

УДК 574;575.35

Ә. А. ӘЙТЕНОВА

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.  
E-mail: aqerke@mail.ru)

## ТӨМЕНГІ ЖИІЛІКТЕГІ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТЕРДІҢ ӨСІМДІКТЕКТІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ ӘСЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

**Аннотация.** Мақалада соңғы он жылдағы өзекті зерттеу тақырыбына айналып үлгерген төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістің, 10-16 Гц диапазонында әрлендіру әсерін зерттеуге бағытталған ізденістердің нәтижелері келтірілген. Ең алғашқы болып, гравитациялық, табиғи және жасанды электромагниттік өрістердің периодтық биорезонанстық әсер етулерін, ауылшаруашылық дақылдар дәндерін жоғары жылдамдықпен өсіруін және өнімдігі мен сапасын қамтамасыз етуге жауап беретін қысқа биоритмдерді ұлғайтуға негізделген, ауылшаруашылық дақылдар дәндерін биорезонанстық белсендендіру мен олардың биоритмдеріне жүйелі әсер етудің заңдылықтары тағайындалды.

**Тірек сөздер:** электромагниттік өріс, магниттік өріс, өсімдіктер, төменгі жиілікті электромагниттік өрістер, ауылшаруашылық өнімдері.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, магнитное поле, растения, низкочастотные электромагнитные поля, сельскохозяйственная продукция.

**Keywords:** electromagnetic field, magnetic field, plants, low-frequency electromagnetic fields, agricultural products.

Экология, биологияда және басқа да ғылым салаларында төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістердің (ТЖ ЭМӨ, 10-16 Гц) әртүрлі биологиялық жүйелерге әсерін зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл өрістерге сезімталдылық әртүрлі деңгейдегі биожүйелерден басталады: микроағзалардан өсімдіктер мен жануарларға дейін, тіптен адамдарды қоса алуға болады. Бұл электромагниттік өрістердің әмбебаптылығы әртүрлі экологиялық жүйелерге әсер етуді қарастыруды қажет етеді. Барлық өсімдіктекті және жануартекті биологиялық жүйелер үнемі табиғи және жасанды электромагниттік өрістердің әсерінде болады. Биологиялық жүйелер жердің табиғи геомагниттік өрістерімен қатар үнемі техногенді өрістердің әсерінде де болатыны белгілі.

Өмір сүру процесіне инфрақызыл, ультракүлгін және рентгенді көлемдегі электромагниттік толқындар маңызды әсерлерін тигізеді. Бірақ көптеген жылдар бойы ғалымдар жоғарғы жиіліктегі электромагниттік өрістерден төменгі жиіліктегі өрістердің аз қарқындылығына байланысты биожүйеге әсер етуі мүмкін емес деген ойда болды. Бірақ соңғы он жылда бұл көзқарас өзгеріп, бұл өрістерге биожүйеге жоғарғы сезімталдылықта екенін дәлелдеп келеді. Электромагниттік өрістердің биожүйеге қолайлы әсер ететіндігі жайлы көптеген эксперименттер жүріп жатыр. Сонымен қатар тірі организмге зиянды жақтары да зерттелуде, мәселен организмнің кеш жетілуі, рак ауруларының пайда болуы және т.б. [1]. Қазір осыған сай ғалымдарда қоршаған ортаны электромагниттік өрістердің кері әсерлерінен қорғау және белсенді түрде биожүйеге электромагниттік толқындардың техногенді қауіптерінен сақтау сұрақтары тұр.

Биожүйені жалпы қарастырмай, оның жеке бөліктеріне, яғни майлар, нәруыздар, клеткалық деңгейдегі әсерін зерттеу маңызды болып табылады.

Барлық тірі организмдер ұзақ эволюция барысында табиғаттың физика-химиялық жағдайларына, яғни температура, қысым, атмосфера құрамына, жарыққа, ылғалға, сонымен қатар жердің геомагниттік, гравитациялық, электромагниттік өрістеріне бейімделген [2].

