ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ. ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ГЕОГРАФИЯ

ВЕСТНИК ОШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ГЕОГРАФИЯ

JOURNAL OF OSH STATE UNIVERSITY. CHEMISTRY. BIOLOGY. GEOGRAPHY

e-ISSN: 1694-8688
№1(4)/2024, 116-125

БИОЛОГИЯ

УДК: 582.521.:581.5
DOI: 10.52754/16948688_2024_1(4)_15

ҮЧТҮК РЯСКАНЫ (LEMNA TRISULCA L.) БИОИНДИКАТОР КАТАРЫ КОЛДОНУУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯСКИ ТРОЙЧАТОЙ (LEMNA TRISULCA L.) КАК БИОИНДИКАТОР

USE OF TRIFOLIATE DUCKWEED (LEMNA TRISULCA L.) AS A BIOINDICATOR

Каримов Болотбек Акимович
Каримов Болотбек Акимович
Karimov Bolotbek Akimovich

б.и.к., доцент, Ош мамлекеттик университети
к.б.н., доцент, Ошский государственный университет
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Osh State University
bolotkarimov@mail.ru
ORCID: 0009-0000-1944-7839

Мирзабдикодирова Шохиста Махаммаджоновна
Мирзабдикодирова Шохиста Махаммаджоновна
Mirzabdikodirova Shohista Mahammadjonovna

магистр, Ош мамлекеттик университети
магистр, Ошский государственный университет
master student, Osh State University

Акылбай кызы Нурзада
Акылбай кызы Нурзада
Akylbay kyzy Nurzada

магистр, Ош мамлекеттик университети
магистр, Ошский государственный университет
master student, Osh State University

ҮЧТҮК РЯСКАНЫ (LEMNA TRISULCA (L.) БИОИНДИКАТОР КАТАРЫ КОЛДОНУУ

Аннотация

Макалада биотестирлөөдөгү морфологиялык ыкманы колдонуп, металл иондорунун жардамы менен Lemna trisulcaнын биоиндикациялык касиети жөнүндө баяндалат. Ал үчүн: ар кандай концентрациядагы поллютанттардын биометрикалык көрсөткүчтөргө (хлороз, некроз) тийгизген таасирин талданган; металл иондорунун рясканы өлүмгө учуратуучу жана минималдуу (босого) концентрациясы белгиленген; металл иондорунун 0,01; 0,025 жана 0,1 мг/мл концентрациясында ряскaнын тамырларынан бөлүнүшү жана жалбыракчаларынын катмарланышы аныкталган. Lemna trisulca - фитотестер катары, зыяндуу заттардын таасирине сезгич келип, металлдардын 0,001 ден 0,1 мг/мл чейинки концентрациясында реакцияга жөндөмдүү жана биоценоздун компоненттерин булгоочу заттар (поллютантар) менен булганусун текшерүүдө ийгиликтүү колдонууга болору айтылат. Изилдөөлөрдүн анализи көрсөткөндөй үчтүк ряскага цинк (Zn) жана темир (Fe) стронцийге (Sr) салыштырмалуу күчтүү уулуу таасир этишет. Дээрлик бардык металлдардын максималдуу концентрациясында (0,1 мг/мл) ряскалар ачык жашыл түсүн жоготушат. Эритмедеги туздун концентрациясынын төмөндөшү менен металлдардын зыяндуу таасирлери начарлайт.

Ачкыч сөздөр: үчтүк ряска (Lemna trisulca), биоиндикация, хлороз, некроз, поллютант.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LEMNA TRISULCA (L.) КАК БИОИНДИКАТОР

Аннотация

В статье описаны биоиндикативные свойства Lemna trisulca к ионам металлов с использованием морфологического метода биотестирования. С этой целью: анализировали влияние различных концентраций загрязняющих веществ на биометрические показатели (хлороз, некроз); установлены летальные и минимальные (пороговые) концентрации ионов металлов; 0,01 ионов металлов; при концентрациях 0,025 и 0,1 мг/мл наблюдалось отделение от корней и отслоение листьев. Lemna trisulca - фитотестер, чувствительный к воздействию вредных веществ, способный реагировать при концентрациях металлов от 0,001 до 0,1 мг/мл, что его можно успешно использовать при тестировании загрязненности компонентов биоценоза загрязняющими веществами. Анализ исследований показывает, что цинк (Zn) и железо (Fe) оказывают более сильное токсическое действие, чем стронций (Sr). При максимальной концентрации (0,1 мг/мл) практически всех металлов ряски теряют ярко-зеленый цвет. По мере уменьшения концентрации соли в растворе вредное воздействие металлов усиливается.

