

ӨЖ 551. 510.42:581.13

<sup>1</sup>Н.С. Исалиева\*, <sup>2</sup>Е.А. Кіршібаев, <sup>2</sup>М. Қамұнұр, <sup>1</sup>Ж.М. Ералиева<sup>1</sup>Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.<sup>2</sup>Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*E-mail: nazimka1990@mail.ru

**Қант құмай өсімдігінің өніп-өсуіне ауыр металдардың әсері**

Мақалада қант құмайы өсімдігінің өніп-өсуіне ауыр металдар мыс пен қорғасынның әртүрлі концентрациясының әсерінің салыстырмалы түрде зерттеу нәтижесі келтірілген. Ауыр металдар өсімдіктің өсуіне алғашқы өну сатысынан бастап әсер ететіндігі анықталды. Қорғасынның мысқа қарағанда дәннің өнуіне улы әсері жоғары екендігі көрсетілді. Сондай-ақ ауыр металдар өсімдіктердің жер үсті мүшелеріне қарағанда тамыр жүйесіне өте улы әсер ететіндігі анықталды.

**Түйін сөздер:** ауыр металдар, мыс, қорғасын, қант құмайы, биомасса, өну, өсу.

N.S. Ysalyeva, E.A. Kyrshybaev, M. Kamunur, Zh.M. Eralieva

**Effect of heavy metals on the growth and development of sweet sorghum**

The paper describes the comparative study of the effect of different concentrations of heavy metal salts (plumbum and copper) on the germination and growth of plants of sweet sorghum. Toxic effects of heavy metals on plant growth at early stage of development have been determined. Strong toxic effects of heavy metals on the root system than the shoot of plants have been shown. Storage material of seeds more sensitive to lead than copper has been defined.

**Keywords:** heavy metals, copper, lead, sorghum, biomass, germination, growth.

Н.С. Исалиева, Е.А. Киршибаев, М. Камунур, Ж.М. Ералиева

**Влияние тяжелых металлов на рост и развития сахарного сорго**

В статье рассмотрены вопросы сравнительного исследования влияния различных концентрации солей тяжелых металлов (свинца и меди) на всхожесть и рост растений сахарной сорго. Определено токсическое действие тяжелых металлов на рост растений, начиная с раннего этапа развития. Показано, что соли тяжелых металлов оказывают сильное токсическое действие на корневую систему, чем на надземную часть растения. Определено, что запасные вещества семян более чувствительны к действию свинца по сравнению с медью.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, медь, свинец, сорго сахарное, биомасса, всхожесть, рост.

Әлемде жылына әртүрлі өндіріс орындарында миллиондаған тонна химиялық заттар өндіріледі. Оның біршама бөлігі әртүрлі жолдармен қалдық ретінде, газ түрінде қоршаған ортаға таралып жинақталды. Улы заттардың биосферадағы мөлшерінің артуы тірі ағзаларға кері әсерін тигізеді. Химиялық элементтердің басым көпшілігі тірі ағзалардың негізін құрайтын немесе оларда жүретін зат алмасудың маңызды бөлігі немесе органогендер мен макро, микро-элементтер қатарынан орын алады. Дегенмен, ондай элементтер шектеулі мөлшерінде ғана оң әсер береді. Ал химиялық элементтердің қоршаған ортадағы мөлшерінің шектен тыс артуы өзінің кері әсерін тигізе бастайды. Ондай көрністер жердің сортаңдануы, судың ластануы,

техногенді аймақтардың пайда болуы, өсімдік жамылғысының күрт азаюы, ауылшаруашылық дақылдардың өнімділіктерінің төмендеуі, адам мен жануарларда түрлі аурулардың пайда болуы, биологиялық әртүрліліктің жұтаңдануы, т.б. қауіпті қайтымсыз процестерге алып келеді [1-7].

