ISSN 1684-940X (Print)
ISSN 2789-1534 (Online)

Павлодар педагогикалық
университетінің ғылыми журналы
Научный журнал Павлодарского
педагогического университета

2001 жылдан шығады
Издается с 2001 года

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

2 2021

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ

КУӘЛІК

2008 жылы 25 наурызда

№9077-Ж

бұқаралық ақпарат құралын есепке қою туралы
Қазақстанның Мәдениет, ақпарат министрлігі берген.
Журнал жылына 4 рет шығарылады. Жаратылыстану-ғылыми бағыттағы мақалалар
қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде жарияланады.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Бас редактор:

Б.Қ. Жұмабекова, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Жауапты хатшы:

М.Т. Каббасова (Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Редакциялық алқа мүшелері

К.У. Базарбеков, биология ғылымдарының докторы
(Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

А.А. Банникова, биология ғылымдарының докторы
(М.В. Ломоносов атындағы ММУ, Ресей)

В.Э. Березин, биология ғылымдарының докторы, профессор
(ҚР БФМ Микробиология және вирусология институты, Қазақстан)

Р.И. Берсимбай, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі
(Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан)

Ч. Дуламсурен, биология ғылымдарының докторы
(Георг-Августтің Гёттинген университеті, Германия)

А.Г. Карташев, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Томск басқару және радиоэлектроника жүйелері университеті, Ресей)

И.А. Кутырев, биология ғылымдарының докторы
(РФА СБ жалпы және эксперименттік биология институты, Ресей)

С. Мас-Кома, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Валенсия Университеті, Испания)

Ж.М. Мукатаева, биология ғылымдарының докторы
(Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан)

И.Р. Рахимбаев, биология ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корр. мүшесі
(Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Қазақстан)

А.В. Суров, биология ғылымдарының докторы, профессор
(А.Н. Северцов атындағы Экология және эволюция мәселелері институты, Ресей)

Н.Е. Тарасовская, биология ғылымдарының докторы
(Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан)

Ж.К. Шаймарданов, биология ғылымдарының докторы, профессор
(Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан)

Техникалық хатшы:

Г.С. Салменова

Материалдар мен жарнаманың растығы үшін авторлар мен жарнама берушілер жауап береді.

Жарияланым авторларының пікірі әрдайым редакцияның пікірімен сәйкес келе бермейді.

Редакция материалдарды қабылдамау құқығын өзіне қалдырады.

Журнал материалдарын пайдалану кезінде «Қазақстанның биологиялық ғылымдарына» сілтеме жасау міндетті.

© ППУ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации
№9077-Ж

выдано Министерством культуры, информации Республики Казахстан

25 марта 2008 года

Журнал издается 4 раза в год. Публикуются статьи естественно-научного направления
на каз., рус. и англ. языках.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Б.К. Жумабекова, доктор биологических наук
(Павлодарский педагогический университет, Казахстан)

Ответственный секретарь:

М.Т. Каббасова (Павлодарский педагогический университет, Казахстан)

Члены редакционной коллегии

К.У. Базарбеков, доктор биологических наук
(Павлодарский педагогический университет, Казахстан)

А.А. Банникова, доктор биологических наук
(МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия)

В.Э. Березин, доктор биологических наук, профессор
(Институт микробиологии и вирусологии МОН РК, Казахстан)

Р.И. Берсимбай, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК
(ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Казахстан)

Ч. Дуламсурен, доктор биологических наук
(Геттингенский университет Георга-Августа, Германия)

А.Г. Карташев, доктор биологических наук, профессор
(Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Россия)

И.А. Кутырев, доктор биологических наук
(Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия)

С. Мас-Кома, доктор биологических наук, профессор
(Университет Валенсии, Испания)

Ж.М. Мукатаева, доктор биологических наук
(ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Казахстан)

И.Р. Рахимбаев, доктор биологических наук, профессор, чл.-корр. НАН РК
(Институт биологии и биотехнологии растений, Казахстан)

А.В. Суров, доктор биологических наук
(Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Россия)

Н.Е. Тарасовская, доктор биологических наук
(Павлодарский педагогический университет, Казахстан)

Ж.К. Шаймарданов, доктор биологических наук, профессор
(Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Казахстан)

Технический секретарь:

Г.С. Салменова

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи и дискеты не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Биологические науки Казахстана» обязательна.

© ППУ

BIOLOGICAL SCIENCES OF KAZAKHSTAN

CERTIFICATE

about registration of mass media

№9077-Ж

Issued by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan

March 25, 2008

**The journal is published 4 times a year. Articles of natural science direction are published
in Kazakh, Russian and English languages.**

THE EDITORIAL BOARD

Chief Editor:

**B.K. Zhumabekova, *doctor of biological sciences*
(Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)**

Executive Secretary:

M.T. Kabbassova (*Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan*)

Members of the editorial board

**K.U. Bazarbekov, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)**

**A.A. Bannikova, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia)**

**V.E. Berezin, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Institute of Microbiology and Virology, Kazakhstan)**

**R.I. Bersimbaev, *Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician*
of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
(Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan)**

**Ch. Dulamsuren, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Georg-August University of Göttingen, Germany)**

**A.G. Kartashev, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Tomsk University of Control Systems and Radio Electronics, Russia)**

**I.A. Kutyrev, *Doctor of Biological Sciences, Professor* (Institute of General and Experimental
Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia)**

S. Mas-Coma, *Doctor of Biological Sciences, Professor* (University of Valencia, Spain)

**Zh.M. Mukataeva, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan)**

**I.R. Rakhimbaev, *Doctor of Biological Sciences, Professor,*
corr. member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
(Institute of Plant Biology and Biotechnology, Kazakhstan)**

**A.V. Surov, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Institute of Ecology and Evolution named
after A.N. Severtsov, Russian Academy of Sciences, Russia)**

**N.E. Tarasovskaya, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(Pavlodar Pedagogical University, Kazakhstan)**

**Zh.K. Shaimardanov, *Doctor of Biological Sciences, Professor*
(East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Kazakhstan)**

Technical secretary:

G.S. Salmenova

The authors and advertisers are responsible for the accuracy of the materials and advertising.

The opinion of the authors of publications does not always coincide with the opinion of the editorial board.

The editorial board reserves the right to reject the materials.