Ключевые слова: ряска тройчатая (Lemna trisulca), биоиндикация, хлороз, некроз, загрязнитель.

USE OF LEMNA TRISULCA (L.) AS A BIOINDICATOR

Abstract

The article describes the bioindicative properties of Lemna trisulca to metal ions using the morphological method of biotesting. To this end: the effect of various concentrations of pollutants on biometric parameters (chlorosis, necrosis) was analyzed; lethal and minimum (threshold) concentrations of metal ions were established; 0.01 metal ions; Separation from the roots and leaf detachment were observed at concentrations of 0.025 and 0.1 mg/ml. Lemna trisulca is a phytotester sensitive to the effects of harmful substances, capable of reacting at metal concentrations from 0.001 to 0.1 mg/ml, which can be successfully used in testing the contamination of components of the biocenosis with pollutants. Analysis of studies shows that zinc (Zn) and iron (Fe) have a stronger toxic effect than strontium (Sr). At a maximum concentration (0.1 mg/ml) of almost all metals, duckweed loses its bright green color. As the salt concentration in the solution decreases, the harmful effects of metals increase.

Keywords: triple duckweed (Lemna trisulca), bioindication, chlorosis, necrosis, pollutant.

Киришүү

Соңку мезгилде айлана-чөйрөнүн абалын аныктоодо физикалык-химиялык методдор менен бирге эле тирүү организмдердин индикациялык мүмкүнчүлүктөрүн колдонуу менен биологиялык мониторинг жүргүзүү өзгөчө мааниге ээ болууда.

Бир нече жылдан бери топурактын жана суунун саапатын текшерүүдө *Lemnaceae* тукумунун өкүлдөрүн колдонулуп келишүүдө. Ряскаларды биотест катары колдонуудагы негизги артыкчылыгы болуп, алардын көбөйүү ылдамдыгынын тездиги жана морфологиялык түзүлүштөрүнүн жөнөкөйлүгү эсептелишет [1, 2].

Ряскалар эң алгач суунун пестициддер менен булгануусун текшерүү үчүн фитотест катары колдонулган. Ал үчүн: өсүү ылдамдыгы, тамырларынын узундугу жана саны, жалбыракчанын аянты, фотосинтез реакциясы жана башка физиологиялык жана морфологиялык мүнөздөмөлөр сыяктуу көрсөткүчтөр баалоо үчүн колдонулган. Учурда ряскалардын түрлөрүн колдонуп, оор металлдардын, нефть продуктуларынын, радионуклиддердин жана башка айлана-чөйрөнү зыяндуу заттардын уулуулугун аныктоо үчүн биотесттер жүргүзүлүүдө [3, 4].

Агроценоздору зыяндуу заттардын ичинен оор металлдардын туздары өзгөчө орунду ээлейт. Жаратылышта өсүмдүктөрдүн түрлөрү гана эмес, айрым сорттору, атүгүл клондору да белгилүү бир зыяндуу затка сезгичтиги менен айырмаланары баарыбызга маалым. Зыяндуу заттардын жалпы таасиринин натыйжалуулугун аныктоо үчүн атайын биотесттер колдонулуп, анда рясканын өнүп-өрчүү энергиясын, тамырдын өсүш тездигин жана зыяндуу заттын таасири астында өсүмдүктөрдүн сезгичтигин морфометриялык жана биохимиялык параметрлердин өзгөрүү деңгээли аркылуу баалоого болот [5]. Зыяндуу бирикмелерди таасир эттирген соң өсүмдүктөрдүн депрессия деңгээли физиологиялык методдор менен аныкталат.