30-жылдардың өзінде «Рим клубы» ғалымдары егер дұрыс әрекет жасалынбаса азық-түлік өндірісі адам басына 2007 жылдан бастап (жылына 15 %) күрт төмендейді, Жер ресурстары 15 %-ға азаяды, сонымен қатар қоршаған ортаның ластануы 2050 жылы максимумына жетеді, 2056 жылы Жердегі адам саны 9 млрд-қа жетеді деп болжамдар жасаған [3].

Электромагниттік өрістер әсері өнімділікті арттыруға және тыңайтқыштарды аз пайдалануға жағдай жасайды. Соңғы жылдардағы көптеген тәжірибелік зерттеулер жүргізілгеннен соң төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістер биосфераның экологиялық факторына айналып отыр.

**Жұмыстың мақсаты** биосфераның қазіргі экологиялық ластануы жағдайында биологиялық жүйеге төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістердің әсер ету заңдылықтарын зерттеуден тұрады. Зерттеу жұмыстарын жүргізе отырып, келесідей **міндеттер** алға қойылды:

– төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістердің биоәсеріне жағымды әсерінің заңдылықтарын тәжірибелік және теориялық түрде анықтау;

– төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістердің ең тиімді жиіліктегі көлемін тауып, 10-16 Гц көлемдегі жиілікпен өсімдіктекті биоәсеріне зерттеулер жүргізу;

– ауыл шаруашылығы өнімдерінің өнімділігіне, саны мен сапасының артуына қолайлы әсер ететін ең тиімді параметрлерін (уақыт, жиілік) анықтау;

### Электромагниттік өрістер және биоәсерлерге әсері

Геомагниттік өріс организмнің жеке клеткаларындағы барлық процестерге және жалпы биосфераға әсер етеді.

Барлық зерттеулер көрсеткендей, гомеостазис, яғни фенотип пен генотип құрылымы мен құрамының динамикалық тұрақтылығы геомагниттік өріске байланысты, тіпті оның басқаруында болады деп те айтуға болады. Алынған зерттеулер гелиоботаниканың терең және жалпы түсініктемесін алуға мүмкіндік береді. Мұнымен қоса анықталмаған басқа да сұрақтар туындайды: тірі организмге айтарлықтай қандай геофизикалық факторлар әсер етеді, экожүйенің белгілі бір өкіліне арнайы әсері бар ма, биологиялық әрекетінің молекулалық механизмі және т.б. [4]

