

ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՖԻՏՈՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Մ.Ա. ԲԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Ն.Զ. ԱՍՏՎԱԾԱՏՐՅԱՆ, Լ.Է. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Հիդրոպոնիկայի պորբւեմների ինստիտուտ, 375082, Երևան

Բույսերի անհող մշակույթի պայմաններում ստեղծվում է համապարփակ բույս – սննդարար լուծույթ – լցանյութ համակարգ, որը բնորոշվում է հուսալիությամբ, կառավարելիությամբ, բարձր արդյունավետությամբ և էկոլոգիական մաքրությամբ:

Տարբեր մշակաբույսերի օրինակով (խաղողի արմատակալներ, դեղաբույսեր, բանջարաբույսեր) ապացուցված է, որ անհող մշակույթի հուսալիությունը 100%-ից քիչ չէ, կրկնակի - եռակի անգամ արդյունավետ է հողային մշակույթի համեմատ, հնարավորություն է ստեղծում ազդելու կենսասինթետիկ գործընթացների ակտիվացման և ուղղվածության վրա և էկոլոգիապես մաքուր է:

В условиях беспочвенной культуры создается замкнутая система растение – питательный раствор – наполнитель, которая характеризуется надежностью, управляемостью, высокой производительностью и экологической чистотой.

На примере различных культур (саженцы винограда, лекарственные и овощные растения) доказывается, что надежность гидропонной культуры не ниже 100%, производительность в два-три раза выше, чем на почве, создаются условия для воздействия на активизацию и направленность биосинтетических процессов и получения экологически чистой продукции.

Under soilless conditions a closed system, that consists of plant, nutrient solution and substrate is created. This system is reliable, controllable, highly productive and environment friendly.

On the example of different crops (grapevine seedlings, medicinal plants and vegetables) it was proven that reliability of hydroponic culture is not less than 100%, productivity is 2–3 times higher than on soil, favourable conditions are created for monitoring activity and direction of biosynthetic processes and for growing ecologically clean plants.

Հիդրոպոնիկա - սննդատարրեր - օգտակար գործողության գործակից - էկոլոգիական մաքրություն

Ծանոթ լինելով հիդրոպոնիկայի բնագավառում կատարված հետազոտությունների մեծամասնությանը և ամփոփելով մեր ինստիտուտի բազմամյա փորձերի արդյունքները [1–2, 4–8, 11–12, 15], ներկայացնում ենք հիդրոպոնիկական մշակույթի մի քանի հիմնադրույթներ՝ կառավարելիությունը, հուսալիությունը, արդյունավետությունը և էկոլոգիական մաքրությունը: Նշված յուրաքանչյուր հարցադրում իր մեջ ներառում է հետազոտությունների առանձին համակարգեր, որոնք լավագույնս կարող էին դրսևորվել նյութերի կենսաբանական հաշվեկշռի ուսումնասիրության պայմաններում:

Կենսաբանական հաշվեկշիռն իր մեջ ընդգրկում է սննդատարրերի ներմուծման և արտածման հողվածները ու նրանց հարաբերակցությունը համապարփակ հիդրոպոնիկական համակարգում, որով ի հայտ է գալիս յուրաքանչյուր սննդատարրի օգտակար գործողության գործակիցը:

Քննարկենք ներկայացվող հարցադրումները հստակ փորձերի և իրադրությունը ավելի ցայտուն ներկայացնող տարբեր կուլտուրաների օրինակով:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտվող մշակաբույսերը՝ խաղողի 3 աչքանի կտրոններ, սորտ Շահունյանի, կիլեցնված, լուլի Ձվարթնոց, տաքեղեղ Լաստոչկա, վարունգ Ապրիլյան, բաղրջան Ավանդ, լոբի Ղափանի, գազար Նանտյան, կաղամբ Խարկովյան ծմեռային, ճակնդեղ Բորդո, ամստառի պատրինց (*Melissa officinalis* L.), կատվախոտ դեղատու (*Valeriana officinalis* L.):

