

АННОТАЦИЯ

«6D072300-Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған **«Функционалды диэлектрлік және биологиялық материалдарды жетілдіру үшін тосқауыл разряд плазмасын қолдану»** атты Акильдинова Айнур Кайратбековнаның диссертациялық жұмысына

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс функционалды диэлектрлік және биологиялық материалдарды модификациялау үшін тосқауыл разряд плазмасын қолдануды зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі.

Диэлектрлік тосқауыл разряды (ДТР) - бір немесе екеуі диэлектрикпен жабылған жазық немесе коаксиалды электродтар арасындағы тар газ саңылауында тұтанатын разряд. Бұл разряд түрінің ерекшелігі - ол атмосфералық қысымда және бөлме жағдайында массивті вакуумдық жабдықты қажет етпей пайда болады. Бұл үлкен аумақтар мен материалдарды жабу және өңдеу қажет болатын аймақтарда атмосфералық қысым плазмасын жасау үшін диэлектрлік кедергі разрядын пайдалануды тиімді етеді. Диэлектрлік тосқауыл разрядының тағы бір артықшылығы төмен температуралы, «суық» атмосфералық қысым деп аталатын плазманы алу болып табылады. Диэлектрлік тосқауыл разрядынан түзілетін атмосфералық қысымды плазма соңғы жылдары кеңінен зерттелді, бұл оның көптеген салаларда қолданылуымен байланысты, мысалы, медицинада, ауыл шаруашылығында, суды тазартуда, әртүрлі материалдардың бетін өңдеуде және нанотехнологияда.

Төмен температуралы атмосфералық қысымды плазманы тудыратын разряд түрлерінің бірі – диэлектрлік тосқауыл разряды болып табылады. Диэлектрлік тосқауыл разрядының технологиялық қолданылуы өте кең. Бұл разряд түрін нанотехнологияда, медицинада және агроөнеркәсіпте пайдалануды ерекше атап өтуге болады, бұл полимерлер, наноматериалдар және биологиялық организмдер сияқты ыстыққа сезімтал үлгілерді өңдеу мүмкіндігімен байланысты.

Әлемде агроөнеркәсіптің дамуы ауылшаруашылық дақылдарын өсіруге және сақтауға қажетті жаңа технологиялармен байланысты. Өздеріңіз білетіндей, аурулар мен зиянкестерден қорғау, тұқымның өсуін ынталандыру дақылдарды өсіру технологиясының маңызды бөлігі болып табылады. Тұқымдарды егу алдында өңдеу ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру технологиясының маңызды элементтерінің бірі болып табылады, бұл олардың өнуін арттыруға және зиянкестерден қорғауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар тұқымды егу алдында өңдеу өсімдіктердің өсіп-жетілуі кезінде бірқатар аурулардың пайда болуы мен таралуына жол бермейді. Қазіргі уақытта тұқымдарды егу алдында өңдеудің физикалық әдістерінің

рөлі артып келеді, бұл экологиялық таза өнімдерді алу және пестицидтік жүктемені азайтудың өзекті қажеттілігімен байланысты.

Тұқымдарды себу алдында өңдеудің перспективті физикалық әдістерінің бірі – төмен температуралы атмосфералық қысымды плазмамен өңдеу болып табылады. Плазмалық өңдеу тұқымды алдын ала химиялық өңдеуге балама тәсіл болып табылады және тұқым зиянкестерін жоюдың экологиялық таза әдісін ұсынады. Тұқымдарды өңдеу үшін радиожиілік разрядтары, көлемдік диэлектрлік кедергі разряды, диэлектрлік копланарлы беттік тосқауыл разряды және т.б. сияқты плазмалық көздердің кең ауқымы қолданылады. . Бүгінгі күні тұқымды егіс алдындағы өңдеудің көптеген физикалық әдістерінің ішінде бірқатар ғалымдар ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарын диэлектрлік тосқауыл разрядының плазмасымен өңдеуді бөліп көрсетеді, өйткені разрядтың бұл түрі атмосфералық қысымда пайда болады. Плазманың жоғары биологиялық белсенділігі және шамамен 300 К газ-кинетикалық температурасы бар, бұл ауыл шаруашылығы дақылдары тұқымдарының осы санатын плазмалық өңдеудің термиялық әсерін жоққа шығаруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда төмен энергиялы иондаушы емес сәулелену және көптеген реактивті түрлер, соның ішінде плазма арқылы түзілетін реактивті оттегі мен азот түрлері өсімдіктердегі физиологиялық процестердің кең ауқымында қажетті өзгерістерді тудыру, тұқымның стресс пен ауруға төзімділігін арттыру, тұқым қабаты құрылымының өзгеруі үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл тұқым қабатының өткізгіштігін жоғарылатады және тұқымның өнуін ынталандырады.