When using the materials of the journal, the reference to «Biological Sciences of Kazakhstan» is mandatory.

© PPU

МАЗМҰНЫ

БОТАНИКА

Қ.К. Айтлесов
Қ.М. Аубакирова
З.А. Аликулов

Мыс иондарының бидай (Triticum aestivum L.) өсімдігінің өсуі мен пролиннің құрамына әсері 8

ЗООЛОГИЯ

А.М. Касымханов

Шығыс Қазақстан облысының жергілікті маңызы бар су айдындарының физикалық-географиялық сипаттамасы мен ихтиофаунасы 18

Кабдолов Ж.Р.
Турсунханов К.М.
Касымханов А.М.
Притыкин И.В.
Кабдолова Г.К.

Павлодар облысы Ақсу ауданының жергілікті маңызы бар кейбір су айдындарының ихтиофаунасы 28

В.Т. Айрапетян

«Качагакаберд» ұлттық паркінің әртүрлі бөліктеріндегі тас сусарлардың (Martes foina Erxleben, 1777) күнделікті белсенділігі 53

ЭКОЛОГИЯ

Е.С. Габдуллин
Д.Х. Абраева

Павлодар облысы Ақсу ауданының бірнеше су қоймалары гидробионттарының таксономиялық құрамын талдау 60

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР 72

МАҚАЛАНЫ РӘСІМДЕУ БОЙЫНША «ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ» ЖУРНАЛЫНЫҢ АВТОРЛАРЫНА АРНАЛҒАН НҮСҚАУЛЫҚ 75

СОДЕРЖАНИЕ

БОТАНИКА

Қ.К. Айтлесов Қ.М. Аубакирова З.А. Аликулов	<i>Влияние ионов меди на рост и содержание пролина в растениях пшеница (Triticum aestivum L.)</i> 8
---	---

ЗООЛОГИЯ

А.М. Касымханов	<i>Физико-географическая характеристика и ихтиофауна водоемов местного значения Восточно-Казахстанской области</i> 18
-----------------	---

Кабдолов Ж.Р. Турсунханов К.М. Касымханов А.М. Притыкин И.В. Кабдолова Г.К.	<i>Ихтиофауна некоторых водоёмов местного значения Аксуского района, Павлодарской области</i> 28
---	--

В.Т. Айрапетян	<i>Суточная активность каменных куниц (Martes foina Erxleben, 1777) в разных частях национального парка «Качагакаберд»</i> 53
----------------	---

ЭКОЛОГИЯ

Е.С. Габдуллин Д.Х. Абраева	<i>Анализ таксономического состава гидробионтов нескольких водоемов Аксуского района, Павлодарской области</i> 60
--------------------------------	---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	73
--------------------------	----

РУКОВОДСТВО ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА» ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ.....	81
---	----

CONTENT

BOTANY

- K.K. Aytlesov** *The effect of copper ions on the growth and content of proline*
K.M. Aubakirova *in wheat plants (*Triticum aestivum* L.)* 8
Z.A. Alikulov

ZOOLOGY

- A.M. Kasymkhanov** *Physical and geopictorial characteristics and ichthyofauna*
of local reservoirs of the East Kazakhstan region 18

- Kabdolov Zh.R.** *Ichthyofauna of some reservoirs of local significance in Aksu district,*
Tursunkhanov K.M. *Pavlodar region* 28
Kasymkhanov A.M.

- I.V. Pritykin**
G.K. Kabdolova

- V.T. Hayrapetyan** *The daily activity of breech martens (*Martes foina* Erxleben, 1777)*
in different parts of the «Kachaghakaberd» national park..... 53

ECOLOGY

- E.S. Gabdullin** *Analysis of the taxonomic composition of hydrobionts of several*
D.Kh. Abayeva *reservoirs of Aksu district, Pavlodar region* 60

- INFORMATION ABOUT AUTHORS**74

- GUIDELINES FOR AUTHORS OF THE JOURNAL «BIOLOGICAL SCIENCES**
OF KAZAKHSTAN» FOR MANUSCRIPT PREPARATION.....87

МЫС ИОНДАРЫНЫҢ БИДАЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ӨСІМДІГІНІҢ ӨСУІ МЕН ПРОЛИННІҢ ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ

К.К. Айтлесов, К.М. Аубакирова, З.А. Аликулов
*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

Аңдатпа

Мақалада ауыр металл мыстың бидайдың (*Triticum aestivum* L.) Ақмола 2 сорты тұқымдарының өнгіштігі мен өсу көрсеткіштеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу зертханалық жағдайда жүргізілді. Мыс көзі ретінде CuSO_4 тұзының 50 мкМ, 100 мкМ, 150 мкМ және 300 мкМ концентрациялары алынды. Тұқымдар біркелкі өну үшін алын ала натрий молибдаты ерітіндісінде ($75 \text{ мМ Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) праймингтелді. Праймингтелген және праймингтелмеген тұқымдардың аталған мыс концентрацияларда өсуі мен дамуының кейбір физиологиялық көрсеткіштеріне әсері нәтижелеріне талқылау жүргізілді. Ауыр металдың тұздарына праймингтелген тұқымдардың өну көрсеткіші праймингтелмеген тұқымдарға қарағанда жоғары болып отыр.

Мыс металының тұздарынан туындаған стресске жауап ретінде өсімдіктер протекторлық функцияны орындайтын жапырақтар мен тамырлардағы пролиннің едәуір мөлшерін жинақтауға жауап беретіні көрсетілген.

Алынған нәтижелер бидай өсімдігінің мыс ауыр металының әсеріне молибдатпен праймингтелген тұқымдардың төзімділігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: мыстың әсері, тұқымдарды алын ала праймингтеу, тұқымдардың өнуі, пролин, төзімділік.

