90%, причем оптимум равен 40—80%.

3. Минимальная влажность развития фасоли и образования у нее клубеньков не совпадает. Растения начинают развиваться в вариантах с 10% влажности, между тем как образование клубеньков начинается при 20%. Оптимальная влажность развития растений и клубеньков лежит в пределах 60—80%, несмотря на то, что оно неплохое и при 40%. В условиях 90% образование клубеньков также неплохое.

Из исследованных клубеньковых бактерий фасоли штамм 88 отличался по интенсивности образования клубеньков в условиях 90—100% влажности.

Растения фасоли и ее клубеньковые бактерии на среде со стерильным песком начинают развиваться при 40% влажности. Интенсивность образования клубеньков и урожай достигают максимума в варианте со 100% влажностью. Интенсивность образования клубеньков на стерильном песке несравненно выше, чем в стерильной почве. Это, возможно, объясняется адсорбцией клубеньковых бактерий частицами почвы и условиями аэрации.

Вика на стерильной почве дала рост при всех испытываемых условиях влажности с 10% до 100%. В условиях 100% влажности вика не только дала хороший рост, но и все испытываемые штаммы вызвали образование клубеньков. То же самое можно сказать и относительно исследуемых штаммов клевера, которые, в отличие от люцерны и эспарцета, все образовали клубеньки в условиях 100% влажности.

При изучении титра клубеньковых бактерий люцерны в стерильной почве, в лабораторных условиях опыта, при 10—100% влажности выяснилось, что оптимум развития клубеньковых бактерий лежит в пределах 60—70 и 80% влажности, причем наивысшие цифры получены при 70%, а при 60 и 80% влажности получены почти одинаковые цифровые данные.

Клубеньковые бактерии люцерны в стерильной почве развивались очень интенсивно в течение 1—2 месяцев со дня заложения опыта. Их число в 1 г сухой почвы достигало миллиардов, особенно в анализах, произведенных через месяц.

Из всех исследований, проведенных по данному разделу, выяснился еще один важный вопрос, а именно, что различные экотипы клубеньковых бактерий изучаемых бобовых растений, за исключением штаммов клубеньковых бактерий фасоли 88, люцерны 43 и эспарцета 61, не проявили такой явной адаптационной способности к фактору влажности, как мы очень ясно и убедительно увидели по данным их эффективности в измененных внешних условиях и к различным температурам.

Это по всей вероятности объясняется тем, что экотипы исследуемых клубеньковых бактерий в естественных условиях своего обитания всегда подвержены резко переменным условиям влажности, особенно штаммы, выделенные из горной неполивной зоны, а также и низменные штаммы поливной зоны, переносящие от одного полива до другого сильные колебания влажности, следовательно они уже в естественных условиях приобрели способность к развитию в условиях различной влажности, что подтверждается данными наших исследований.

Գ Լ Կ Ը Ն Ա Ի Թ Յ Ո Ւ Ն

- Израильский В. П. 1951. Хранение клубеньковых бактерий в высушенном состоянии. Труды Всес. ин-та микробиологии, т. 12, стр. 171.
- Калантаров П. Б. 1914. Развитие клубенькового микроба (*Bac. Radicicola*) в почве. Вестник Бактериолого-агрономической станции. № 21, стр. 22.
- Ковровцева С. А. 1933. Влияние типа почвы и влажности на рост и размножение клубеньковых бактерий. Труды Всес. ин-та с.-х. микробиологии, т. V, стр. 98.
- Новогудский Д. М. 1946. Микробиологические процессы в почвах полупустыни. II нижние пределы почвенной влаги для жизнедеятельности бактерий. Микробиология, т. 15, вып. 3, стр. 117 и вып. 6, стр. 479.
- Омелянский В. Л. 1926. Устойчивость культур *Azotobacter Chroococcum* к высушиванию. Труды отдела с/х микробиологии Гос. ин-та агрономии, т. 1, стр. 65.
- Ա. Պ. Պետրոսյան. 1953. Պարարկատերերի և հոտերի ազդեցությունը Թիֆլիսի մարզի բույսերի բերքատվության վրա: Գյուղատնտեսական և արդյունաբերական Միկրոբիոլոգիայի հարցեր, տրակ 1 (7), էջ 3:
- Петросян А. П. и Арутюнян Р. Ш. 1955. Температура развития экотипов клубеньковых бактерий. Вопросы с/х и промышленной микробиологии, вып. II (VIII), стр. 83.
- Рудаков К. И. 1930. Нитрагин и практика его применения.
- Стефенсон М. 1951. Метаболизм бактерий. Изд. иностранной литературы. Москва.
- Тимурджи Г. К. 1940. Влияние t° и влажности почвы на жизнедеятельность клубеньковых бактерий при инокуляции нута. Сб. научно-исследов. работ Азово-черноморск. с.-х. ин-та, т. XI, стр. 75.

- Украинский В. Т. 1954. Клубеньковые бактерии на корнях бобовых растений. Микробиология, т. 23, вып. 3, стр. 291.
- Федоров М. В. 1952. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз. Москва.
- Федоров М. В. и Подъяпольская В. П. 1951. Влияние условий выращивания бобовых растений на образование клубеньков и урожай растений. Доклады АН СССР, т. 77, № 1, стр. 121.
- Швецова О. Исследования над клубеньковыми бактериями. Опыты по заражению клубеньковыми бактериями сои в Среднем Поволжье. Труды Ин-та с.-х. микробиологии. Всес. акад. с.-х. наук им. Ленина (ВАСХНИЛ), т. IV, вып. 3, стр. 122.
- Prusna M. I. 1915. Physiological studies of *Bac. radicola* of Canada field pea. N. L. (Cornell) Agr. Col., № 5, p. 1
- Wilson K. K. 1917. Physiological studies of the *Bacillus radicola* of the soy bean (soja Max piper) and the factors influencing nodule-production. N. Y. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Bul., vol. 386, p. 369.