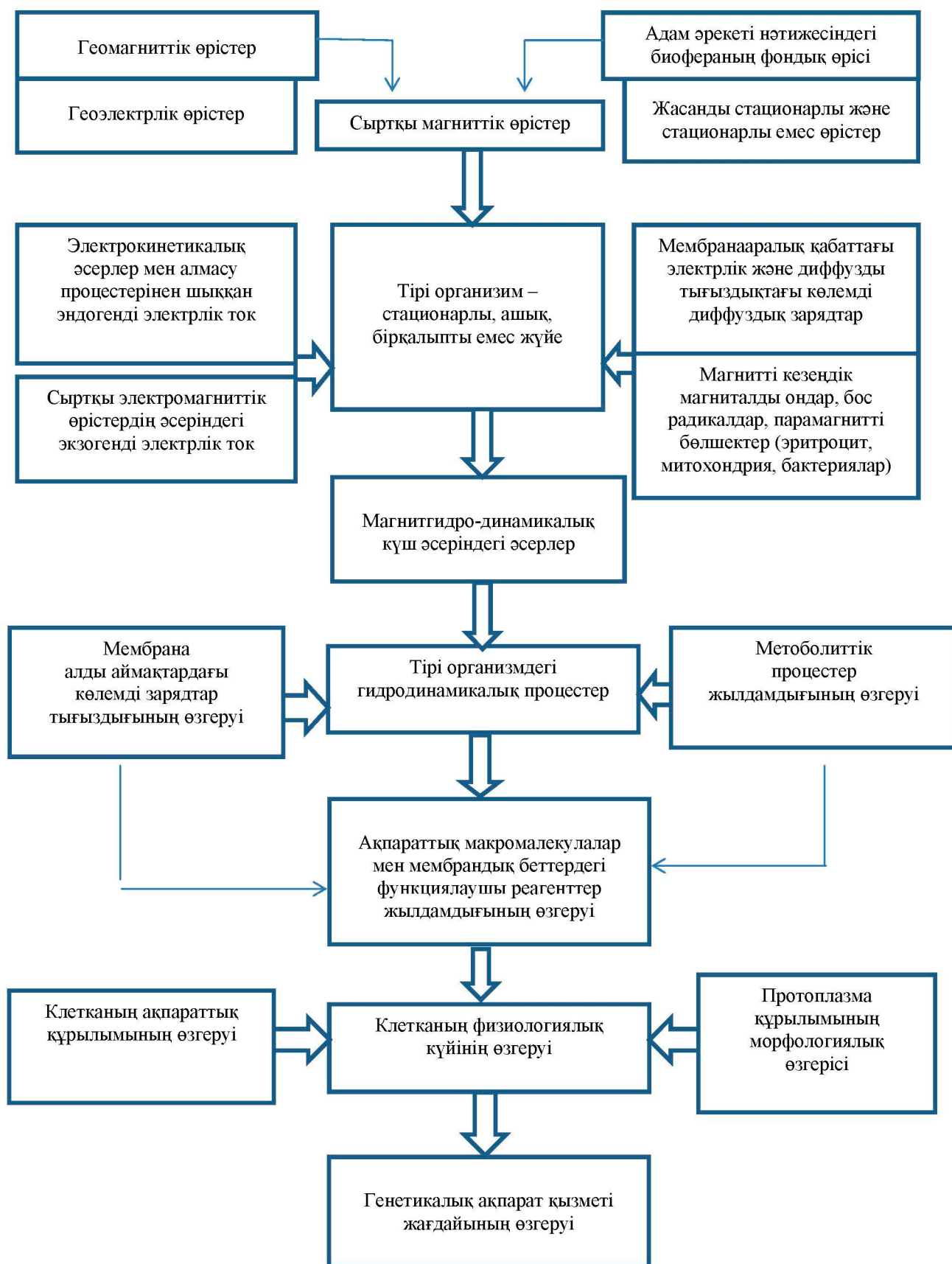
Жер бетіндегі көптеген процестерге, соның ішінде биосфераға күн белсенділігі үлкен әсер етеді. Күн белсенділігіне күнде жүріп жататын ішкі процестер жатады және сыртқы формаларының пайда болуы (дақ, факель, хромосфералық жарқылдар), олар энергияны зат түрінде және өрістер түрінде бөледі.

Магниттік өрістердің нақты қалай әсер ету механизмі жайлы деректерді классикалық ғалымдардың бұрынғы еңбектерінен көруге болады [5].

ЭМӨ биологиялық объектілердің бірыңғай сезімталдылық механизмі әлі жоқ. Қазіргі таңда ЭМӨ әсер ету механизмнің физика-химиялық, биологиялық жүйелерге әсерін түсіндіретін көптеген гипотезалар бар. Ғылыми әдебиеттерде келесідей түсіндірмелер жиі айтылады: ядролық магниттік резонанс; параметрлік магниттік резонанс; кездейсоқ және циклотрондық резонанс; өріспен өзара қарым-қатынастағы бос радикалдардың болуы, диффузия құбылысы жылдамдығының және механизмінің (клеткалық мембрананың) өзгеруі; өрісті ДНҚ және нәруыздардағы жартылай өткізгіштік әсерлері; белсенді орталығы бар молекуланың ротационды өрісінің өзгеруі; парамагниттік молекулаларға байланысты валентті көміртектің өзгеруі. Биологиялық объектілер сыртқы электромагниттік табиғат факторларының әсерінде болады. Сондықтан тірі организмнің эволюциялық дамуы белгілі бір деңгейде осы табиғи электромагниттік спектрлерге байланысты [6].