Айлана-чөйрөнүн булганышына сырткы белгилерин өзгөртүү менен реакция кылган организмдерди колдонуу бир топ артыкчылыктарга ээ. Бул кымбат жана эмгекти талап кылган физикалык-химиялык анализдин методдорун колдонууну бир кыйла кыскартууга же ал тургай жок кылууга мүмкүндүк берет. Биоиндикаторлор булгануунун биологиялык маанилүү таасирлерин бириктиришет. Алар болуп жаткан өзгөрүүлөрдүн ылдамдыгын, экосистемалардагы ар кандай ууландыргыч заттардын топтолуу жолдорун жана орундарын аныктоого, ошондой эле адамдар үчүн канчалык деңгээлде коркунучтуу экендиги жана конкреттүү заттардын же алардын айкалыштарынын пайдалуу биотасы жөнүндө жыйынтык чыгарууга мүмкүндүк берет.

Учурда суулардын булганышы глобалдык экологиялык мүнөзгө ээ болууда. Суулар булгоочу заттардын негизги "кампаларынын" бири болуп саналат, анткени өндүрүштүк жана тиричилик саркынды суулары көп сандагы уулуу заттарды жана кошулмаларды кармап, алар тирүү организмдерге жана адамдардын ден-соолугуна терс таасирин тийгизишет. Аларга: пестициддер, боектор, жер семирткичтер, оор металлдар, радионуклиддер жана башкалар кирет.

Агроценозду булгоочу заттардын ичинен оор металлдардын туздары өзгөчө орунду ээлейт [6]. Ошондуктан, булгоочу заттардын концентрациясына ряскалардын реакциясынын үйрөнүү менен биотестирлөөдө колдонуу ыкмаларын иштеп чыгуу актуалдуу маселелерден болуп саналат.

Биздин изилөөнүн максаты биотестирлөөдөгү морфологиялык ыкманы колдонуп, металл иондорунун жардамы менен *Lemna trisulcanын* биоиндикациялык касиетин аныктоо болуп саналат. Ал үчүн: ар кандай концентрациядагы поллютанттардын биометрикалык көрсөткүчтөргө (хлороз, некроз) тийгизген таасирин талдоо; металл иондорунун ряcканы өлүмгө учуратуучу жана минималдуу (босого) концентрациясын белгилөө; металл иондорунун 0,01; 0,025 жана 0,1 мг/мл концентрациясында ряcканын тамырларынан бөлүнүшүн жана жалбыракчаларынын катмарланышын аныктоо жүргүзүлдү.

Материалдар жана методдор

Изилдөөнүн объектиси катары токтоп турган сууларда кездешкен суу өсүмдүгү - үчтүк ряска (*Lemna trisulca* L.), ал эми изилдөө предметтери катары ряcканын морфологиялык белгилерине таасир кылуучу металл иондорунун (Fe^{3+}, Zn^{2+}, Sr^{2+}) уулуу касиеттери тандалып алынды.

Бул изилдөө иштин принциби - уулуу заттардын таасирине кабылган учурда ряскада жүргөн морфологиялык өзгөрүүлөрдү (хлороз, жалбыракча бетинин некрозу жана катмарланышы) каттоо, ряcканын өлүмүн жана өсүү темпиндеги өзгөрүүлөрдү контролдук группа менен салыштырып аныктоого негизделген.

Ряcканын жардамы менен биотестирлөө органдык деңгээлде жүргүзүлдү б.а зыяндуу заттын таасири астында ряска өсүмдүгүнүн морфологиялык нормадан четтөөлөрүн белгиленип, хлороз, саргаруу, жалбырактардын соолушу жана башка конкреттүү реакциялар фиксирленди.