Кіріспе. Тез өсіп келе жатқан салалар, ксенобиотикалық ластағыштардың бақыланбайтын және тазартылмаған төгінділері және ауылшаруашылық мақсатында суару үшін сапасыз сулар-

ды (ағынды суларды) пайдалану агро-экологиялық жерлердің тұрақтылығына айтарлықтай қауіп төндіреді [1,2]. Алайда өсімдіктер үшін металдардың қол жетімділігі топырақтың бірнеше факторларымен анықталады, мысалы, рН, катион алмасу қабілеті, органикалық заттардың мөлшері және саздың адсорбциясы [3,4]. Топырақта жинақталғаннан кейін ауыр металдар қоректік тізбекке түседі [1,5,6] және кейіннен соңғы тұтынушыларға беріледі, бұл адам денсаулығына байланысты проблемаларға әкеледі [7]. Өсімдік ұлпаларына енетін ауыр металдардың уыттылығы өсімдіктердің көптеген физиологиялық процестерін [8,9], оның ішінде [10,11] бидайды және сайып келгенде, адам денсаулығын әсер етуі мүмкін. Қысқаша айтқанда, жоғары концентрациядағы металдар өсімдіктерге мынадай: 1) мембрананың өткізгіштігін өзгерту [12], 2) физиологиялық белсенді ферменттерді тежеу [13], 3) фотожүйенің белсенділігін төмендету [14] және 4) минералды метаболизмді бұзып зияндар келтіреді [15].

Ауыр металдар топырақта жоғары концентрацияда болса, өсімдіктердегі физиологиялық және биохимиялық процестерге кері әсер ететін ең улы заттың біріне мыс жатады [16]. Бірінші кезекте ол өсімдіктердің өсуі [17], тыныс алуы, фотосинтез [18], су алмасу және минералды қоректену [19] сияқты процестерге әсер етеді. Ауыр металдардың өсімдікке әсер етуінің негізі тотығу стрессі болып табылады, ол

жасушаның құрылымын және оның компоненттерін бұзатын оттегінің белсенді формаларының (АФК) түзілуін күшейтеді [20]. Белгілі бір шектерде бұл өзгерістер ферменттер мен төмен молекулалы қосылыстардан тұратын антиоксиданттық жүйенің тиімді жұмысының арқасында қайтымды болады, сондай антиоксиданттардың біріне пролин жатады [21].

Осыған байланысты бұл жұмыстың мақсаты мыс тұзының жоғары және төмен концентрацияларында бидай тұқымның өну процестеріне мен өскіндерінің өсуіне қалай әсер ететінін анықтау болды. Антиоксиданттық жүйедегі өзгерістерді көрсететін көрсеткіштердің бірі ретінде жапырақ пен тамыр жасушаларында пролиннің мөлшері зерттелді.

Топырақта молибденнің болмауы өсімдікте аммонийлы емес, нитратты қоректенуде жақсы көрінеді [23]. Өсімдіктің азотты ассимиляциясындағы негізгі рөлді, өсімдіктердің өсуін, дамуын және өнімділігін реттейтін фактор ретінде қарастырылатын нитратредуктаза молибдоферменті атқарады [24]. Молибденнің болмауы осы ферменттің белсенділігін төмендетеді, нәтижесінде өсімдік қосымша стрессті сезінеді. Осылайша, топыраққа молибден тыңайтқыштарын енгізу өсімдіктердің азот нитратын ассимиляциялау процесін едәуір жақсартады, алайда молибден бар тыңайтқыштарды тиімсіз пайдалану және оларды көптеп қолдану қоршаған ортаға да, жануарлар мен адамдарға кері әсерге әкелуі мүмкін [25, 26]. Сонымен қатар өсімдікті осы металмен қамтамасыз етудің арзан және экологиялық таза әдістерінің бірі молибдат ерітіндісінде тұқымдарды алдын ала себу әдісі бола алады. Қазіргі уақытта тұқымдарды әртүрлі қосылыстардың ерітінділерінде, оларды толық қанықтырып, содан кейін кептіру арқылы егу алдындағы суландыру (прайминг) кең таралған [27]. Ол

көкөніс [28, 29] пен егістік дақылдарын егу алдында дайындау үшін қолданылады [30-34]. Тұқым себу өскіндердің синхронды, біркелкі және тез өсуіне, сөйтіп жоғары өнім алуға әкелетіні анықталды. Осыған байланысты топырақтың ауыр металдар тұздарымен ластануы мен молибденнің жетіспеушілігі жағдайында өсімдіктерді өсіру технологиясының жаңа ресурс үнемдейтін және экологиялық таза элементтерін әзірлеу ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті болып табылады.

Зерттеу әдістері мен нысандары

Зерттеу нысаны ретінде А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығынан (Шортанды, Қазақстан) алынған бидайдың (*Triticum aestivum* L) Ақмола 2 сорты қолданылды. Бұл тұқымдар 2020 жылғы осы институттың тәжірибелік алқаптарынан алынды. Өндіру алдында бидай тұқымдары 96% этил спиртімен 10 минут залалсыздандырылды, содан кейін дистилденген сумен бірнеше рет жуылды және 4°C температурада 24 сағат бойы молибдат ерітіндісінің (75 мМ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) сұйық түбінде ұсталды (прайминг әдісінің бірінші сатысы). Бақылау нұсқасының тұқымдары осындай жағдайларда дистилденген су ішінде ұсталды. Ерітінділерге толығымен қанғаннан кейін тұқымдар дистилденген сумен жуылып, бөлме температурасында 24 сағат бойы құрғақ күйге дейін кептірілді (праймингтің екінші сатысы). Осылай прайминг әдісімен өңдегеннен кейін тұқымдар Петри табақшасының ішіне салынған ылғал Whatman сүзгі қағаздарының бетінде күндізгі жарық (16 сағат жарық /8 сағат қараңғы), температура 22°C, салыстырмалы ылғалдылық 75-85% және жарық $100 \text{ мкЕ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ жағдайларында өсірілді.

Үшінші күні тұқымның өну энергиясы (ӨЭ) талдау үшін алынған

тұқымдардың жалпы санынан өсіп шыққан тұқымдардың санын есептеу арқылы анықталды. Тәжірибенің сегізінші күні мыс тұздарының бидайдың өсуіне әсері, сонымен қатар төмендегідей биометриялық көрсеткіштер бойынша: тамыр мен өскіндердің ұзындығы, жер асты және жер үсті мүшелерінің шикі биомассасы арқылы бағаланды. Бос пролиннің мөлшерін алу және анықтау 8 күндік бидай өскіндерінің жапырақтары мен тамырларында жүргізілді [35].

