



Ұ Л Т Т Ы Қ  
М Е М Л Е К Е Т Т І К  
Ғ Ы Л Ы М И - Т Е Х Н И К А Л Ы Қ  
С А Р А П Т А М А О Р Т А Л Ы Ғ Ы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЕРТИЗЫ



*Alma Mater*



# ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫНЫҢ ЖАҢАЛЫҚТАРЫ

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

# НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4  
2024

Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық  
сараптама орталығы

Национальный центр государственной  
научно-технической экспертизы

---

---

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫНЫҢ  
ЖАҢАЛЫҚТАРЫ  
ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

НОВОСТИ НАУКИ  
КАЗАХСТАНА  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (163)

Алматы 2024

Межотраслевой научно-технический журнал «Новости науки Казахстана» (ISSN:1560-5655) издается с 1989 г. и выходит 4 раза в год. В журнале публикуются научные статьи фундаментального и прикладного характера, обзорные работы отечественных и зарубежных авторов. Язык публикаций: казахский, русский, английский.

Область публикаций: Технические науки, Биотехнологии, Кибернетика, Охрана окружающей среды, Пищевая промышленность, Сельское и лесное хозяйство, Химические технологии, Экономика.

Предназначен для профессорского-преподавательского состава Вузов, докторов PhD, магистрантов, студентов и сотрудников научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций, а также работников министерств и ведомств.

### **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

**М.Т. Велямов** (главный редактор), доктор биологических наук, профессор, академик МОН РК

**Л.Н. Гребцова** (редактор)

**Е.С. Сухова** (ответственный секретарь)

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Р.Г. Бияшев**, д.т.н.; **К.А. Исаков**, д.т.н.; **К.Д. Досумов**, д.х.н., проф.;

**С.Е. Соколов**, д.т.н., акад. МАИН; **Б.Р. Ракишев**, д.т.н., акад. НАН РК;

**Ж.С. Алимкулов**, д.т.н.; **Ю.А. Юлдашбаев**, д.с.-х.н., (Россия);

**М.А. Рахматуллаев**, д.т.н., (Узбекистан);

**А. Сладковски**, д.т.н., проф. (Польша);

**Д. Пажес**, гл. специалист (Франция);

**И.Ю. Потороко**, д.т.н, проф. (Россия);

**А.А. Кадыров**, д.т.н., проф, академик (Узбекистан);

**Б.К. Джурупова**, к.т.н., проф. (Кыргызстан).

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,  
ул. Богенбай батыра, 221  
Тел./факс: +8 727 350-5501 (вн. 141), 378-0549  
e-mail: l.grebtsova@ncste.kz,  
y.sukhova@ncste.kz  
Веб-сайт: vestnik.nauka.kz

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ, ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

*Касымова А.Х., Сайлау Ә.М.*

Особенности современных систем «Умного дома»  
(на казахском языке).....6

### ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

*Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б.*

Улучшение качественных показателей зерна озимой  
пшеницы благодаря листовой подкормке.....16

### БИОТЕХНОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Ахметова С.О., Султангазиева Г.С.*

Оценка качества воды реки “Большая Алматинка”  
в зоне влияния г. Алматы по микробиологическим  
показателям (на английском языке).....30

*Есеналиева М.Б.*

Механизмы влияния соли кадмия на постэмбриональное  
гемопоз в красном костном мозге  
(на казахском языке).....48

## **МАЗМҰНЫ**

### **ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ, ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

*Касымова А.Х., Сайлау Ә.М.*

Қазіргі заманғы ақылды үй жүйесінің ерекшеліктері.....6

### **ТАМАҚ ЖӘНЕ ӨНДЕУ ӨНЕРКӘСІБІ**

*Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б.*

Жапырақты үстеме қоректің арқасында күздік бидай астығының сапа көрсеткіштерін жақсарту (орыс тіліндегі) .....16

### **БИОТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

*Ахметова С.О., Султангазиева Г.С.*

Алматы қ. ықпал ету аймағындағы «Үлкен Алматы» өзен суының микробиологиялық көрсеткіштер бойынша сапасын бағалау (ағылшын тіліндегі).....30

*Есеналиева М.Б*

Кадмий тұзының қызыл сүйек кемігіндегі постэмбриондық гемопоззге әсер ету механизмдері .....48

## CONTENT

### NATURAL SCIENCES, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

*Kasymova A.K., Sailau A.M.*

Features of modern «Smart Home» systems  
(in Kazakh language).....6

### FOOD AND PROCESSING INDUSTRY

*Abduazimov A.M., Vafoeva M.B.*

Improvement of quality indicators of winter wheat grain  
thanks to leaf feeding (in Russian) .....16

### BIOTECHNOLOGY AND CHEMICAL ENGINEERING

*Akhmetova S.O., Sultangazieva G.S.*

Assessment of the water quality of the Big Almaty river  
in the influence zone of Almaty city by microbiological  
indicators .....30

*Yessenaliyeva M.B.*

Mechanisms of influence of cadmium salt on postembryonic  
hemopoiesis in red bone marrow  
(in Kazakh language).....48

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ, ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

---

MFTAP 28.17.31, 28.23.13

[https://doi.org/10.53939/1560-5655\\_2024\\_4\\_6](https://doi.org/10.53939/1560-5655_2024_4_6)

**Касымова А.Х.<sup>1</sup>, Сайлау Ә.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Жеңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,  
Орал қ., Қазақстан

## ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ «АҚЫЛДЫ ҮЙ» ЖҮЙЕСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

---

**Түйіндеме.** «Ақылды үйге» арналған электрониканың кез келген жиынтығы - пәтер, үй коммуникациясы жүйелерінің қызметін автоматтандырылған және көбіне орталықтандырылған бақылауға, икемді, дәл басқаруға арналған жоғары технологиялық жабдық. «Ақылды үй» ғимаратта болып жатқан нақты жағдайларды түсінеді және алдын ала әзірленген алгоритмдер бойынша тиісті түрде оларға жауап береді. Бұл ретте адам бір командамен қалаған жағдайды көрсетеді, ал автоматика сыртқы және ішкі шарттарға сәйкес барлық инженерлік жүйелер мен электр құралдарының жұмыс режимін анықтайды және қадағалайды.

**Түйінді сөздер:** робот, интернет, интеллект, сенсор.

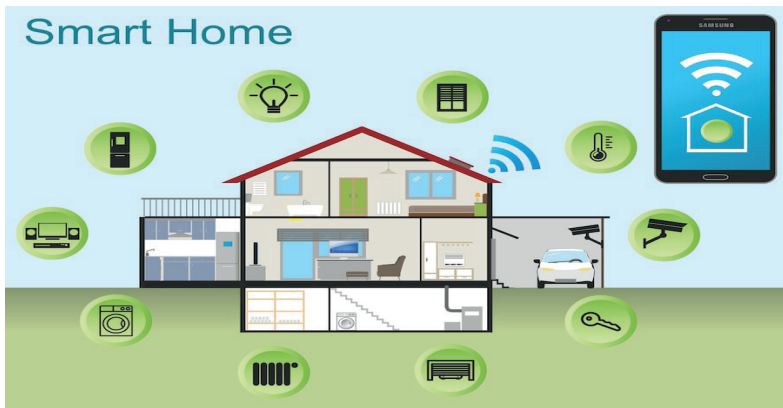
**Кіріспе.** Қазіргі таңда үйді автоматтандыру өте ыңғайлы және икемді болып жасалған. Пайдаланушы қажеттіліктеріне сәйкес бап-тауларды өз бетінше түзей алады. Әрине бұны жүзеге асыру үшін ақылды үй иесі, құрылғылардың қайда орналасқанын, қандай міндеттер атқаратынын және оларды қалай орындауға болатынын білуі тиіс. Қазіргі таңда автоматика тез дамып келеді. Сол себептен айта кетсек, Үйді автоматтандыру (smart home, немесе home automation) – әрекеттерді орындауға және адамның араласуынсыз белгілі бір міндеттерді шеше алатын үй құрылғыларының жүйесі. Мұндай әрекеттердің ең көп таралған мысалдары: шамдардың автоматты жанып-өшуі, автоматты жылыту және ауаны тазарту, өрт және басқа төтенше жағдайларда автоматты түрде үй иесіне хабарлама жіберу.

2012 жылдың күзінде, Panasonic «ақылды үйлерге» арналған толық ауқымды “SMARTHEMS” атты энергетикалық басқару жүйелерінің өндірісін жариялады. Panasonic бұл “HEMS” жүйесін өзінің кондиционерлеріне, «ақылды» ас техникасына, “EcoCute” ыстық су жүйесіне және де басқа тұрмыстық техникаларына енгізуге уәде берді. Жаңа “AiSEG” жүйесі күн панельдерінің жұмысы туралы ақпаратты,

электр энергиясы, газ және су тұтыну туралы ақпараттарды бір ұйымдастырылған дисплей ішінде көрсете отырып, үй желісіндегі барлық жабдықтар мен құрылғыларды байланыстыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, “ECHONET Lite” протоколы автоматты түрде тұрмыстық техниканың жұмысын басқарады. Мысалы, «Сақтандыру жарнасының мерзімі келді, су, газ, жарық үшін төлеу керек. Қабырғаның бір жерінде реле сыртылдап басылды, электр көзімен алдында жадынама таспалары сырғыды». Ақылды үй жүйесі құрылғылары үш түрден тұрады: Контроллер (HUB) – барлық элементтері жүйесін бір-бірімен қосатын және оларды сыртқы әлеммен байланыстыратын бақылау құрылғысы. Сенсорлар (датчиктер) – қоршаған орта жағдайлары туралы ақпарат алатын құрылғылар. Актуаторлар – тікелей нұсқауларды орындайтын құрылғылар: сиреналар, климат контроллерлер, және ақылды (автоматты) ажыратқыштар, ақылды (автоматты) розеткалар, құбырларға арналған ақылды (автоматты) клапандар [1].

**Материалдар және тәжірибе әдістемесі.** Көп жағдайда заманауи ақылды үй контроллері басқа құрылғылармен радио жүйесі арқылы байланысады. Олардың ең көп таралған стандарттары: “Z-Wave”, “ZigBee” және “Wi-Fi”. Бұл бүгінде шындыққа айналған, «ақылды үй» сипатталған екен.

«Ақылды үйге» арналған электрониканың кез келген жиынтығы – пәтер, үй коммуникациясы жүйелерінің қызметін автоматтандырылған және көбіне орталықтандырылған бақылауға, икемді, дәл басқаруға арналған жоғары технологиялық жабдық. «Ақылды үй» пәтерде немесе үйде әртүрлі инженерлік жүйелерді және басқа да жабдықтарды автоматты түрде басқаруға арналған бағдарламалық-техникалық кешеннен тұрады (1-сурет).



1-сурет. «Ақылды» үй жүйесі



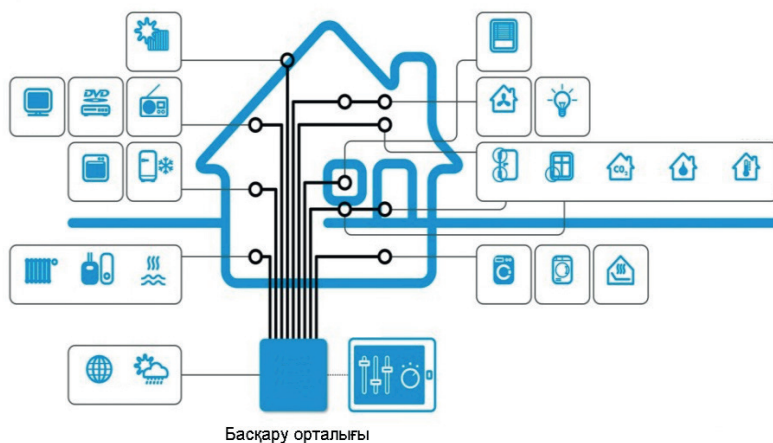
Мұнда, смартфоннан басқарылатын робот-шаңсорғыштан бастап аспаптарға дейінгі тұрмыстық техника да, пәтерде немесе үйде не болып жатқанын бақылайтын жүйелер де бар. «Ақылды үй» ғимаратта болып жатқан нақты жағдайларды түсінеді және алдын ала әзірленген алгоритмдер бойынша тиісті түрде оларға жауап береді. Бұл ретте адам бір командамен қалаған жағдайды көрсетеді, ал автоматика сыртқы және ішкі шарттарға сәйкес барлық инженерлік жүйелер мен электр құралдарының жұмыс режимін анықтайды және қадағалайды. Ақылды үй адамның тілегіне, тәулік уақытына, оның үйдегі жағдайына, ауа райына, үйдің ішінде жайлы жағдайды қамтамасыз етуге арналған сыртқы жарыққа сәйкес барлық жүйенің жұмысын өзі теңшейді [2]. «Ақылды үй» жүйелерге қамтылған бірнеше жүздеген аспапты бір уақытта басқара алады:

- ішкі және сырты жарық беру;
- аккумулятор және генератор сияқты апатты қуат көзі;
- энергияны тұтынуды бақылау;
- ауаны жылыту, салқындату;
- ғимараттың жеке элементтерін жылыту (нөсеркәріз жолы, баспалдақтар);
  - сумен жабдықтау;
  - көріз жолы;
  - сүзгілеу;
- апатты жақдайларды анықтау (газдың, судың жылыстауы, электр желісінің қиындығы);
- мониторинг.

Сондай-ақ сигнализацияны, бақылау камераларын және пәтерде, үйде орналасқан перде, терезе, теледидар, аудио-бейнетехникаға жататын басқа да көптеген жабдықтарды басқара алады. Процестің өзі қажетті және онша қажет болмайтын, бір реттік болады, мысалы, біріншісіне температураны, жарықты басқару т.б. жатады. Екінші санатқа жылы немесе салқын ауаның жеке ағындарын теңшеу жатады. Мысалы, қысқы маусымда телехабарлар көретін пайдаланушылардың аяқтарын жылыту.