Үчтүк ряска менен иштөөдөгү тажрыйбалык шарттар:

Температура	17-28^{0}С
Жарыктын сапаты	Табигый жарык, электролампа
Жарыктын интенсивдүүлүгү	86µE/m^2/сек
Эритменин саны	15 мл
Тесттелген үчтүк ряcканын саны	200 жалбыракча
Тажрыйбанын кайталануусу	3 жолу

Тестирлөөдө *Lemma trisulcanын* 7 күндүк өөрчүү цикли үйрөнүлдү. Тажрыйбанын жүрүшүндө текшерилүүчү заттын концентрациясы көрсөтүлгөн эритмелер, ал эми контрол үчүн кадимки азыктык суюктук Петри идиштеринин ар бирине 50 мл ден куюлду. Болжол менен бирдей өлчөмдөгү, дени сак өсүмдүктөр тандалып алынып пинцеттин жардамы менен ар бир идишке 5 даанадан салынды. Тажрыйба 7 күнгө созулду. Тажрыйбанын аягында ар бир идиштеги өсүмдүктөрдүн саны эсептелди. Lemma trisulcaнын жалбыракчалары өтө майда болгон учурда лупа колдонулду. Булгандыргычтын таасири астында ряска өсүмдүгүнүн нормадан морфологиялык четтөөсү хлороз, саргайуу, жалбырактардын соолушу жана башка белгилүү реакциялар менен коштолгон. Бул учурда тест-объекттин өсүшү жөнүндө маалыматтарды журналдарга жазып, кайсы өсүмдүктөрдүн түсү өзгөргөндүгүн белгилеп, тамырлардын бар же жок экендигин жазып, өсүмдүктөрдүн жалпы көрүнүшүн сүрөттөдүк.

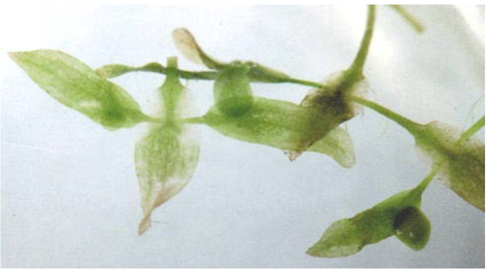
Изилдөөнүн жыйынтыктарынын талкуусу

Ряскалар уруусунун түрлөрүнүн ичинен кичи ряска фитотестер катары колдонулушу мүмкүн, анткени ал токсиканттардын, анын ичинде оор металдардын таасирине жогорку

сезгичтиги менен, "экологиялык дрозофила" болуп саналат. Биогендик элементтердин бир кыйла бөлүгүн сиңирүү менен ряска суу объектилеринин эвтрофикация деңгээлин төмөндөтөт, ошондуктан бул өсүмдүктү колдонуп, суу объектилериндеги суунун сапатын контролдоого болот.

Изилдөөлөрдүн анализи көрсөткөндөй, цинк (Zn) менен темир (Fe) стронцийге (Sr) салыштырмалуу эң күчтүү уулуу таасир берет. Ошондой эле, тажрыйбанын жетинчи күнүндө рясканын денесин түзгөн жалбыракчалардын толук ажырап кетишине стронцийдин себеп болгону аныкталды. Муну менен эле биргеликте, үчтүк рясканын тамырлары стронцийдин 0,1% концентрациясында-30% га, 0,1%да- 70%, ал эми металлдын максималдуу 1,0%да - 100% өсүмдүктөн ажырап түштү.

Тажрыйба көрсөткөндөй, бардык металлдардын (Fe^{3+}, Zn^{2+}, Sr^{2+}) 1,0мг/мл концентрациясында жети күндөн кийин рясканын биометрикалык көрсөткүчтөрү: контролдукка салыштырмалуу стронцийде 10,0%га, цинк менен темирде 26,7% жана 43,3% га төмөндөгөн. Цинк (Zn) менен темир (Fe) эң алгач үчтүк рясканын жалбыракчасынын транспорттук фотосинтезин бузууга жетишет. Мисалы, металлдардын иондорунун 0,001 мг/мл жана 0,1мг/мл концентрациясында жалбыракчалар жашыл түсүн жоготушат, т.а. түссүздөнүшөт. 0,01мг/л дозасында өсүү чекиттеринин аймагында хлорозго ыктоо байкалган.