Электромагниттік өрістер жер бетіндегі барлық процестерге қатысатыны белгілі. Соның ішінде бүкіл тірі организмдер, яғни адамдардан бастап ең кіші микроағзалардың клеткаларындағы құбылыстарға әсер етеді. Төменгі жиіліктегі ЭМӨ клеткалық деңгейде организмге әсерін төменгі 1-сүреттен көруге болады.

Әдебиеттерден алынған нәтижелер бойынша, төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістердің әсері өсімдіктекті жүйелермен қатар жануартекті организмдерге де әсері бар екенін көруге болады. М. Г. Барышев [7] зерттеулерінен қант қызылшасы мен күнбағыс тұқымдастарының клеткасында жүретін физиологиялық процестерінің ингибитор жасауына алып келетінін анықтағанын көрдік. Оның зерттеулері бойынша, төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістер астық тұқымдастардың өсу жылдамдығына әсер ететіндігін қарастырған.



1-сурет – Төменгі жиіліктегі ЭМӨ клеткалық деңгейде организмге әсері [6]

Экспериментальды дәлелдерді сараптай отырып, мынадай экологиялық аспекті айтып өту керек. Электромагниттік өрістердің әсерін бағалағанда спектрдің амплитудасы мен енін ғана емес, модуляцияның түрін және параметрлерін (АМ, ЧМ және т.б.), сонымен қатар модулдалатын дабылды жиілік қандай екенін анықтау маңызды болып табылады. Бұрын зерттеушілер әртүрлі спектрдағы электромагниттік өрістердің биоәсеріне тек энергетикалық әсерін ғана басшылыққа алған. Жоғарыдағы әдебиеттерден алынған зерттеулерден көріп отырғандай, басқа да нақты әсерлерді қайта қарау қажеттілігі туындайды [8].

Жүргізілген зерттеулерден кейін, электромагниттік өрістерді экологиялық фактор ретінде алып қарастыруға болады. Себебі биоәсер өсімдіктекті жүйелермен қоса жануартекті жүйелердің де өмір сүру деңгейіне әсер ететіні анықталды.

Электромагниттік өрістердің энергиясын пайдалану ауыл шаруашылығында электротехнологияны пайдалану мүмкіндігін арттырады. Электромагниттік өрістермен әсер ететін құралдарды ауыл шаруашылығында пайдалану басқа да шығынға ұшырататын тыңайтқыштар және құралдарды пайдаланғаннан тиімді. Шетел және орыс ғалымдарының зерттеулерінің нәтижесі бойынша биологиялық белсенділікті арттыру электромагниттік өрістердің төменгі жиіліктегі көлемінде қолайлы әсер ететіні дәлелденуде.

ТЖ ЭМӨ биоәсерлерге қолайлы әсер ететінін алға қоя отырып, тәжірибелік зерттеу жұмыстары жасалынған болатын.

### **Зерттеу материалы мен әдістері**

Адам санының күрт өсуі, азық-түлік жетіспеушілігі себептеріне байланысты ауыл шаруашылығы өнімдерінің биорезонансты белсенділігін арттыру мақсатында төменгі жиілікті электромагниттік өрістерін пайдалану арқылы технология жасалынған [9].

Зерттеуге «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сорты және жүгерінің «Алтын-739» сорты алынды. Зерттелінетін параметрлер ретінде тұқымдардың өнгіштігі және өсу энергиясы алынды. Үлгі ГОСТ 12036-85 бойынша таңдап алынды, яғни механикалық зақымданбаған тұқымдар алынды, ал тұқымдардың көлемі 1,4-1,6 см шамасында болды. Аномалиялы бояумен, зеңмен зақымданған, дән жарнағымен зақымданған, ұрықсыз, өскен тұқым, жартысы жоғалған тұқымдар, өлі қоспалар араласқан, жердің түйіршіктері, сынған сабақ және гүл араласқан тұқымдар, ашық тұқымдардың барлығынан тазартылды.