Қазіргі заманғы ақылды үй жүйесінің ерекшелігі – олардың көмегімен пәтердің, үйдің барлық бөлмелеріндегі бір-бірінен өзгеше режимдерді орнатуға мүмкіндік береді. Мысалы, оған орнатылған жылытқышты қосу/өшіруді басқаратын процессорды жатқызуға болады. Электр желісіне орнатылған шамдардың жарығын реттейтін, сонымен қатар электр энергиясының шығынын төмендететін диммер деинтеллектуалды жабдыққа жатады. «Ақылды үйді» құру ақылды құрылғылардың болуын көздейді. Бірінші нұсқа – өз құрылымын өзгерту арқылы: бұл құрылымдағы жүйенің тәртіптемесі ақылға қонымды болуы мүмкін. Екінші нұсқа – «интеллектуалдау» (жүйені ақпаратты

жинау жабдықтау, оны өңдеу және шешімдер қабылдау құрылғыларымен жабдықтау) есебінен. Мұндай тәсіл тиісті құрылымды құру есебінен әлдеқайда қарапайым тәсілдермен айтарлықтай күрделі және «ақылға қонымды» тәртіптемені қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Соңында, үшінші нұсқасы – жүйенің тәртібі басқа жүйелермен өзара әрекеттесу есебінен «ақылға қонымды» болады. «Интернет заттар» технологиясы ақылды үйдің (заттардың) әрбір элементіне және бүкіл ақылды үйдің Ғаламтор кеңістігіне шығуына және басқа да заттармен, жүйелермен ақпарат алмасуға мүмкіндік береді. Үшінші нұсқа тартымды болып келеді. Біріншіден, ақылды үйді ұйымдастыру үшін әлдеқайда көп мүмкіндіктер береді (бүкіл Интернет-кеңістіктегі деректерді пайдалануға болады), екіншіден, ол үнемді (Интернетті қосу күрделі интеллектуалды құрылғыларды жасаудан әлдеқайда арзан) [3]. «Ақылды үй» жүйесінің қалай жұмыс істейтіні және оның қандай болатыны 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. «Ақылды үйдің» құраушы бөліктері

Интеллектуалды жабдықтың кез келген жиынтығының негізі жеткілікті қуатты және қазіргі заманғы компьютер болып табылатын процессордан тұрады. Оның тиімділігі ондықтармен, яғни аса сұранысқа ие, алдын ала орнатылған режимдердің жүздеген бағдарламалармен қамтамасыз етіледі. Нәтижесінде көп жағдайларда пайдаланушылар қажетті параметрлерді, мысалы, температура, т.б. енгізуі, қажетті бағдарламаны іске қосуы керек болады. Әрі қарай басқару блогы немесе басқарушы өзекті мәндерді бағдарламаланған мәндермен салыстыру әдісімен бақылауды жүзеге асырады. Бұл – ақылды үйдің «миы».

Бұл құрылғы желі мен оған кіретін барлық құрылғылардың жұмысын бақылайды, жадында күрделі сценарийлерді (белгілі бір іс-әрекеттер жиынтығын) сақтайды және ақылды үй жүйесінің смартфонмен, планшетпен немесе компьютермен байланысын қамтамасыз етеді. Барлық қажетті ақпарат жүйенің құрамына кіретін жабдықтың ішкі басқару органдарынан, бақылаушылардан, әрбір үй-жайға орнатылатын датчиктерден келіп түседі. Бұл ақылды үйдің “сезу органдары” деп айтуға болады. Егер нақты уақыт режимінде алынған деректер белгіленген деректерге сәйкес келмесе, онда басқару блогы түзетулер енгізуге мүмкіндік беретін тиісті команда береді. Олардың барлығы жабдықтың жолға қойылған жұмысын қамтамасыз етеді. Яғни қажетті белмедегі температураны арттыру үшін алдымен кондиционер өшіріледі, содан кейін ғана жылыту жабдығы қосылады. Бұл электр энергиясын 40%-ға дейін үнемдеуге мүмкіндік береді, сондай-ақ желіге түсетін қауіпті сыни жүктеме болмайды. Орындаушылар – датчиктердегі деректер негізінде берілген жүйе командаларын орындайтын құрылғылар тобы. Мысалы, датчик судың жылыстауын анықтаса, шарлы кран суды бірден жабады. Реле өшіріледі де, жарықты қосады, ал диммерлер жарықты өзгертеді. Басқару құрылғылары – ақылды үй жүйесін жайлы пайдалануға арналған аспаптар. Бұл қашықтан басқару пульттері немесе мысалы, батарея негізіндегі жарық ажыратқыштар, оны өздеріне ыңғайлы жерге орналастыруға болады. Басқа интеграцияланатын жабдық және веб-сервистер – ашық API (мультимедиа-жабдықтар, әртүрлі заманауи техника, проекторлар, т.б.) бар немесе қашықтықтан басқару пульттерімен басқарылатын бейнекамералар, жабдықтар мен сервистер. Өндірушілер пайдаланушылардың түрлі санаттарының қажеттілігін ескереді, соның нәтижесінде нарықта интеллектуалдық жабдықтың ерекше түрлері көп [4-6]. Оның мынадай түрлері бар:

- СЫМДЫ;
- СЫМСЫЗ.

Бірінші жағдайда командалық блок, орындаушы датчиктер, сервомоторлар, бақылаушылар және құрылымның басқа да элементтері өзара сымдармен жалғанады. Мұндай тәсілдің артықшылығы – командалардың аса дәлдікпен орындалуы. Бұл сигналдардың көп саны бар таратқыш шинаның шамадан тыс жүктелу ықтималдылығының жоқтығын білдіреді. Сонымен қатар оптикалық-талшықты сымдар жоғары кері байланыс жылдамдығын қамтамасыз етеді. Ең басты кемшілігі – монтаждың күрделілігі, өйткені көптеген сымдарды жүргізуге және оны жасыруға тура келеді. Бұл қажетті құрылыс материалдарын сатып алуға жұмсалатын қосымша шығындарға әкеледі, сондықтан өткізгіш жүйелерді орнатудың оңтайлы сәті – үй-жайларға жөндеу жүргізу. Сондай-ақ, сымдарды жүргізу көп еңбекті қажет етеді, сондық-

тан мұндай шараға көп уақыт кетеді. Жабдықтың сымсыз түрлерінің ерекшелігі – құрылым элементтерінің арасындағы байланыс радиосигналдардың көмегімен іске асырылады, ол үшін тиісті коммуникациялар пайдаланылады. Сымсыз жүйелердің ең басты кемшілігі – құрауыштар арасындағы байланыс тәсілі. Радиосигналдар олардың функционалдығын айтарлықтай шектейтіндіктен, батареяларды жиі ауыстыру қажет болады, бұл ыңғайсыз және үнемі шығынды қажет етеді. Басқару түрі бойынша ақылды үй жүйелері орталықтандырылған немесе орталықсыздандырылған нұсқа болып жіктелуі мүмкін.

Басқаруды орталықтандыру – осындай жабдықтың кез келген жиынтығының басты артықшылықтарының бірі және көп жағдайда ол осы түрге жатады, бірақ орталықсыздандырылған жүйелер де қолданылады. Себебі, бұл әдіс ақылды үйдің кез келген жеке құрауышының істен шығу салдарын жоюға мүмкіндік береді. Сонымен қатар әртүрлі басқару блоктары бар ішкі жүйелерді пайдалану негізгі функциялардың сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді [7,8].

Мысалы, үй-жайдың иесі оны рұқсатсыз кіруден сенімді қорғағысы келсе, онда бір орталықтандырылғаннан гөрі екі орталықсыздандырылған жүйені пайдалану анағұрлым қолайлы болмақ. Сондай-ақ бұл ерекшелік жабдық жиынтығының қымбаттауына әкеледі. Тек бір ғана өндіруші жасаған және пайдаланатын тілде басқарылатыны жүйелер жабық болып саналады, бұл жинақтың құрамына тек өздері ғана әзірленген және дайындаған құрауыштарды қосуға мүмкіндік береді. Бұл функционалдығын, әмбебаптығын төмендетеді, бірақ құрылғылардың, аспаптардың жоғары деңгейдегі үйлесімділігін қамтамасыз етеді.

«Ақылды үй» жүйесінің маңызды құрауыштарының бірі – ақпаратты жинауға және оны басқару блогына беруге мүмкіндік беретін түрлі датчиктер. Тұрғын үй-жайлардағы датчиктер бірнеше түрге бөлінеді, олардың әрқайсысы белгілі бір функцияны орындайды және оларды кешенді пайдалану энергия ресурстарын үнемдеуге, қауіпсіздік пен мүлікті қорғаудың жоғары деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Оларды шартты түрде екі топқа бөлуге болады: қозғалысты бақылайтын датчиктер және орта параметрлеріне жауап беретін датчиктер. Қозғалысты бақылайтын датчиктер қорғау жүйелерінде және интеллектуалды жарықта қолданылады. Бұл құралдардың жұмыс істеуі инфрақызыл, сондай-ақ ультрадыбыстық өрістің өзгеруіне негізделген. Сонымен қатар датчиктер жарықты басқару үшін қолданылады, олар жарыққа әсер ететін қосымша сенсормен жабдықталған. Осы тектес құралдардың артықшылықтары – жұмыс істеу үшін қолайлы температураның кең ауқымы (мысалы, -20-дан +50°C-қа дейін), сон-

дай-ақ адамды салмағы 27 килограмнан аспайтын ұсақ үй жануарларынан ажырату мүмкіндігі. Бұл мүмкіндік үй қанатында, мысалы, кезбе мысықтың пайда болуы кезінде басқару жүйесіне хабардар етпеуге мүмкіндік береді.

Орта параметрлеріне жауап беретін датчиктер [9].

Бұл сенсорлар инженерлік жүйелермен жұмыс істеуге арналған, бірақ соның ішіндегі ең танымал сенсорлар.

- температура;
- сыртқы температура датчигі жүйені көшедегі ауа температура-сының деректерімен қамтамасыз етеді. Оның көрсеткіштері үй метеостансысының болжамымен бірге жылыту және желдету жүйесінің қолайлы жұмыс режимін анықтауға көмектеседі;
- бөлме температурасының датчиктері мен жылу тасымалдағыштың берілетін және кері желісіндегі аспаптар жеке бөлмелерде жайлы температураны ұстап тұруға мүмкіндік береді;
- ылғалдылық;
- ылғалдылық датчигі үйінде бір нәрсенің ойдағыдай болмай тұрғанын хабарлайды: судың жылыстауы, терезенің жабылмауы, жылытудың қиындығы болуы мүмкін;
- жаңбыр датчигінің көрсеткіштері элементі ылғал датчигі болып табылатын үй метеостансысымен бірге жер учаскесінің авто су құю жүйесін белгілейді;
- жарық;
- үйдің жай-күйі;
- газ ағу датчигі пультке сигнал беріп, ағуы туралы сигнал арқылы хабар береді. Егер газдың үйге кірген жерінде электрмагниттік қақпағы бар бекіту қраны орнатылса, жылу тоқтатылады;
- ертке қарсы датчиктер ауадағы түтіннің болуына немесе температураның қауіпті шамадан жоғарылауына ден қояды. Өте маңызды және қажетті құралдар;
- су тиген жағдайда ағу датчигі су құбырына ойылып орнатылған қақпақты жабады;
- су қысымының датчигі басқарушыға су құбырындағы қысымның өзгеруі туралы сигнал береді. Өзгерістер сипатына байланысты «ақылды үй» суды жабу-жаппау керектігін шешеді [10].

«Ақылды үй» бағдарламалық қамтамасыз етілуі басқа барлық құрауыштарды дұрыс орналастыру және теңшеуден кем емес маңызды рөл атқарады. Мысалы, қозғалыс датчигі бөлмедегі адам ұзақ уақыт қозғалмаған жағдайда әрекет етпеуі мүмкін, ал бағдарламалық тал-

дау үйде дәл қай жерінде және қанша адам бар екенін есте сақтауға мүмкіндік береді.

**Қорытынды.** Қорыта келгенде, орталықсыздандырылған жүйелерді тек кейбір жағдайларда ғана, яғни оларды пайдалану артықшылығы жағымсыз кемшілігінен басым болған жағдайларда ғана пайдалануға кеңес береміз. Сонымен қатар, ақылды үйді басқару жүйесін хаттама түрлері бойынша бөлуге болады: ашық және жабық. Бірінші санатқа түрлі өндірушілер қолданатын тіл көмегімен басқару жүйелері жатады. Жабдықтың мұндай түрінің артықшылығы – функционалдылығы, қол жетімділігі, әмбебаптылығы, бұл құрамға қосуға болатын құрауыштардың әсерлі іріктелімін қамтамасыз етеді. Бірақ, кейде оларды бірлесіп пайдалану үшін бейімдеуге тура келеді, алайда, іркілістердің болуы жоққа шығарылмайды, «ақылды үй» жүйесін іске асырады.