Химиялық улы заттардың түрлері өте көп олардың қатарында тірі ағзаларға улы әсер ететін пестицидтермен қатар ауыр металдар жиі аталады. Себебі ауыр металдар қоршаған ортада кең таралған, өндірісте жиі қолданылады. Ауыр металдар қатарына аз мөлшерде тірі ағзалар үшін қажетті (Cu, Zn, Fe, Mn) элементтер кірсе, тіпті, өте аз дозасында улану мен қауіпті ауруларға бастама беретін (Pb, Cd, Hg) элементтер де бар [6]. Негізінен, ауыр металға судың тығыздығы-

нан бес есе көп, салыстырмалы атомдық салмағы 50-ден жоғары химиялық элементтер жатады [1-3]. Тірі ағзаларға әсер ету мөлшеріне байланысты химиялық элементтерді келесідей кластарға жіктейді:

1. Өте улы 1 мг/л-ден төмен концентрациясында Ag, Be, Hg, Sn, Cd, Ni, Pb;

2. Орташа улы 1 мг/л-ден 100 мг/л аралықтағы концентрация As, Se, Al, Ba, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Zn;

3. Улы әсері төмен 100 мг/л-ден жоғары Ca, Mg, Sr Li;

Ауыр металдардың басқа ластаушылардан мынадай ерекшеліктері бар:

– ауыр металдар арнайы ластаушы заттар тобына жатпайды, себебі бұл заттар арнайы ластағыштарға қарағанда (мысалы, пестицидтер мен бензапирен) биосферада қалыпты, экологиялық таза аймақтарда да кездеседі.

– ауыр металдарға “өзін-өзі” тазарту ұғымы қолданылмайды, яғни олар қоршаған ортада ыдырамайды. Олардың жартылай тазаруының алғашқы кезеңі (бастапқы концентрациясының жартысы) әр элемент үшін әртүрлі және ұзақ уақытты қажет етеді: мырыш 70-310 жылға дейін, мыс 310-1500 жыл, кадмий 13-110 жыл, қорғасын 740-5900 жылды қажет етеді. Бұл көрсеткіштер топырақ түріне, органың рН-на және тағы басқа да қасиеттерге байланысты өзгеріп отырады [8,9,10].

Қант құмайы (*Sorghum saccharatum* Pers.) құмай (*Sorghum* (L.), Moench.) туысы, астық тұқымдасына (Poaceae) жатады. Қант құмайы құрғақшылыққа, тұздануға төзімдірек болып табылады. Сонымен қатар дәнді және сыпыртқылы түрлеріне қарағанда сабағының шырынының құрамында 10-20%-дан астам ерігіш қанттар болатындығымен ерекшеленеді. Табиғатта сахарозаны осындай жылдамдықпен синтездейтін басқа өсімдік жоқ. Қант қызылшасын өсіру не тиімсіз, не мүмкін емес оңтүстік құрғақ аудандарда қант құмайы өсе алатындықтан

соңғы кездердегі қант құмайына қызығушылық артуда [11].

**Жұмыстың мақсаты:** Қант құмайы өсімдігінің Боротола сортының ауыр металдар мыспен қорғасынның әртүрлі концентрацияларында өніп-өсуі ерекшеліктерін салыстырмалы зерттеу.

### Зерттеу материалдары және әдістері

Тәжірибеге дейін өсімдік тұқымдары тазаланып зертханада сақталды. Ауыр металл ретінде күкірт қышқылды мыс тұзы ( $\text{CuSO}_4$ ) және азот қышқылды қорғасынның ( $\text{PbNO}_3$ )<sub>2</sub> тұздары алынды. Тәжірибе тәжірибелік жағдайда таза жуылған ыдыстарда сулы ортада жүргізілді. Тәжірибе көлемі 200 мл пластмасса ыдыста 3-5 қайталаумен, ауыр металдарсыз бақылау, тәжірибе вариантына мыстың 10 мг/л, 20 мг/л, 40 мг/л, концентрациялары және қорғасынның 50 мг/л, 100 мг/л, 200 мг/л, концентрацияларына қойылды. Өсімдіктер дәні жақсылап 15-20 минут 16%  $\text{H}_2\text{O}_2$  ерітіндісімен жуылып өңделді. Әр ыдысқа 20 дәннен отырғызылды. Ыдыстар арнайы жабдықталған факторостатты бөлмеге қойылды. Онда 14 сағаттық жарық және күндізгі температура  $24 \pm 2$  °C, ал түнгі температура  $18 \pm 2$  °C қалпында сақталды. Жарық (күші) мөлшері 5000 люкс. Ауа ылғалдылығы – 65-70 %. Тәжірибе 15 күнге созылды. 15 күндік өсімдіктердің тамыр және сабақ ұзындықтары, дәннің өну көрсеткіші, жеке мүшелері мен бүкіл өсімдіктің биомассасы өлшенді.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Қоректік ортадағы ауыр металдардың улы әсері қант құмайының боротала сортының алғашқы дәнінің өнуінен бастап кері әсер ететіндігі анықталды. Ол көрсеткіштер ауыр металдардың концентрациясы жоғарылаған сайын арта түсетіндігі байқалады. Мұндай көрсеткіштерді 1-кестеден көруге болады.