Տնկարկները կատարվել են ապրիլի առաջին տասնօրյակում:

Որպես լցանյութ ծառայել է սև հրաբխային խարամը 0,8–20 մմ տրամագծով: Անհրաժեշտ է նշել, որ բացօթյա այն հիդրոպոնիկումը, որտեղ դրվել են այս փորձերը գործում է 37 տարի առանց լուրջ կապիտալ վերանորոգումների, ուստի տարիների ընթացքում լցանյութի մանր բաղադրամասը կազմում է 50%, խոշորը 5–10%: Օգտագործման ընթացքում տեղի է ունեցել նաև օրգանական մնացորդների կուտակում, որը խթանում է մանրէների բուռն զարգացումը: Միջավայրը ախտահանված է 0,1% KMnO_4 -ով: Սննդարար լուծույթը պատրաստվել է ամոնիակային սելիտային, կալիումի սուլֆատից և օրտոֆոսֆորական թթվից, որոնց ավելացվել են միկրոտարրեր ըստ Դավթյանի [13] առաջարկած կազմի: Լուծույթի մղման հաճախականությունը՝ ապրիլ, մայիս, սեպտեմբեր ամիսներին – օրը մեկ անգամ: հունիս – օգոստոսին – օրը երկու անգամ: հոկտեմբերին 2 օրը մեկ անգամ (ստանդարտ տեխնոլոգիա): Խաղողի արմատակալներ ստանալիս փորձարկվել է հատուկ տեխնոլոգիա՝ լուծույթի կազմը փոփոխվել է վեգետացիայի սկզբում (արմատագոյացման փուլ $\text{N}_{100}\text{P}_{45}\text{K}_{200}$), ակտիվ աճի շրջանում ($\text{N}_{200}\text{P}_{50}\text{K}_{250-300}$) և փայտացման շրջանում ($\text{N}_{70}\text{P}_{65}\text{K}_{350}$), ջրման հաճախականությունը համաչափ պակասեցվել է վեգետացիայի երկրորդ կեսից, հասնելով հոկտեմբերին յոթ օրը մեկ ջրման եղանակին:

Բանջարեղենի աճեցման հատուկ մշակումը ընդգրկում է մի շարք կապված տեխնոլոգիական միջոցառումներ – բերքահավաքի ժամը, սննդարար լուծույթի խտությունը, մատակարարման հաճախականությունը և ժամը:

Ոռոգելի ջրի ծախսը – 4 լ/մ²:

Ստուգվել և հաշվարկի է ենթարկվել օգտագործվող ջրի կազմը և լցանյութից կորզվող սննդատարրերի չափաքանակը մեկ ոռոգման ընթացքում:

Նիտրատների և նիտրիտների որոշումը կատարվել է Վոլվինայի մեթոդով երկսուլֆոֆենոլաթթվի օգտագործմամբ [9]:

Ծանր մետաղների պարունակությունը որոշվել է էմիսիոն սպեկտրալ եղանակով ԻՄՊ – 28 սպեկտրոմետրով:

Վիտամին C-ի պարունակությունը ըստ երմակովի [10], օրգանական թթուները՝ ըստ Հակոբյանի և Ստեփանյանի [3]:

Հողային և հիդրոպոնիկ ծագում ունեցող կատվախոտի դեղահիւնքի որակային ցուցանիշները (էքստրակտիվ նյութերի և ծանր մետաղների պարունակությունը, ինչպես և մանրէաբանական ցուցանիշները) հետազոտվել են ՀՀ Առողջապահության Նախարարության Դեղվարչության լաբորատորիայում:

Արդյունքներ և բնարկում: 1. Հիդրոպոնիկական ֆիտոտեխնոլոգիայի արդյունավետությունը: Հետազոտված է սննդատարրերի (N , P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO և Fe) կենսաբանական հաշվեկշիռը խաղողի երեք աչքանի կտրոնից արմատակալ ստանալու օրինակով:

Ներկայումս մեզ մատչելի բոլոր մուտքի տարրերի հանրագումարը (սննդարար լուծույթ, լցանյութ, ոռոգելի ջուր, անծրևաջուր, կտրոն, ֆիզիկական և քիմիական հողմահարումից ու միկրոօրգանիզմների գործունեությունից առաջացած նյութերի հանրագումարը) հարաբերված է նյութի ելքով: Այլ կերպ ասած, որոշված է առանձին տարրերի և նրանց գումարային մեծության փոխհարաբերությունը: Այն տատանվում է 0,8 – 1,2-ի սահմաններում, որն իրենից ներկայացնում է սննդատարրերի օգտագործման օգտակար գործողության գործակիցը (նկ. 1):

Այսպիսով, հիդրոպոնիկական համապարփակ համակարգում սննդատարրերը ոչ միայն չեն կորչում ի հակասություն հողային տարրերակի, որտեղ բույսերի կլանողականությունը ըստ տարրեր տարրերի (N , P_2O_5 , K_2O) կազմում է 15–40% [14], այլ և բնական պայմաններում առաջացող (հողմահարումներ, մանրէների գործունեության միջոցով) և ներգրավված (ոռոգելի ջուր, անծրև, սննդարար

լուծույթ) սննդատարրերը ներառվում են շրջանառության մեջ և կուտակվում բույսերում:

Սննդատարրերի օգտակար գործողության գործակիցների գերակայության շարքը հետևյալն է՝



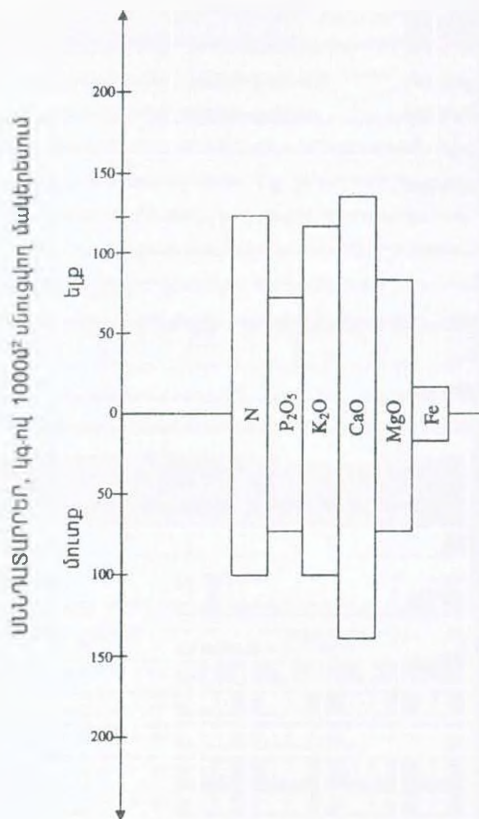
Այսպիսով, վերը բերված օրինակը հաստատում է երեք կարևոր երևույթ՝

- հիդրոպոնիկական միջավայրի արդյունավետությունը սննդատարրերի օգտագործման իմաստով (օգտակար գործողության գործակից), հողային միջավայրի համեմատությամբ աճում է կրկնակի կամ եռակի մակարդակով,

- միջավայրը և ընդերքը չեն աղտոտվում չօգտագործված սննդատարրերով, պահպանվում է միջավայրի բնականոն վիճակը: Անտրոպոգեն գործունեությունը մոտեցվում է օպտիմալ մակարդակին,

- բնական պայմաններում առաջացող բոլոր տարրերը մտնում են ակտիվ շրջանառության մեջ և չեն կորչում անարդյունավետ:

2. Հիդրոպոնիկայի կառավարելիությունը: Հետազոտված են բուսահումքի մեջ նիտրատների պարունակության տատանումները: Պարզվել է, որ վերջինները կորելացիոն կապի մեջ են սննդարար



Նկ. 1. Սննդատարրերի կենսաբանական հաշվեկշիռը բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում:

լուծույթի կազմից և խտությունից, մատակարարման հաճախականությունից, լուսավորվածությունից, համօրվա ժամից, ինտենսիվ սննդառության պահից անցած տևողությունից և այլ գործոններից: Նշենք թեզն ապացուցող 2 օրինակ:

Օրինակ 1. Ի տարբերություն ստանդարտ հիդրոպոնիկական տեխնոլոգիայի [4], ուսր լուծույթով սնելուց հետո (0,03% խտությամբ), ջրի պակասությունից հետո, օրվա վառ լուսավորության ժամին (13 – 15) և ոռոգելուց 1,5 ժամ հետո բերքահավաքի դեպքում (այս հանգամանքների կարգավորված միացությունը կազմում է հատուկ մշակման հիմքը), մեծապես նվազում է (երբեմն լրիվ) նիտրատների պարունակությունը (աղ. 1):

Օրինակ 1-ը ցույց է տալիս, որ հատուկ տեխնոլոգիական ընթացքի կիրառումը մեծապես նպաստում է նիտրատների անցանկալի կուտակման կանխմանը:

Աղյուսակ 1. Նիտրատների կուտակման մակարդակը կապված կիրառվող ֆիտոտեխնոլոգիայի հետ (1995-1998թթ.)

Կուլտուրա	NO ₃ , մգ%	
	Ստանդարտ մշակում	Հատուկ մշակում
Լոլիկ	3,4	1,3
Տաքդեղ	6,2	1,9
Վարունգ	5,8	1,7
Բադրճան	5,1	1,8
Լոբի	7,0	3,3
Գազար	5,4	հետքեր
Կաղամբ	10,3	6,1
Սեղանի ճակնդեղ	29,1	12,8

Օրինակ 2. Սկսած սեպտեմբերից սննդարար լուծույթի մատակարարման հաճախականության կտրուկ պակասեցնելը զգալիորեն նպաստում է խաղողի առաջին և երկրորդ կարգի ու առանցքային արմատների առաջացմանը և միանյա չվերի փայտացմանը (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Միանյա չվերի փայտացումը և առանցքային արմատների առաջացումը՝ կապված սննդարար լուծույթի մատակարարման հաճախականության հետ (1999 թ.)

Ցուցանիշ		Տարբերակ		ԱՆՏ ₀₅
		Ստանդարտ տեխնոլոգիա	Հատուկ տեխնոլոգիա	
Արմատակալի միջին չվի երկար., սմ		125,9	83,8	4,8
Շվի տրամագիծը	մեջտեղում	4,0	3,7	0,1
	հիմքում	7,4	7,6	0,3
Տերևներ	քանակը, հատ/բույս	54,5	42,9	2,8
	մակերեսը, դմ ²	20,6	6,8	0,6
	քաշը, գ	42,5	33,8	2,2
Արմատ	երկարությունը, սմ	42,3	38,9	2,0
	ծավալը, սմ ³	79,4	68,8	3,6
	քաշը, գ	98,3	91,0	4,8
Միջին չվի փայտ.	%	62,9	80,2	3,4
Միջին բճաշվի փայտ.	%	-	10,4	2,2

Այսպիսով, կարելի է հավաստել, որ հիդրոպոնիկական ֆիտոտեխնոլոգիան ունի իր կառավարելի գործոնը բուսական հումքի արտադրության բնագավառում:

3. Հիդրոպոնիկայի հուսալիությունը: Հարցադրման պատասխանը գտնելու համար իրականացված է երկամյա (1996-1997թթ.) փորձ հիդրոպոնիկական պայմաններում մշակվող բույսերի կենսաապահովման հինգ մակարդակներով: Ստորև բերվում է փորձի նկարագիրը անտառի պատրիինջ (*Melissa officinalis* L.) բույսի օրինակով:

Փորձի տարբերակներն էին.