---

### Әдебиеттер

1. *Алексеев Г.П.* Электромонтаж и наладка системы. Умный дом. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭМНСУД.001 РБЭ (997)- Челябинск: ИПЦ .Учебная техника., 2012. – 223с.
2. *Гершкович В.Ф.* Энергосберегающие системы жилых зданий: пособие по проектированию // С.О.К., 2008. № 8.
3. *Нимич Г.В.* Общие положения автоматического управления системами кондиционирования и вентиляции / Г.В. Нимич // С.О.К. – 2005. – № 7.
4. *Спицын В.С., Спицын В.В.* Серия. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. выпуск 17 // Алгоритмы управления температурой в помещениях, Вестник ЮУрГУ, 2012г. № 35. С. 79-84.
5. Современный учебник JavaScript <https://learn.javascript.ru/>.
6. *Harper R.* Inside the Smart Home, ISBN-13: 978-1852336882, 2003. –263с.
7. AgoControl – система домашней автоматизации с открытым домашним кодом, 2024, <https://www.agocontrol.com/>
8. Fibaro – умный дом, <http://www.fibaro.com/>
9. FreeDomotic <http://www.freedomotic.com/>
10. Home Sapiens Лидер Таск, умный Таск-менеджер, <http://home-sapiens.ru/>

### References

1. *Alekseev G.P.* Electrical installation and adjustment of the system. Smart Home. A Guide to Basic Experiments. EMNSUD.001 RBE (997) - Chelyabinsk: IPC. Educational equipment., 2012. - 223 p.
2. *Gershkovich V.F.* Energy-saving systems of residential buildings: a design guide // S.O.K., 2008. No. 8.

3. *Nimich G.V.* General provisions for automatic control of air conditioning and ventilation systems / G.V. Nimich // S.O.K. – 2005. – No. 7.
  4. *Spitsyn V.S., Spitsyn V.V.* Series. Computer technologies, control, radio electronics. issue 17 // Algorithms for controlling temperature in rooms, Vestnik SUSU, 2012. No. 35. P. 79-84.
  5. Modern JavaScript textbook <https://learn.javascript.ru/>
  6. *Harper R.* Inside the Smart Home, ISBN-13: 978-1852336882, 2003. –263с.
  7. AgoControl Sistema domashney avtomatizatsii s otkryтым domashnim kodov, 2024 <https://www.agocontrol.com/>
  8. Fibaro – umnyy dom, <http://www.fibaro.com/>
  9. FreeDomotic <http://www.freedomotic.com/>
  10. Home Sapiens Lider-task. Umnyy task-menedger, <http://home-sapiens.ru/>
- 

**Касымова А.К., Сайлау А.М.**

Аграрно-технический университет Западно-Казахстанского университета им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

### **ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ «УМНОГО ДОМА»**

**Аннотация.** Любой комплект электроники для «умного дома» - это высокотехнологичное оборудование, предназначенное для автоматизированного и широкого централизованного контроля, гибкого, точного управления деятельностью систем квартир, домашних коммуникаций. «Умный дом» понимает конкретные ситуации, происходящие в здании, и надлежащим образом отвечает за них по заранее разработанным алгоритмам. При этом человек с одной командой указывает желаемую обстановку, а автоматика определяет и контролирует режим работы всех инженерных систем и электрооборудования в соответствии с внешними и внутренними условиями.

**Ключевые слова:** высокотехнологичное, оборудование, автоматизирование, автоматика, электрооборудование.

\*\*\*

**Kasymova A.K., Sailau A.M.**

Agricultural-Technical University of West Kazakhstan University named after Zhanqir Khan, Uralsk c., Kazakhstan

### **FEATURES OF MODERN «SMART HOME» SYSTEMS**

**Abstract.** Any set of smart home electronics is a high-tech equipment designed for automated and wide centralized control, flexible, precise management of apartment systems and home communications. Smart home understands specific situations that occur in a building and is properly responsible for them using pre-developed algorithms. At the same time, a person with one team specifies the desired environment, and automation determines and controls the operation

mode of all engineering systems and electrical equipment in accordance with external and internal conditions.

**Key words:** high-tech, equipment, automation, automation, electrical equipment.

---

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

*Касымова Акмарал Хамзиевна* – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан, Kasimova\_ah@mail.ru

*Сайлау Амир Махамбетұлы* – магистрант, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, қ. Уральск, Қазақстан, Astana.s.amir.m@gmail.com

#### **Сведения об авторах**

*Касымова Акмарал Хамзиевна* – кандидат педагогических наук, доцент, Аграрно-технический университет Западно-Казахстанского университета им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, Kasimova\_ah@mail.ru

*Сайлау Амир Махамбетұлы* – магистрант, Аграрно-технический университет Западно-Казахстанский университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, Astana.s.amir.m@gmail.com

#### **Information about the authors**

*Kasymova Akmaral Khamzievna* – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Agrarian-Technical University of West Kazakhstan University named after Zhangir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, Kasimova\_ah@mail.ru

*Sailau Amir Makhambetuly* – master's student, Agrarian-Technical University of West Kazakhstan University named after Zhangir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, Astana.s.amir.m@gmail.com



# ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

МРНТИ 68.35.29

[https://doi.org/10.53939/1560-5655\\_2024\\_4\\_16](https://doi.org/10.53939/1560-5655_2024_4_16)

**Абдуазимов А.М.<sup>1</sup>, Вафоева М.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Каршинский институт ирригации и агротехнологий, г. Карши, Узбекистан.

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ БЛАГОДАРЯ ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКЕ

**Аннотация.** В исследовании изучено влияние сроков и норм внесения листовых подкормок озимой мягкой пшеницы на технологическое качество зерна. Отмечено положительное влияние листовые подкормки различными биостимуляторами на массу 1000 зерен, содержание общего белка и сырой клейковины. Практические результаты работы заключаются в том, что в условиях светло-серых почв при внесении удобрений под озимую пшеницу в количестве 50% (NPK 90:45:30 кг/га) от количества традиционных норм (NPK 180:90:60 кг/га), а так же при использовании жидких суспензионных препаратов, обогащенных макро- и микроэлементами различных компонентов был определен эффект экономии минеральных удобрений, повышения урожайности и качества зерна. Подкормка озимой пшеницы суспензиями различных компонентов в фазу осеннего кушения, в период образования флагового листа и после колошения положительно повлияла на натуральный вес зерна (42,9; 43,7; 36,8 г/л) и количество белка в зерне (1,2; 1,2; 1,1%) в сравнении с контролем.

**Ключевые слова:** пшеница, корневая подкормка, качество зерна, вес 1000 зёрен, зерновые биостимуляторы, показатель натурального веса зерна.

**Введение.** Минеральное питание растений включает поступление, передвижение и усвоение элементов. Но бывают ситуации, когда элементы минерального питания почвы становятся труднодоступными для растений (низкая температура, недостаток или избыток влаги, недостаточное развитие корневой системы и др.). Из-за дефицита какого-либо фактора, даже при достаточном наличии элемента в почве корни его плохо поглощают. Для этого более целесообразно применение внекорневых подкормок удобрениями по надземной части растений [1,2]. При возделывании зерновых культур 30% от общих затрат приходится на минеральные удобрения. Оптимизация минерального питания и обеспечение благоприятного фитосанитарного состояния посевов по этапам органогенеза растений позволяет в наибольшей

степени реализовать генетический потенциал продуктивности зерновых культур в сложившихся погодных условиях и снизить удельные затраты элементов питания на формирование урожая [3].

По закону минимума урожайность растений определяется веществом, содержащимся в минимальном количестве. Кроме того, для полноценного питания и развития растений важны микроэлементы - барий, марганец, сера, железо, медь, цинк, молибден и др. Внесение микроудобрений в малых дозах в виде жидкого удобрения вне корня восполняет их недостаток в растении.

Использование микроудобрений под озимую пшеницу позволяет повысить агротехническую и экономическую эффективность возделывания зерна. Обработка микроудобрениями перед посевом повысила урожайность на 6,1% и содержание клейковины зерна на 24,9-28,4% [3,4]. В почвенно-климатических условиях Курганской области России внекорневая подкормка яровой пшеницы микроудобрениями в форме хелата повысила урожайность озимой пшеницы на 6,9-13,9% за три года, клейковины зерна на 1,03-2,17% [6]. В опытах К.Е. Денисова и А.А. Гераскиной установлено, что во всех изучаемых вариантах наблюдалось положительное изменение высоты растений, массы 1000 зерен, массы зерна с зерна по сравнению со стандартом [5]. Согласно исследованиям, проведенным Мухомедьяровой А.С. в условиях дефицита продуктивной влажности засушливой степной зоны Западного Казахстана, в условиях системы севооборота с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{30}$  кг/га определена целесообразность проведения таких агротехнических мероприятий, как корневая подкормка которая обеспечивает получение зерна высокого качества и обильного стабильного урожая обильного 1,8 т/га посевов озимой мягкой пшеницы [6].

А.Г. Субботин и А.А. Кобылинский установили, что в 2017-2018 гг. в почвенно-климатических условиях левобережья Саратовской области Российской Федерации внекорневая подкормка сортов озимой пшеницы повысила урожайность зерна и улучшила технологическое качество [7]. Применение внекорневой подкормки в фазы кущение, трубкообразования и колошения пшеницы оказало положительное влияние, по подсчётам показатель густоты стояния на 1 м<sup>2</sup> площади увеличился на 191-297 ед., количество зёрен в колосе на 180-230 ед., масса 1000 зёрен на 20,8-26,8 г. По итоговым результатам, при возделывании пшеницы в условиях применения 50% азота и фосфора по сравнению с традиционными нормами, выполнение 3-х внекорне-

вых подкормок в течение вегетационного периода обеспечило повышение урожайности культуры (Muhammad et.al., 2006). Внекорневое питание озимой пшеницы удобрением Nano Chelated Super Fertilizer в норме 1 кг/га положительно влияет на высоту растений, длину колоса, содержание хлорофилла, содержание в зерне азота, фосфора, калия, железа, меди, цинка и марганца (Наууауи, 2018).

Выявлено положительное влияние различных норм и способов внесения азота на высоту растения, период до колошения, период до созревания, количество колосьев, продуктивные стебли, длину колоса, массу 1000 зёрен, зерновые и биологические показатели урожайности [8-12]. Определено положительное влияние азотных удобрений внекорневым методом внесения на рост и динамику развития растений по сравнению с корневым внесением [13]. Макро- и микроэлементы, такие как цинк (Zn), медь (Cu), железо (Fe), марганец (Mn), барий (B), применяемые в различных сочетаниях, оказывают значительное влияние на содержание сухого вещества пшеницы, увеличивая урожайность зерна и соломы относительно контроля [9]. Установлено, что оптимальным сроками для подкормки внекорневыми микроэлементами является сначала фаза трубнообразования, а затем фаза кущения [14-16].

Подкормка внекорневыми микроэлементами (бор и цинк) для повышения питательности сельскохозяйственных культур – способ повышения урожайности зерна и элементов урожайности [8]. Бор (B) является одним из важнейших микроэлементов в природе, а дефицит этого элемента в сельскохозяйственных культурах является одним из лимитирующих факторов продуктивности. С учетом этого в практику выращивания сельскохозяйственных культур целесообразно включать микроэлемент (B) в программу питания [10].

**Цель исследований** – изучение и определение сроков и норм листовой подкормки при получении богатого и качественного урожая озимой пшеницы в условиях орошаемых светло-сероземных почв Кашкадарьинской области.

**Методы и материалы исследований.** Исследования проводились в течении 3-х вегетационных сезонов (2019-2021гг.) на центральном опытном участке НИИ Земледелия в южных районах, расположенном в Каршинском районе Кашкадарьинской области. Объектом исследования являются орошаемые светлые серозёмные почвы Кашкадарьинской области, нормы минеральных удобрений, сорт озимой пшеницы “Гозгон”, удобрения IfoSeed, Вл-77, IfoPZN, Ankasuper,

IfoHumate Plus, Potex, IfoCombi-Fe, ЭнтоГумин, IfoJan-32, IfoKalifos.

С целью получения более точных результатов внекорневая подкормка проводилась в условиях разных уровней корневого питания, а в частности, на 3-х агрофонах минерального питания: 1) Контроль; 2)  $N_{90}P_{45}K_{30}$ ; 3)  $N_{180}P_{90}K_{60}$ . Контроль без применения удобрений. Изучаемым фактором для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы являлись некорневые подкормки жидкими удобрениями и регуляторами роста. Каждой делянке соответствовал определённый вариант обработки посевов в различные фазы вегетации. В соответствии опытной схеме семена озимой пшеницы “Гозгон” перед посевом обрабатывались удобрениями IfoSeed + Вл-77, а также в период вегетации растений проводилась листовая подкормка удобрениями IFO PZN + Ankasuper (15.10-15.11), IFO PZN + IfoHumate Plus (25.02-10.03), IFO UAN + POTEX (15.03-30.03), IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32 (05.04-15.04), IFO CALIFOS + Ankasuper (01.05-10.05).

Почва опытного участка светло-сероземная, малозасоленная, грунтовые воды залегают на глубине 2-2,5м, слабой минерализации (2,5-3 г/л). Схема опыта осуществлялась блочно-рандомизированным методом в 3 блока, 7 вариантов и 3-х кратной повторностью, варианты располагались систематически, количество вариантов 24, общее количество делянок 72, общая площадь каждой делянки 25 м<sup>2</sup>, норма высева - 4,5 млн/га всхожих семян. Агротехника возделывания общепринятая для Узбекистана (Кашкадарьинская область).

**Результаты.** В ходе проведённых исследований определилось, что показатели основных технологических показателей качества зерна такие как стекловидность, содержание белка, содержание и качество сырой клейковины, масса 1000 зерен, натуральный вес зерна в вариантах с применением внекорневой подкормки превышали контроль.

Анализируя данные исследований о влиянии внекорневых подкормок на показатели натурального веса зерна озимой пшеницы, необходимо ответить, что показатели вариантов с листовой подкормкой существенно отличались от контрольного варианта. В частности, в контрольном варианте низкого агрофона натуральный вес зерна был наименьшим и составил 738,2 г/л, а в 7-м варианте применение всех 6 различных (жидкое удобрение) стимуляторов в условиях высокого минерального питания  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га обеспечило более высокие результаты - 821,8 г/л.