**1-кесте** – Қант құмайы өсімдігінің дәнінің өнуіне мыстың әсері

Тәжірибелер	Дәннің өнуіне қойылған уақыты	Өнген дәннің саны	%
Бақылау	15 күн	$18 \pm 0,7$	100
10 мг/л	15 күн	$14 \pm 0,5$	78
20 мг/л	15 күн	$12 \pm 0,4$	67
40 мг/л	15 күн	$9 \pm 0,2$	50

Мысалы 1-кестеден көріп отырғанымыздай, бақылау вариантымен салыстырғанда мыстың қоректік ортадағы мөлшері 10 мг/л болғанда 22 пайызға төмендесе, 20 мг/л концентрацияда 33 пайызға,

ал 40 мг/л болғанда 50 пайызға дейін дәннің өну көрсеткіштері төмендегендігі анықталды. Бұл көрсеткіштер өсімдіктің әрі қарай өсуіне кері әсері болатындығы төмендегі 2-кестеде келтірілген.

### 2-кесте – Қант құмайы өсімдігінің өсуіне мыстың әсері

Тәжірибелер	Сабақтың ұзындығы	%	Тамырдың ұзындығы	%
Бақылау	6,64±0,48	100	0,81±0,06	100
10 мг/л	2,60±0,23	39	0,25±0,00	30
20 мг/л	1,78±0,18	27	0,23±0,05	28
40 мг/л	1,18±0,04	18	0,20±0,05	25

2-кестеде бақылау вариантымен салыстырғанда 10 мг/л концентрацияда сабақтың өсуі 61%-ға төмендесе, осы ортада өскен тамыр 70%-ға өсуі төмендеген. Ал, ортадағы мыстың концентрация-

сын 20-40 мг/л-ге арттырғанда өсімдік сабағының өсуі сәйкесінше 73-тен 82%-ға дейін төмендесе тамырдың өсу көрсеткіштері де 72%-дан 75 пайызға дейін төмендегенін байқауға болады.

### 3-кесте – Қант құмайы өсімдігіне биомасса жинақтауына мыстың әсері

Тәжірибелер	Дәннің бастапқы салмағы	Дәннің құрғақ салмағы	Жұмсалмаған қор заты %	Сабақтың құрғақ салмағы	%	Тамырдың құрғақ салмағы	%
Бақылау	24 мг	10±0,017	--	0,15±0,027	100	0,011±0,004	100
10 мг/л	--	12±0,028	20	0,061±0,006	40	0,0016±0,0007	14
20 мг/л	--	14±0,016	40	0,027±0,08	18	0,001±0	9
40 мг/л	--	18±0,026	80	0,022±0,004	14	0,001±0	9

Алынған көрсеткіштер мыстың улы әсерінің оның қоректік ортадағы концентрацияға байланысты артатындығын көрсетеді. Сондай-ақ өсімдіктердің ауыр металдарға сезімталдылығы олардың өскен ортада қанша биомасса жинақтай алатындығымен де тығыз байланысты. Қант құмайының Боротала сортының биомасса жинау қарқындылығы мысқа өте сезімтал екендігін байқатады. Әсіресе тамыр жүйесінің сабаққа қарағанда сезімталдылығы біршама жоғары екендігін 3-кестеден көруге болады. Мысалы, 3-кестеден көріп отырғанымыздай өсімдік дәннің қор затының жұмсалуды сабақпен тамырдың биомасса жинақтауына тура әсер еткен. Мыстың орташа және жоғары