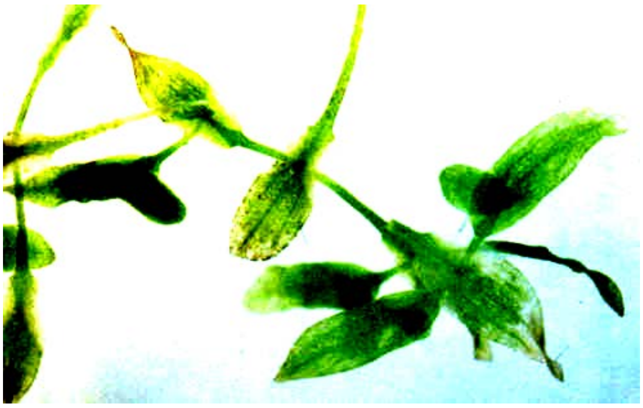


1-сүрөт. Fe^{3+} - 0,01 мг/мл (5-сутка). Жалбыракчалар топтолгон, ачык жашыл. 30% кыйналуу чегинде.

2-сүрөт. Zn^{2+} - 0,001 мг/мл (5-сутка). Жалбыракчалар ачык жашыл. 30% өлүшкөн.

3-сүрөт. Sr^{2+} - 0,001 мг/мл (5-сутка). Жалбыракчалар ачык жашыл.. 20- 30% өлүшкөн. Жалбыракчанын түсү чекесинен борборду көздөй жоголо баштаган.

4-сүрөт. Fe^{3+} - 0,1 мг/мл (2-сутка). Жалбыракчалардын 50% жашыл, 50% түссүз.



5-сүрөт. Zn^{2+}- 0,1 мг/мл (2-сутка). Жалбыракчалар топтолгон, ачык жашыл.

6-сүрөт. Sr^{2+}- 0,1 мг/мл (2-сутка). Жалбыракчалар ачык жашыл. 50% өлүшкөн. Ткандардын түссүздөнүшү өткөрүүчү түйүндөрдөн башталат.

Изилденген металлдар уулуу эффектке ээ, бул үчтүк рясканын өсүшүн токтотууга таасирин тийгизет. Цинк жана темир иондорунун бардык концентрациясы өсүмдүктөрдү өлүмгө дуушар кылды. Стронций ионунун 0,01мг/л концентрациясы минималдуу, калгандары өлүмгө алып келген.

Ряска - эркин сүзүүчү гидрофит, ал суудан керектүү азык заттарын алат, андыктан тигил же бул элементтин топтолушунун интенсивдүүлүгү биринчи кезекте бул элементтин суудагы концентрациясына жана айлана-чөйрөнүн pH деңгээлине көз каранды. Цинк, айрыкча темир амфотердик бирикмелер болгондуктан, чөйрөнүн реакциясын нейтралдуу (pH 7) ден күчтүү кислотага (pH 3,5) өткөрүп, биздин шартта ряскатө кошумча стресс пайда кылды. Стронций чөйрөнүн реакциясынын өзгөрүшүнө эч кандай таасир берген эмес.

Ошентип, үчтүк ряска (*Lemma trisulca*) фитотестер катары, ууландыргыч заттардын таасирине жогорку сезгичтиги менен, металлдарга алардын концентрациясында 0,1 ден 1 мг/л чейинки концентрацияда зыяндуу заттар менен реакцияга жөндөмдүү жана биоценоздун компоненттеринин булгануусун текшерүүдө ийгиликтүү колдонулушу мүмкүн.

Мындан тышкары, биз *Lemma trisulca* L.нин металлдарга болгон реакциясын изилдедик. Тажрыйба оор металлдардын туздарынын суу эритмелери: $ZnSO_4$, $CoSO_4$, $BaCL_2$, $MnCL_2$ менен жүргүзүлдү.

Суу чөйрөлөрүндө оор металлдар үч түрдө: калкыган, коллоиддик жана эриген абалда болот. Жер үстүндөгү суулар менен оор металлдарды ташуу негизинен токтоп турган абалда жүрөт. Топурактын катуу фазасы менен тең салмактуулуктагы суу экстрактындагы оор металлдардын концентрациялануу деңгээли төмөнкүдөй жооп бере алат: топурактагы металлдар өз алдынча катуу фазалуу бирикмелер түрүндөбү же алар өз-өзүнчө катуу фазаларды түзүшпөйт жаан-чачын, бирок топурактын компоненттеринде адсорбцияланат. Туздардын суу эритмесиндеги биоиндикатордун жүрүм-турумун талдоо ар бир металл боюнча реакцияларды изилдөөгө мүмкүндүк берди.