**Таблица-1**  
**Влияние внекорневого питания на качество зерна озимой пшеницы**

Агрофон	Вариант	Натурный вес, г/л	Вес 1000 зёрен, г	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %
Без удобрений	Контроль	738,2	32,5	12,4	22,6
	IfoSeed + Вл-77	749,0	34,0	12,8	25,2
	IFO PZN + Ankasuper	757,8	35,5	13,5	26,7
	IFO PZN + IfoHumate Plus	748,7	33,5	13,0	25,4
	IFO UAN + POTEX	748,9	33,9	12,7	25,0
	IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32	769,6	35,5	13,5	26,3
	IFO CALIFOS + Ankasuper	760,0	34,7	13,3	26,4
	IfoSeed + Вл-77; IFO PZN + Ankasuper; IFO PZN + IfoHumate Plus; IFO UAN + POTEX; IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32; IFO CALIFOS + Ankasuper	771,3	36,7	13,7	27,2
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	Контроль	761,9	41,1	13,9	27,1
	IfoSeed + Вл-77	771,0	42,1	14,4	28,2
	IFO PZN + Ankasuper	787,9	44,6	15,1	28,9
	IFO PZN + IfoHumate Plus	776,7	42,9	14,2	28,2
	IFO UAN + POTEX	774,7	42,4	14,3	28,4
	IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32	791,7	45,4	15,1	29,2
	IFO CALIFOS + Ankasuper	787,7	44,7	15,0	28,8

	IfoSeed + Вл-77; IFO PZN + Ankasuper; IFO PZN + IfoHumate Plus; IFO UAN + POTEX; IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32; IFO CALIFOS + Ankasuper	799,9	45,8	15,8	29,4
$N_{180}P_{90}K_{60}$	Контроль	768,2	42,3	14,5	28,3
	IfoSeed + Вл-77	792,4	43,5	15,1	29,1
	IFO PZN + Ankasuper	811,1	45,2	15,9	29,4
	IFO PZN + IfoHumate Plus	787,9	43,3	15,1	29,1
	IFO UAN + POTEX	780,9	43,2	14,9	28,8
	IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32	811,9	45,9	16,3	29,8
	IFO CALIFOS + Ankasuper	805,0	45,3	15,7	29,6
	IfoSeed + Вл-77; IFO PZN + Ankasuper; IFO PZN + IfoHumate Plus; IFO UAN + POTEX; IFO-COMBI FE + EntoGumin + IFO UAN 32; IFO CALIFOS + Ankasuper	821,8	46,2	16,8	30,2

В контрольном (бессуспензионном) варианте низкого агрофона без применения минеральных удобрений средний натуральный вес (объем) зерна озимой пшеницы составил 738,2 г/л, а в вариантах с применением внекорневой подкормки - 748,7, -771,3 г/л, т.е. на 10,5-33,1 г/л больше в сравнении с контролем (Таблица 1). В контрольном (бессуспензионном) варианте агрофона, с внесением минеральных удобрений  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га, средний натуральный вес (натура) зерна озимой пшеницы составила 761,9 г/л, а в вариантах с применением без внекорневого питания - 771,0-779,9 г/л, т.е. на 9,1-18,0 г/л выше кон-

троля. Также в контрольном (бессуспензионном) варианте в условиях агрофона с внесением минеральных удобрений из расчёта  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га средний натуральный вес (натура) зерна озимой пшеницы составил 768,2 г/л, а в вариантах с применением корневой подкормки - 780,9-821,8 г/л, что на 12,7-53,6 г/л выше контроля соответственно.

Влияние агрофона (минерального питания) на натуральный вес зерна озимой пшеницы в отдельно анализируемых контрольных вариантах составило 738,2 г/л, 761,9 г/л, 768,2 г/л соответственно, в вариантах с внекорневым питанием в условиях контрольного агрофона без удобрений 771,3 г/л, в условиях агрофона с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га до 799,9 г/л и до 821,8 г/л в условиях агрофона  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га. Это свидетельствует о том, что наиболее высокие результаты по натурному весу зерна могут быть достигнуты в условиях высокого агрофона и подкормке листьев в каждую фазу.

Размер (крупность) зерна оказывает существенное влияние на урожайность как элемент урожайности. Вес 1000 зёрен также меняется в зависимости от условий внешней среды, применяемых агроприемов. Оптимальный температурный режим, режим питания позволяют формировать крупные зерна, при этом жаркая и сухая погода, недостаток влаги, сорняки, вредители и болезни снижают показатель массы 1000 зерен.

По результатам анализа значения массы 1000 зерен в вариантах с внесением суспензии достоверно отличались в сравнении с контрольным вариантом, т.е. неудобренного варианта, а самый низкий показатель массы 1000 зерен отмечался в контрольном варианте. Наименьший показатель был зафиксирован в условиях контрольного агрофона контрольного варианта - 32,5 г, а наибольший 46,2 г в 7-м варианте в условиях агрофона  $N_{180}P_{90}K_{60}$ . При применении только внекорневого без минеральных удобрений (корневого питания) масса 1000 зерен была равна от 32,3 до 36,7 г, в условиях агрофона с применением минеральных удобрений из расчёта  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га - 42,1-45,8 г в среднем агрофоне и 43,2-46,2 г в условиях агрофона  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га. При наблюдении разницы между вариантами наибольший показатель наблюдался при применении внекорневого питания до формирования флагового листа в 5-вариантах во всех условиях минерального питания (агрофон) соответственно. В зависимости от условий минерального питания в 5-вариантах данный показатель составил 35,5, 45,4 и 45,9 г.

Количество белка в зерне и его качество зависят от трех факторов: почвенно-климатических условий, биологии сорта и применяемых агротехнических мероприятий. Содержание общего белка в вариантах с применением внекорневого питания достоверно отличалось от контрольного варианта, т.е. внекорневая подкормка обеспечивала увеличение содержания белка в зерне озимой пшеницы. По полученным результатам было определено, что наименьшее содержание белка в агрофонах составило 12,4 % в контрольном варианте нашего опыта, а наибольшее значение 16,8 % в 7-м варианте в условиях минерального питания  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га.

При этом установлено, что содержание общего белка в зерне озимой пшеницы на контрольном варианте в условиях агрофона без минеральных удобрений составило 12,4%, на вариантах с применением внекорневой подкормки от 12,7 до 13,7 %, т. е. на 0,3-1,1 % больше контроль. Также определилось, что в условиях агрофона с минеральным питанием  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га данный показатель в контрольном варианте составил 13,9 %, в вариантах с внекорневой подкормкой 14,2-15,8 %, а в условиях минерального питания  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га - 14,9-16,8 %, то есть на 0,4-2,3 % больше. По итогам результатов трехлетних исследований внекорневая подкормка в условиях агрофонов  $N_{90}P_{45}K_{30}$  кг/га и  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га положительно повлияла на содержание общего белка в составе зерна озимой пшеницы по сравнению с контрольным агрофоном, особенно сравнительно положительные результаты были обнаружены во 2; 5 и 6 вариантах.

Количество клейковины в зерне изменяется в зависимости от биологических особенностей сорта, экологических условий, в которых растет пшеница, экологических факторов, технологических приемов. По результатам количество сырой клейковины в зерне колебалось от 22,6% до 30,2%. Наименьшее содержание клейковины обнаружено в контроле, т.е. в варианте без удобрений, тогда как в вариантах с использованием внекорневого питания наблюдалось увеличение количества клейковины в зерне. Наименьшее содержание клейковины в агрофонах составило 22,6% в контрольном варианте нашего опыта, а наибольшее значение 30,2 % в 7-м варианте в условиях минерального питания  $N_{180}P_{90}K_{60}$  кг/га.

**Заключение.** Рост цен на минеральные удобрения в сельском хозяйстве, в том числе на пшеницу, является одной из важнейших проблем повышения урожайности, и одной из основных задач сегодня является снижение количества применяемых минеральных удобре-



ний за счет внекорневого питания. Установлено, что урожайность пшеницы была на 2,14 т/га выше контрольного варианта при внекорневой подкормке в фазы кущения, трубнообразования и колошения пшеницы. Отмечено, что внекорневые подкормки целесообразно проводить два раза в фазу кущение и выхода в трубку в течение вегетационного периода пшеницы [Gülser et al. 2019]. В исследовании, проведенном учеными из Бангладешского сельскохозяйственного университета, было определено положительный эффект внекорневого питания на индекс площадь листьев пшеницы, накопления сухого вещества и содержание хлорофилла (18,0-18,4), количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> (243-250), количество колосков (17 - 18), количество зерен в колосе (47-48 т), масса 1000 зерен (3,2-4,6 г) и урожайность (3,01-3,03 т/га) увеличились по сравнению с контрольным вариантом [Rahman et.al., 2014].

В проведенных экспериментах было определено, что подкормка листьев различными биостимуляторами положительно повлияла на массу 1000 зерен, содержание общего белка и сырой клейковины озимой пшеницы. Хотя наибольший показатели наблюдались в условиях (высокого) минерального питания N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> кг/га на вариантах в применении внекорневого питания макро-, и микроудобрениями в каждую фазу вегетационного периода, было установлено, что оптимального уровня можно достичь по всем вышеперечисленным показателям при однократной подкормке листьев до формирования флагового листа, в результате имеется возможность сократить норму минеральных удобрений в 2 раза.

По результатам 3-х летних исследований было установлено, что применение внекорневой подкормки комплексными удобрениями при возделывании озимой пшеницы в условиях контрольного агрофона (без применения удобрений) положительно повлияло на общее развитие (на все показатели) по сравнению с контролем, полученные результаты не соответствовали требованиям. Применение внекорневой подкормки до формирования флагового листа комплексными удобрениями IFO-COMBI FE + ЭнтоГумин + IFO UAN 32 в условиях агрофона со снижением минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> кг/га вдвое, определился в качестве экономически оптимального варианта.

В заключении следует отметить, что в условиях светло-серых почв при внесении удобрений под озимую пшеницу в количестве 50% (NPK 90:45:30 кг/га) от количества традиционных норм (NPK 180:90:60 кг/га), а так же при использовании жидких суспензионных препаратов, обо-

гащенных макро- и микроэлементами различных компонентов был определен эффект экономии минеральных удобрений, повышения урожайности и качества зерна. Подкормка озимой пшеницы суспензиями различных компонентов в фазу осеннего кущения, в период образования флагового листа и после колошения положительно повлияла на натуральный вес зерна (42,9; 43,7; 36,8 г/л) и количество белка в зерне (1,2; 1,2; 1,1%) в сравнении с контролем.

### Список литературы

1. Семеновко Н.Н. Инновационные технологии применения азотных удобрений: теория, методология, практика / Минск:Альфа-книга, 2020. – 320 с.
2. Семеновко Н.Н., Мезенцева Е.Г., Кулеш О.Г. Система применения удобрений под зерновые культуры на дреново-подзолистых почвах в современных условиях// Земледелие и защита растений. – 2018. - №2. – С.33-39.
3. Гуреев И.И., М.Н.Жердев, А.Л.Брежнев. Совершенствование агротехнологии выращивания озимой пшеницы с использованием удобрений, содержащих микроэлементы // Земледелие. 2016. №8, – С. 25-28.
4. Денисов К.Е., Гераскина А.А. Влияние различных микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы в засушливом Поволжье //Основы и перспективы органических биотехнологий. 2019. № 3, – С. 13-15.
5. Мухомедьярова А.С. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в сухостепной зоне Западного Казахстана// Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Саратов, 16–22 июля 2019 г. – С. 670-674.
6. Созинов А.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта терция при листовой подкормке хелатными микроудобрениями// Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК. Курган, 26 марта 2020 года. – С. 316-319.
7. Субботин А.Г., Кобылинский А.А. Особенности формирования урожая озимой пшеницы в зависимости от применения подкормок в условиях Саратовского Правобережья//Аграрные конференции Саратов. 2019, Т. 29, № 140, – С. 24-27.
8. Ali S., A. Shah, M. Arif, G. Miraj, I. Ali, M. Sajjad, Farhatullah, M.Y. Khan and N.M. Khan. Enhancement of wheat grain yield and yield components through foliar application of Zinc and Boron. // Sarhad J. Agric. 2009. V.25(1), – P. 15-19.
9. Asad A. Rafique R. Effect of zinc, copper, manganese and boron on the yield and yield components of wheat crop in Tehsil Peshawar// Pakistan J Biol Sci, 2000, V. 3(10), – P. 1615-1620.
10. Aydın Günes, Mehmet Alpaslan, Ali Inal, M. Sait Adak, Figen Eraslan, Nuray Çiçek. Effects of Boron Fertilization on the Yield and Some Yield Components of Bread and Durum Wheat. //Turk J Agric For. 2003. No 27, – P. 329-335.

11. Coşkun Gülser, Zhenis Zharlygasov, Rıdvan Kızılkaya, Niyazbek Kalimov, İzzet Akça, Zhaksylyk Zharlygasov. The effect of NPK foliar fertilization on yield and macronutrient content of grain in wheat under Kostanai-Kazakhstan conditions// Eurasian J Soil Sci. 2019, V.8 (3), – P. 275 – 281.

12. Hayyawi WA Al-Juthery, Kahraman H Habeeb, Fadil Jawad Kadhim Altaee, Duraid KA AL-Taey, Abdel Rahman M Al-Tawaha. Effect of foliar application of different sources of nano-fertilizers on growth and yield of wheat. // Bioscience Research, 2018, V. 15(4), – P. 3988-3997.

13. Islam MS, H Akter, S Aktar, MJ Miah, M Farazi. Effect of foliar and soil application of nitrogen on the growth and yield of wheat. // Progressive Agriculture, 2017, V.28 (4), – P. 287-294.

14. Muhammad Arif, Muhammad Aslam Chohan, Sajid Ali, Rozina Gul and Sajjad Khan. Response of wheat to foliar application of nutrients Journal of Agricultural and Biological Science VOL. 1, №4, NOVEMBER 2006 pp. 30-34.

15. Nazim Hussain Labar, Muhammad Aslam Khan, Muhammad Amjad Javed. Effect of foliar applications of plant micronutrients mixture on growth and yield of wheat. // Pakistan J BiolSci.2002, V.8(8), – P. 1096-1099.

