«6D070100-«Биотехнология» мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D) дәрежесін алу үшін ұсынылған Бауенова Меруерт Өмірбайқызының «Микробалдыр және су өсімдіктерінің ассоциациясы негізінде ластанған су экожүйелерін биоремедиациялау» тақырыбындағы диссертациясына ресми рецензенттің

ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және жалпы ғылыми, жалпы мемлекеттік бағдарламалармен (практикалық және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы.

Соңғы жылдары әр түрлі экожүйелерге антропогенді әсердің артуына байланысты биологиялық алуантүрлілікті сақтау мәселелері үлкен маңызға ие. Әр түрлі экотоксиканттармен табиғи ортаның ластану мәселелері мемлекеттің урбанизациялау және индустриализациялау деңгейіне байланысты күрделене түсуде. Көптеген өнеркәсіптік, комуналдық-тұрмыстық және ауылшаруашылығының қалдық сулары алдын-ала тазартусыз ашық су қоймаларына келіп отыратындықтан, кейбір су қоймаларында жоғары концентрациялы токсинді элементтер, ауыр металл иондары және органикалық заттардың мөлшері жоғары. Сол себепті көптеген су қоймалары қоршаған орта мен адам денсаулығына қауіп төндіретін жағдай тудырып отыр. Қоршаған ортаның негізгі ластағыштарына, ауыр металдар, мұнай өнімдері, нитриттер, нитраттар және әр түрлі полициклді ароматты көмірсутектер жатқызылады. Осыған байланысты биосфераның аталмыш токсиканттармен ластануын зерттеу заманауи экологияның маңызды мәселелерінің бірі болып табылады.

Биоремедиацияның әсерін арттыру үшін монодақылдар ғана пайдаланылмай микроорганизмдердің аралас дақылдары пайдаланылатыны белгілі. Оларды алу үшін цианобактериялар мен микробалдырлардың, фото - және гетеротрофты микроорганизмдерді түрішілік байланыстарының ерекшеліктерін ескеру қажет. Осындай зерттеулер үшін көптеген элементтерді жоғары концентрацияда жинақтауға және оларды токсикалық емес формаға ауыстыруға қабілетті жоғары сатыдағы су өсімдіктері, цианобактериялар және микробалдырлар ыңғайлы объект болып табылады, және қазіргі уақытта биоремедияциялық мақсатта ағынды суларды тазалауда кең пайдаланылады.

Сол себепті, микробалдырлар мен жоғары сатыдағы су өсімдіктері ассоциациясын алуды және оның негізінде ластанған су экожүйелерін биоремедиациялауды мақсат етіп отырған ізденуші Бауенова Меруерт Өмірбайқызының диссертациясының тақырыбы өте өзекті.

Диссертациялық жұмыс әл–Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің биотехнология кафедрасының фотобиотехнология зертханасында №4256/ГФ4 «Фито-альго-цианобактериалды консорциумдарды пайдалану негізінде ауыр металдардан әр түрлі қалдық суларды биоремедиациялау», № 0115РК00395 (2015-2017 жж.); №0477/ГФ4 «Биожанармай, биотыңайтқыш және биологиялық белсенді қоспалар алу үшін келешегі мол фототрофты микроорганизмдердің коллекциялық дақылдарын

толықтыру, сақтау, құжаттандыру және мәліметтер банкін құрастыру», № 012РК00290 (2015-2017 жж.); АР05131743 «Биомониторинг технологиясының ғылыми-әдістемелік негізін өңдеу және фототрофты микроорганизмдерді пайдалана отырып, ластанған су экожүйесінің жағдайын болжау», № 0118РК00086 (2018-2020 жж.) ғылыми жобалары негізінде орындалған.

2. Диссертацияға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері.

Зерттеу жұмысы докторлық (PhD) диссертацияға қойылатын талаптарға толығымен жауап береді, бұл диссертант М.Ө. Бауенованың өз тарапынан ғылымға қосқан жеке үлесі болып саналады. Диссертациялық жұмысты орындау барысында келесі ғылыми нәтижелер алынған:

- Билікөл көлі су сынамаларының альгофлорасының түрлік құрамын зерттеу нәтижесінде 4 бөлім (*Cyanophyta* - 31, *Bacillariophyta* - 20, *Euglenophyta* - 19, *Chlorophyta* – 26), 9 класс, 9 қатар, 17 тұқымдас, 32 туысқа жататын микробалдырлардың 96 түрі анықталды. Елек өзені түрлік құрамы 4 бөлім (*Cyanophyta* - 58, *Bacillariophyta* - 54, *Euglenophyta* - 6, *Chlorophyta* – 63), 12 класс, 20 қатар, 49 тұқымдас, 76 туыс, 181 түрден тұратыны анықталды. Билікөл көлі және Елек өзенінен жасыл микробалдырлардың 10 альгологиялық таза, оның ішінен 7 бактериологиялық таза штамдары бөлініп алынды. Дақылдық-морфологиялық қасиеттерін зерттеу және 18S рРНК гендерінің нуклеотидтік бірізділігі сараптамаларының негізінде бактериологиялық таза микробалдырлар *Chlorella vulgaris* ВВ-2, *Chlorella vulgaris* ВВ-1, *Chlorella vulgaris* В-12, *Scenedesmus obliquus* В-3, *Scenedesmus quadricauda* В-1, *Chlamydomonas reinhardtii* В-4, *Ankistrodesmus* sp. ВІ-1 деп идентификацияланды.
- Бөлініп алынған микробалдыр дақылдарының ішінен *Chlorella vulgaris* sp. ВВ-2, *Scenedesmus quadricauda* В-1, *Chlamydomonas reinhardtii* В-4, *Ankistrodesmus* sp. ВІ-1 штамдары 4000 лк жарық қарқындылығында және 26-28^{0}С температурада жоғары өнімділікті көрсететіні анықталды.
- Зерттелінген микробалдыр дақылдарынан мыс үшін жоғары биоаккумулятор - *Chlorella vulgaris* ВВ-2, кадмий үшін - *Ankistrodesmus sp.* ВІ-1 және *Chlamydomonas reinhardtii* В-4, қорғасын үшін - *Ankistrodesmus sp.* ВІ-1 және *Chlorella vulgaris* ВВ-2 екені анықталды. Мырыш барлық зерттелінген микробалдыр дақылдарымен аккумуляцияланады. Ортадағы ауыр металдар $Zn^{2+}>Cu^{2+}>Cd^{2+}>Pb^{2}$ бірізділігінде микробалдырлармен селективті сіңірілетіні анықталды.
- *Pistia stratiotes* және *Elodea canadensis* жоғары сатыдағы су өсімдіктері кадмий, қорғасын, мырыш және мыс ауыр металдарының 10 ШМК концентрациясына жоғары төзімділігімен және сіңіру қабілеттілігімен сипатталатыны анықталды, сонымен қатар *Pistia stratiotes* және *Elodea canadensis* жоғары сатыдағы су өсімдіктері мырыш, қорғасын және мысқа қатысты макроконцентратор, ал кадмийге қатысты микроконцентратор екенін атап өту қажет. Ал, *Lemna minor* барлық зерттелген ауыр металдарға микроконцентратор болып табылды.
- *Chlorella vulgaris* ВВ-2 жасыл микробалдыры *Pistia stratiotes* және *Elodea Canadensis* жоғары сатыдағы су өсімдіктерімен бейтарап типті қарым-

қатынас құрайтыны белгілі болды, ал *Ankistrodesmus* sp. BI-1 микробалдырлары мен *Pistia stratiotes* жоғары сатыдағы су өсімдігі арасында қарым-қатынастың симбиотикалық типі қалыптасты. Алынған нәтижелердің негізінде, ауыр металдармен ластанған суларды биоремедиациялау үшін *Pistia stratiotes* жоғары сатыдағы су өсімдігі мен *Ankistrodesmus* sp. BI-1 микробалдырларының ассоциациясы құрастырылды.

- Ластанған суларды тазалауда *Pistia stratiotes* жоғары сатыдағы су өсімдігі және *Ankistrodesmus* sp. BI-1 микробалдырының ассоциациясын *Ankistrodesmus* sp. BI-1 штамын $40,0x10^6$ кл/мл мөлшерде және *Pistia stratiotes* 600 г/м^3 (60±2 дана) көлемінде пайдалану кезінде, судағы биогенді элементтердің жойылу тиімділігі 8 тәулікте 98%-ды құраса, ауыр металдардың иондары үшін 89-93%-ды құрады.

3. Ізденуші диссертациясында тұжырымдалған әрбір нәтиженің, тұжырымдары мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі.

Зерттеу барысындағы диссертант басшылыққа алған іргелі теориялық тұжырымдар мен әдістер жұмыстың теориялық негізделуінің дәйектелу дұрыстығын көрсетеді. Ізденушінің жасаған ғылыми түйіндері мен нақты қорытындыларын жұмыстың сапасының жақсы жасалып нәтижелі болғанын бағалауға мүмкіндік береді. Диссертацияда тұжырымдалған тұжырымдар мен қорытындылардың негізделу және шынайылық дәрежесі күмән тудырмайды, себебі, жұмыс барысында заманауи биотехнологиялық, микробиологиялық, генетикалық және физика-химиялық әдістер қолданылып ғылыми зерттеулер жасалған, нәтижелері классикалық және жаңа ғылыми қисындарға сәйкес келеді.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтиже (қағида) мен қорытындының жаңашылдық деңгейі.

Диссертацияда барлық келтірілген ғылыми нәтижелер мен қорытындылар алғаш зерттелген.

