

*Կենսաբանություն*

УДК 615.538.56

ՅՈՐԵՆԻ ԾԻԼԵՐԻ ԱՃԻ ՎՐԱ ՅԱԾՐ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՄԲ  
ԾԱՅՐԱՀԵՂ ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽԱԿԱՆՈՒԹՅԱՄԲ  
ԷԼԵԿՏՐԱՍԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Մ. Ա. ՇԱՀԻՆՅԱՆ\*

*ԵՊՀ կենսաֆիզիկայի ամբիոն, Հայաստան*

**Բանալի բառեր.** ԾԲՀ ԷՄՃ, ճառագայթահարում, ներգործության առաջ-  
նային օղակ, ցորենի ծլող սերմեր, կուտակման էֆեկտ:

**Ներածություն:** Երկրի վրա կյանքը ծագել ու զարգացել է՝ մշտապես գտնվելով արտաքին էլեկտրամագնիսական ճառագայթման (ԷՄՃ) ազդեցության տակ, որի բնական աղբյուր են հանդիսանում հիմնականում տիեզերական մարմինները, հատկապես Արեգակը: Սակայն, մարդկային գործոնի զարգացմանը զուգընթաց, երկրագնդի վրա ի հայտ եկան նաև ԷՄՃ արհեստական աղբյուրներ՝ բազմաթիվ տեխնիկական սարքավորումներ, առանց որոնց արդեն դժվար է պատկերացնել մեր կյանքը: Կենցաղում մարդն ավելի շատ ենթարկվում է ԳԲՀ և ծայրահեղ բարձր հաճախականությամբ (ԾԲՀ) ալիքների ազդեցությանը, ուստի, իմաստ ունի ուսումնասիրել այս ալիքների ազդեցությունը կենսահամակարգերի վրա: ԾԲՀ տիրույթի (միլիմետրային) ճառագայթումը, հատկապես, մեծ կիրառություն է գտել բժշկության բնագավառում, որպես գործուն թերապևտիկ միջոց (միկրոալիքային ռեզոնանսային թերապիա): Ուստի, վերջին ժամանակներում, բժշկականաբանական հետազոտությունները հիմնականում կենտրոնացած են ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ ԷՄՃ ազդեցության մեխանիզմների ուսումնասիրման վրա: Մինչ օրս կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել, որ վերջիններս ազդում են կենդանի օրգանիզմների աճի, զարգացման, նյութափոխանակության պրոցեսների և օքսիդավերականգնողական ֆերմենտների ակտիվության փոփոխության վրա [1–3]:

Կենսաբանական համակարգերում ԷՄՃ ազդեցության արդյունքում, կարող են առաջ գալ տարբեր ուղղվածության փոփոխություններ, ընդ որում, դրոպ-էֆեկտ կախվածությունը՝ ոչ գծային է: Սա նշանակում է, որ, ելնելով կենսահամակարգի վրա ճառագայթման փոքր դոզաների ազդեցությունից, չենք կարող գուշակել, թե՞ ինչ ազդեցություն կունենան ճառագայթման մեծ դոզաները [4–8]:

\* E-mail: [m.shahinyan@ysu.am](mailto:m.shahinyan@ysu.am)

Ցույց է տրվել, որ միլիմետրային ալիքները դրսևորում են բարձր կենսաբանական ակտիվություն, նույնիսկ՝ էներգիայի հոսքի խտության փոքր արժեքների դեպքում, ընդ որում, ԾԲՀ ԷՄՃ ներգործությունն ունի տարբեր ուղղվածություն:

Հետազոտությունների հիման վրա առաջարկվել են տարբեր վարկածներ, կենսահամակարգերի վրա ԷՄՃ ազդեցության առաջնային թիրախի առումով [1, 3, 9, 10]: Վարկածներից մեկի համաձայն, ԷՄՃ առաջնային թիրախ է հանդիսանում ջուրը: Օրինակ՝ փորձնականորեն հայտնաբերվել է, որ գերբարձր և ծայրահեղ բարձր հաճախականությամբ ճառագայթման ազդեցությունը ջրում խթանում է  $H_2O_2$ -ի առաջացումը, իսկ դա նշանակում է, որ նրանում պետք է բավարար քանակությամբ  $OH^*$  ռադիկալներ լինեն: Նույն փաստը դիտվում է նաև ջրի վրա իոնացնող ճառագայթման ազդեցության դեպքում, որն ունենալով, ԷՄ բնույթ ավելի կոշտ ճառագայթում է (նրա քվանտն ունի ավելի բարձր էներգիա), քան ԾԲՀ ԷՄՃ: Ջուրն ասոցացված հեղուկ է, որն օժտված է մեծ դիէլեկտրիկ թափանցելիությամբ և մոլեկուլների մեծ դիպոլային մոմենտով: Վերջին հատկությունն էլ, հենց հանգեցնում է ջրի ինքնակազմավորմանը, և պայմանավորում է ըստ էության ջրի կենսաբանական նշանակությունը [5, 11, 12]:

Համաձայն մի շարք հեղինակների, ջուրը՝ յուրահատուկ կադապար է հանդիսանում գլոբուլային սպիտակուցների տարածական կառուցվածքի ձևավորման համար: Այդպիսի կադապարը հիշեցնում է երկարաձգված տարա, որի առանցքի երկայնքով ձևավորվում են դիսոցված իոններ [9, 10]:

Ենթադրվում է, որ ԾԲՀ ԷՄ ալիքներով ջրի ճառագայթահարման դեպքում, տեղի է ունենում կլաստերների տեղաշարժ, ինչը կարող է հանգեցնել ջրի կառուցվածքի երկրաչափության խանգարմանը և համակարգում՝ լարվածության զարգացմանը: Ջուրն այդ հատկությամբ հիշեցնում է պոլիմերների. ջուրը, ինչպես պոլիմերային կառույցները, օժտված է ռելաքսացիայի մեծ տևողությամբ, որը կազմում է ոչ թե  $10^{-11}$ – $10^{-12}$  վրկ, այլ ըրպեներ և անգամ ավելի երկար: Այդ պատճառով, ԷՄՃ քվանտների էներգիան, վերածվելով ջրային կազմավորված կառույցի ներքին էներգիայի՝ կառույցի խախտման արդյունքում, կուտակվում է այնքան, մինչև հավասարվում է ջրածնական կապերի էներգիային, որը 500–1000 անգամ մեծ է էլեկտրամագնիսական դաշտի էներգիայից: Երբ կուտակված էներգիայի մեծությունը հասնում է ջրածնական կապի էներգիայի մեծությանը, տեղի է ունենում ջրածնական կապերի խզում և կառույցը քանդվում է: Արդյունքում կարող են առաջանալ ազատ իոններ և հիդրատացված էլեկտրոն: Այսպիսով, ԾԲՀ ԷՄՃ ազդեցությամբ ջրի կլաստերային կառուցվածքում տեղի է ունենում էներգիայի կուտակում մինչև որոշ կրիտիկական արժեք, որից հետո, դիտվում է կապերի խզում, իսկ անջատված էներգիան կարող է ձևափոխվել էներգիայի այլ ձևերի [12]:

Ուսումնասիրվել է ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ ԷՄՃ ազդեցությունը ցորենի ծիլերի աճի վրա և ջրի դերը զարգացող օրգանիզմի վրա կիրառվող ֆիզիկական գործոնի ներգործության իրականացման պրոցեսում: Մասնավորապես, ուսումնասիրվել է ճառագայթահարված ծրղ սերմերի և ճառագայթահարված ջրով ծլեցված և ջրված ծիլերի զանգվածի փոփոխությունը ծիլերի աճի ընթացքում:

**Նյութը և մեթոդիկան:** Օգտագործվել են "Բեգոստայա" սորտի ցորենի սերմերը՝ որոշվել է ցորենի ծիլերի զանգվածը: Հատիկների ծլեցումն իրականացվել է թերմոստատում՝  $25^{\circ}C$  պայմաններում: Ծրղ սերմերը և ջուրը, որն

օգտագործվել է չճառագայթված սերմերի ծլեցման համար, ինչպես նաև աճող ծիլերը ջրելու համար, ճառագայթահարվել են 35,7–53,57 *Ղ-Հg* աշխատանքային միջակայքով  $\Gamma$ 4-141 զեներատորի միջոցով: Գառագայթահարումն իրականացվել է 45–53 *Ղ-Հg* հաճախականություններով և 0,6 մՎտ/սմ<sup>2</sup> հոսքի խտությամբ  $E\Gamma$  ալիքներով:

**Արդյունքներ և քննարկում:** Ուսումնասիրվել է ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ  $E\Gamma$  ազդեցությունը ցորենի ծիլերի աճի վրա: Հաճախականությունների ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որ այդ միջակայքում են գտնվում ջրի ռեզոնանսային հաճախականությունները՝ 50,3 և 51,8 *Ղ-Հg*: Բացի այդ, նախկինում ստացված փորձնական արդյունքների համաձայն, կենսահամակարգի առավել մեծ պատասխան է գրանցվում 49; 50,3; 51,8 և 53,0 *Ղ-Հg* հաճախականությամբ,  $E\Gamma$  ալիքներով ճառագայթահարման արդյունքում [15, 16]:

Որոշվել է նախօրոք ծլեցված ապա ճառագայթահարված սերմերի և ճառագայթահարված ջրով թրջված, ապա ջրված սերմերի ծիլերի զանգվածն աճի ընթացքում: Որպես ստուգիչ տարբերակ օգտագործվել են չճառագայթահարված սերմերի ծիլերը (տես աղյուսակը):

Եթե ջրի հատկությունների նման փոփոխությունները տեղի են ունենում կենսահամակարգում, ապա այն անխուսափելիորեն կմասնակցի ներգործությանը կենսահամակարգի պատասխանի ձևավորմանը [13,14]:

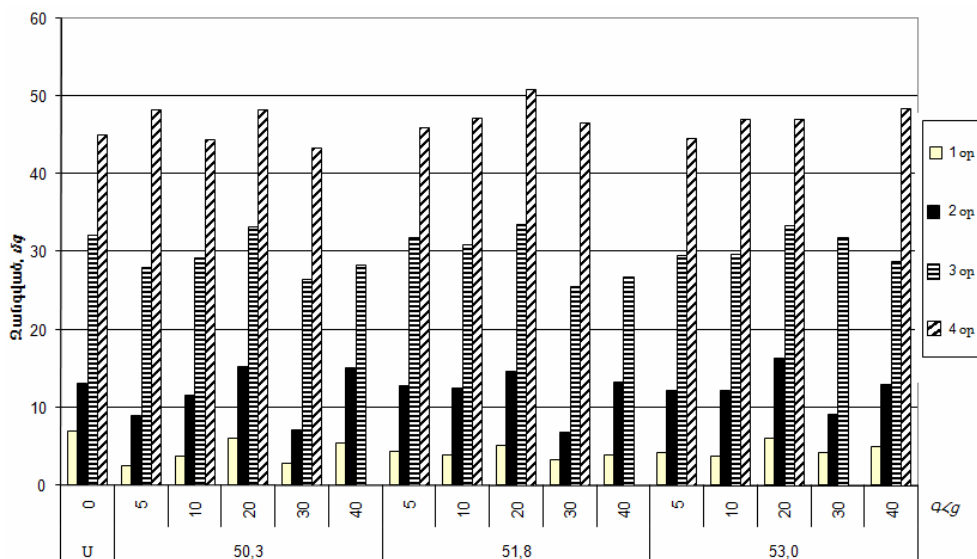
*20 րոպե տևողությամբ ԾԲՀ միջակայքի տարբեր հաճախականությամբ  $E\Gamma$  ալիքներով ճառագայթահարված ցորենի ծիլերի զանգվածի փոփոխությունը (մգ) մշակմանը հաջորդող օրերին*

Հաճախականություն, <i>Ղ-Հg</i>	Ժամանակը ճառագայթահարումից հետո, օր			
	1	2	3	4
0	6,9±0,3	13,0±1,0	32,1±2,6	45,0±3,8
45,0	6,2±0,1	12,7±1,0	25,2±2,1	39,8±3,4
46,0	6,2±0,1	12,5±0,9	27,1±2,1	45,9±3,8
48,0	6,5±0,3	12,3±0,9	27,6±2,2	42,6±3,7
49,0	6,1±0,1	14,1±1,1	34,0±2,7	51,6±4,3
50,0	5,1±0,1	11,3±1,1	28,2±2,4	45,3±3,8
50,3	5,9±0,1	15,2±1,2	33,2±2,6	48,3±3,9
51,0	6,3±0,2	11,9±0,9	22,5±2,1	33,4±2,6
51,8	5,0±0,1	14,6±1,1	33,6±2,6	50,8±4,1
53,0	6,0±0,1	16,2±1,2	33,3±2,5	47,0±3,9