16. Rahman M. Z, M R Islam, M A Karim and M T Islam. Response of wheat to foliar application of urea fertilizer// J. Sylhet Agril. Univ., 2014, V. 1(1), – P. 39-43.

## References

1. Semenenko N.N. Innovacionnye tekhnologii primeneniya azotnyh udobrenij: teoriya, metodologiya, praktika / Minsk:Al'fa-kniga, 2020.-320 s.

2. Semenenko N.N., Mezenceva E.G., Kulesh O.G. Sistema primeneniya udobrenij pod zernovye kul'tury na drenovo-podzolistykh pochvah v sovremennykh usloviyah// Zemledelie i zashchita rastenij. – 2018. -№2.-S.33-39.

3. Gureev I.I., M.N.Z Herdev, A.L.Brezhnev. Sovershenstvovanie agrotekhnologii vyrashchivaniya ozimoy pshenicy s ispol'zovaniem udobrenij, soderzhashchih mikroelementy // Zemledelie. 2016. №8,- S. 25-28.

4. Denisov K.E., Geraskina A.A. Vliyanie razlichnykh mikroudobrenij na kachestvo zerna ozimoy pshenicy v zasushlivom Povolzh'e //Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologij. 2019. № 3, - S. 13-15.

5. Muhomed'yarova A.S. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdel'yvaniya ozimoy pshenicy v suhostepnoj zone Zapadnogo Kazahstana// Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statej po itogam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Saratov, 16–22 iyulya 2019 g.- C. 670-674.

6. Sozinov A.V. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy sorta terciya pri listovoj podkormke helatnymi mikroudobreniyami// Inzhenernoe obespechenie v realizacii social'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh programm APK. Kurgan, 26 marta 2020 goda.- S. 316-319.

7. Subbotin A.G., Kobylinskiy A.A. Osobennosti formirovaniya urozhaya ozimoy

pshenicy v zavisimosti ot primeneniya podkormok v usloviyah Saratovskogo Pravoberezh'ya//Agrarnye konferencii Saratov. 2019, T. 29, № 140, -С. 24-27.

8. *Ali S., A. Shah, M. Arif, G. Miraj, I. Ali, M. Sajjad, Farhatullah, M.Y. Khan and N.M. Khan.* Enhancement of wheat grain yield and yield components through foliar application of Zinc and Boron. // Sarhad J. Agric. 2009. V.25(1), -P. 15-19.

9. *Asad A. Rafique R.* Effect of zinc, copper, manganese and boron on the yield and yield components of wheat crop in Tehsil Peshawar// Pakistan J Biol Sci, 2000, V. 3(10), -P. 1615-1620.

10. *Aydin GÜNES, Mehmet ALPASLAN, Ali INAL, M. Sait ADAK, Figen ERASLAN, Nuray ÇIÇEK.* Effects of Boron Fertilization on the Yield and Some Yield Components of Bread and Durum Wheat. //Turk J Agric For. 2003. No 27, - P. 329-335.

11. *Coşkun Gülser, Zhenis Zharlygasov, Rıdvan Kızılkaya, Niyazbek Kalimov, Izzet Akça, Zhaksylyk Zharlygasov.* The effect of NPK foliar fertilization on yield and macronutrient content of grain in wheat under Kostanai-Kazakhstan conditions// Eurasian J Soil Sci. 2019, V.8 (3), - P. 275 – 281.

12. *Hayyawi WA Al-Juthery, Kahraman H Habeeb, Fadil Jawad Kadhim Altaee, Duraid KA AL-Taey, Abdel Rahman M Al-Tawaha.* Effect of foliar application of different sources of nano-fertilizers on growth and yield of whea. // Bioscience Research, 2018, V. 15(4), -P. 3988-3997.

13. *Islam MS, H Akter, S Aktar, MJ Miah, M Farazi.* Effect of foliar and soil application of nitrogen on the growth and yield of wheat. // Progressive Agriculture, 2017, V.28 (4), - P. 287-294.

14. *Muhammad Arif, Muhammad AslamChohan, Sajid Ali, RozinaGul and Sajjad Khan.* Response of wheat to foliar application of nutrients Journal of Agricultural and Biological Science VOL. 1, №.4, november 2006 pp. 30-34.

15. *Nazim Hussain Labar, Muhammad Aslam Khan, Muhammad Amjad Javed.* Effect of foliar applications of plant micronutrients mixture on growth and yield of wheat. // Pakistan J BiolSci.2002, V.8(8), - P. 1096-1099.

16. *Rahman M. Z, M R Islam, M A Karim and M T Islam.* Response of wheat to foliar application of urea fertilizer// J. Sylhet Agril. Univ., 2014, V. 1(1), - P. 39-43.

**Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б.**

Каршинский институт ирригации и агротехнологий, г. Карши, Узбекистан.

## **ЖАПЫРАҚТЫ ҮСТЕМЕ ҚОРЕКТИҢ АРҚАСЫНДА КҮЗДІК БИДАЙ АСТЫҒЫНЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСАРТУ**

**Түйіндеме:** Зерттеу барысында күздік жұмсақ бидайдың жапырақты үстеме қоректі себу мерзімі мен нормасының астықтың технологиялық сапасына әсері зерттелді. Әртүрлі биостимуляторлармен жапырақты азықтандырудың 1000 дәннің салмағына, жалпы ақуыздың және шикі глютеннің мазмұнына оң әсері атап өтілді. Жұмыстың практикалық нәтижелері ашық сұр топырақ жағдайында күздік бидайға тыңайтқыштарды енгізу кезінде дәстүрлі нормалардың (NPK 90:45:30 кг/га) 50% (NPK 180:90:60 кг/га) мөлшерінде, сондай-ақ әртүрлі компоненттердің макро- және микроэлементтерімен байытылған сұйық суспензия препараттарын қолдану кезінде минералды тыңайтқыштарды үнемдеу, астықтың өнімділігі мен сапасын арттырудың әсері анықталды. Күздік бидайды әр түрлі құрамдас суспензиялармен күзгі қопсыту кезеңінде, жалауша жапырақ түзу және масақтану кезінде бақылаумен салыстырғанда дәнде дәннің табиғи салмағына (42,9; 43,7; 36,8 г/л) және ақуыз мөлшеріне (1,2 ; 1,2; 1,1%) оң әсер етті.

**Түйінді сөздер:** бидай, түбірлік азық, дән сапасы, 1000 дәннің салмағы, дәннің биостимуляторы, дәннің табиғи салмағының көрсеткіші.

\*\*\*

**Abduazimov A.M., Vafoeva M.B.**

Karshi Institute of Irrigation and Agricultural Technologies, Karshi city, Uzbekistan.

## **IMPROVEMENT OF QUALITY INDICATORS OF WINTER WHEAT GRAIN THANKS TO LEAF FEEDING**

**Abstract.** In recent years, wheat has been grown on 221 million hectares of land around the world, and the total yield is 769 million tons as a result of modern intensive technologies. Foliar feeding of wheat with various components of macro- and microelements, along with the saving of basic mineral fertilizers applied to the soil, increases the efficiency of their assimilation by the plant, increases yield and improves grain quality. In our experiment, we studied the effect of the timing and rates of foliar application of winter soft wheat on the technological quality of the plant. Although the highest indicator was observed when there was a high agrophone and top dressing in each phase of the growing season, it was found that the optimal level can be achieved for all of the above indicators with a single top dressing of leaves before the appearance of flag leaves, with a 2-fold decrease in mineral fertilizers. The practical results of the work are that in conditions of light gray soils when fertilizing for winter wheat in the amount of 50% (NPK 90:45:30

kg/ha) of the amount of traditional norms (NPK 180:90:60 kg/ha), as well as when using liquid suspension preparations enriched with macro- and microelements of various components, the effect of saving mineral fertilizers, increasing the yield and quality of grain was determined. Feeding winter wheat with suspensions of various components during the autumn tillering phase, during the formation of the flag leaf and after heading had a positive effect on the natural grain weight (42.9; 43.7; 36.8 g/l) and the amount of protein in the grain (1.2; 1.2; 1.1%) in comparison with the control.

**Key words:** wheat, spike, grain, feeding, suspension, quality, protein, gluten, weight of 1000 grains, natural weight indicator.

---

#### **Сведения об авторах**

*Абдуазимов Абар Мухторович* – доктор сельскохозяйственных наук, PhD, Каршинский институт ирригации и агротехнологий, г. Карши, Узбекистан, akbar.abduazimov@mail.ru

*Вафоева Мавлуда Бобомуродовна* – доктор сельскохозяйственных наук, PhD, Каршинский институт ирригации и агротехнологий, г. Карши, Узбекистан, mvafoyeva@mail.ru

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

*Абдуазимов Абар Мухторович* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, PhD, Қарши ирригация және агротехнологиялар институты, Қарши қ., Өзбекстан, akbar.abduazimov@mail.ru

*Вафоева Мавлуда Бобомуродовна* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, PhD, Қарши ирригация және агротехнологиялар институты, Қарши қ., Өзбекстан, mvafoyeva@mail.ru

#### **Information about the authors**

*Abduazimov Abar Mukhtorovich* – Doctor of Agricultural Sciences, PhD, Karshi Institute of Irrigation and Agricultural Technologies, Karshi, Uzbekistan, akbar.abduazimov@mail.ru

*Vafoeva Mavluda Bobomurodovna* – Doctor of Agricultural Sciences, PhD, Karshi Institute of Irrigation and Agricultural Technologies, Karshi, Uzbekistan, mvafoyeva@mail.ru

# БИОТЕХНОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

---

МРПТИ 87.15.19

[https://doi.org/10.53939/1560-5655\\_2024\\_4\\_30](https://doi.org/10.53939/1560-5655_2024_4_30)

**Akhmetova S.O.<sup>1</sup>, Sultangazieva G.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Almaty Technological University, Almaty c., Kazakhstan

## ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE BIG ALMATY RIVER IN THE INFLUENCE ZONE OF ALMATY BY MICROBIOLOGICAL INDICATORS

---

---

**Abstract.** The article presents data on discharges of pollutants into surface water bodies of Almaty region. It has been shown that large volumes of discharges of insufficiently treated wastewater degrade the ecological state of river ecosystems and reduce the quality of natural water. The purpose of the study was to assess the water quality of the Big Almaty River in the influence zone of Almaty by microbiological indicators. The results of physicochemical as well as microbiological analyses of the Big Almaty River water are presented. As a result of the studies, the dependence of the number of common saprophytic bacteria, common coliform bacteria and coliphages on the chemical composition of water, hydrological and weather conditions was revealed. A comparative analysis of water quality in the upper and lower reaches of the Big Almaty River was carried out. A positive correlation was found between the number of saprophytic bacteria and water levels, between saprophytic bacteria and water flow rates, saprophytic bacteria and precipitation levels. A reproducible increase in the number of coliphages in the subglacial period has been established. A negative correlation was found between the number of coliphages and mineralization, the number of coliphages and water temperature. The results obtained can form the basis of the information base for making decisions on the implementation of environmental protection measures aimed at reducing the level of pollution of water bodies.

**Keywords:** water quality, surface water bodies, water pollution, river, microbiological indicators, hydrochemical indicators.

### **Introduction.**

Of the surface water bodies, rivers are most often used for the purpose of water supply. In Kazakhstan, 30% of all water supplied by water pipelines does not meet sanitary standards. One of the reasons for this situation is the low quality of surface water bodies [1]. The quality of water supplied for water supply should comply with the sanitary and epidemiological requirements established by regulatory legal acts in the

field of sanitary and epidemiological well-being of the population [2].

Only 58% of the surface waters of Kazakhstan are formed on the territory of the Republic, the rest come from the territory of neighboring states. A number of water bodies of the country faced a deterioration in water quality. According to the results of observations for 2021, the quality of water in 32 water bodies is classified as poor class, and in 28 water bodies it is classified as the worst class [1].

Given the danger of microbiological contamination of surface water sources for both drinking and cultural purposes, strengthening control over the quality of surface water is of particular relevance.

Almaty city is provided with water from 4 main sources: the Big and Small Almaty rivers, as well as from underground water intakes of the Almaty and Talgar fields [2].

Over the past decades, the pace of construction of residential facilities without developed communal infrastructure has intensified in the Big Almaty River zone. Along the Big Almaty River there are hundreds of buildings that do not comply with environmental standards, construction is carried out in violation of the country's legislation, which makes it relevant to conduct comprehensive monitoring of the Big Almaty River ecosystem [3].

The development of industry and communal services in the city led to an increase not only in water consumption, but also in water disposal. Large volumes of discharges of insufficiently treated wastewater impair the ecological state of river ecosystems and reduce the quality of natural water. In this regard, a comprehensive study of microbiological indicators of river water quality in zone of influence of a large industrial center, as well as factors affecting microorganisms in the ecological system of the Big Almaty River, is relevant.

**The purpose and objectives of the work:**

- assessment of water quality of the Big Almaty River in the influence zone of Almaty by microbiological indicators;
- identify the dependence of the number of common saprophytic bacteria, common coliform bacteria and coliphages on the chemical composition of water, hydrological and weather conditions;
- conduct a comparative analysis of water quality in the studied flows of the Big Almaty River.

**Research objects and methods**

*Object of research:* the Big Almaty River, flowing through the territory of Almaty city and the Almaty region. Big Almaty River is a right-bank tributary of the Kaskelen River, the length of the watercourse is 96 km, and the



catchment area is 425 km<sup>2</sup>. Like all rivers of Almaty city, Big Almaty River is a mountain river; according to the type of nutrition and runoff, a merger of three currents flowing under the front is formed - two powerful moraines of glaciers. The river basin is located in different zones - mountain, flat and transitional foothill. The Big Almaty River is affected by surface runoff from utilities, industrial enterprises, wastewater from horticultural associations, storm runoff from urban areas, as well as a significant recreational load.