1. Լրիվ կենսաապահովում – սննդարար լուծույթը նորոգվում է վեգետացիայի ընթացքում 18 անգամ (տասը օրը մեկ),

2. Կիսով կենսաապահովում - սննդարար լուծույթը նորոգվում է վեգետացիայի ընթացքում 9 անգամ (քսան օրը մեկ),

3. քառորդ կենսաապահովում - սննդարար լուծույթը նորոգվում է վեգետացիայի ընթացքում 5 անգամ (քառասուն օրը մեկ),

4. վեց անգամ պակաս կենսաապահովում - սննդարար լուծույթը նորոգվում է վեգետացիայի ընթացքում 3 անգամ (վաթսուն օրը մեկ),

5. առանց արհեստական կենսաապահովման կամ բնական կենսաապահովմամբ սննդարար լուծույթը նորոգվում է վեգետացիայի ընթացքում 1 անգամ (I. VI),

6. հողային ստուգիչ:

Փորձերը ցույց տվեցին, որ կենսաապահովման մակարդակի անկմանը զուգընթաց տեղի է ունենում բույսերի մորֆոլոգիական կառուցվածքի փոփոխություններ: Բույսերը լինում են ձգված, աստիճանաբար փոքրանում է թփի տրամագիծը և տերևի ֆոտոսինթետիկ ընդհանուր մակերեսը: Այնուամենայնիվ, բոլոր մակարդակներում աճող բույսերն անցնում են իրենց զարգացման փուլերը և ձևավորում են պտուղ: Սակայն, կենսաապահովման մակարդակի անկմանը զուգընթաց պտուղները ձևավորվում են մանր, ոչ ստանդարտ և հաճախ փուչ (աղ. 3): Դատելով գումարային չոր նյութի սինթեզի ընդհանրացնող ցուցանիշներով (1 – 147,5; 2 – 126,6; 3 – 105,7; 4 – 99,3; 5 – 82,5; 6 – 88,4 գ/բույս), կարելի է եզրակացնել, որ հիդրոպոնիկական մշակույթն առանց արհեստական կենսաապահովվածության կարող է ապահովել բույսերի մշակությունը և դրսևորել հողին մոտ ցուցանիշներ, որը սակայն 50 % պակաս է հիդրոպոնիկական միջավայրի օպտիմալ տարբերակից:

Աղյուսակ 3. Սնման տարբեր մակարդակների ազդեցությունը անտառի պատրինքի աճի, արդյունավետության և ֆիզիոլոգիական ակտիվության վրա բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում (1995-1997թթ.)

Ցուցանիշ		Հող	Հիդրոպոնիկա					ԱէS ₀₅
			1	2	3	4	5	
Բույսերի բարձրությունը, սմ		34,3	56,4	48,6	54,0	59,6	60,2	2,8
Թփերի տրամագիծը, սմ		27,6	46,8	45,6	42,8	41,8	40,0	2,6
ճյուղերի	թիվը, հատ	9,1	28,0	21,6	21,4	19,6	17,4	0,8
	միջին երկարությունը, սմ	17,4	38,0	31,0	31,6	32,4	36,2	2,2
Տերևների քանակը շվի վրա, հատ		15,1	21,0	17,6	17,1	16,4	15,0	1,2
Տերևի	երկարությունը, մմ	3,2	5,6	5,1	5,0	4,1	4,0	0,1
	լայնությունը, մմ	2,1	4,1	3,8	3,6	2,9	2,7	0,1
Բույսերի բերքատվությունը, գ/բույս		88,4	147,5	126,6	105,7	99,3	82,5	6,4
Տերևների բերքը, գ/մ ²		795,2	1327,5	1139,4	951,3	893,7	742,5	54,7
Եթերայուղի պարունակությունը, %		0,6	0,55	0,31	0,29	0,22	0,17	
Վիտամին C-ի պարունակությունը, մգ %		95,2	94,2	115,0	107,6	76,0	65,0	
Նիտրատների պարունակությունը, մգ%		5,1	30,1	22,9	13,5	5,4	3,9	
Օրգանական թթուների պարունակությունը, %		2,6	2,5	2,8	2,4	2,6	2,5	