Учурдагы ГОСТ 17.4.02 - 83 боюнча биз изилдеген металлдар айлана-чөйрөгө уулуу таасир этүү даражасына ылайык 3 класска бөлүнөт:

1-класс - Zn: 2-класс - Co: 3-класс - Ba, Mn.

Биздин тесттерде ар кандай концентрациядагы: минимумдан (0,001 мг/мл) максимумга чейин (0,1 мг/мл) оор металлдардын туздарынын суудагы эритмелери изилденди. Бул учурда рясканын морфологиялык реакциялары изилденип, өсүү коэффициенттерин эсептөө жүргүзүлдү (1-таблица).

Максималдуу концентрацияда (0,1 мг / мл), дээрлик бардык металлдарда, үчтүк ряска ачык жашыл түсүн жоготкон. Жалбыракчаларынын кургашы, кичирейиши, тамырларынын үзүлүп түшүшү жана башка спецификалык реакциялар байкалды, бул өсүмдүктөгү бардык маанилүү функциялардын, анын ичинде фотосинтез процессинин токтолушуна алып келди.

Таблица 1. Үчтүк ряскaнын (Lemma trisulca L.) оор металлдарга реакциясы.

Металл	Концен-трация (мг/мл)	Тесттик реакциялар		
		Жалбырақчанын түсү	Жалбырақчанын ажырашы	Жалбырақчанын реакциясы
Zn	0,1	Ачык-жашыл	жүрбөйт	кургабайт
Co	0,1	Ачык-жашыл	жүрбөйт	кургабайт
Ba	0,1	Кочкул күрөң	жүрөт	күчтүү кургабайт
Mn	0,1	сары-жашыл	жүрбөйт	чекелери кургабайт
Zn	0,025	сары-жашыл	жүрбөйт	кургабайт
Co	0,025	Күрөң	жүрөт	кургабайт
Ba	0,025	сары-жашыл	жүрбөйт	соолуп барат
Mn	0,025	сары-жашыл	жүрбөйт	соолуп барат
Zn	0,001	күрөң-жашыл	жүрбөйт	жалбырақчасы бырышат
Co	0,001	Ачык-жашыл	жүрөт	соолуйт
Ba	0,001	Жашыл	жүрбөйт	соолуп барат
Mn	0,001	сары-жашыл	жүрбөйт	азыраак соолуйт

Эритмедеги туздун концентрациясынын төмөндөшү менен уулуу таасири начарлайт. Бирок, барий (Ba) туздарынын эритмелеринде, минималдуу туз концентрациясы болгондо дагы, ряскаларга чоң зыян келтирилгендиги байкалат, бул алардын эң чоң коркунучтуулугун көрсөтөт (2-таблица).

Эритмедеги Zn тузунун азайышы менен зыяндуу заттардын таасири дээрлик байкалбайт жана эң аз өсүшү байкалат. Концентрация азайганда өсүү темпи жогорулайт.

Тажрыйбалардын соңунда стандарттык статистикалык эсептөөлөрдү жана алынган натыйжаларга талдоолорду жүргүздүк. Бул учурда булганыч эмес шарттарда (контролдук) үчтүк ряскaнын өсүп-өөрчүү процессине салыштурмалуу текшерүүлөр жүргүзүлдү. Тест объектиси менен болгон бардык өзгөрүүлөрдү сүрөттөөнүн мааниси өтө маанилүү, анткени сыналган организм кандай жооп кайтарарын түшүнүү үчүн, контролдук өсүмдүктөрдү карап чыгуу пайдалуу. Эксперименттин башында өсүмдүктөр кандай реакция жасаарын, кийинчерээк эмне болоорун, айрым өсүмдүктөр үчүн реакция жүрөбү же бүтүндөй топ реакция жасайбы-деген максатта тажрыйба жүргүзүү максаттуу болот.

Таблица 2. Ряска уруусунун (Lemnaceae) өкүлдөрүн изилдөөнүн натыйжалары (металл туздарынын эритмелери 0,001 мг/мл).