In recent years, the waters of the river from the category of “very clean” have moved to the category of “moderately polluted,” which indicates the impact of constant anthropogenic load on the watercourse and the loss of the river ecosystem’s ability to self-clean [4-5].

Studies of the waters of the Big Almaty River were carried out from February to May 2023 in accordance with ST RK ISO 5667-6-2017 “Water quality. Sampling. Part 6. Guidelines for Sampling from Rivers and Watercourses.” All analyses were carried out in accordance with ST RK 3468-2019 “Methods of sanitary and microbiological analysis of surface water bodies” [6].

The work was carried out in the laboratory of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, microbiological analyzes of the samples were carried out in the accredited testing laboratory of Almaty Technological University Research Institute of Food Safety.

Samples were taken for microbiological studies (total number of saprophytes, total coliform bacteria and coliphages) - in the upper (Bostandyk district of Almaty) and lower (Alatau district of Almaty) currents of the Big Almaty River. Samples were taken from the surface horizon (depth 15 cm) at 9 a.m. Table 1 presents the sampling setpoints.

**Table 1 - Sampling**

Denomination	Main objects of anthropogenic impact
1 sample. On the borders of Bostandyk and Auezov districts, above Satpayev street	Garden associations, urbanized territories of Almaty city
2 sample. In Alatau district, below Zhanaarka street	Industrial zone

*Research methods*

For water sampling, both reusable and disposable sterile dishes

are used. Reusable is made of materials that withstand dry heat and autoclaving. Water intake containers are closed with tight plugs and a protective cap made of foil or thick paper.

Microbiological parameters of water quality were determined in the samples.

From open water bodies, samples are usually taken from a depth of 10-15 cm from the surface, and from shallow water sources - at a level of 10-15 cm from the bottom.

*Microbiological indicators.* Total saprophytic bacteria were determined by seeding on fish-peptone nutrient agar, with an incubation period of 24 hours, at a temperature of 37°C; total coliform bacteria (TCB) were determined by the titration method, with growth on lactose-peptone medium (incubation for 24 hours, at a temperature of 37°C), seeding on Endo agar (incubation for 24 hours, at a temperature of 37°C) and passage into Giss medium with lactose (incubation for 24 hours, at a temperature of 37°C); coliphages were determined by the titration method, with growing on meat-peptone broth with washing off the *E. coli* K 12 + strr culture (incubation for 24 hours, at a temperature of 37°C), seeding on nutrient agar with washing off the *E. coli* K 12 + strr culture (incubation for 24 hours, at a temperature of 37°C).

All microbiological indicators were determined according to the methods recommended by ST RK 3468-2019 “Methods of sanitary and microbiological analysis of surface water bodies” [6-7].

## **Results and discussions**

### *Microbiological indicators*

General saprophytic bacteria is one of the laboratory sanitary and hygienic indicators indicating the “total number of microbes” in 1 ml of river water, 1 g of soil or 1 m of air grown on fish-peptonmagar in 24 hours at a temperature of 37 °C. The composition of saprophytic bacteria with these characteristics is extremely numerous and diverse, but taxonomic groups are not determined, since the purpose of this analysis is to determine the “total number of microbes.” Saprophytic bacteria are extremely widely present in the surface layer of soil and water in bodies of water rich in organic matter. The microbial population of wastewater is also huge, which causes the constant decomposition of the components of these waters [8-11].

The dynamics of saprophytic microorganisms during the studied period in the investigated flows of the Big Almaty River in the zone of influence of Almaty is presented in Table 2.

The distribution of saprophytic bacteria between February and May 2023 can be characterized as dynamic. A significant variation in the number of saprophytic bacteria relative to the average value per month indicates unpredictable changes associated with the processes of channel deformations or with anthropogenic impact.

Monitoring of observations and studies performed using a single methodology, taking into account the analysis of comparable time periods from February to May 2023 (in the context of each month), climatic factors, unauthorized discharges, and other conditions, made it possible to determine the dynamics and draw conclusions for each month of observations (Table 2).

**Table 2 - Change in the number of saprophytic microorganisms in the Big Almaty River in influence zone of Almaty city**

Period (month)	Количество сапрофитных бактерий (КОЕ/1 мл) по месяцам	
	Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	Sample 2 (In Alatau district, below Zhanaarka street)
February	60	50
March	270	190
April	290	330
May	370	340

The results of studies in the context of each month showed the following.

In the upper studied course at the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev Street, the concentration of saprophytic bacteria in the ice period (from February to March) averaged 55 KOYe/1 ml, the limits of fluctuations in the content of saprophytes are also not large, which is explained by the lack of soil and pollution in the water, since the river mirror is covered with ice.

In March, there was an increase in the concentration of saprophytic bacteria by almost five times and amounted to 270 KOYe/1 ml, which was a high indicator, as in April. In March, the number and size of margins increases and with meltwater there is an active flow of soils and pollutants into the river. In April, the concentration of saprophytic bacteria practically does not change compared to March. This is due to a slight change in the water level during the month. If the difference in water levels in the river in

March was 403 cm, then in April only - 150 cm, therefore, the bulk of soils and pollutants with flood waters arrived in March and April.

In May, the concentration of saprophytic bacteria increases one and a half times, compared with April. This is due to the ingress of soils and pollutants with flood waters.

Thus, based on the results of monitoring the entire study period from February to May, it follows that the number of saprophytic bacteria increased in March, April and May.

In the lower studied course in the Alatau region, above Zhanaarka Street in February, the concentration of saprophytic bacteria is not large and is equal to 50 KOYe/1 ml, which is explained by the lack of soil and pollution in the water, since the river mirror is almost covered with ice. However, in March, there is a fourfold increase in concentration - 190 KOYe/1 ml, compared to February, which indicates the ingress of pollutants into non-large edges formed closer to the beginning of the month. In April, the number and size of the edges increases, ice drift begins and with meltwater there is an active flow of soils and pollutants into the river, as evidenced by a further increase in the concentration of saprophytic bacteria compared to the ice period in February and March. In May, the concentration of saprophytic bacteria practically does not change, which is also associated with an increase in the active intake of soils and pollutants.

To assess the impact of water quality, a comparison was made of the number of saprophytic bacteria in the two studied river flows.

In February, the content of saprophytic bacteria of the upper studied course slightly exceeds the content of saprophytic bacteria of the lower studied course of the river, this is due to the flow of wastewater. In March, the content of saprophytic bacteria of the upper reaches of the river exceeds the content of saprophytic bacteria of the lower reaches of the river, which is explained by the ingress of a large number of humic pollutants into the water during channel deformations. In May, the content of saprophytic bacteria of the upper reaches of the river slightly exceeded the content of saprophytic bacteria of the lower reaches of the river, which is explained by the ingress of a large amount of humic pollutants from flood and rainwater.

#### *Common coliform bacteria*

Common coliform bacteria, being the most important indicator of water quality, carry information about pollution of the reservoir due to economic activities. The results of monitoring the change in the number of total coliform bacteria in the studied flows from February to May 2023 are presented (Table 3).

**Table 3 - Change in the number of total coliform bacteria in the waters of Big Almaty River in in influence zone of Almaty city**

Coliform count (KOYe/100 mL) by month		
Period (month)	Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	Sample 2 (In Alatau district, below Zhanaarka street)
February	20	30
March	22	25
April	21	19
May	35	37

The results of studies in the context of each month showed the following.

High concentrations of coliform bacteria and large ranges of fluctuations in their number indicate large volumes of discharge, concentrated household wastewater. In the upper studied course of the river in February, the number of coliform bacteria is low and the limits of fluctuations in the numerosity of the studied period (from February to May) are also small. Throughout the flood period (March, April), the concentration of coliform bacteria is quite stable and indicates the entry of pollutants from the entire surface of the catchment with melt and flood waters, including from filtration fields where partially treated household wastewater is transported. In May, there is an increase in water content, but the concentration of coliform bacteria does not decrease, which is associated with an increase in the intake of pollutants, including wastewater.

During the entire observed period, the number of coliform bacteria and the limits of fluctuations in their number are not significant, which indicates the absence of the influence of domestic wastewater. During the studied period of the upper course of the river, the number of coliform bacteria remains stable, which is explained by the high quality of wastewater treatment.

In the lower studied course, the number of total coliform bacteria is unstable. Despite the ingress of pollutants from the catchment surface into the rims of ice on the river in February, the increase in the number of coliform bacteria is associated with the discharge of untreated wastewater. In March and April, the number of total coliform bacteria compared to the previous month (February) is significantly lower, which is associated either

with a decrease in wastewater volumes or with an improvement in the quality of wastewater treatment.

In May, due to the highest levels and discharges of water for the entire study period and the ingress of pollution from the entire surface of the catchment, a jump in the number of coliform bacteria is due compared to the previous period. Thus, pollution of the river with domestic wastewater occurred practically throughout the entire observed period. However, the most critical was May, when the numbers of coliform bacteria were exceeded.

To assess the influence of water quality, a comparison of the number of coliform bacteria in the two studied river reaches was made. Thus, the number of common coliform bacteria below the city indicates that the main pollution of the river by the sewage waters of industrial utilities in the city occurred in May.

#### *Coliphage*

When assessing the ecological state of rivers, the study of water pollution by coliphages is of great practical importance, since they indicate long-term water pollution by household wastewater (Table 4) [12].

**Table 4 - Change in the number of coliphages in the waters of Big Almaty River in influence zone of Almaty city**

Coliphages (BOYe/100 mL) by month		
Period (month)	Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	Sample 2 (In Alatau district, below Zhanaarka street)
February	5	9
March	1	3
April	3	2
May	15	11

In February, the number of coliphages of the lower reaches of the river slightly exceeded the number of bacteria of the upper reaches of the river, which is associated with the discharge of wastewater of the upper course of the river under study.

In March and April, the number of coliphages of the upper and lower reaches of the river practically does not differ, which indicates insignificant inflows of pollutants throughout the river. In May, water levels increase, and there is an increase in coliphages in the upper studied reaches

of the river, which is associated with both dilution and an increase in wastewater inflows. In the lower reaches in May, water with a large number of coliphages, from the area of the upper studied reaches passing downstream, is diluted, which leads to a decrease in the number of coliphages of the lower reaches of the river.

Thus, the change in the number of coliphages in the water area of the river does not depend on weather conditions, but varies depending on the volume and amount of wastewater from both city enterprises and settlements located in the area of the studied reaches. However, the highest concentrations of coliphages of both the upper and lower reaches of the river were recorded in February, which is associated with low water temperature, high concentration of dissolved oxygen and high mineralization, as well as in May, due to an increase in water content in the Big Almaty River.

Correlation analysis revealed a direct relationship between the concentration of coliphages and mineralization ( $k = 0.74$ ); between the concentration of coliphages and the amount of dissolved oxygen ( $k = 0.81$ ). The inverse relationship between the concentration of coliphages and water temperature ( $k = -0.89$ ) (Table 5). This can be explained by the following reasons: an increase in the concentration of *E. coli*, in the cells of which this virus multiplies; increasing the concentration of potassium and magnesium ions required for phage adsorption; slowing down the process of self-purification of water.

**Table 5 - Significant rank correlation coefficients between microbiological indicators of water quality and weather conditions**

Indicators/ weather conditions	Water temperature	Water levels	Water discharges	Precipitates levels
Saprob. bacteria	0,40	0,72*	0,69*	0,61*
Common Coliphoras. bacteria	-0,11	-0,42	-0,40	-0,21
Coliphages	-0,89*	-0,29	-0,39	-0,34

- links to reproducible characteristics noted.

*Hydrochemical indicators*

In the course of the work, a comprehensive study of the following hydrochemical indicators of water was carried out: temperature, value of pH, suspended solids, mineralization and hardness. Hydrochemical indicators of the water quality of the Big Almaty River were determined by laboratory methods, subject to the rules for sampling and storage of samples.

Water temperature is an indicator that largely determines the nature of hydrochemical and hydrobiological processes, and can be considered as an indicator of anthropogenic impact on the river system, especially in the period with negative air temperature [13]. The water temperature in the Big Almaty River will not change during the ice period - 0.1°C (from February to March), when unstable ice cover is observed on the river. In April, with an increase in air temperature to an average of 5-10°C and the development of the flood process, the water temperature increases to 3°C. In May, in the last phases of the flood and a gradual increase in air temperature to 20-25°C, the water temperature is 10-15°C (Figure 1).