Өскіндер мен тамырдың ұзындығы мен биомассасын анықтау үшін тәжірибенің бір нұсқасы үшін 10 өсімдік алынды, ал бидай өскіндерінің жапырақтары мен тамырларындағы бос про-

линнің құрамын анықтау үшін 3-5 өсімдік қолданылды. Кестелерде арифметикалық орташа мәндер мен үш тәуелсіз тәжірибе бойынша олардың стандартты ауытқулары көрсетілді. Айырмашылықтардың сенімділігі Студенттің критерийі бойынша 5% маңыздылық деңгейінде бағаланды.

Зерттеу барысында алынған деректерді статистикалық өңдеу STATISTICA 6.0 («StatSoft», USA) бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүргізілді.

Зерттеу нәтижесін талқылау. Дән тұқымдарының қабығының төмен өткізгіштігіне қарамастан [36], мыс тұздары тұқымның өнуіне ингибиторлық әсер етті (кесте 1).

Кесте 1. Бидай (*Triticum aestivum* L.) тұқымдарының Ақмола 2 сортының өну энергиясына CuSO_4 әсері

Тұздардың концентрациясы, мкМ	75 мМ Na_2MoO_4 -мен тұқымдарды праймингтеу	Барлық тұқымдар саны	CuSO_4	
			Өскен тұқымдар саны	Өну энергиясы
Бақылау (H_2O)	-	100	$91 \pm 2,6$	91
Бақылау (H_2O)	+	100	$95 \pm 1,2$	95
50 мкМ	-	100	$84 \pm 3,2$	84
50 мкМ	+	100	$90 \pm 4,6$	90
100 мкМ	-	100	$78 \pm 3,5$	78
100 мкМ	+	100	$85 \pm 3,5$	85
150 мкМ	-	100	$65 \pm 2,2$	65
150 мкМ	+	100	$72 \pm 3,2$	72
300 мкМ	-	100	$61 \pm 1,7$	61
300 мкМ	+	100	$67 \pm 2,1$	67

1-ші кестеден көріп отырғанымыздай, 75 мМ Na_2MoO_4 -мен праймингтелген тұқымдардың өну энергиясы праймингтелмеген тұқымдардан жоғары болып тұр. Бұл мысалы, мыс сульфатының 100 мкМ концентрациясы құйылған Петри табақшасында 8 күн өскен бидай тұқымдарының өну энергиясынан көруге болады. Праймингтелген тұқымның өнуі праймингтелмеген бақылаумен салыстырғанда 8% артық

өнген. Осындай жағдай басқа концентрацияларда өскен бидай өскіндерінде де байқалады.

2-ші кестеде 8 күндік бидай өскіндерінің сабағы мен тамырының биомассасына ауыр металл мыстың әсері берілген. Көріп отырғанымыздай 75 мМ Na_2MoO_4 -мен праймингтелген бидай өскіндерінің сабағы мен тамырының биомассасы праймингтелмеген бидай өскіндермен салыстырған жақсы өскен.

Кесте 2. CuSO_4 -ның 8 күндік бидай (*Triticum aestivum* L.) Ақмола 2 сорты өскіндерінің сабағы мен тамырының биомассасына әсері

Тұздардың концентрациясы, мкМ	75 мМ Na_2MoO_4 -мен тұқымдарды праймингтеу	Сабақ		Тамыр	
		Салмағы (мг)	Ұзындығы (мм)	Салмағы (мг)	Ұзындығы (мм)
Бақылау (H_2O)	-	$354 \pm 6,6$	$93 \pm 4,3$	$271 \pm 6,0$	$75 \pm 5,7$
Бақылау (H_2O)	+	$542 \pm 5,6$	$112 \pm 3,3$	$357 \pm 4,3$	$87 \pm 5,1$
50 мкМ	-	$428 \pm 2,3$	$108 \pm 1,4$	$234 \pm 1,4$	$85 \pm 2,7$
50 мкМ	+	$593 \pm 6,9$	$120 \pm 5,7$	$362 \pm 4,8$	$106 \pm 5,5$
100 мкМ	-	$262 \pm 1,2$	$87 \pm 2,2$	$227 \pm 1,4$	$84 \pm 3,4$
100 мкМ	+	$330 \pm 6,5$	$91 \pm 2,9$	$283 \pm 9,4$	$101 \pm 4,0$
150 мкМ	-	$259 \pm 3,1$	$80 \pm 4,7$	$182 \pm 4,2$	$72 \pm 4,0$
150 мкМ	+	$258 \pm 5,9$	$84 \pm 6,1$	$241 \pm 7,9$	$78 \pm 6,8$
300 мкМ	-	$124 \pm 2,7$	$74 \pm 3,1$	$87 \pm 2,2$	$54 \pm 2,4$
300 мкМ	+	$188 \pm 1,1$	$80 \pm 3,6$	$102 \pm 1,8$	$62 \pm 2,9$

Бұл молибдаттың өсімдіктерде азотты сіңіруге қатысатын молибдоферменттердің әсерінен деп айтуға болады.

Жоғарыда айтылғандай [37], ауыр металдардың өсімдік ағзасына дозаға тәуелділігі үш фазаға сәйкес келетін үш сегменттен: тапшылық фазасы, төзімділік фазасы және уыттылық фазасынан тұрады. Тапшылық фазасы ауыр металл өте аз және аз дозалары әсерінен байқалады және тұз концентрациясының жоғарылауымен оң биологиялық реакциямен бірге жүреді. Екінші фаза – төзімділік фазасы ауыр металл концентрациясының жоғарылауы өсімдік ағзасының реакция өзгергіштігімен қатар жүрмейтіндігімен сипатталады. Ауыр металл концентрациясын шекті мәннен жоғары пайдаланған кезде уыттылық фазасы байқалады, ол ауыр металдың жоғары дозаларында өсімдік ағзасының өлімімен аяқталады. Маңызды элементтер жағдайында, яғни өсімдіктерге ең аз мөлшерде қажет металдар барлық үш фазадан тұрады. Өсімдіктер тіршілігінде маңызы жоқ, керісінше метаболизмдік процестердің бұзылуына әкелетін ауыр металдар үшін бірінші кезең болмайды және мұндай элементтердің минималды дозалары

төзімділік фазасына сәйкес келетін әсер тудырады [37, 38].