Бірқатар ғалымдардың зерттеулеріне сәйкес, диэлектрлік копланарлы беттік тосқауыл разрядының плазмасы ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарының өнуіне келесі жолмен әсер етуі мүмкін: зиянды микроорганизмдер мен бактерияларды залалсыздандыру арқылы тұқымдарды дезинфекциялау, бұл оның сапасын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді, тұқымның беткі құрылымына өзгерістер енгізу, гидрофильділігін арттыру, сол арқылы тұқымның суды сіңіруіне ықпал ету; радикалдарды енгізу арқылы өңделген үлгілердің химиялық құрамын өзгерту; әртүрлі стресстік жағдайларда төзімділікке қажетті ферменттік антиоксиданттарды өндіру есебінен тұқымның өсуін ынталандыру. Өсімдік организмдері ферменттер немесе энзимдер деп аталатын арнайы заттарды шығарады. Бұл заттардың тірі ағзаларда болатын химиялық реакцияларды тудыру және жеделдету қабілеті бар. Ғалымдар каталаза деп аталатын ферменттердің бір түрін зерттеуде, өйткені ол молекулалық оттегінің түзілуімен асқын тотықтарды ыдыратады, яғни организмге зиянды пероксидтерді ыдыратады, сол арқылы ағзаны сыртқы бұзылулардан қорғайды. Сондай-ақ гидролиз реакцияларын катализдейтін ферменттердің бірнеше түрі бар, гидролазалар. Оларға альфа-амилаза ферменті жатады, оның әсерінен крахмал декстриндер мен мальтоза түзіліп гидролизденеді, бұл өсімдіктердің одан әрі өсуіне әсер етеді.

Бұл жұмыстың идеясы макробөлшектердің динамикасын, үлгілердің плазмалық өңдеуге биологиялық реакциясын, дезинфекциялық қасиеттер мен

дәндердің суланғыштығына әсерін зерттеу арқылы диэлектрлік және биологиялық материалдарды модификациялау технологиясына байланысты атмосфералық қысымдағы диэлектрлік тосқауыл разряд плазмасын зерттеу болып табылады.

Диссертациялық жұмыс іргелі ғылыми-зерттеу жұмыстарының (ҒЗЖ) жоспарларына сәйкес **орындалды**: «Атмосфералық қысымдағы суық плазмамен өңдеу арқылы дән дақылдарының өсімін және өнімділігін арттырудың ғылыми-технологиялық негіздерін жасақтау» 2018-2020, ЖТН АР05134280, «Атмосфералық қысымдағы салқын плазманың қасиеттері мен материалдар беттеріне әсерін зерттеу» 2015-2017 ж., код 3220/ҒФ4.

Жұмыстың мақсаты – функционалды диэлектрлік және биологиялық материалдарды модификациялау үшін тосқауылдық разрядтық плазманың қасиеттерін зерттеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі **мәселелерді** шешу қажет:

– тосқауыл разряд плазмасының электрлік және оптикалық қасиеттерін, микроразрядтық құрылымын зерттеу; жеке сфералық макробөлшектердің, функционалды диэлектрлік және биологиялық материалдардың беттік тосқауыл разряд плазмасымен динамикасы мен әрекеттесуін зерттеу;

– тосқауыл разряды плазмасының биологиялық материалдарға, атап айтқанда, бидай дәнінің егістік сапасына әсерін, альфа-амилаза гидролитикалық ферментінің белсенділігін және оны дәндерді егу алдында өңдеу технологиясында қолдануды зерттеу;

– бидай дәндерінің бактериялармен және микроскопиялық саңырауқұлақтармен инфекциясына тосқауыл разряд плазмасымен өңдеудің әсерін зерттеу; атмосфералық қысым плазмасының ағып жатқан судың сипаттамаларына әсерін зерттеу.