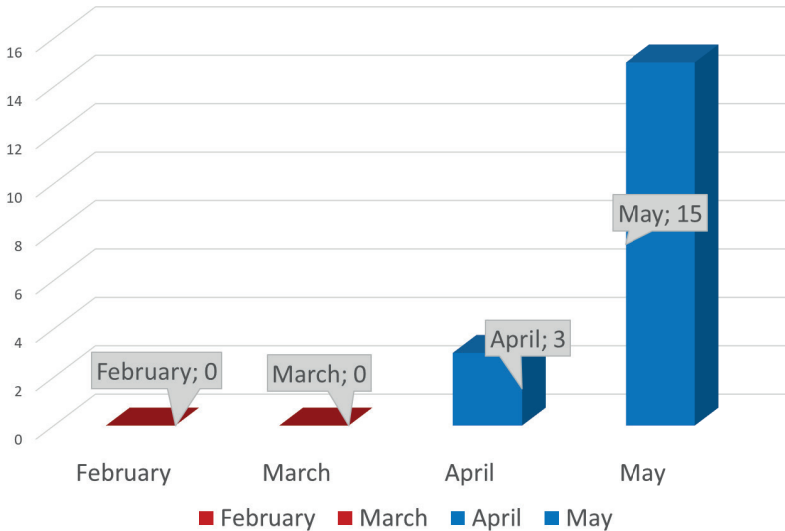


Figure 1 - Change in water temperature in Big Almaty River in the studied reaches from February to May 2023 (averaged values)



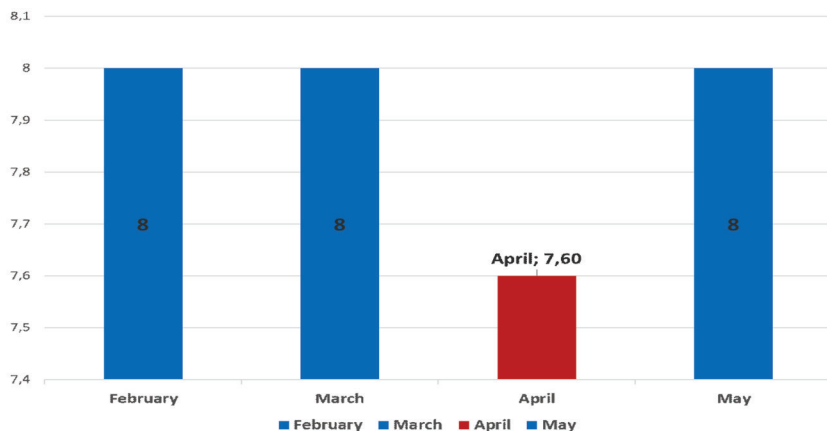


Figure 2 - Change in pH in Big Almaty River from February to May 2023 in the studied reaches (averaged values)

Thus, the pH during the entire study period (from February to May) varies slightly – 7.6-8.2 pH units and is determined by the hydrological and hydrochemical regimes of the river and weather conditions in the river basin (Figure 2).

*Suspended solids.* In river water in the upper studied reaches, the content of suspended matter in the subglacial period is not large: in February - at the limit of detection, in March - there is a slight increase in the concentration of suspended matter, which is associated with the ingress of pollutants from meltwater during the pre-flood period, which is characterized by minimal discharges and their gradual increase. In April, there is a sharp increase in the concentration of suspended solids - 15 times, which is associated with the intake of pollutants with the flow of melt water. In May, which is characterized by a gradual decrease in flood flows, the concentration of suspended solids also decreases.

To assess the impact of water quality, the concentrations of chemical contaminants of the upper and lower studied reaches were compared.

Thus, the content of suspended solids in the river water in the upper studied reaches in February, when the river mirror is partially covered with ice, is at the limit of detection: during the flood period, the concentration increases sharply, which is associated with the ingress of pollutants from the entire surface of the catchment with meltwater.

In the lower studied reaches, in February, the concentration of suspended solids was below the detection limit (Table 6). In March, there is a sharp rise in concentration below the city - 10 times, which is associated with wastewater discharges. Since water consumption in March is small, even discharges of small volumes of polluted wastewater could give such a sharp increase.

**Table 6 - Change in suspended solids content (mg/dm<sup>3</sup>) in the upper and lower studied reaches in the period from February to May 2023 in Big Almaty River**

Sampling point	February	March	April	May
Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	>3	9	68	70
Sample 2 In Alatau district, below Zhanaarka street	>3	90	76	59

In April, the concentrations of the upper and lower studied reaches of the river practically do not differ, which is due to the influx of a large amount of suspended solids both in the upper studied reaches and in the lower one with melt waters. In May, the concentration of suspended solids is 21 mg/dm higher, which is associated with the arrival of a large number of suspended solids from the catchment surface.

Thus, the concentration of suspended solids for the entire study period (from February to May) in the lower study reaches significantly exceeds the concentration of substances of the upper study reaches of the river in March.

*Mineralization.* In the pre-flood period, when the flow is just beginning to form, mineralization practically does not change (Table 7). A slight increase in discharges at the beginning of the flood (early April), due to snow melting, does not lead to a decrease in mineralization, since the discharges have changed slightly, and the flow of pollutants from the entire surface of the catchment is active. In May, mineralization decreases by 44%, which is associated with an intensive increase in river discharges due to the flow of melt water.

**Table 7 - Mineralization change (mg/dm<sup>3</sup>) in the upper and lower studied reaches in the period from February to May 2023 in Big Almaty River**

Sampling point	February	March	April	May
Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	166	168	174	95
Sample 2 In Alatau district, below Zhanaarka street	210	194	178	78

The correlation analysis revealed a negative relationship between mineralization and water levels ( $k = -0.70$ ), between mineralization and water flow rates ( $k = -0.67$ ). Thus, mineralization has a pronounced seasonal character. During the flood period, when the flow rates reach maximum values, the concentration of mineral salts is the lowest. Since the content of mineral salts in the Big Almaty River does not exceed 200 mg/dm<sup>3</sup>, the river waters are low-mineralized.

To assess the impact of water quality, the concentrations of chemical pollutants of the upper and lower reaches were compared.

Mineralization in the lower studied reaches on average exceeds mineralization in the upper studied reaches by 30 mg/dm<sup>3</sup>. Thus, the difference in mineralization concentration indicates the influence of wastewater from urban enterprises. In April, the concentration in the reaches above and below the city practically does not differ, which is associated both with the influx of pollutants from the entire surface of the catchment of the upper and lower studied river reaches in the city, and with an increase in water content. The water level in April was exceeded, which caused a large dilution of wastewater. In May, water levels and discharges continue to increase, but the difference in concentrations also continues to increase, and averages 19 mg/dm<sup>3</sup>, which indicates the flow of various mineral salts with the city's wastewater.

Thus, the mineralization of the lower studied reaches of the river increased significantly in the ice period, when the levels and discharges are not great.

*Hardness.* Similar dynamics has hardness. The increase in hardness concentration is confined to the subglacial period, which is associated

with low flow rates (Table 8). Minimum concentrations are observed in the spring flood period, which is associated with an increase in river discharge.

**Table 8 - Change in hardness concentration (mgeq/dm<sup>3</sup>) in the upper and lower studied reaches in the period from February to May 2023 in Big Almaty River**

Sampling point	February	March	April	May
Sample 1 (On the borders of Bostandyk and Auezov districts, below Satpayev street)	2,9	2,9	1,6	1,6
Sample 2 In Alatau district, below Zhanaarka street	3,4	3,4	1,6	1,7

During the subglacial period, hardness downstream of the river increases by 16%. During the flood period, with an increase in water content, there is practically no difference in the concentration of hardness in the upper and lower reaches under study.

Thus, the hardness of the water in the river below the city during the ice period, when the levels and discharges are not large, differs significantly from the hardness of the upper studied river reaches, on average by 20%, which indicates the flow of calcium and magnesium salts of wastewater from urban enterprises. However, no significant differences in the concentrations of hardness of the upper and lower studied reaches were found during the study period.

It has been established that the waters in the Big Almaty River in the upper studied reaches are low-mineralized and soft. The increase in mineralization and hardness concentration is confined to the period when the river discharges are not high. It was established that over the entire period of the study from February to May, the concentrations of hydrochemical pollutants did not increase evenly in the lower studied reaches of the river.

The concentration of suspended solids in the lower studied reaches gradually increased, from 25% to 33%. The hardness did not change throughout the study period of the lower river reaches.

### **Conclusions**

The results of studies of the water quality of the Big Almaty River on microbiological indicators in the upper studied reaches revealed

a 3.5 times increase in the number of saprophytic bacteria in the ice-free period, reproduced in the context of the studied period (from February to May 2023), compared to the ice-free period, due to changes in weather conditions;

A positive correlation was found between the number of saprophytic bacteria and water levels, between saprophytic bacteria and water discharges, saprophytic bacteria and precipitation levels;

There was no seasonal cyclical change in the number of total coliform bacteria. The high variability in the number of total coliform bacteria in the water of the Big Almaty River in the area of the upper studied reaches indicates the random nature of the intake of household wastewater above the city;

A reproducible increase in the number of coliphages in the subglacial period has been established;

A negative correlation between coliphage abundance and mineralization, coliphage abundance and water temperature was found;

During the study period, a steady increase in the number of total coliform bacteria of the lower reaches of the river was established, which is associated with insufficient treatment of wastewater from municipal treatment facilities;

A 10 times decrease in the number of total coliform bacteria of the lower reaches of the river during the study period has been established, which is most likely associated with the reconstruction carried out at the treatment facilities.

## References

1 (ECE) Project: Kazakhstan - Targets to the Protocol on Water and Health of the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, 2017. - 52 p.

2 SN RK 4.01-03-2013 “External networks and structures of water supply and sewerage”

3 «El.kz» News agency <https://el.kz/ru/> Water shortage in Kazakhstan, art. June 17, 2022.

4 Wikipedia is a free encyclopedia. <https://ru.wikipedia.org/> Alma-Ata and Almaty region, 2022

5 *Chigrinets A.G., Mazur L.P., Rachenkov M.N., Ismailov S.M.* Discharge and channel water balance of small rivers of Almaty within the city territory//Vestnik KazNU. Ser. geographer. – 2013. – No2. - p. 56-70. [In Russian]

6 ST RK 3468-2019 “Methods of sanitary and microbiological analysis of surface water bodies”

7 ST RK 3468-2019 Nature protection. Methods of sanitary and microbiological analysis of surface water bodies

8 *Zakharova N.G., Vershinina V.I., Ilyinskaya O.N.* Short course on microbiology, virology and immunology / Kazan: 2015. -799 p. [In Russian]

9 Handbook of Water Purity and Quality (Second Edition) Chapter 8 – Microbiological threats to water quality Lawrence B. Cahoon, 2021. p. 179-198

10 Assessment of the water quality of Oued El Kell by physicochemical and bacteriological approach, // volume 45, Part 8 // Abba El Hasan a d, Ajiyel Halim b, Zine Nasser Eddine b, Idrissilmame a, AinaneTariKa, El Yaacoubi Adnanea, BenKaddourRachid, Merimilmane, 2021, p.7511-7516

11 *Ivchatov A.L., Malov V.I.* Water chemistry and microbiology. Textbook M. Infra-M 2015. - 224 p. [In Russian]

12 ST RK ISO 5667-6-2017 “Water quality. Sampling. Part 6. Guidelines for Sampling from Rivers and Watercourses”

13 *Nikanorov A.M., Khoruzhaya T.A. & Mironova T.V.* Analysis of the effect of megalopolises on water quality in surface water bodies by ecological-toxicological characteristics, , 2011. – p. 621–628

14 *Bogatov V.V., Fedorovsky A.S.* Fundamentals of river hydrology and hydrobiology. - Vladivostok: Dalnauka, 2017. - 384 p. [In Russian]

**Ахметова С.О., Султангазиева Г.С.**

Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

### **АЛМАТЫ Қ. ЫҚПАЛ ЕТУ АЙМАҒЫНДАҒЫ «ҮЛКЕН АЛМАТЫ» ӨЗЕН СУЫНЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕР БОЙЫНША САПАСЫН БАҒАЛАУ**

**Түіндеме.** Өзен экожүйелерінің экологиялық жағдайын көп мөлшерде тазартылмаған ағынды сулар нашарлатады және табиғи өзен суларының сапасын төмендетеді. Зерттеудің мақсаты Алматы қаласындағы әсер ету аймағындағы Үлкен Алматы өзен суының микробиологиялық көрсеткіштер бойынша сапасын бағалау. Үлкен Алматы өзен суының физика-химиялық, сондай-ақ микробиологиялық талдауларының нәтижелері ұсынылған. Зерттеулер нәтижесінде химиялық судың құрамында жалпы сапрофитті бактериялар, колиформды бактериялар мен колифагтар саны, гидрологиялық және ауа райы жағдайларына тәуелділігі анықталды. Үлкен Алматы өзенінің жоғарғы және төменгі ағысындағы судың сапасына салыстырмалы талдау жүргізілді. Сапрофитті бактериялар саны мен су деңгейі, сапрофитті бактериялар мен су шығыны, сапрофитті бактериялар мен жауын-шашын деңгейі бір-бірімен байланысқан оң корреляциялық байланыс болып табылды. Мұз асты кезеңінде колифагтардың санының көбеюі анықталды. Колифагтардың саны мен судың минералдануы, колифагтардың саны мен судың температурасы арасындағы теріс корреляциялық байланыс анықталды. Алынған нәтижелер су нысандарының ластану деңгейін төмендетуге бағытталған, табиғатты қорғау іс-шараларын іске асыру бойынша шешімдер қабылдау үшін ақпараттық базаның негізінен алынуы мүмкін. **Түйінді сөздер:** су сапасы, жерүсті сулары, судың ластануы, өзен, микробиологиялық көрсеткіштер, гидрохимиялық көрсеткіштер.

\*\*\*

**Ахметова С.О., Султангазиева Г.С.**

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ «БОЛЬШАЯ АЛМАТИНКА» В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ г. АЛМАТЫ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Аннотация.** В статье представлены данные по сбросам загрязняющих веществ в поверхностные водоемы Алматинской области. Показано, что большие объемы сбросов недостаточно очищенных сточных вод ухудшают экологическое состояние речных экосистем и снижают качество природных вод. Целью исследования явилась оценка качества воды р. Большая Алматинка в зоне влияния г. Алматы по микробиологическим показателям. Представлены результаты физико-химических, а также микробиологических анализов воды р. Большая Алматинка. В результате проведенных исследований выявлена

зависимость численности общих сапрофитных бактерий, общих колиформных бактерий и колифагов от химического состава воды, гидрологических и погодных условий. Проведен сравнительный анализ качества воды в верхнем и нижнем течениях р. Большая Алматинка. Обнаружена положительная корреляционная связь между количеством сапрофитных бактерий и уровнями воды, между сапрофитными бактериями и расходами воды, сапрофитными бактериями и уровнем осадков. Установлено воспроизводимое увеличение численности колифагов в подледный период. Обнаружена отрицательная корреляционная связь между численностью колифагов и минерализацией, численностью колифагов и температурой воды. Полученные результаты могут быть положены в основу информационной базы для принятия решений по реализации природоохранных мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения водных объектов.