Ауыр металдардың әсері кезіндегі өсімдіктердегі физиологиялық және биохимиялық процестердің өзгеруінің негізгі себебі оттегінің белсенді формасының (АФК-ның) артық мөлшерінен туындаған тотығу стресі. Стрестік жағдайларда АФК-ны залалсыздандыру антиоксидантты ферменттер қатысатын көп сатылы қорғаныс жүйесімен қамтамасыз етіледі. Алайда тотығу стрессінде ферменттерді тек АФК-ны ғана емес, сонымен қатар ауыр металдардың өздері де белсенді етпеуі мүмкін. Бұл жағдайда антиоксиданттардың негізгі және тиімді рөлін төмен молекулалы метаболиттер атқарады, олардың біріне пролин жатады. Имин қышқылы пролин супероксидрадикалды және гидроксил радикалын детоксикациялауға қатысады [39].

Бидай жапырақтары (1,14 мкМ/г шикі масса) тамырларға (0,67 мкМ/г шикі массаға) қарағанда пролиннің жоғары деңгейіне ие болды (кесте 3). Осындай көрсеткіштер басқа да мыс сульфатының концентрацияларында байқалды. Ал молибдатпен праймингтелген өсімдіктегі пролин мөлшері праймингтелмеген өсімдіктегінен төмен көрсеткіш

Кесте 3. CuSO_4 концентрациясына байланысты 8 күндік бидай (*Triticum aestivum* L.) Ақмола 2 сорты өсімдіктерінің жапырақтары мен тамырларындағы пролин мөлшері (мкМ/г)

Тұздардың концентрациясы, мкМ	75 мМ Na_2MoO_4 -мен тұқымдарды праймингтеу	CdSO_4	
		Жапырағы	Тамыры
Бақылау (H_2O)	-	$1,14 \pm 0,11$	$0,67 \pm 0,06$
Бақылау (H_2O)	+	$0,92 \pm 0,12$	$0,65 \pm 0,22$
50 мкМ	-	$1,19 \pm 0,14$	$0,73 \pm 0,08$
50 мкМ	+	$1,02 \pm 0,17$	$0,70 \pm 0,21$
100 мкМ	-	$1,23 \pm 0,18$	$0,82 \pm 0,15$
100 мкМ	+	$1,36 \pm 0,05$	$0,76 \pm 0,04$
150 мкМ	-	$1,49 \pm 0,02$	$0,91 \pm 0,16$
150 мкМ	+	$1,33 \pm 0,03$	$0,80 \pm 0,31$
300 мкМ	-	$2,69 \pm 0,21$	$1,18 \pm 0,23$
300 мкМ	+	$1,82 \pm 0,08$	$0,94 \pm 0,02$

беріп отыр. Бұл молибдоферменттердің абиотикалық стресске қарсы тұра алатындығын көрсетеді. Тамыр жасушаларында пролиннің жинақталуындағы бақылаумен салыстырғанда айтарлықтай өзгерістер байқалмады.

3-ші кестенің деректерінен көріп отырғанымыздай, жапырақта CuSO_4 -тің 300 мкМ екі концентрациялары праймингтелген мен праймингтелмегенді салыстырған кезінде орташа есеппен 42%-ға асатындығы көруге болады.

Қорытынды. Мыс тұзының түрлі концентрациялары әсерінен туындаған стресске бидай өскіндері мен тамырларының реакцияларын салыстырмалы талдау негізінде келесі қорытынды жасауға болады:

1. Мыс тұздары бидай өскіндеріне аз мөлшерде (50 мкМ) әсер етуі кезінде жер үсті мүшелері мен тамырлары арқылы биомассаның өсуі мен жинақталу процестерін ынталандыру байқалды, бұл осы өсімдіктердің ауыр металдың әсеріне төзімділігін көрсетеді.

2. 75 мМ Na_2MoO_4 -мен праймингтелген бидай өскіндерінің сабағы мен тамырының биомассасы праймингтелмеген бидай өскіндермен салыстырған жақсы өсуі молибдаттың өсімдіктерде азотты сіңіруге қатысатын молибдоферменттердің әсері деп айтуға болады.

3. Өсу көрсеткіштерінің өзгеруі мен түрлі концентрациядағы пролин бидай құрамының арасындағы теріс байланыс анықталды, бұл пролиннің ауыр металл әсеріне антиоксиданттық белсенділіктің қалыптасуына қатысуын көрсетеді. Имин қышқылы пролин супероксидрадикалды және гидроксил радикалын детоксикациялауға қатысады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Liu J.J., Wei Z., Li J.H. Effects of copper on leaf membrane structure and root activity of maize seedling // Bot. Stud. - 2014. - Vol. 55. - P. 41-47.
2. Wang Q.H., Liang X., Dong Y.J., Xu L.L., Zhang X.W., Hou J., Fan Z.Y. Effects of exogenous nitric oxide on cadmium toxicity, element contents and antioxidative system in perennial ryegrass // Plant Growth Regul. - 2013. - Vol. 69. - P. 11-20.
3. Macedo L.S., Morril W.B. Origem e Comportamento dos Metais Fitotoxicos: Revisao da Literatura, Tecnologia & Ciência Agropecuária. - 2008. - Vol. 2. - P. 29-38.
4. Karaca A. Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil // Geoderma. - 2004. - Vol. 122. - P. 297-303.
5. Guo G., Lei M., Wang Y., Song B., Yang J. Accumulation of As, Cd, and Pb in sixteen wheat cultivars grown in contaminated soils and associated health risk assessment // Int.

