

Հ. Կ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Գ. Ս. ԲԱՐԱՅԱՆ, Վ. Գ. ՆԻԿՈՂՈՍՅԱՆ, Ն. Մ. ՍԱՅԱԴՅԱՆ,
Ջ. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ս. Բ. ՇԱՀՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

ԱԶՈՏԱԲԱԿՏԵՐՆԵՐԻ ԵՎ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՅԼ ԽԱՐԺԻ ԲԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱՏԵՂ ԱՃԵՑՄԱՆ ՄԵՏԱԲՈԼԻԶՄԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ազոտաբակտերները և ֆիզիոլոգիական այլ խմբի միկրոօրգանիզմները սննդատու տարբեր միջավայրերում, հաճախ, սերտ փոխազդեցության և փոխհարաբերության մեջ են գտնվում: Դեռ վաղ ժամանակներից հայտնի է ազոտաբակտերների համակեցությունը մի շարք բակտերիաների և ջրիմուռների հետ [9, 10, 18]: Ազոտաբակտերների և ֆիզիոլոգիական այլ խմբի հողային միկրոօրգանիզմների այդ սերտ կապը, որն իր բնույթով հիշեցնում է միկրոօրգանիզմների սիմբիոտիկ փոխհարաբերությունը, մի շարք հեղինակների կարծիքով ղգալիորեն նպաստում է ազոտաբակտերների մթնոլորտային ազոտի ֆիքսացիային [4, 7, 11—14, 16, 19]:

Հայտնի է, որ ազոտաբակտերներն իրենց կենսագործունեության ընթացքում օգտագործելով օդի մթնոլորտային ազոտը, անազոտ սննդամիջավայրում սինթեզում են ֆիզիոլոգիապես ակտիվ տարբեր նյութեր՝ վիտամիններ, ամինաթթուներ, հետերոաուքսին, անտիբիոտիկներ և այլն [7]: Ազոտաբակտերների կողմից սինթեզվող B խմբի մի շարք վիտամիններից առանձնապես ուշադրության է արժանի կենդանի օրգանիզմի համար կարելիոր նշանակություն ունեցող B₁₂ վիտամինը: Բելոզյորսկին [1] և Զայցևան [2, 3] ազոտաբակտերի բջջում հայտնաբերել են 16—18, այդ թվում նաև «անփոխարինելի» ամինաթթուներ, որոնք մասնակցում են սպիտակուցի սինթեզմանը:

Զնայած այդ բոլորին, ազոտաբակտերների և ֆիզիոլոգիական այլ խմբի միկրոօրգանիզմների համակեցության պայմաններում ֆիզիոլոգիապես ակտիվ հիշյալ նյութերի սինթեզման ինտենսիվության վերաբերյալ մինչ այսօր ուսումնասիրություններ չեն կատարվել:

Ելնելով վերոհիշյալից, վերջին տարիների ընթացքում, մեր կողմից մի շարք հետազոտություններ են կատարվել, որոնց նպատակն է եղել ազոտաբակտերի հետ տարբեր բակտերիաներ աճեցնելով նպաստել մթնոլորտային ազոտի ֆիքսացիայի ինտենսիվացմանը և անազոտ սննդամիջավայրում ստանալ ավելի շատ ամինաթթուներ, սպիտակուցներ և B խմբի վիտամիններ, որոնց քանակը սովորաբար քիչ է այդ կուլտուրաներն առանձին աճեցնելիս: Հիշյալ հետազոտությունների ընթացքում ուսումնասիրվել է նաև վերոհիշյալ նյութերով հարուստ կուլտուրալ հեղուկը թռչնաբուծության մեջ օգտագործելու հնարավորությունը, մանավանդ, որ այդ ուղղությամբ, ազոտաբակտերի մաքուր կուլտուրաների վերաբերյալ գրականությունից հայտնի են չնայած սակավ, բայց խոստումնալից որոշ տեղեկություններ [6, 15]:

Հետազոտության նյութն ու եղանակը: Ուսումնասիրությունների համար, ՀՍՍՀ տարբեր հողատիպերից մեկուսացվել են ազոտաբակտերիաների ու ֆիզիոլոգիական այլ խմբի պատկանող հողային բակտերիաների հարյուրավոր շտամներ: Նրանց փոխազդեցությունը որոշվել է ապարբյուկների եղանակով և Վինոգրադսկու ու էշբիի հեղուկ սննդամիջավայրերում:

Փորձարկվել են մեկուսացված *Az. chroococcum* -ի № 1, 6, 11, 17 և թանգարանային № 53 շտամները, իսկ ֆիզիոլոգիական այլ խմբի բակտերիաներից *Pseudomonas* ցեղի № 4, 7 ու *Bac. megaterium* տեսակին պատկանող № 30, 97 և 100 շտամները:

Կուլտուրաներն աճեցվել են էշբիի հեղուկ սննդամիջավայրում, 250 մլ տարողության էրլենմեյերի կուլբաներում (50 մլ սննդանյութ յուրաքանչյուրում) թափահարիչների վրա (180—200 պտ/րոպի սահմաններում) և 20 և ֆերմենտյորներում, 28—30° ջերմության պայմաններում, 72 ժամ տևողությամբ: Աճեցման տարբեր ժամկետներում որոշվել է բակտերիաների տիտրը—հաջորդական նոսրացումների, իսկ ընդհանուր ազոտը՝ Կելդալի մեթոդներով: Ամինաթթուների ընդհանուր քանակությունը (կապված և ազատ) որոշվել է թղթի գունանկարահանման (լենինգրադյան «արագ») մեթոդով, Հայսի և Մացեկի [17] կողմից առաջարկված եղանակով, B խմբին պատկանող վիտամինները որոշվել են Ադինցովայի [8], իսկ B₁₂-ը Կուցևայի [5] մեթոդով:

Ֆերմենտյորում կուլտուրաների աճեցման օպտիմալ պայմանների ապահովման համար, որոշվել է թթվածնի անհրաժեշտ քանակը սուլֆիտային եղանակով: Ֆերմենտյոր ներմուծված սդի քանակը մեր փորձերում կազմել է 0,5—0,7 լ. 1 լ սննդամիջավայրին 1 ռոպեում: Այդ քանակության հետագա ավելացումը, ինչպես ցույց տվեցին փորձերը, առաջացնում էր ֆերմենտյորում աճող կուլտուրաների անհամաչափ աճ, որի ժամանակ ազոտաբակտերի աճը սովորաբար թուլանում էր:

Որպես ցանքի նյութ օգտագործվել է ինչպես թափահարիչի վրա 48 ժամ աճեցրած կուլտուրալ հեղուկը, այնպես էլ թարմ բակտերիալ սուսպենդիաները:

Az. chroococcum № 53 և *Bac. megaterium* № 30 շտամների կուլտուրալ հեղուկի ազդեցությունը հավերի մթերատվության վրա փորձարկվել է ՀՍՍՀ ԳԱ Լ. Ա. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի ակադեմիկոս Ս. Կ. Կարապետյանի կողմից ղեկավարվող լաբորատորիայում: Կուլտուրալ հեղուկի հեմոլիտիկ ակտիվությունը որոշվել է ՀՍՍՀ առողջապահության մինիստրության էպիդեմիոլոգիայի և հիգիենայի ինստիտուտում:

Հետազոտության արդյունքների վերլուծությունը: Ուսումնասիրություններից պարզվեց, որ *Az. chroococcum*-ը ֆիզիոլոգիապես այլ խմբի պատկանող որոշ բակտերիաների հետ համատեղ զարգանալիս սննդամիջավայրում պալիորեն մեծանում է կապված ազոտի քանակը: Ինչպես ցույց են տալիս աղ. 1 բերված տվյալները, *Az. chroococcum* № 53-ը և № 11-ը, *Pseudomonas* № 7-ի և *Bac. megaterium* № 30-ի հետ համատեղ զարգացնելիս ազոտֆիքսացիոն պրոցեսն ընթացել է ավելի ինտենսիվ, քան նրանց առանձին աճեցնելիս: Եթե *Az. chroococcum* № 53-ն առանձին զարգանալիս միջավայրում կապել է 6 մգ ազոտ (վերցված 1 գ շաքարից), ապա *Pseudomonas* № 7 հետ համատեղ աճելիս այն հասել է 8,8 մգ, իսկ *Bac. megaterium* № 30 հետ զարգանալիս 9,8 մգ: Նկատի ունենալով այդ հանգամանքը, հետագա ուսումնասիրությունները հիմնականում տարվել են վերոհիշյալ կուլտուրաներով:

Թե ինչպիսի ինտենսիվությամբ է ընթանում էշբի սննդամիջավայրում մեր փորձարկած կուլտուրաների բաղմացումն ըստ աճեցման տարբեր ժամանակների, այդ ուղղությամբ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքներն ամփոփված են աղ. 2-ում:

Բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ համատեղ աճեցման ընթացքում կատարվող մթնոլորտային ազոտի ինտենսիվ ֆիքսացիայի հետևանքով *Pseudomonas* № 7-ը և *Bac. megaterium* № 30-ը ազոտաբակտերի առկայությամբ, զարգացման 3-րդ օրը 6—20 անգամ ավելի մեծ թիվ են ունեցել, քան այդ նույն սննդամիջավայրում առանց ազոտաբակտերի: Դա արդյունք է այն բանի, որ վերոհիշյալ կուլտուրաներն անազոտ միջավայրում

իրենց օպտիմալ զարգացման համար պահանջում են ազոտ և ֆիզիոլոգիապես ակտիվ որոշ նյութեր, որը տվյալ դեպքում նրանք ստանում են ազոտաբակտերի հետ համատեղ զարգանալիս: Աղոտաբակտերի բջիջների թիվը համակենցության պայմաններում չնայած մեծ չափով չի ավելանում, սակայն այդպիսի պայմաններում նկատելիորեն բարձրանում է նրանց մթնոլորտային ազոտի ֆիքսման ընդունակությունը, որը զգալիորեն նպաստում է անալոտ միջավայրում զարգացող կուլտուրաների բջիջների ընդհանուր թվի ավելացմանը՝ հետևաբար նաև կենսազանգվածի գոյացմանը: Եթե կուլտուրաներն առանձին զարգանալիս նրանց թիվը սովորաբար 1 մլ կուլտուրալ հեղուկում չի գերազանցում 0,5 միլիարդից (աղ. 2), ապա համատեղ զարգացման պայմաններում բջիջների ընդհանուր թիվը հասնում է 1,5—3,0 միլիարդի:

Աղյուսակ 1

Աղոտաբակտերի և մի շարք այլ բակտերիաների համատեղ աճեցման ընթացքում կապված ազոտի քանակը, 1 մգ էջերի սննդամիջավայրում

Բ ա կ տ եր ի ա ն եր	Վերցված 1 գ շաքարից ֆիքսված ազոտի քանակը
Azotobacter chroococcum № 53	6,0
Az. chr. № 53 + Pseudomonas № 4	7,0
Az. chr. № 53 + Pseudomonas № 7	8,8
Az. chr. № 53 + Bac. meg. № 30	9,8
Az. chr. № 53 + Bac. meg. № 97	7,0
Az. chr. № 53 + Bac. meg. № 100	7,2
Azotobacter chroococcum 11	7,0
Az. chr. № 11 + Pseudomonas № 4	7,0
Az. chr. № 11 + Pseudomonas № 7	9,2
Az. chr. № 11 + Bac. meg. № 30	8,2
Az. chr. № 11 + Bac. meg. № 97	6,6
Az. chr. № 11 + Bac. meg. № 100	6,2

Փորձերը ցույց տվեցին, որ համատեղ աճեցման հետևանքով կատարվող մթնոլորտային ազոտի ինտենսիվ ասիմիլյացիան մեծ չափով նպաստում է նաև ամինաթթուների և B խմբին պատկանող վիտամինների սինթեզմանը:

Աղ. 3-ում բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ կուլտուրաների համատեղ զարգացման ժամանակ, ազոտի ինտենսիվ ասիմիլյացիայի և բջիջների ընդհանուր թվի մեծացմանը զուգահեռ, ինտենսիվ է ընթանում նաև մի շարք ամինաթթուների և B խմբին պատկանող վիտամինների սինթեզումը:

Եթե Bac. megaterium № 30-ն առանձին 1 մլ կուլտուրալ հեղուկում սինթեզել է լիզին-16 γ, արգինին-25 γ, գլյուտամինաթթու-24 γ, ալանին-20 γ, լեյցիններ-11 γ, վալին-3 γ, իսկ Az. chroococcum № 53-ն առանձին այդ նույն ամինաթթուները 32, 30, 40, 26, 12, 6 γ, ապա նշված կուլտուրաները միմյանց հետ համատեղ զարգանալիս առաջացրել են 42, 58, 61, 58, 28, 10 γ: Նույն տիպի օրինաչափություն նկատվում է նաև B խմբի վիտամիններից՝ մասնավորապես B₃-ի և B₁₂-ի սինթեզման ժամանակ: Համակենցության պայմաններում B₁₂-ը 4—15 անգամ ավելի շատ է սինթեզվել, քան նույն կուլտուրաներն առանձին-առանձին զարգանալիս:

Ամինաթթուների և B խմբին պատկանող վիտամինների սինթեզման պրոցեսն ինտենսիվ է ընթանում նաև նրանց ֆերմենտյորների պայմաններում համատեղ զարգացնելու ընթացքում: Փորձերը ցույց տվեցին, որ ֆեր-

Աղյուսակ 2

Ազոտարակտերների և այլ խմբի բակտերիաների թիվը էշրիի սննդամիջավայրում,
1 մլ կուլտ. հեղուկում միլիոններով

Բակտերիաներ	Ներ- մուծված բջջիների քանակը		Բակտերիաների տիտրը աճման տարրեր ժամկետներում						
			24 ժամ		48 ժամ		72 ժամ		
			ազոտարակտեր	համատեղ աճող կուլտուրա	ազոտարակտեր	համատեղ աճող կուլտուրա	ազոտարակտեր	համատեղ աճող կուլտուրա	բջջիների ընդհանուր քանակը
Pseudomonas № 7		95,5		750		410		225	225
Bac. meqaterium № 30		6		60		80		120	120
Az. chroococcum № 53	2,5		64		115		195		195
Az. chroococcum № 11	8,5		160		300		500		500
Az. chr. № 53+Ps. № 7	2,6	114	112	1315	120	1355	100	1500	1600
Az. chr. № 53+ Bac. meg. № 30	2,6	6	130	160	240	310	490	710	1200
Az. chr. № 11+ Ps. № 7	8,5	105	180	868	200	1500	215	2350	2565
Az. chr. № 11+ Bac. meg. № 30	8,5	7	170	205	600	2100	500	2500	3000

Աղյուսակ 3

Ամինաթթուների և B խմբի վիտամինների քանակը կուլտուրայի հեղուկում — 1 մլ
չ-ներով էշրիի սննդամիջավայրում աճեցման 3-րդ օրը

Բակտերիաներ	Ամինաթթուներ							B խմբի վիտամիններ					
	լիզին	արգինին	գլյուտամին- համթթու	ալանին	լեյցիններ	հիստիդին	վալին	B ₁	B ₃	B ₆	PP	բիոտին	B ₁₂ մկ/մլ
Pseudomonas № 7	2	10	8	10	5	2	5	0,12	0,09	0,024	0,12	0,15	0,15
Bac. megaterium № 30	16	25	24	20	11	29	3	2	0,15	0,06	0,024	0,12	0,06
Az. chroococcum № 53	32	30	40	26	12	28	6	2	0,3	0,3	0,08	0,6	0,2
Az. chroococcum № 11	36	35	47	37	15	38	8	3	0,2	0,3	0,15	0,8	0,2
Az. chr. № 53+ Ps. № 7	30	50	51	52	16	35	7	11	0,5	0,7	0,09	0,6	0,2
Az. chr. № 53+ Bac. meg. № 30	42	58	61	58	28	49	10	4	0,7	0,6	0,3	0,8	0,24
Az. chr. № 11+ Ps. № 7	35	46	74	62	35	42	12	12	0,3	1,4	0,05	0,6	0,2
Az. chr. № 11+ Bac. meg. № 30	47	76	75	72	36	67	16	7	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2

մենտյոր ներմուծվող օդի որոշակի քանակ ապահովելիս Az. chroococcum № 53-ը Bac. megaterium № 30-ի հետ միասին զարգանալիս միջավայրում ավելի շատ ամինաթթուներ են սինթեզվում և դրան հակառակ ավելի պակասում է լորձարտադրությունը, քան այդ նույն կուլտուրաները թափահարիչի վրա, կուլբաներում աճեցնելիս:

Կատարված ուսումնասիրություններից պարզվում է, որ Az. chroococcum № 53-ը Bac. megaterium № 30-ի հետ համատեղ զարգանալով, անազոտ միջավայրում ֆիքսվում է ավելի շատ ազոտ, որն իր հերթին մեծ չափով նպաստում է մի շարք ամինաթթուների և B խմբի վիտամինների ինտեն-