концентрацияларында бақылау вариантымен салыстырғанда дәннің қор затының жұмсалуды 20-40%-ға төмендеген. Соған сәйкес өсімдік сабағының биомассасы 10 мг/л концентрацияда 60%-ға төмендесе 20-40 мг/л концентрацияларда 82-86 %-ға дейін төмендеген. Осы ортада өскен өсімдік тамыры орташа және жоғары концентрацияларды, тіпті, 86-дан 91 пайызға дейін биомассасынан айырылған. Бұл өсімдіктің әрі қарай өсіп дамуына өз ықпалын тигізери сөзсіз. Дегенмен төмендегі көрсеткіштерге назар аударсақ мысқа қарағанда ауыр металл қорғасын тәжірибедегі өсімдікке оданда улы әсер ететіндігін көруге болады. Ол көрсеткіштерді 4-6 кестелерден көруге болады.

**4-кесте** – Қант құмайы өсімдігінің дәнінің өнуіне қорғасынның әсері

Тәжірибелер	Тәжірибеге қойылған дәннің саны	Өнген дәннің саны	%
Бақылау	20	18±0,7	100
50 мг/л	20	11±0,5	61
100 мг/л	20	10±0,3	55
200 мг/л	20	7±0,1	39

Бұл кестеден көрініп тұрғандай өсімдіктің дәнінің өну көрсеткіші бақылау вариантымен салыстырғанда 50 мг/л концентрацияда 39%-ға төмендеген болса, қорғасынның ортадағы концентрациясы 100 мг/л болғанда 45%-ға дейін, ал

200 мг/л болғанда 61%-ға дейін төмендегені байқалады. Өсімдік дәнінің өнуіне қорғасын әсері болғандықтан әрі қарай өсіп-дамуына, биомасса жинақтауына да кері әсері байқалады. Ол көрсеткіштерді келесі 5-6 кестелерден көруімізге болады.

**5-кесте** – Қант құмайы өсімдігінің өсуіне қорғасынның әсері

Тәжірибелер	Сабақтың ұзындығы см	%	Тамырдың ұзындығы см	%
Бақылау	8,5 ± 0,74	100	5,6±2,4	100
50 мг/л	3,1± 0,52	36	1,2±0,87	21
100 мг/л	2,6±0,75	30	0,8±0,17	14
200 мг/л	1,1±0,23	13	0,6 ±0,15	10

Бесінші кестеден көретініміз бақылау вариантымен салыстырғанда сабақтың өсуі 50 мг/л концентрациясында 64%-ға, сол ортада өскен тамыр 79%-ға төмендеген. 100 мг/л қорғасынны бар ортада сабақтың ұзындығы 70%-ға, тамырдың ұзындығы 86%-ға дейін өсуін тежеген. 200мг/л концентрациясында сабақ 87%,

тамырдың ұзындығы 90%-ға дейін төмендегені анықталды. Қоректік ортада ауыр металдың концентрациясы жоғарылаған сайын өсімдіктің өсу қарқындылығы азаяды. Тамырға қарағанда сабақтың қорғасынға төзімді келетіні байқалды. Немесе тамырдың қорғаныш қызметінің дәлелі бола алады.

**6-кесте** – Қант құмайы өсімдігінің дән, тамыр, сабақтың құрғақ салмағына қорғасынның әсері

Тәжірибелер	Дәннің бастапқы салмағы	Дәннің құрғақ салмағы	Жұмсалмаған қор заты %	Сабақтың құрғақ салмағы	%	Тамырдың құрғақ салмағы	%
Бақылау	24 мг	12±0,09	--	0,239±0,05	100	0,042±0,013	100
50 мг/л	--	13±0,05	8	0,054±0,015	22	0,005±0,002	12
100 мг/л	--	14±0,034	16	0,034±0,007	14	0,004±0	9
200 мг/л	--	15±0,010	25	0,010±0,002	4	0,004±0	9