- J. Environ. Res. Publ. Health. - 2018. - Vol. 15. - P.231-235.
6. Sandalio L.M., Dalurzo H.C., Gomez M., Romero-Puertas M.C., del Rio L. A. Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants // J. Exp. Bot. - 2001. - Vol. 52. - P. 2115-2126.
7. Rai P.K., Lee S.S., Zhang M., Tsang Y.F., Kim K.H. Heavy metals in food crops: health risks, fate, mechanisms and management // Environ. Int. - 2019. Vol. 125. - P. 365-385.
8. Singh S., Parihar P., Singh R., Singh V.P., Prasad S.M. Heavy metal tolerance in plants: role of transcriptomics, proteomics, metabolomics, and ionomics // Front. Plant Sci. - 2015. - Vol. 6. - P. 1143
9. Lopez-Climent M.F., Arbona V., Perez-Clemente R.M., Gomez-Cadenas A., Effects of cadmium on gas exchange and phytohormone contents in citrus // Biol. Plant. - 2011. - Vol. 55. - P. 187-190.
10. Rizvi A., Ahmed B., Zaidi A., Khan M. S. Heavy metal mediated phytotoxic impact on winter wheat: oxidative stress and microbial management of toxicity by *Bacillus subtilis* // BM2, RSC Adv. - 2019. - Vol. 9. - P. 6125-6142
11. Pintilie O., Zaharia M., Cosma A., Butnaru A., Murariu M., Drochioiu G., Sandu I., Assay I. Effect of heavy metals on the germination of wheat seeds: Enzymatic The Annals of "Dunarea De Jos" // University of Galati Fascicle IX, Metallurgy Mater Sci 1. - 2016. - P. 245-248.
12. Mahmood T., Gupta K.J., Kaiser W.M. Cd stress stimulates nitric oxide production by wheat roots // Pak. J. Bot. - 2009. - Vol. 41. - P. 1285-1290.
13. Mohammad J.K., Muhammad T., Khalid K. Effect of organic and inorganic amendments on the heavy metal content of soil and wheat crop irrigated with wastewater // Sarhad J. Agric. - 2013. Vol. - 29. - P. 145-152.
14. Pizzeghello D., Francioso O., Ertani A., Muscolo A., Nardi S. Isopentenyl adenosine and cytokinin-like activity of different humic substances // J. Geochem. Explor. - 2013. - Vol. 129. - P. 70-75.
15. Gadd G.M. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation // Mycol. Res. - 2007. - Vol. 111. - P. 3-49.
16. Мазей Н. Г. Влияние ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} на рост и развитие растений пшеницы // Известия Пензенского государственного педагогического университета. Серия: Естественные науки. - 2008. - № 10 (14). - С. 33-38.
17. Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. - 2001. - Т. 48, № 4. - С. 606-630.
18. Караваев В. А., Баулин А. М., Гордиенко Т. В. и др. Изменение фотосинтетического аппарата листьев бобов в зависимости от содержания тяжелых металлов в среде выращивания // Физиология растений. - 2001. - Т. 48, № 1. - С. 47-54.
19. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. - Петрозаводск: КарНЦ РАН. - 2014. - 194 с.
20. Сазанова К. А., Башмаков Д. И., Лукаткин А.С. Генерация супероксидного анион-радикала в листьях растений при хроническом действии тяжелых металлов // Труды КарНЦ РАН. Серия: Экспериментальная биология. - 2012. №2. - С. 119-124.
21. Стеценко Л.А., Шевякова Н.И., Ракитин В. Ю., Кузнецов Вл. В. Проллин защищает растения *Atropa belladonna* от токсического действия солей никеля // Физиология растений. - 2011. - Т. 58, № 2. - С. 275-282.
22. Караваев В. А., Довыдьков С. А. Влияние хлорида кадмия на медленную индукцию флуоресценции и фотосинтез листьев бобов // Биофизика. - 1999. - Т. 44, № 1. - С. 145-146.
23. Ботаника (в 4 томах). Том 2. Физиология растений. / П. Зитте, Э.В. Вайлер, Й.В. Кадерайт, А. Брезински, К.Кёрнер; пер. с нем. О.В. Артемьевой, Т.А. Власовой, И.Г. Карнаухова, Н.Б. Колесовой, М.Ю. Чередниченко. - М.: Изд. центр «Академия», 2008. - С. 58, 156.
24. Mendel R-R. Cell biology of molybdenum in plants. // Plant Cell Rep., №30 (10), 2011. - P. 1787-1797.
25. http://wolframpo.ru/molibden_i_egoRol_v_zhizni

26. Farooq M, Wahid A., Siddique K.H.M. Micronutrient application through seed treatments - a review. // *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, №12 (1), 2012. – P. 125-142.
27. Harris D., Tripathi R.S., Joshi A. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice. - *The International Rice Institute, Manila, Philippines*, 2000. – 164 pp.
28. Bradford K.J., Steiner J.J., Trawatha S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. // *Crop Sci.*, №30, 1990. – P. 718 - 721.
29. Rudrapal D., Nakamura S. The effect of hydration-dehydration pre-treatments on eggplant and radish seed viability and vigour. // *Seed Sci. Tech.*, №16, 1988. – P. 123-130.
30. Basra S.M.A., Farooq M., Khaliq A. Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). // *Pak. J. Life Soc. Sci.*, №1, 2003. – P. 5-9.
31. Pegah M.D., Sharif-Zadeh F., Janmohammadi M. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). // *ARPJ. Agric. and Biol. Sci.*, №3, 2008. – P. 22-25.
32. Basra S.M.A., Zia M.N., Mehmood T., Afzal I. and Khaliq A. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. // *Pak. J. Arid Agri.*, №5, 2002. – P. 11-16.
33. Farooq M, Basra S.M.A., Karim H.A., Afzal I. Optimization of seed hardening techniques for rice seed invigoration. // *Emir. J. Agric. Sci.*, №16, 2004. – P. 48 - 57.
34. Shehzad M., Ayub M., Ahmad A.U.H., Yaseen M. Influence of priming techniques on emergence and seedling growth of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). // *The Journal of Animal & Plant Sciences*, №22(1), 2012. – P. 154-158.
35. Bates L. S. Rapid determination of free proline for stress studies // *Plant Soil*. - 1973. - Vol. 39. – P. 205-207.
36. Тутов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2014. – 194 с.
37. Berry W.L., Wallace A. Toxicity: the concept and relationship to the dose response curve // *Journal of plant nutrition*. - 1981. - No.3. – P. 13-19.
38. Ерофеева Е. А. Гормезис и парадоксальные эффекты у растений в условиях автотранспортного загрязнения и при действии поллютантов в эксперименте: дис. докт. биол. наук. Нижний Новгород, - 2016. – 184 с.
39. Радюкина Н.Л., Шашукова А.В., Шевякова Н.И., Кузнецов Вл. В. Участие пролина в системе антиоксидантной защиты у шалфея при действии NaCl и параквата // *Физиология растений*. - 2008. - Т. 55, №5. – С. 721-730.