Зерттеу объектілері - атмосфералық қысымдағы тосқауыл разряд плазмасы және функционалды диэлектрлік, биологиялық материалдар.

Зерттеу пәні – диэлектрлік копланарлы беттік тосқауыл разрядының статикалық және динамикалық ток-кернеу сипаттамалары, разрядтың эмиссиялық спектрлері, ДКБТР құрылымы, атмосфералық қысымды плазмамен өңдеудің функционалды диэлектрлік материалдардың макробөлшектерінің динамикасына, биологиялық материалдарға, атап айтқанда, дәндерге және олардың өнуіне, биохимиялық құрамы және тұқым бетін дезинфекциялауға әсері.

Зерттеу әдістері. Қойылған мақсаттарға жету үшін қажетті мәселелерді шешу кезінде келесі әдістер қолданылды: плазманы оптикалық диагностикалау әдістері, мысалы, оптикалық эмиссиялық спектроскопия, разрядтың электрлік сипаттамаларын диагностикалау әдістері, дән үлгілерінің беткі сипаттамаларын диагностикалау әдістері, оның ішінде электронды микроскопия, жанасу бұрышын өлшеу арқылы үлгілердің суланғыштығын өлшеу; өну пайызын өлшеу әдістері, өсу параметрлері, аналитикалық таразы арқылы тұрақты массаны өлшеу әдісі; ауыл

шаруашылығы дақылдарының үлгілерінің биохимиялық қасиеттерін талдау әдістері.

Жұмыстың жаңалығы. Жұмыстың жаңалығы мен өзіндік ерекшелігі онда бірінші рет

– әр түрлі функционалды диэлектрлік материалдардың жеке сфералық макробөлшектерінің беттік разрядтың микроразрядтық арналарымен әрекеттесуі және разрядтық ұяшық бетімен бөлшектердің қозғалысы кезінде олардың динамикасы зерттелді, материалдардың беткі жұқа қабаттары;

– атмосфералық қысымды газды разрядтық плазманың биологиялық материалдарға әсері, атап айтқанда бидай тұқымының өнудің ерте сатысындағы альфа-амилаза ферментінің белсенділігіне, плазмалық өңдеу уақытымен альфа-амилазаның байланысы зерттелді. Егіс алдындағы өңдеу технологиясына қатысты өскіндердің белсенділігі мен биометриялық параметрлері талданды; азот пен плазмадағы оттегінің реактивті формаларының әсерінен дәндегі биохимиялық өзгерістерге байланысты өскіндердің биометриялық көрсеткіштерінің жақсаруы арасындағы байланыс көрсетілген;

– дәннің максималды өнуі үшін плазмалық өңдеудің оңтайлы уақыты олардың бетіндегі патогендік микроорганизмдердің толық жойылуы үшін қажетті өңдеу уақытымен сәйкес келмейтіні көрсетілді.