սիւլ սինթեզմանը: Այդ կուլտուրաների համակեցությամբ ստացված կուլտուրալ հեղուկը հարուստ է այնպիսի «անփոխարինելի» ամինաթթուներով, ինչպիսին են, լիզինը, վալինը, ֆենիլալանինը, լեյցինները և այլն: Այնտեղ առկա են նաև մատղաշ կենդանիների սպիտակուցի և ածխաջրերի փոխանակության համար շատ կարևոր B խմբին պատկանող մի շարք վիտամիններ՝ այդ թվում նաև B₁₂, որը մեծ չափով բարելավում է արյան կազմը:

Աղոտաբակտերի հետ այլ կուլտուրաների համատեղ զարգացման հետեւանքով սինթեզված ֆիզիոլոգիապես ակտիվ այդ նյութերը թռչնաբուծության մեջ նրանց հետագա կիրառության հեռանկար է ստեղծում:

Փորձելով մասամբ լուսաբանել այդ հարցը, մեր հետազոտությունների ընթացքում նպատակահարմար գտանք փորձարկել այդ կուլտուրալ հեղուկի ազդեցությունը հավերի մսատվության և ձվատվության վրա: Փորձերի համար օգտագործվել է *Az. chroococcum* № 53-ի և *Bac. megaterium* № 30-ի համատեղ աճից ստացված կուլտուրալ հեղուկը: Այդ ուղղությամբ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքներն ամփոփված են աղ. 4 և 5-ում:

Աղյուսակ 4

Az. chroococcum № 53-ի և *Bac. megaterium* № 30-ի համատեղ աճեցման կուլտուրալ հեղուկի ազդեցությունը հավերի մսատվության վրա

Վարիանտներ	Թինչև փորձը			Փորձի ընթացքում			ամսական աճը, գ	ամսական աճի հավելումը, գ
	գլխաթանակը	ընդհանուր քաշը, գ	միջին քաշը, գ	գլխաթանակը	ընդհանուր քաշը, գ	միջին քաշը, գ		
Ստուգիչ	75	3850	51	70	14950	212	161	—
Փորձնական	100	4800	48	91	21400	235	187	26

Աղյուսակ 5

Az. chroococcum № 53-ն և *Bac. megaterium* № 30-ի համատեղ աճեցման կուլտուրալ հեղուկի ազդեցությունը հավերի ձվատվության վրա

1 զլխին տրված կուլտուրալ հե- ղուկի քանակու- թյունը, մլ	Պատճառները	Ստուգիչ				Փորձնական			
		1 ածանի ձվատվու- թյունը հատերով		ձվատվու- թյան տար- բերությունը %,	Պատ- ճառները	1 ածանի ձվատվու- թյունը հատերով		ձվատվու- թյան տար- բերությունը %,	
		մինչև փորձը	փորձի ժամանակ			մինչև փորձը	փորձի ժամանակ		
3	5	17,6	18,6	+1	5	14,4	19,0	+4,6	
6	5	20,8	19,6	—1,2	5	15,4	17,4	+2,0	

Մանրություն — + ձվատվությունը աճել է, — ձվատվությունը նվազել է:

Աղյուսակներում բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ *Az. chroococcum* № 53-ի և *Bac. megaterium* № 30-ի համատեղ աճեցումից ստացված

կուլտուրալ հեղուկը նպաստում է հավերի մսատվության և ձվատվության ավելացմանը: Եթե 1 ճտի ամսական աճը (աղյուսակ 4) ստուգիչում կազմել է 161 գ, ապա փորձնական տարբերակում այն հասել է 187-ի, այսինքն՝ 1 ճտի ամսական աճի հավելումը կազմել է 26 գ: Կամ, եթե մինչև փորձը (աղյուսակ 5) յուրաքանչյուր ածան հավի միջին ձվատվությունը կազմել է 14,4 ձու, ապա փորձի ընթացքում այն հասել է 19,0-ի, այսինքն՝ յուրաքանչյուր ածան հավի ձվատվությունը մեկ ամսում ավելացել է 4,6 ձվով: Կուլտուրալ հեղուկը հավերի ձվատվության ու մթերատվության վրա հատկապես բարելավել է ազդում, եթե այն մեկ հավի օրվա կերաբաժնին խառնվում է 3 մլ-ի չափով:

Այսպիսով, ազոտաբակտերի և ֆիզիոլոգիական այլ խմբի մի քանի բակտերիաների համատեղ աճեցման հետևանքով, զգալիորեն մեծանում է մթնոլորտի ազոտի ասիմիլյացիան:

Համատեղ զարգացման ժամանակ, բակտերիաների բջիջների ինտենսիվ բազմացման հետևանքով, սննդամիջավայրում կուտակվում է ավելի շատ կենսազանգված, սպիտակուց-ամինաթթուներ, քան այդ կուլտուրաներին նույն սննդամիջավայրում առանձին-առանձին զարգացնելիս:

Az. chroococcum № 53-ը, № 11-ը, Bac. megaterium № 30-ի և Pseudomonas № 7-ի հետ համատեղ զարգանալով, սննդամիջավայրում սինթեզում են մի շարք «անփոխարինելի» ամինաթթուներ՝ լիզին, վալին, լեյցիններ, ֆենիլ-ալանին և B խմբին պատկանող մի քանի վիտամիններ, այդ թվում նաև B₁₂:

Համատեղ զարգացման հետևանքով ստացված կուլտուրալ հեղուկով հավերին կերակրելիս, 1 հավի ձվատվությունը ամսվա ընթացքում ավելացել է 4,6 ձվով, իսկ ճտերին կերակրելիս՝ ճտի ամսվա հավելումը կազմել է 26 գ:

ՀՍՍՀ ԳԱ մանրէաբանության
ինստիտուտ

Ստացված է 30.XII 1971 թ.

А. К. ПАНОСЯН, Г. С. БАБАЯН, В. Г. НИКОГОСЯН,
Н. М. САЯДЯН, Дж. С. МКРТЧЯН, С. Б. ШАХМУРАДЯН

О МЕТАБОЛИЗМЕ АЗОТОБАКТЕРА И БАКТЕРИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ПРИ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ

Р е з ю м е

Результаты исследований показали, что при развитии азотобактера совместно с бактериями различных физиологических групп в результате интенсивного размножения бактериальных клеток в безазотной среде накапливаются большие биомассы, аминокислот и витаминов группы В, чем при их раздельном культивировании.

При совместном культивировании, используя атмосферный азот, Az. chroococcum № 53 и № 11, с Bac. megaterium № 30 и Pseudomonas № 7 в питательной среде синтезируют некоторые незаменимые аминокисло-

ты—лизин, валин, фенилаланин, лейцины и многие витамины группы В, в том числе и В₁₂.

Подкормкой культуральной жидкостью Az. chgoosocsum № 53 с Bac. megaterium № 30 повышается яйценоскость кур и привес цыплят.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Белозерский А. Н., Зайцева Г. Н., Тюленова Н. П. Микробиология, XXVII, 1, 1958.
2. Зайцева Г. Н., Тюленова Н. П. Лабораторное дело, 3, 24, 1958.
3. Зайцева Г. Н. Биохимия азотобактера. М., 1965.
4. Киракосян А. В., Петросян А. П., Азарян Э. Х. Микробиологический сборник АН АрмССР, IV, 1949.
5. Куцева А. С. Витаминные ресурсы и их использование, сб. 3, изд-во АН СССР, 1955.
6. Миненков А. Р. Тр. Горьковского с/х ин-та, IV, 1943.
7. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., 1968.
8. Одинцова Е. Н. Микробиологические методы определения витаминов, изд-во АН СССР, 1959.
9. Омелянский В. Л. Архив биол. наук, XVIII, 1914.
10. Омелянский В. Л. Связывание атмосферного азота почвенными микробами. М., 1923.
11. Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Аветисян Н. А., Закарян С. В., Никогосян В. Г. ДАН АрмССР, 35, 3, 1962.
12. Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Аветисян Н. А., Закарян С. В., Известия АН Арм. ССР, биол. науки, 15, 2, 1962.
13. Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Саядян Н. М. Известия с/х наук МСХ АрмССР, 1, 1965.
14. Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Саядян Н. М., Мкртчян Дж. С. Известия, с/х наук МСХ АрмССР, 6—7, 1968.
15. Слухай-Натальченко А. Е. Кормовые белки и биостимуляторы для животноводства. М.—Л., 1961.
16. Феодоров М. В. Биологическая фиксация азота атмосферы. М., 1952.
17. Хайс И. М., Мацек К. Хроматография на бумаге. М., 1962.
18. Beijerinck M. W. Zbl. Bacteriol., Parasitenkunde, infektionskrankh. und Hyg., Abt. 2, 7, 1901.
19. Staklasa J. Zbl. Bacteriol., Parasitenkunde, infektionskrankh. und Hyd. Abt. 2, 21, 1908.