Հիդրոպոնիկ միջավայրը առանց սննդատարրերի ներմուծման, ի հաշիվ արմատաբնակ շերտում ստեղծված լավագույն օդային, ջրային, ջերմային, մանրէաճաքական և այլ հարակից պայմանների և տարիների ընթացքում

կլանված, արտորբված ու մանրէների գործունեության շնորհիվ մատչելիորեն ձևափոխված նյութերի, մասամբ հազանում է օրգանական նյութերով ու սննդատարրերով, որոնց հաշվին ապահովում է բույսերի ընթացիկ աճը, զարգացումը և արդյունավետությունը: Անկասկած այս տվյալները այլ կլինեին հանքավայրից ստացված և ստերիլիզացված լցանյութի օգտագործման պարագայում:

Նորմալ լուծույթի մատակարարումն ապահովում է առնվազն 100%-ից անցնող արդյունավետություն:

Այն փաստը, որ նշված հիդրոպոնիկումը գործում է անընդմեջ 37 տարի առանց լուրջ կապիտալ վերանորոգումների, նույնպես հուսալիության շատ կարևոր ցուցանիշ է:

Այսպիսով, բերքատվության բարձրացման հուսալիությունը հիդրոպոնիկական պայմաններում կազմում է ավելի քան 100 %:

4. Հիդրոպոնիկայի էկոլոգիական մաքրությունը: Հիդրոպոնիկական ծագում ունեցող բուսահումքի էկոլոգիական մաքրության գնահատման նպատակով համեմատության մեջ դրվում է 1600 մ ծովի մակերևույթից բարձր, վայրի պայմաններում աճող դեղային կատվախոտի կենսաքիմիական կազմը, մանրէաբանական մաքրությունը և ծանր մետաղների պարունակությունը հիդրոպոնիկական պայմաններում արտադրվածի հետ (աղ. 4):

Աղյուսակ 4. Հիդրոպոնիկական և բնական էկոլոգիապես մաքուր բարձրադիր հողային պայմաններում աճեցված կատվախոտի որակական ցուցանիշները (1998-1999 թթ.)

Ցուցանիշներ	Համաձայն ՖՀ XI. էջ 77	Հող	Հիդրոպոնիկա
Արտաքին նշաններ	Ստանդարտ արմատներ և կոճղարմատներ	Համապատասխանում է	Համապատասխանում է
Սիկրոսկոպիա		Համապատասխանում է	Համապատասխանում է
Էքստրակտիվ նյութեր, %	Ոչ պակաս 25,0	26,8	26,5
Խոնավություն, %	Ոչ ավելին 15,0	9,4	9,6
Մոխիր ընդհանուր, %	Ոչ ավելին 14,0	9,3	9,1
Մոխիր չլուծվող, (10% HCl-ի մեջ), %	Ոչ ավելին 10,0	6,4	6,3
Այլ մասեր, %	Ոչ ավելին 5,0	1,0	1,0
Օրգանական նյութեր, %	Ոչ ավելին 2,0	Բացակայում են	Բացակայում են
Հանքային խառնուրդներ, %	Ոչ ավելին 3,0	0,4	0,3
Աերոբ բակտերիաներ	10 ⁷	2,9 x 10 ⁴	2,6 x 10 ⁴
Շաքարասնկեր և բորբոսասնկեր	10 ⁴	1,4 x 10 ²	1,3 x 10 ²
<i>E.coli</i>	Բացակայում են	Բացակայում են	Բացակայում են
<i>Salmonella</i>	Բացակայում են	Բացակայում են	Բացակայում են
Էնտրոպիաներ (բացի <i>E.coli</i> և <i>Salmonella</i>)	10 ²	10 – 100	10 – 100
Ծանր մետաղ. պարունակ. (Hg, Pb, Sn) սուլֆատ. մոխրում, % հումքի մեջ	Չի չափավորված	Ոչ ավելի 0,01	Ոչ ավելի 0,01