Жұмыстың ғылыми-практикалық маңыздылығы. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер төмен температуралы плазма физикасын дамыту және ауылшаруашылық өнеркәсібінде төмен температуралы атмосфералық қысымды плазманы қолдану үшін құнды болып табылады. Алынған нәтижелер биологиялық материалдардың бетін өңдеуге, тазалауға және өзгертуге, ауыл шаруашылығы дақылдарын өңдеуге және қасиеттерін жақсартуға пайдалы болуы мүмкін. Сфералық макробөлшектердің және беттік разряд плазмасының өзара әрекеттесуін зерттеу нәтижелері зарядтау механизмдерін және атмосфералық қысым плазмасындағы электр және гравитациялық күштердің әрекетін анықтау үшін іргелі көзқарас тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар плазма қасиеттерін диагностикалау, диэлектрлік тосқауыл разрядтарды пайдаланып дисперсті және ұнтақ тәрізді материалдарды өңдеу үшін практикалық қолданыс тұрғысынан да пайдалы болуы мүмкін. Астықтың биохимиялық реакциясын зерттеу нәтижелері атмосфералық қысымдағы суық плазма мен ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарының өзара әрекеттесуі кезінде болатын процестерді одан әрі терең түсіну, дәндерді егу алдында өңдеу технологиясын оңтайландыру және жетілдіру үшін өте құнды. Атмосфералық қысымдағы плазмамен ағынды суды тазартуды зерттеуде алынған мәліметтер суды плазмалық активтендіру технологиясын кеңейту, табиғи тыңайтқыштар мен өсімдіктердің өсуін стимуляциялау көздерін игеруде пайдалану, су негізіндегі плазмамен белсендірілген орталарды қолдану арқылы плазмалық медицинада және жоғары тұрақты улы заттармен және химиялық ластаушы заттармен ластанған ағынды суларды кәдеге жарату.

Алынған нәтижелердің маңыздылығын халықаралық рецензияланатын басылымдардағы жарияланымдар мен тұрақты халықаралық конференцияларға қатысу, сондай-ақ халықаралық академиялық топтар тарапынан жүргізіліп жатқан зерттеулерге тұрақты қызығушылық растайды.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

1. Тосқауыл разряд плазмасын қосқанда 260 Вт қуатта қондырғының көлбеу беті бойынша макробөлшектердің қозғалысының үдеуі 5° көлбеу бұрышта 36-47%, 10° 13-30%, 15° 2-6%, 20° 3-9%-ға төмендеді бөлшектің материалына байланысты.

2. Бидай дәнін 260 Вт қуатта тосқауыл разряд плазмасымен 5-15 секунд өңдеу оттегі мен азоттың реактивті формаларының әсерінен альфа-амилаза гидролитикалық ферментінің белсенділігінің $1,0 \text{ мМЕ-мг}^{-1}$ дейін жоғарылағаны үшін дән өнгіштігінің 20%-ға артуына әкеледі.

3. Бидай дәніне 260 Вт қуаттағы тосқауыл разряды плазмасының 300 с дейін әсер етуі дән бетінің сулануын арттырады және патогенді саңырауқұлақтар мен бактериялардың санын азайтады.

Автордың жеке үлесі мынада: орындалған жұмыстардың айтарлықтай көлемі, атап айтқанда тәжірибелік қондырғыларды әзірлеу, құрастыру, баптау және жаңарту, зерттеу әдісін таңдау, эксперименттер жүргізу және алынған мәліметтерді талдау. Тапсырмаларды қою және нәтижелерін талқылау ғылыми жетекшілермен бірлесіп жүргізілді.

Алынған нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі

Диссертациялық жұмыста плазманың электрлік қасиеттерін зерттеу әдістері (ток және кернеу осциллографиясы), оптикалық диагностикалық әдістер (оптикалық эмиссиялық спектроскопия, жоғары жылдамдықты фотосурет) сияқты белгілі және дәлелденген тәжірибелік әдістер қолданылды. Сондай-ақ алынған нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі импакт-факторы жоғары шетелдік журналдардағы жарияланымдармен және Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған жарияланымдармен және алыс және жақын шетелдегі халықаралық ғылыми конференциялардағы жарияланымдармен расталады.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыс материалдары негізінде 14 баспа жұмысы жарияланды: PhD дәрежесін алу үшін диссертацияның негізгі нәтижелері жарияланған Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым сапасын қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда 3 мақала; Web of Science (Clarivate Analytics, АҚШ) және Scopus (Elsevier, Нидерланды) халықаралық ақпараттық ресурсына енгізілген импакт-факторы бар шетелдік журналдарда 3 мақала; Халықаралық ғылыми конференциялар жинағында 7 мақала және 1 инновациялық патент.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс кіріспе, 3 бөлім, қорытынды мен пайдаланылған 141 атаулы әдебиеттер тізімінен тұрады, негізгі компьютерлік мәтіннің 93 бетін, оның ішінде 50 сурет пен 10 кестені қамтиды.