Жүгерінің «Алтын-739» сорты мен бидайдың «Қазақстандық ерте пісетін» сортының тұқым өнгіштігі мен тұқым өсу энергиясы ГОСТ 12038-84 бойынша анықталынды. Берілген стандарт ауыл шаруашылығы тұқымдастарына арналған, бірақ қант қызылшасы, гүлді тұқымдастар мен мақта тұқымдастарынан басқа.

Үлгі үшін Петри табақшасында ТЖ ЭМӨ әсер еткізілмеген бидай тұқымдары алынды. Ал тәжірибеге қойылған тұқымдар ТЖ ЭМӨ ( жиілік 10-16 Гц, уақыт 15 минут) сәулелендірілді. Тәжірибе Петри табақшасына лабораториялық жағдайда қойылды.

### **Тәжірибе нәтижесі және түсініктеме**

БҰҰ зерттеулеріне жүгінсек, әлем бойынша ауыл шаруашылығының өнімдерімен бүкіл халықты қамтамасыз етуіне жағдай жасау үшін астық айналымын қосымша 100-ден 200 млн га егістікке ұлғайту керек. Бірақ соңғы статистикалық мәліметтерге сүйенсек, ауыл шаруашылығы көлемінің азаюына куә боламыз. Егер 80-жылдары орташа жылдық өнімділігінің ұлғаюы әлем бойынша 30 млн тоннаны құраса, кейінгі жиырма жылдың ішінде 12 млн тоннаны ғана құрап отыр, 2030 жылға дейінгі кезеңде 9 млн тоннаға дейін төмендейді деген болжамдар бар. Ал бірақ халық санының өсуі 2030 жылға қарай 8,9 млрд адамға өседі.

Халықаралық кеңестің (IGC) астық бойынша берген мәліметтері бойынша 2007 жылы ауыл шаруашылығынан 1568 млн тонна, ал 2006 жылы 1612 млн тонна астық жиналған. Мұнда байқайтынмыз әлемдік қор 315 млн-нан 282 млн тоннаға азайғанын көруімізге болады [10].

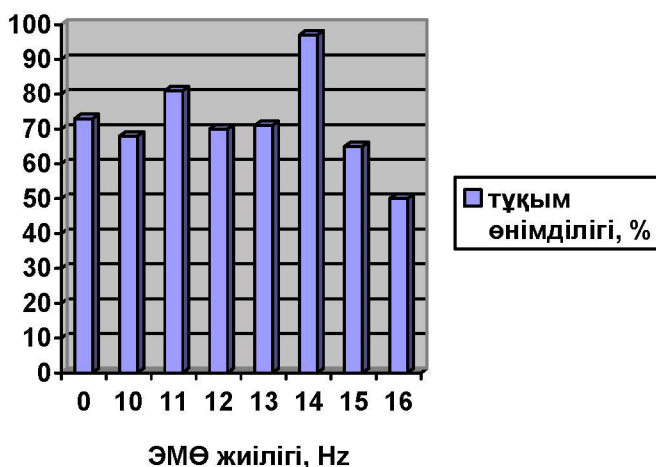
Соңғы жылдары тұқымның өнуіне, өсімдік бойының өсуіне қолайлы әсер ететін әртүрлі физикалық әсерлер туралы мәліметтер бар. Ауыл шаруашылығындағы ең бір басты проблемалардың бірі – ауыл шаруашылығы өнімдерін ұлғайту және өнімнің сапасының арттыру. Осы жағдайда ТЖ

ЭМӨ әсерін зерттеу тиімді бағыт болып табылады. Сондықтан да біз жүгері тұқымы (*Zea mays*) мен бидай тұқымын (*Triticum vulgare*) зерттеу объектісі ретінде таңдап алдық. ТЖ ЭМӨ 10-16 Гц көлемдегі жиілігінің әсері және таңдап алынған ауыл шаруашылығы өнімдерінің өсу параметрлеріне әсері зерттелінді.