References

1. Liu J.J., Wei Z., Li J.H. Effects of copper on leaf membrane structure and root activity of maize seedling // *Bot. Stud.* - 2014. - Vol. 55. – P. 41-47.
2. Wang Q.H., Liang X., Dong Y.J., Xu L.L., Zhang X.W., Hou J., Fan Z.Y. Effects of exogenous nitric oxide on cadmium toxicity. element contents and antioxidative system in perennial ryegrass // *Plant Growth Regul.* - 2013. - Vol. 69. - P. 11-20.
3. Macedo L.S., Morril W.B. Origem e Comportamento dos Metais Fitotoxicos: Revisao da Literatura. Tecnologia & Ciencia Agropecuria. - 2008. - Vol. 2. - P. 29-38.
4. Karaca A. Effect of organic wastes on the extractability of cadmium. copper. nickel. and zinc in soil // *Geoderma*. - 2004. - Vol.122. – P. 297-303.
5. Guo G., Lei M., Wang Y., Song B., Yang J. Accumulation of As. Cd. and Pb in sixteen wheat cultivars grown in contaminated soils and associated health risk assessment // *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. - 2018. - Vol. 15. – P.231-235.
6. Sandalio L.M., Dalurzo H.C., Gomez M., Romero-Puertas M.C. del Rio L. A. Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants // *J. Exp. Bot.* - 2001. - Vol. 52. – P. 2115-2126.
7. Rai P.K., Lee S.S., Zhang M., Tsang Y.F., Kim K.H. Heavy metals in food crops: health risks. fate. mechanisms and management // *Environ. Int.* - 2019. Vol. 125. – P. 365-385.
8. Singh S. Parihar P., Singh R., Singh V.P., Prasad S.M. Heavy metal tolerance in

- plants: role of transcriptomics. proteomics. metabolomics. and ionomics // *Front. Plant Sci.* - 2015. - Vol. 6. - P. 1143
9. Lopez-Climent M.F., Arbona V., Perez-Clemente R.M., Gomez-Cadenas A. Effects of cadmium on gas exchange and phytohormone contents in citrus // *Biol. Plant.* - 2011. - Vol. 55. - P. 187-190.
10. Rizvi A., Ahmed B., Zaidi A., Khan M. S. Heavy metal mediated phytotoxic impact on winter wheat: oxidative stress and microbial management of toxicity by *Bacillus subtilis* // *BM2. RSC Adv.* - 2019. - Vol. 9. - P. 6125-6142
11. Pintilie O., Zaharia M., Cosma A., Butnaru A., Murariu M., Drochioiu G., Sandu I., Assay I. Effect of heavy metals on the germination of wheat seeds: Enzymatic The Annals of "Dunarea De Jos" // *University of Galati Fascicle IX. Metallurgy Mater Sci I.* - 2016. - P. 245-248.
12. Mahmood T., Gupta K.J., Kaiser W.M. Cd stress stimulates nitric oxide production by wheat roots // *Pak. J. Bot.* - 2009. - Vol. 41. - P. 1285-1290.
13. Mohammad J.K., Muhammad T., Khalid K. Effect of organic and inorganic amendments on the heavy metal content of soil and wheat crop irrigated with wastewater // *Sarhad J. Agric.* - 2013. Vol. - 29. - P. 145-152.
14. Pizzeghello D., Francioso O., Ertani A., Muscolo A., Nardi S. Isopentenyl adenosine and cytokinin-like activity of different humic substances // *J. Geochem. Explor.* - 2013. - Vol. 129. - P. 70-75.
15. Gadd G.M. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation // *Mycol. Res.* - 2007. - Vol. 111. - P. 3-49.
16. Mazey N.G. Vliyaniye ionov Cd^{+2} i Pb^{+2} na rost i razvitiye rasteniy pshenitsy // *Izvestiya Penzen'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki.* - 2008. - № 10 (14). - S. 33-38.
17. Seregin I.V., Ivanov V.B., Fiziologicheskiye aspekty toksicheskogo deystviya kadmiya i svintsa na vysshieye rasteniya // *Fiziologiya rasteniy.* - 2001. - T. 48. № 4. - S. 606-630.
18. Karavayev V.A., Baulin A.M., Gordiyenko T.V. i dr. Izmeneniye fotosinteticheskogo apparata listyev bobov v zavisimosti ot sodержaniya tyazhelykh metallov v srede vyrashchivaniya // *Fiziologiya rasteniy.* - 2001. - T. 48. № 1. - S. 47-54.
19. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. Tyazhelyye metally i rasteniya. - Petrozavodsk: KarNTs RAN. - 2014. - 194 s.
20. Sazanova K.A., Bashmakov D.I., Lukatkin A.S. Generatsiya superoksidnogo anion-radikala v listyakh rasteniy pri khronicheskom deystvii tyazhelykh metallov // *Trudy KarNTs RAN. Seriya: Eksperimentalnaya biologiya.* - 2012. № 2. - S. 119-124.
21. Stetsenko L.A., Shevyakova N.I., Rakitin V.Yu., Kuznetsov V.V. Prolin zashchishchayet rasteniya *Atropa belladonna* ot toksicheskogo deystviya soley nikelya // *Fiziologiya rasteniy.* - 2011. - T. 58. № 2. - S. 275-282.
22. Karavayev V.A., Dovydkov S.A. Vliyaniye khlorida kadmiya na medlennuyu induktsiyu fluorestsentsii i fotosintez listyev bobov // *Biofizika.* - 1999. - T. 44. № 1. - S. 145-146.
23. Botanika (v 4 tomakh). Tom 2. Fiziologiya rasteniy. / P. Zitte. E.V. Vayler. Y.V. Kaderayt. A. Brezinski. K. Krner; per. s nem. O.V. Artemyevoy. T.A. Vlasovoy. I.G. Karnaukhova. N.B. Kolesovoy. M.Yu. Cherednichenko. - M.: Izd. tsentr «Akademiya». 2008. - S. 58. 156.
24. Mendel R-R. Cell biology of molybdenum in plants. // *Plant Cell Rep.* №30 (10). 2011. - P. 1787-1797.
25. http://wolframpo.ru/molibden_i_egoRol_v_zhizni
26. Farooq M., Wahid A., Siddique K.H.M. Micronutrient application through seed treatments - a review. // *J. Soil Sci. Plant Nutr.* №12 (1). 2012. - P. 125-142.
27. Harris D., Tripathi R.S., Joshi A. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice. - The International Rice Institute. Manila. Philippines. 2000. - 164 pp.
28. Bradford K.J., Steiner J.J., Trawatha S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. // *Crop Sci.* №30. 1990. - P. 718 - 721.
29. Rudrapal D., Nakamura S. The effect of hydration-dehydration pre-treatments on eggplant and radish seed viability and vigour. // *Seed Sci. Tech.* №16. 1988. - P. 123-130.