Микробалдырлардың экологиялық биотехнологияда болшағы мол штамдары алғаш әртүрлі экожүйелерден бөлініп алынған және олардың дақылдық-морфологиялық қасиеттері зерттелініп, идентификациялау нәтижесінде туыс және түр деңгейінде анықтау жүргізілген.

Кадмий, қорғасын, мырыш және мыс ауыр металдарының 10 ШМК концентрациясына жоғары төзімділігі және сіңіру қабілеттілігімен сипатталатын микробалдырлар мен жоғары сатыдағы су өсімдіктері іріктелініп алынған;

Ауыр металдардан және биогенді элементтерден қалдық суларды жоғары биоремедиациялау қабілетіне ие жоғары сатыдағы су өсімдігі мен микробалдырлардың ассоциациясы құрастырылған.

5. Алынған нәтижелердің практикалық және теориялық маңыздылығы.

Жүргізілген диссертациялық жұмыста алынған теориялық және тәжірибелік нәтижелер нақты және өзара бір – бірімен тығыз байланыста

қарастырылған. Жұмыстың әрбір бөлімдері алынған тақырыпқа сәйкес орындалған. Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы - қазіргі заман талабына сай биотехнологиялық әдістерді дәстүрлі әдістермен ұштастырып әртүрлі экожүйелерден микробалдырлардың таза дақылдарын бөліп алу және олардың жоғары сатыдағы су өсімдіктерімен ассоциациясы алынып, биотехнологияда алатын орны мен қоршаған ортаны тазалау тиімділігі сипатталған. Ал жұмыстың практикалық маңызы - әр түрлі биогенді элементтер және ауыр металдармен ластанған су экожүйелерін тазалау мақсатында микробалдыр және жоғары сатыдағы су өсімдігі негізінде тиімді ассоциация құрастырылған.

6. Диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің, тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктігіне растама.

Диссертациялық жұмыс нәтижелері 22 ғылыми басылымда жарық көрген: Thomson Reuter және Scopus базаларындағы халықаралық журналда 1, ҚР БҒМ Ғылыми және білім саласын бақылау комитетінің тізіміндегі журналдарда 9 мақала және 12 тезис халықаралық конференцияларда жарияланған. Зерттеу нәтижелері бойынша «Тұрмыстық және өндірістік қалдық суларды биологиялық тазалау тәсілі» №2551-ден 12.12.2017 пайдалы модель патенті алынған. Бұлар диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктігін растайды.

7. Диссертация мазмұнындағы және рәсімдеуіндегі кемшіліктер мен ұсыныстар.

Жұмыстың ғылыми мәнін бағалай келе төмендегідей ұсыныс-ескертулер айтуға болады:

1. Жұмыс барысында зерттелуші өзен көлдердің балдырларына идентификация жасалынып, заманауи жүйеге келтірілген, бірақ сол анықталған балдырлар тізімі толық берілмеген.

2. Жұмыс барысында бактериологиялық таза дақылдарға зерттеулер жүргізіліп, олардың морфологиялық сипаттамалары толық жасалған, бірақ альгологиялық таза дақылдарға сипаттама толық берілмеген.

3. Бактериологиялық таза микробалдырларды алуда антибиотиктермен тазалау әдісінен басқа әдістер неге қолданылмады?

4. Диссертацияның 13-14 және 46 беттерінде орфографиялық қателер кездеседі.

Аталған ұсыныстар мен ескертулер диссертациялық жұмыстың мән-мазмұнына, теориялық және практикалық құндылығына нұқсан келтірмейді.

8. Диссертация мазмұнының Ғылыми дәреже беру ережелерінің талаптарына сәйкестігі.

Бауенова Меруерт Өмірбайқызының «Микробалдыр және су өсімдіктерінің ассоциациясы негізінде ластанған су экожүйелерін биоремедиациялау» тақырыбында жазылған диссертациясының дербестігі

айқын, жоғары ғылыми-әдістемелік деңгейде орындалған және ғылыми – практикалық маңызы бар, орындалуы Қазақстан Республикасының Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің Ғылыми дәрежелер беру талаптарына сай келетін, аяқталған жұмыс деп есептеймін. Диссертациялық жұмыстың авторы Бауенова Меруерт Өмірбайқызына берілген диссертация мақсаты мен міндеттеріне сәйкес алынған нәтижелері үшін «6D070100-«Биотехнология» мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D) дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Ресми рецензент
ҚР БҒМ ШЖҚ РМК «Ботаника және
Фитоинтродукция институты»
микология және
альгология зертханасының
меңгерушісі, б. ғ.к. **Нурашев С.Б.**

Қолын куәландыратын ҚР Білім және Ғылым министрлігі Ғылым комитетінің «Ботаника және фитоинтродукция институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы РМК