Зерттеу нәтижелері төмендегі 1-кестеде, 2-суретте берілген. Нәтижесі бойынша, әрбір тұқым-дасқа жеке-жеке ең қолайлы деген ЭМӨ жиілігін анықтап алу маңызды болып табылады.

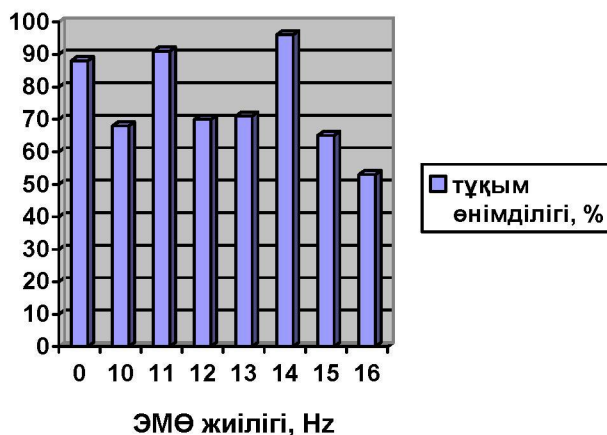
1-кесте – «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өнімділігінің ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы,  $t = 15$  минут,  $H = 100$  А/м

ЭМӨ жиілігі	0	10	11	12	13	14	15	16
Тұқым өнімділігі, %	73	68	81	70	71	97	65	50



2-сурет – «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өнімділігінің ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы,  $t = 15$  минут,  $H = 100$  А/м

ТӨ ЭМӨ бидай өнімділігіне әсерінің кішкене әсері ЭМӨ  $f = 14$  Гц жиілігінде байқалды, соның ішінде тәжірибеге қойылған үлгелері бақылаулы 24%-ға асып түсті, ал қателік  $\Delta = 5,7$  болды. ЭМӨ  $f = 11$  Гц жиіліктегі әсерінде өнімділіктің жоғарылығы бақылаулы 8%-ға асып түсті. Бұдан басқа да параметрлерді алып өнімділікті салыстырмалы түрде көретуге болады. Ол үшін ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағынатын өну энергиясы алынады. Ол төменгі 2-кестеде, 3-суретте көрсетілген.



3-сурет – «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өну энергиясының ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы,  $t = 15$  минут,  $H = 100$  А/м



2-кесте – «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өну энергиясының ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы,  $t = 15$  минут,  $H = 100$  А/м

ЭМӨ жиілігі	0	10	11	12	13	14	15	16
Тұқым өнімділігі, %	88	68	91	70	71	96	65	53

Сонымен, өну энергиясының ЭМӨ  $f = 14$  Гц жиілігіндегі әсері зерттелініп отырған параметрді максималды мәнге 96 % жеткізді. Ол бақылауы 8%-ға асып түсті. Ал ЭМӨ  $f = 11$  Гц жиіліктегі әсері бақылау мен үлгі арасындағы айырмашылығы 3 % ғана құрады. Бұдан мынадай қорытындыға келуге болады, «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өну энергиясының ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы мынадай параметрлерде жоғары мәнге ие болады: яғни, ЭМӨ  $f = 14$  Гц жиілігі, әсер ету уақыты  $t = 15$  минут, магниттік өрістің қуаты  $H = 100$  А/м.

Көптеген елдерде электромагниттік өрістердің өсімдікке, өнімділікті жоғарылатуға оң әсері қазір көптеген елдерде зерттелуде. Жоғарыда аталған зерттеулер нәтижелері әлі де толық электромагниттік өрістер мен биожүйенің арасындағы механизм толық зерттелген жоқ, бірақ даму үстінде.