Այսպիսով, աղյուսակի տվյալները ցույց են տալիս, որ հիդրոպոնիկական պայմաններում աճող բույսերը էկոլոգիական մաքրության իմաստով մոտեցված են բնական բարձրադիր պայմաններում ստացվող բուսահումքի որակական ցուցանիշներին:

Ամփոփելով փորձերի արդյունքները, կարելի է եզրակացնել.

1. հիդրոպոնիկական ֆիտոտեխնոլոգիան կրկնակի կամ եռակի անգամ արդյունավետ է հողայինի նկատմամբ:

2. հիդրոպոնիկական միջավայրը կառավարելի է, հնարավոր է ազդել կիսասինթետիկ ընթացքների ուղղվածության վրա:

3. հիդրոպոնիկական միջավայրից ստացվող բերքը էկոլոգիապես մաքուր է, իսկ հուսալիությունը 100% պակաս չէ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Բարսիսյան Մ.Ա., Աստվածատրյան Ն.Զ., Հովհաննիսյան Լ.Է.* ՀՀ ԳԱԱ ՀԴԻ Հաղորդումներ, 28, 85, 1996:
2. *Բարսիսյան Մ.Ա.* Միջազգային գիտաժողով "Ագրարային գիտությունը և բարեփոխումները 21-րդ դարի նախաշեմին", Երևան, 259–262, 1998:
3. *Акопян Г.О., Степанян Б.Т.* Тез. докл. III Закавказ. конф. по адсорбции и хроматографии. Ереван, 23, 1978.
4. *Бабахян М.А., Калачян Л.М.* Агрохимия, 5, 72, 1987.
5. *Бабахян М.А., Дадаянова М.Д., Аствацатрян Н.З., Оганесян Л.Э.* Агрохимия, 4, 75–83, 1990.
6. *Бабахян М.А., Аствацатрян Н.З., Акопян Г.О.* Мат-ы II респ. конф. "Загрязнение пищевых продуктов биотическими и абиотическими контаминантами", Ереван, 56, 1996.
7. *Бабахян М.А., Аствацатрян Н.З., Оганесян Л.Э.* Биолог. журн. Армении, 52, 1, 21–27, 1999.
8. *Бабахян М.А., Аствацатрян Н.З., Оганесян Л.Э.* Вопросы современной ботаники и микологии, Ереван, 43–46, 1999.
9. *Вдовина Г.А., Медведева Н.А.* Агрохимия, 4, 104–108, 1979.
10. *Ермаков А.И., Арасимович В.В. и др.* Методы биохимического исследования растений. М.-Л., 156, 1952.
11. *Майрапетян С.Х., Калачян Л.М.* Характер изменения состава питательного раствора в условиях открытой гидропоники. Ереван, 148, 1987.
12. *Майрапетян С.Х., Татевосян А.О.* Оптимизация минерального питания растений в условиях гидропоники. "Гитутюн", Ереван, 230, 1999.
13. *Справочная книга по химизации сельского хозяйства.* М., 352–365, 1980.
14. *Штефан В.К.* Жизнь растений и удобрения. "Московский рабочий", 240, 1981.
15. *Babachanian M., Dadaianova M., Astvacatryan N., Oganessian L.* Acta Fitotechnica 52, Slovaca Universitas Agriculturae nitriae, 103–109, 1997.

Поступила 12.II.2000