	Металл	Өсүмдүк саны	Жалпы жалбырақчанын саны	Жабыркаган жалбырақчанын саны	Жабыркаган жалбырақчанын %
Кичи ряска (*Lemna minor* L.)					
	Fe	15	31	6	19,3
	Zn	15	34	8	23,5
	Sr	15	32	7	21,8
Үчтүк ряска (*Lemma trisulca* L.)					
	Zn	15	56	10	17,8
	Co	15	58	12	22,2
	Ba	15	54	16	29,6
	Mn	15	54	11	20,3

Изилдөөлөрдүн жыйынтыгы көрсөткөндөй, оор металлдардын туздарынын суудагы эритмелери өсүмдүктөргө аз өлчөмдө болсо дагы өз таасирин тийгизишет. Демек, оор металлдардын туздарынын суу экстракттары менен алынган маалыматтар үчтүк ряска (*Lemma trisulca* L.) белгилүү бир зыяндуу затка биоиндикатор катары өз реакциясын жүргүзө алат деп тыянак чыгарууга мүмкүнчүлүк берет.

Корутунду

Lemna trisulca - фитотестер катары, зыяндуу заттардын таасирине сезгич келип, металлдардын 0,001 ден 0,1 мг/мл чейинки концентрациясында реакцияга жөндөмдүү жана биоценоздун компоненттерин булгоочу заттар (поллютантар) менен булганаусун текшерүүдө ийгиликтүү колдонууга болот. Изилдөөлөрдүн анализи көрсөткөндөй үчтүк ряскага цинк (Zn) жана темир (Fe) стронцийге (Sr) салыштырмалуу күчтүү уулуу таасир этишет. Дээрлик бардык металлдардын максималдуу концентрациясында (0,1 мг/мл) ряскалар ачык жашыл түсүн жоготушат. Бул учурда жалбыракчалардын кургашы, бырышып кетиши, тамырларынын ажырашы байкалат, натыйжада бардык маанилүү функциялардын жоголушу менен бирге фотосинтез процессинин токтошуна алып келет. Эритмедеги туздун концентрациясынын төмөндөшү менен металлдардын зыяндуу таасирлери начарлайт. Бирок, барий (Ба) туздарынын минималдуу концентрациясы болгондо дагы, рясканын чоң зыянга учурагандыгы байкалды, бул алардын эң чоң коркунучтуу экендигин айгинелейт.

Адабияттар

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. / под ред.Р.Шуберта.// М.: Мысль. - 1988. -345с.
2. Цаценко Л.В., Пасхалиди В.Г. Рясковые как модельный объект в биотестировании водной и почвенной среды // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 146–151.
3. Каримов, Б. А. Вегетативное размножение Ряски малой в условиях Кыргызстана / Б. А. Каримов, А. Ж. Дурсунбаева, А. И. Токтосунова // Вестник Ошского государственного университета. Химия. Биология. География. – 2022. – № 1. – С. 45-50. – DOI 10.52754/16948688_2022_1_6. – EDN BIIVAU.
4. Кузнецов, В. М. Ряска – биоиндикатор водоема / В. М. Кузнецов, М. М. Саркулов // Материалы международного научного форума обучающихся "Молодежь в науке и творчестве" (8 апреля 2020 г.) : сборник научных статей в 6 ч., Гжель, 08 апреля 2020 года. Том часть 6. – Гжель: ФГБОУ ВО "Гжельский государственный университет", 2020. – С. 250-252. – EDN IBQQBF.
5. Кургаева, А. В. Использование метода биоиндикации с помощью растений семейства рясковых для оценки экологического состояния рек Ульяновской области / А. В. Кургаева, Е. Г. Климентова // Человек, экология, культура: современные практики и проблемы : сборник научных трудов по материалам Международной молодежной научной конференции, Саратов, 10–12 апреля 2014 года. – Саратов: Саратовский

государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2014. – С. 288-292. – EDN WOOXQP.

6. Зубкова, В. М. Накопление тяжелых металлов (ТМ) ряской малой (Lemna minor) в условиях антропогенного загрязнения реки Ходца / В. М. Зубкова, Ф. Ф. Арсланбекова, Ж. С. Макаханюк // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2021. – № 7. – С. 23-28. – DOI 10.37882/2223-2966.2021.07.17. – EDN FIKKTR