Бидай тұқымдасының электромагниттік өрістерге жоғары сезімталдығы рН өзгерісіне және ақуыздың босатылуына байланысты [10]. Ол клетканы тыныштық күйден шығарып, өсуін жоғарылатады және қайта қалпына келу процесін жоғарылатады. Сонымен қатар мембрананың бөгеу қызметін арттырады. Жүргізілген зерттеулер төменгі жиіліктегі электромагниттік өрістер бидайдың ісіну кезеңінде метобализм процесінің белсенділенгендігін көрсеткен. Ісінудің белгілі бір уақытында ғана әсер ету деңгейі жоғары болады. Мәселен, тәжірибе қойғаннан кейін сағат 12-00 мен 22-00 арасында жоғары белсенділік көрсеткен.

Тәжірибелік зерттеулер жүргізе отырып төмендегідей қорытындылар жасалды:

1. Көптеген зерттелген әдебиеттерді талдау барысында, ТЖ ЭМӨ астық өнімдігінің өсуіне жылдамдатушы әсер беретіні анықталған.

2. ТЖ ЭМӨ бидай өнімділігіне кішкене әсері ЭМӨ  $f = 14$  Гц жиілігінде байқалды, соның ішінде тәжірибеге қойылған үлгілері бақылаулы 24%-ға асып түсті, ал қателік  $\Delta = 5,7$  болды. ЭМӨ  $f = 11$  Гц жиіліктегі әсерінде өнімділіктің жоғарылығы бақылаулы 8%-ға асып түсті.

3. «Қазақстандық ерте пісетін» бидай сортының өну энергиясының ТЖ ЭМӨ жиілігіне бағыныштылығы мынадай параметрлерде жоғары мәнге ие болды: яғни, ЭМӨ  $f = 14$  Гц жиілігі, әсер ету уақыты  $t = 15$  минут, магниттік өрістің қуаты  $H = 100$  А/м.

4. Жалпы зерттеу нәтижелерін қорытындылай келсек, төменгі жиіліктегі 10–14 Гц ЭМӨ бидай өнімдігінің өсу жылдамдығына қолайлы әсер етеді. Ал тұрмыстық техникалардың шығаратын жиілігі 50 Гц ЭМӨ керісінше өсу механизмін тежейді.

#### ӘДЕБИЕТ

- 1 Шевель Д.М. Электромагнитная безопасность. – Киев: ВЕК+, Киев: НТИ, 2002. – 432 с.
- 2 Каргашев А.Г. Электромагнитная экология. – Томск: ТГУ, 2000. – 275 с.
- 3 Надиров Н.К., Низовкин В.М. Энергоэкологическая ситуация XXI века. – Алматы, 2008. – 146 с.
- 4 Старухин Р.С., Белицын И.В., Урвачев С.А. // «Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах»: сборник статей VII Междунар. научно-практ. конф. – Пенза, 2006. – С. 221–223.
- 5 Апашева Л. М., Лобанов А.В., Комиссаров Г.Г. Влияние флуктуирующего электромагнитного поля на ранние стадии развития растений // Доклады академии наук. – 2006. – Т. 406, № 1. – С. 108-110.
- 6 Куликова Н.Н. Экологические аспекты действия низкочастотного электромагнитного поля на биологические объекты растительного: Диссертация. – М., 2006. – С. 13-16.
- 7 Важенин Е.И. Перспективы использования в пищевой индустрии технологий с применением электромагнитных полей крайне низких частоты // Научный журнал КубГАУ. – № 85(01). – 2013. – С. 23-27.
- 8 Барышев М.Г. Влияние электромагнитного поля на биологические системы растительного происхождения. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. – 297 с.
- 9 Солодова Е.В. Влияние геофизических параметров на магнитные свойства растений. Информационные агротехнологии. Ч. III. – Алматы, 2010. – 26 с.
- 10 Патент РК №15355. 2004. Способ обработки семенного и посадочного материала // Аширов А.М., Надиров Н.К., Онгарбаев Е.С.
- 11 Надиров Н.К. Об использовании информационных агротехнологий // «Информационные агротехнологии» сб. докл. – Алматы, 2009. – С. 5-10.
- 12 Штеменко Н.Т., Сорочан О.О. Вільні амінокислоти на ранніх фазах проростання зерна кукурудзи // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33, №5. – С. 441-445.