30. Basra S.M.A., Farooq M., Khaliq A. Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). // *Pak. J. Life Soc. Sci.* №1. 2003. – P. 5-9.

31. Pegah M.D., Sharif-Zadeh F., Janmohammadi M. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). // *ARPN J. Agric. and Biol. Sci.* №3. 2008. – P. 22-25.

32. Basra S.M.A., Zia M.N., Mehmood T., Afzal I. and Khaliq A. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. // *Pak. J. Arid Agri.* №5. 2002. – P. 11-16.

33. Farooq M., Basra S.M., Karim H.A., Afzal I. Optimization of seed hardening techniques for rice seed invigoration. // *Emir. J. Agric. Sci.* №16. 2004. – P. 48 - 57.

34. Shehzad M., Ayub M., Ahmad A.U., Yaseen M. Influence of priming techniques on emergence and seedling growth of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). // *The Journal of Animal & Plant Sciences.* №22(1). 2012. – P. 154-158.

35. Bates L.S. Rapid determination of free proline for stress studies // *Plant Soil.* - 1973. - Vol. 39. – P. 205-207.

36. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. Tyazhelye metally i rasteniya. Petrozavodsk: KarNTs RAN. 2014. – 194 s.

37. Berry W.L. Wallace A. Toxicity: the concept and relationship to the dose response curve // *Journal of plant nutrition.* - 1981. - No. 3. – P. 13-19.

38. Erofeyeva E.A. Gormezis i paradoksalnyye efekty u rasteniy v usloviyakh avtotransportnogo zagryazneniya i pri deystvii pollyutantov v eksperimente: dis. dokt. biol. nauk. Nizhniy Novgorod. - 2016. – 184 s.

39. Radyukina N.L. Shashukova A.V. Shevyakova N.I. Kuznetsov V.I. Uchastiye prolina v sisteme antioksidantnoy zashchity u shalfeya pri deystvii NaCl i parakvata // *Fiziologiya rasteniy.* - 2008. - T. 55. № 5. – S. 721-730.

Влияние ионов меди на рост и содержание пролина в растениях пшеница (*Triticum aestivum* L.)

Аннотация

В статье представлены результаты исследования влияния меди тяжелых металлов на показатели всхожести и роста семян пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Акмола 2. Исследование проводилось в лабораторных условиях. В качестве источника меди были взяты концентрации соли CuSO_4 50 мкМ, 100 мкМ, 150 мкМ и 300 мкМ. Семена предварительно грунтовали в растворе молибдата (75 мМ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) для равномерного прорастания. Проведено обобщение результатов влияния грунтованных и не грунтованных семян на некоторые физиологические показатели роста и развития в указанных концентрациях меди. Всхожесть семян, грунтованных под соли тяжелых металлов, остается выше, чем семян, не грунтованных.

Показано, что в ответ на стресс, вызванный солями металла меди, растения отвечают за накопление значительного количества пролина в листьях и корнях, выполняющих протекторную функцию.

Полученные результаты свидетельствуют о устойчивости растения пшеницы к воздействию тяжелых металлов меди, семян грунтованных молибдатом.

Ключевые слова: влияние меди, прайминг семян, всхожесть семян, пролин, устойчивость.

***The effect of copper ions on the growth
and content of proline in wheat plants
(Triticum aestivum L.)***

Summary

The article presents the results of the study of the influence of copper heavy metals on the germination and growth of wheat seeds (Triticum aestivum L.) of the variety Akmola 2. The study was conducted under laboratory conditions. As a source of copper, concentrations of the CuSO₄ salt of 50 µmol, 100 µmol, 150 µmol, and 300 µmol were taken. The seeds were pre-primed in a solution of molybdate (75 mM Na₂MoO₄·2H₂O) for uniform germination. The results of the influence of primed and non-primed seeds on some physiological indicators of growth and development in these concentrations of copper are discussed. The germination rate of seeds primed for heavy metal salts remains higher than that of seeds not primed.

It is shown that in response to stress caused by copper metal salts, plants are responsible for the accumulation of a significant amount of proline in the leaves and roots that perform a protective function.

The results obtained indicate the resistance of the wheat plant to the effects of heavy metals of copper, seeds primed with molybdate.

Key words: *copper influence, seed priming, seed germination, proline, stability.*

**КЕАҚ «Павлодар педагогикалық
университеті»
БСН 040340005741
ЖСК №KZ609650000061536309
АО ForteBank («Альянс Банк»)
БИК IRTYKZKA
ОКПО 40200973
КБЕ 16**

**НАО «Павлодарский педагогический
университет»
БИН 040340005741
ИИК №KZ609650000061536309
АО ForteBank («Альянс Банк»)
БИК IRTYKZKA
ОКПО 40200973
КБЕ 16**

*Компьютерде беттеген: Г. Карасартова
Теруге 05.06.2021 ж. жіберілді.
Басуға 25.06.2021 ж. қол қойылды.
Форматы 70x100 1/16.
Кітап-журнал қағазы.
Көлемі 5,6 шартты б.т.
Таралымы 300 дана.
Бағасы келісім бойынша.
Тапсырыс №1362*

*Компьютерная верстка: Г. Карасартова
Сдано в набор 05.06.2021 г.
Подписано в печать 25.06.2021 г.
Формат 70x100 1/16.
Бумага книжно-журнальная.
Объем 5,6 уч.-изд. л.
Тираж 300 экз.
Цена договорная.
Заказ №1362*

**Редакциялық-баспа бөлімі
Павлодар педагогикалық
университеті**

**Редакционно-издательский отдел
Павлодарского педагогического
университета**

**140002, Павлодар қ., Мира к-сі, 60.
Тел. 8 (7182) 55-27-98.**

**140002, г. Павлодар, ул. Мира, 60.
Тел. 8 (7182) 55-27-98.**