Бұл кестеде бақылау вариантымен 50 мг/л концентрациялы ортаны салыстырғанда дәннің қор затының жұмсалуды 8%-ға тежелгенде,

сабақтың биомассасы 78%-ға, ал тамырдың құрғақ салмақтары 88%-ға төмендегенін көрсеткен. Ал 100мг/л-200мг/л болғанда дәннің

қор затының жұмсалуды 16-25%-ға дейін тежелген. Соған сәйкес сабақтың құрғақ салмағы 100мг/л-200мг/л болғанда 86-96% төмендесе, осы орталарда тамырдың биомассасы 91%-ға төмен көрсеткішті байқатты. Демек, нәтижелерге зер салсақ дәннің қорғасынға төзімді келетінін байқаймыз, сабаққа қарағанда тамыр сезімтал болып келетіні анықталды.

Сонымен қорыта айтар болсақ, Қант құмайы өсімдігі Боротала сортына мыс пен қорғасынның орташа және жоғарғы концентрацияларымен әсер еттік. Нәтижесінде құрғақшылыққа, тұзға төзімді өсімдік ауыр металға да біршама сезімтал екендігін байқатты. Ауыр металдар өнуіне, өсуіне, биомассасына айтарлықтай әсер етті. Мысалы, мысы бар ортада бақылау вариантымен салыстырғанда орташа және жоғары концентрацияда өсімдіктің өнуі 23-50%-ға дейін, қорғасынмен әсер еткенде 39-61%-ға дейін

төмендеген. Өсімдіктің сабағының өсуі бақылау вариантымен салыстырғанда 10 - 40 мг/л мысты концентрацияда 61-83%-ға төмендесе, қорғасын бар ортада 64-87%-ға дейін өсуін тежеген. Ал, тамырға мыстың әсері төменгі және жоғары концентрацияда 70-74% -ға дейін, қорғасынның әсерінен 79-90%-ға дейін төмендегенін көрсетті. Мысты ең жоғарғы концентрациялы ортада дәннің қор затының жұмсалуды 80%-ға тежелген сәйкесінше өсімдік сабағының биомасса жинақтауы 86%-ға, тамыр 91%-ға дейін төмендеді. Қорғасынмен әсер еткенде дәннің қор затының жұмсалуды 25%-ға төмендесе, сәйкесінше өсімдік сабағының биомасса жинақтауы 96%-ға, тамыр 91%-ға дейін төмендеген. Демек, мысқа қарағанда қорғасынның улы әсері төмен болды. Мыстың улы әсері өсімдіктің дәнінің қор затының жұмсалудына улы әсері айқын байқалды.

#### Әдебиеттер

- 1 Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунашвили Т.А., Еистигнеева З.Г. // Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. Ин-т биохимии им. А.Н. Баха. – М.: Наука, 2005. – 199 с.
- 2 Korte F., Kvesitadze G., Ugrekheldze D., Gordeziani M. Khatishashvili G., Buadze O., Zaalishvili G., Coulston F. // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2000. – Vol. 47. – P.1-26.
- 3 Кorte Ф., Бахадир М., Клайн В., Лай Я.П., Партал Г., Шойнерт И Экологическая химия. – М.: Мир, 1996. -395 с.
- 4 Стокер Х.С., Сигер С.Л. – Химия окружающей среды. – М.: Химия, 1982. – С. 346-370.
- 5 Алексеева Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. – 141 с.
- 6 Панин М. С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана. – Семипалатинск: Издательство Государственный университет Семей, 1999. – 329 с.
- 7 Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высших растения // Физиол. Раст. – 2001. – Т. 48, №4. – С. 606-630.
- 8 Орлов Д. С., Малинина М. С., Мотузова Г.В. и др. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
- 9 Давыдова С. Л. О токсичности ионов металлов. – М.: Знание, 1991. – 32 с.
- 10 Панин М.С. Эколого-биохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана. – Семипалатинск: Издательство Семипалатинский гос. Университет им. Шакарима, 2000. – 338 с
- 11 Серета В. Сорго сахарное. Резервная культура для производства сахара и не только // Зерно. – №01. – с.4.