## REFERENCES

- 1 Shevel' D.M. Jelektromagnitnaja bezopasnost'. Kiev: VEK+, Kiev: NTI, 2002. 432 s.
- 2 Kartashev A.G. Jelektromagnitnaja jekologija. Tomsk: TGU, 2000. 275 s.
- 3 Nadirov N.K., Nizovkin V.M. Jenergojekologicheseskaja situacija XXI veka. Almaty, 2008. 146 s.
- 4 Staruhin R.S., Belicyn I.V., Urvachev S.A. «Problemy jenergosberezhenija i jekologii v promyshlennom i zhilishhno-kommunal'nom kompleksah»: sbornik statej VII Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Penza, 2006. S. 221–223.
- 5 Apasheva L. M., Lobanov A.V., Komissarov G.G. Vlijanie fluktuirujushhego jelektromagnitnogo polja na rannie stadii razvitiya rastenij. Doklady akademii nauk. 2006. T. 406, № 1. S. 108–110.
- 6 Kulikova N.N. Jekologicheskie aspekty dejstvija nizkochastotnogo jelektromagnitnogo polja na biologicheskie ob#ekty rastitel'nogo: Dissertacija. M., 2006. S. 13–16.
- 7 Vazhenin E.I. Perspektivy ispol'zovanija v pishhevoj industrii tehnologij s primeneniem jelektromagnitnyh polej krajne nizkikh chastoty. Nauchnyj zhurnal KubGAU. № 85(01). 2013. S. 23–27.
- 8 Baryshev M.G. Vlijanie jelektromagnitnogo polja na biologicheskie sistemy rastitel'nogo proishozhdenija. Krasnodar: Kubanskij gos. un-t., 2002. 297 s.
- 9 Solodova E.V. Vlijanie geofizicheskikh parametrov na magnitnye svojstva rastenij. Informacionnye agrotehnologii. Ch. III. Almaty, 2010. 26 s.
- 10 Patent RK №15355. 2004. Sposob obrabotki semennogo i posadochnogo materiala. / Ashirov A.M., Nadirov N.K., Ongarbaev E.S.
- 11 Nadirov N.K. Ob ispol'zovanii informacionnyh agrotehnologij. «Informacionnye agrotehnologii» sb. dokl. Almaty, 2009. S. 5–10.
- 12 Shtemenko N.T., Sorochan O.O. Vil'ni aminokisloty na rannih fazah prorostanija zerna kukurudzi. Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij. 2001. T. 33, №5. S. 441–445.

## Резюме

*А. А. Айтенова*

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РАСТИТЕЛЬНОГО

В статье представлены результаты исследований на изучение стимулирующего влияния низкочастотных электромагнитных полей в диапазоне 10–16 Гц. Для первого времени устанавливались закономерности био-резонансной активации семян сельскохозяйственных культур и системы влияния на биоритмов, состоящих из гравитационных, натуральных и искусственных электромагнитных полей. Периодическое биорезонансное влияние биоритмов, вызывают увеличение скорости прорастания, производительности и улучшение качества сельскохозяйственные семена культур.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, магнитное поле, растения, низкочастотные электромагнитные поля, сельскохозяйственная продукция.

## Summary

*A. A. Aitenova*

(Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan)

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD'S ACTION  
ON BIOLOGICAL SYSTEMS OF PLANT ORIGIN

In the article the results of research directed on study of stimulating effect of low-frequency electromagnetic fields in 10–16 Hz range are presented. For the first time the regularities of bioresonant activation of seeds of agricultural crops and system influence on their biorhythms consisting of gravitational, natural and artificial electromagnetic fields, were defined. Periodic bioresonant influence of biorhythms, causes the increase of germination speed, productivity and improvement of quality of agricultural seed crops.

**Keywords:** electromagnetic field, magnetic field, plants, low-frequency electromagnetic fields, agricultural products.

*Поступила 10.0.2014 г.*