Ինչպես երևում է աղյուսակում բերված տվյալներից, ԾԲՀ  $E\Gamma$  ազդում է ծիլերի աճի ընթացքում զանգվածի փոփոխության վրա: Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ աճի ինտենսիվությունը ստուգիչ և ճառագայթահարված տարբերակներում ծիլերի զարգացման ընթացքում փոխվում է: Այսպես, եթե ստուգիչ տարբերակներում զանգվածը 2-րդ օրն առաջին օրվա համեմատ ավելացել է 88,4%-ով, ապա 3-րդ օրը 2-րդ օրվա համեմատ աճել է 146,9%-ով, իսկ 4-րդ օրը 3-րդ օրվա համեմատ՝ 40,2%-ով: Գառագայթահարված տարբերակներում աճի ինտենսիվությունը փոխվում է: Այսպես, 49 *Ղ-Հg* հաճախականությամբ,  $E\Gamma$  արդյունքում ճառագայթահարված սերմերի ծիլերի զանգվածը ճառագայթահարումից հետո 2-րդ օրը առաջին օրվա համեմատ ավելացել է 131,1%-ով, 3-րդ օրը 2-րդի համեմատ՝ 141,1%-ով, 4-րդ օրը 3-րդ օրվա համեմատ՝ 51,8%-ով: 50,3 *Ղ-Հg* հաճախականությամբ  $E\Gamma$  ճառագայթահարման դեպքում հաշվարկվող ցուցանիշը կազմել է համապատասխանա-

բար՝ 157,6; 118,4 և 45,5%, իսկ 51,8 ԳՀց ԷՄճ դեպքում համապատասխանաբար՝ 192; 130,1 և 51,2%: Մինչդեռ 45,0 ԳՀց հաճախականությամբ, ԷՄճ դեպքում այդ ցուցանիշը կազմել է համապատասխանաբար 104,8; 98,4 և 57,94%, իսկ 51,0 ԳՀց հաճախականությամբ ԷՄ ճառագայթահարման դեպքում՝ 88,9; 89,1 և 48,4%: Առավել մեծ խթանիչ ազդեցություն է դիտվել 51,8 ԳՀց հաճախականությամբ ԷՄ ալիքներով ճառագայթահարման դեպքում: Ստացված արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ կիրառված միջակայքի ալիքներից առավել մեծ ներգործություն են թողնում 49,0; 50,3; 51,8 և 53,0 ԳՀց հաճախականություններով ալիքները, ինչը համապատասխանում է գրականության տվյալներին [1, 15, 16]: Հետագա ուսումնասիրությունների համար ընտրվել են 4 ԷՄճ հաճախականություններ՝ 49,0; 50,3; 51,8 և 53,0 ԳՀց:

Ուսումնասիրվել է ծիլերի աճի վրա ԾԲՀ ԷՄճ ազդեցության կախվածության մեծությունը ճառագայթահարման տևողությունից: Ծղղ սերմերը ճառագայթահարվել են 5, 10, 20, 30, 40 րոպեների ընթացքում (նկ. 1):

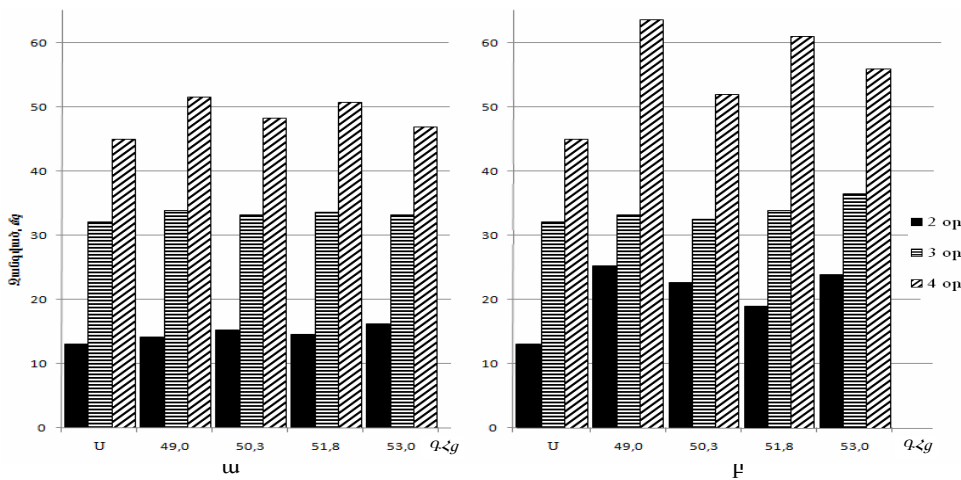


Նկ. 1: Ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ ԷՄճ տարբեր տևողությամբ ճառագայթահարման ազդեցությունը ցորենի ծիլերի զանգվածի փոփոխության վրա:

Ինչպես երևում է նկ. 1-ում, 50,3 ԳՀց հաճախականությամբ ԷՄ ճառագայթահարման դեպքում 20 րոպե տևողությամբ ճառագայթահարումն ավելի մեծ ազդեցություն ունի կենսահամակարգերի վրա, քան 40 րոպե տևողությամբ ճառագայթահարումը, 51,8 ԳՀց հաճախականությամբ ճառագայթահարման դեպքում 5 րոպե ճառագայթահարումն ավելի մեծ ազդեցություն ունի, քան 40 րոպե ճառագայթահարումը, իսկ 53,0 ԳՀց հաճախականությամբ ճառագայթահարման դեպքում ավելի մեծ ներգործություն է դիտվում 40 րոպեի դեպքում: Այսպիսով, կարելի է եզրակացնել, որ ուղիղ համեմատական կախվածություն ճառագայթահարման տևողության և կենսահամակարգի պատասխանի միջև չի դիտվում:

Պարզելու համար ԾԲՀ ԷՄճ ներգործության առաջնային օղակը, ուսումնասիրվել է ճառագայթահարված ջրի ազդեցությունը ծիլերի աճի վրա: Նկ. 2, ա, բ

ներկայացված տվյալները վկայում են այն մասին, որ ճառագայթահարված ջրով մշակված սերմերից զարգացող ծիլերը, որոնք աճի ընթացքում, ամեն օր ջրվում են համապատասխան տևողությամբ և հաճախականությամբ ճառագայթահարված ջրով, ավելի լավ են աճում: Գաղափարահարված ջրով մշակված սերմերի ծիլերի աճի ինտենսիվությունն ավելի բարձր է, քան չճառագայթահարված ջրով նախօրոք ծլեցված և ճառագայթահարված սերմերի ծիլերի աճի ինտենսիվությունը:



Նկ. 2: Ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ ԷՄՃ 20 *րոպե* տևողությամբ՝ ա) ճառագայթահարված ծլող սերմերի ծիլերի զանգվածների փոփոխությունը: բ) ճառագայթահարված ջրով թրջված և մշակված սերմերի ծիլերի զանգվածների փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում:

Ստացված տվյալները վկայում են, որ կենսահամակարգի պատասխանը կախված է ճառագայթահարման հաճախականությունից: Ինչպես երևում է նկ. 2, բ-ից, ավելի մեծ պատասխան դիտվում է 49,0 և 51,8 *Ղ-Հ* հաճախականություններով ԷՄՃ ներգործության դեպքում: 49,0 *Ղ-Հ* հաճախականությամբ, ԷՄ ալիքներով ճառագայթահարման դեպքում 3-րդ օրը 2-րդ օրվա համեմատ զանգվածն ավելանում է 31,6%-ով և 4-րդ օրը 3-րդ օրվա համեմատ՝ 90,99%-ով: 51,8 *Ղ-Հ* հաճախականությամբ ԷՄ ալիքներով ճառագայթահարման դեպքում 3-րդ օրը 2-րդ օրվա համեմատ զանգվածը ավելանում է 78,4%-ով, 4-րդ օրը 3-րդ օրվա համեմատ՝ 79,9%-ով: Ստացված տվյալներից հետևում է, որ ծլող սերմերի ճառագայթահարման դեպքում ճառագայթման ազդեցությունը դրսևորվում է ավելի արագ՝ ճառագայթմանը հաջորդող 2-րդ և 3-րդ օրերին աճի ինտենսիվությունն ավելի բարձր է, քան ճառագայթահարված ջրով թրջված և մշակված սերմերի ծիլերի դեպքում: Սակայն ճառագայթահարված ջրով սերմերի թրջելու և մշակելու դեպքում աճի բարձր ինտենսիվությունն ավելի երկար է պահպանվում. այսպես, 4-րդ օրն աճի ինտենսիվությունը 3-րդ օրվա համեմատ ավելի բարձր է, քան ծլող սերմերի ճառագայթահարման դեպքում: Ստուգիչի համեմատ ծիլերի զանգվածն ավելի մեծ է:

Այսպիսով, ստացված տվյալները վկայում են այն մասին, որ ճառագայթահարված ջուրը ևս ազդում է կենսահամակարգի վրա և ճառագայթահարված ջրի երկարատև ազդեցությանը ենթարկված ծիլերի մոտ դիտվում է ներ-

գործության կուտակման երևույթ, այսինքն ժամանակի ընթացքում կենսահամակարգի պատասխանը աճում է՝ 4-րդ օրը աճի ինտենսիվությունը ամենամեծն է մյուս օրերի համեմատ, ի տարբերություն ծող սերմերի ճառագայթահարման դեպքի, երբ 4-րդ օրն արդեն աճի ինտենսիվությունը նվազում է: Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ կենսահամակարգերի հետ ԾԲՀ ԷՄԾ փոխազդեցության առաջնային օղակ է հանդիսանում ջուրը:

Ստացվել է 13.06.2011

#### Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н. // Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, № 1, с. 23–33.
2. Преснухина Н.Г., Дерюгина А.В., Крылов В.Н. // Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. Серия Биология, 2003, вып. 1, № 6, с. 51–56.
3. Петросян В.И., Синицын Н.И., Елкин В.А. и др. // Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, № 5–6, с. 62–114.
4. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энергоатомиздат, 1984, 176 с.
5. Синицын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В., Бецкий О.В. // Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, № 1, с. 5–23.
6. Ситько С.П., Бундюк Л.С., Кузьменко А.П., Тодор И.Н. // Экспериментальная онкология, 1996, т. 18, № 4, с. 419–422.
7. Newmyer S.L., de Montellano P.R. // J. Biol. Chem., 1995, v. 270, p. 19430–19438.
8. Welinder K.G. // Eur. J. Biochem., 1996, p. 483–502.
9. Бецкий О.В. В сб.: Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности КВЧ в медицине. КВЧ-терапия. Ижевск: АО НИЦ «ИКАР», 1992, с. 2–6.
10. Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Гельвич Э.А., Голант М.Б., Махов А.М., Реброва Т.Б., Севастьянова Л.А., Смолянская А.З. // Радиобиология, 1981, т. 21, вып. 2, с. 163–171.
11. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991, с. 168.
12. Мосин О.В. // Воздействие на воду электромагнитных волн. <http://www.o8ode.ru>
13. Бабаян Ю.С., Вардеванян П.О., Антонян А.П. и др. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2006, № 11, с. 64–68.
14. Kalantaryan V.P., Vardevanyan P.O., Antonyan A.P. et al. // Progress in Electromagnetics Research Letters, 2010, v. 13, p. 1–9.
15. Неркарарян А.В., Парсаданян М.А., Минасбекян Л.А., Дарбинян М.Р., Калантарян В.П., Вардеванян П.О. VI Международный Симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”, 13–17 июня. Пушино, 2005, т. 3, с. 185–188.
16. Вадреванян П.О., Неркарарян А.В., Минасбекян Л.А. и др. VII Международный Симпозиум “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”, Пушино, 18–22 июня. 2007, т. 2, с. 63–66.

М. А. ШАГИНЯН

### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН КРАЙНЕ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ И НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

#### Резюме

Для выяснения роли воды в процессе воздействия ЭМВ КВЧ на биосистему и участия воды в формировании ответной реакции биосистемы было исследовано влияние ЭМВ КВЧ низкой интенсивности на рост пророст-

ков пшеницы. Выявлено, что облучение прорастающих семян и обработка семян и проростков облученной водой стимулируют рост проростков. Предполагается, что ведущая роль в процессе формирования ответа биосистемы на воздействие внешнего физического поля принадлежит воде. Показано, что повторные воздействия облученной воды на развивающиеся проростки усиливают отклик биосистемы на внешнее воздействие. Наблюдается кумулятивный эффект.

M. A. SHAHINYAN

INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC WAVES WITH EXTREMELY  
HIGH FREQUENCY AND LOW INTENSITY ON THE GROWTH OF  
WHEAT GERMS

Summary

To find out the role of water in EMW effect process with extremely high frequency on biosystem and the participation of water in formation of response reaction of biosystem, the influence of EMW with extremely high frequency and low intensity on wheat germ growth has been investigated. Irradiation of germinating seeds and cultivation of seeds and germs by irradiated water stimulate the growth of germs. It is assumed, that the leading role in the response forming process of biosystem to the external physical field effect belongs to water. It has been shown, that the repeated effects of irradiated water on developing germs reinforce the biosystem response to the external effect. Cumulative effect is observed.