**Ключевые слова:** качество воды, поверхностные водоемы, загрязнение воды, река, микробиологические показатели, гидрохимические показатели.

---

#### **Information about the authors**

*Akhmetova Saule Ospandiyarovna* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, sunrise\_kz@mail.ru

*Sultangazieva Gulbaram Sapina* – Senior Lecturer, Master in Soil Science and Agrochemistry, Almaty Technological University, gul-2012-61@mail.ru

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

*Ахметова Сәуле Оспандиярқызы* – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Алматы технологиялық университеті, sunrise\_kz@mail.ru

*Сұлтангазиева Гүлбарам Сапина* – аға оқытушы, топырақтану және агрохимия магистрі, Алматы технологиялық университеті, gul-2012-61@mail.ru

#### **Сведения об авторах**

*Ахметова Сауле Оспандировна* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Алматинский технологический университет, sunrise\_kz@mail.ru

*Султангазиева Гүлбарам Сапиновна* – магистр почвоведения и агрохимии, лектор, Алматинский технологический университет, gul-2012-61@mail.ru



**Есеналиева М.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,  
Алматы қ, Қазақстан

## **КАДМИЙ ТҰЗЫНЫҢ ҚЫЗЫЛ СҮЙЕК КЕМІГІНДЕГІ ПОСТЭМБРИОНДЫҚ ГЕМОПОЭЗГЕ ӘСЕР ЕТУ МЕХАНИЗМДЕРІ**

**Түйіндеме.** Бұл шолу мақалада қызыл сүйек кемігінде постэмбриондық гемопоэз кезінде қан жасушаларының линияларына кадмий тұзының әсер ету механизмі, нәтижесінде кадмий әсерінен туындаған бұзылулар соңғы зерттеулер негізінде қарастырылады. Кадмий – қоршаған ортадан адам ағзасына ену арқылы түрлі ауруларды тудыратын өте улы ауыр металл екендігі көптеген ғылыми жұмыстарда дәлелденген. Мақалада кадмий қосылыстарының қызыл сүйек кемігінің жасушалық құрамына, әсіресе гемопоэтикалық үрдіске, жасушалардың дифференциалануына әсері талданады. Кадмийдің жасушадағы стресстік реакцияларды, апоптозды және қабыну үрдістерін қоздыру арқылы гемопоэзді бұзу жолдары көрсетіледі. Адам ағзасында қан негізгі сұйық ішкі орта ретінде жүріп жатқан барлық үрдістерді реттеуге қатысатын болғандықтан, кадмийдің гемопоэзге және қан құрамындағы жасушалардың балансына әсерін түсінудің қоғам денсаулығын сақтау үшін маңыздылығы жоғары. Қоршаған ортада ауыр металдың мөлшері артуына байланысты, мақала ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті. Зерттеу нәтижелері кадмий тұзының уытты әсерінің молекулалық және жасушалық деңгейде жүзеге асу жолдарын түсінуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде аурулардың алдын алу, диагностикалау және медициналық тәжірибеде жаңа терапиялық стратегияларды әзірлеу үшін негіз бола алады. Зерттеу жұмысы биология, экология, медицина және токсикология салаларында маңызды ақпараттар ұсынып, кадмийдің адам денсаулығына қауіпін бағалауға үлес қосады.

**Түйінді сөздер:** кадмий, гемопоэз, қызыл сүйек кемігі, уыттылық, қан жасушалары

**Кіріспе.** Кадмий (Cd) – адам ағзасында аурулардың пайда болуына себеп болатын улы металл. Қоршаған ортада топырақта, ауада, суда ауыр металдардың, соның ішінде кадмий концентрациясының көбеюіне байланысты, металдың тірі ағзаларға уыттылық әсерін зерттеудің маңыздылығы күн сайын артуда. Халықаралық қатерлі ісіктерді зерттеу агенттігінің мәліметтері бойынша, бұл ауыр металл

адам ағзасы үшін бірінші топтағы канцерогендер тізіміне жатқызылады. Оның әсер етуінің нәтижесінде ағзада бүйрек, өкпе, жыныс бездерінің, бүйректің созылмалы аурулары, қан және қанайналым жүйесінің қатерлі ісіктері, остеопороз [1] секілді қауіпті аурулар тізімі қалыптасады. Қытай тұрғындары арасында зерттеу жүргізіп, кадмийдің қан құрамында ұзақ уақыт бойы кездесуінің глюкоза концентрациясының деңгейіне және соған байланысты қант диабетінің қаупіне әсерін анықтады [2]. Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, авторлар ересектер үшін кадмийдің ұзақ мерзімді әсері қандағы глюкоза деңгейінің жоғарылауына ықпалын тигізіп, екінші типті қант диабетінің дамуына әкелуі мүмкін деген қорытындыға келген. Улы металл қоршаған ортада өндіріс қалдықтарынан, пестицидтер мен тыңайтқыштарды пайдаланудан, түрлі қоқыс үйінділерінен жинақталады. Ауыр металмен ластанған топырақ пен су қоймалары адам денсаулығына жанама түрде ұзақ уақытта әсер етуі мүмкін. Адам ағзасының қоршаған ортаның ықпалына сезімтал мүшелерінің бірі – қызыл сүйек кемігі. Қызыл сүйек кемігі құрылымының ерекшелігіне сәйкес тіршілікке маңызды қызметтерді атқарады. Негізгі қызметі – гемопоз. Гемопоз – бұл қанның барлық формалық элементтері түзілетін, көпсатылы бірқатар үрдістердің жиынтығы. Сүйектің қызыл кемігіндегі жас, маманданбаған жасушалар қанның жетілген формалық элементтері эритроциттер, лейкоциттер, тромбоциттердің түзілуіне бастама болады. Жасуша бөлінуінің жоғары деңгейі сүйек кемігін улы заттар мен радиацияға сезімталдық қабілетін арттыра түседі. Ауыр металдар, пестицидтер және өнеркәсіптік химиялық заттар тамақ, су, ауа арқылы ағзаға түсіп, сүйек кемігінің қызметін бұзады. Бұл заттар жасушалардың қалыпты жұмысына теріс әсер етіп, анемия, лейкопения және басқа да қантүзілу үрдістерінің ауытқуларына әкеледі [3,4].

Cd – ағзаның әртүрлі мүшелер жүйесіне, әсіресе қан жасушалары мен сүйек кемігіне уытты әсер етуіне байланысты күрделі экологиялық және медициналық мәселе тудыратын ауыр металл. Кадмийдің уыттылығы гемопозитикалық үрдістердің бұзылуынан, сондай-ақ жасушалар мен ұлпалардың тікелей зақымдалуынан көрінеді. Кадмий бірнеше негізгі механизмдер арқылы қан түзуге уытты әсер етеді. Бұл әдебиеттік шолуда сүйек кемігіндегі басты маңызды үрдіс гемопоз жасушаларына кадмий уыттылығының әсер етуінің негізгі механизмдері қарастырылады.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеу мақсатына сәйкес «Scopus», «Web of Science», «Google Scholar», «PubMed» дерекқорларынан түйінді сөз-

дер арқылы жарияланған ғылыми жұмыстар жүйелі түрде ізделді. Тү-йінді сөздер мен тіркестер ағылшын, орыс тілдеріне де ауыдарылып қолданылды, олар: кадмий, гемопоэтикалық жасушалар, кадмийдің гемопоэзге әсері, қан аурулары, кадмий тудыратын өзгерістер, то-тығу стрессі. Зерттеу тақырыбы бойынша 100 - ден аса түпнұсқалық зерттеу мақалалары талданды және нәтижесінде 20-ға жуық жұмыс осы мақаланың негізі ретінде таңдалып алынды. Мақалаларды қа-растыру кезінде қолданылған әдістер: а) систематикалық шолу: та-қырыпқа қатысты дереккөздер анықталып, олардың әдіснамасы мен нәтижелері талданды; б) критикалық талдау: әр зерттеудің әдіснама-лық аспектілері мен қорытындылары салыстырылды; в) тақырыпша-лар бойынша топтау: кадмийдің гемопоэзге әсері туралы әдебиеттегі зерттеулердің нәтижелері әртүрлі аспектілер бойынша (молекуляр-лық механизмдер, жасушалық дифференцировка, апоптоз және т.б.) топтастырылды; г) салыстырмалы талдау: әртүрлі зерттеулердегі кадмий тұзының әсерін салыстыру арқылы, ортақ тенденцияларды, айырмашылықтарды және бірегейлікті анықтау жүргізілді. Осы әдіс-тер зерттеу мақсатына жетуге және кадмий тұзының гемопоэзге әсе-рін жан-жақты қарастыруға мүмкіндік берді.

**Нәтижелер және талқылау.** Кадмий иондары басқа да ауыр ме-талдар сияқты адам ағзасына молекулалық деңгейде әсер етіп, ұлпа-лар мен мүшелерді зақымдайды. Кадмий қосылыстары ағзада ас қо-рыту жүйесі арқылы немесе ауадағы шаңмен бірге тыныс алу жолда-ры арқылы еніп, сүйектерде, аталық бездерде, бауырда және бүйрек-те жиналады. Бастапқыда кадмий иондары ішектің энтероциттерімен сіңіп, сол жерден қанға өтіп, эритроциттермен байланысады. Кейіннен бұл улы иондар бауырға тасымалданады, онда олар цистинге бай ақуыздар металлотионеиндермен (MT) күрделі байланыстар түзеді. Содан кейін CdMT кешендері қанға бөлініп, одан әрі адам ағзасын-дағы кадмийдің токсикалық әсерінің негізгі нысаны болып табылатын бүйрекке тасымалдануы мүмкін. Бүйректерде CdMT кешендері ыды-рап, Cd иондары бөлінеді. Бұл өз кезегінде осы мүшенің құрылым-дарының бұзылуына және нефропатияға, резорбцияның бұзылуына және ақырында созылмалы бүйрек жеткіліксіздігіне әкеледі [5].

Кадмийдің уыттылығы жасушалардың тотығу-тотықсыздану күйі-нің бұзылуына әкеліп, тотығу стрессінің көзі болуы мүмкін. Тотығу ст-рессінен пайда болған молекулалар қантүзуші жасушалардың қалып-ты қызметін бұзады. Молекулалық деңгейде кадмий иондары энер-гия түзілуінің ауытқуы, ақуыз синтезі және ДНҚ зақымдалуы секілді

жасушалық метаболизмге теріс әсер етеді. Кадмийдің жасушадағы тотығу – тотықсыздану үрдістеріне және Д витаминінің концентрациясына әсерін анықтау мақсатында зерттеу жүргізілген [6]. Зерттеу барысында өндірісі дамыған елді мекенде өмір сүретін балаларды қанының құрамындағы кадмий мөлшеріне қарай үш топқа бөліп, салыстыра көрсетеді. Өлшенетін көрсеткіштер ретінде қандағы кадмий (CdB) деңгейлері, жалпы қан анализі, тотығу стрессінің маркерлері алынды. Зерттеу арқылы балалар популяциясының қан сарысуындағы жалпы антиоксиданттық көрсеткіштің жоғары болуы мен сульфгидрил топтарының (SH) төмен мөлшерде болатындығы анықталды. Кадмий концентрациясы төмен топтағы балалармен салыстырғанда, концентрациясы жоғары топтағы балалардың қан сарысуында липофусциннің жоғарылауы, глутатионпероксидазаның жоғары белсенділігі, сондай-ақ, эритроциттердегі малондиальдегидінің төмен болуы кадмий уыттылығының тотығу стрессінің маркерлеріне әсер ететіндігі анықталды. Қан сарысуы мен қан жасушаларының концентрациясындағы бұл айырмашылықтар Cd иондары тудыратын жасуша мембраналарының зақымдалуына байланысты болуы мүмкін. Кадмий бос радикалдар мен оттегінің белсенді түрлерінің түзілуіне ықпал ету арқылы тотығу стрессін тудырады. Бұл молекулалар жасуша мембранасының липидтеріне, ақуыздарға және ДНҚ-ға зақым келтіріп, гемопоэтикалық мүше жасушаларының қалыпты қызметіне кедергі келтіреді. Атап айтқанда, жасуша мембраналарының тотығу үрдістерінің нәтижесінде зақымдануы жасушалардың, соның ішінде гемопоэтикалық бағаналы жасушалары мен қан жасушалары бастамаларының құрылымының бұзылуына және өліміне әкеледі [7].

Кадмий жасушаларды энергиямен қамтамасыз етуде негізгі рөл атқаратын митохондриялардың қызметін бұзады. Митохондриялық дисфункция АТФ синтезінің төмендеуіне және жасушалардың бөліну және дифференциациялану қабілетіне әсер ететін тотығу стрессінің жоғарылауына әкеледі. Кадмийдің гемопоэтикалық бағаналы жасушалардағы энергиялық алмасуына және оның гемопозегге қатысуына әсерін анықтау мақсатында лабораториялық тышқандарға тәжірибе жүргізілген [8]. Ауыр металл әсерінен гемопоэтикалық бағаналы жасушаларда лактат түзілуі мен лактатдегидрогеназа белсенділігі төмендеп, керісінше, пируватдегидрогеназа белсенділігі, мембраналық потенциал, АТФ түзілуі, оттегіні тұтыну деңгейі, оттегінің белсенді формалары жоғарлады. Бұл жағдай ауыр металлдың бағаналы жасушаларда энергиялық алмасу тізбегінің гликолизден митохондриялық

тотыға фосфорлануға ауысуына әсер ететіндігі анықталды. Нәтижесінде тышқандарда миелопоэз үрдісі артады. Миелопоэздің жоғарылауы ағзада қабыну үрдістерінің әрі иммундық жүйенің тозған жағдайы туралы ақпарат беретін көрсеткіш болып табылады.

Кадмийдің әсер етуші маңызды нысандары белоктардағы цистеиндердің тиол топтары (-SH) болып табылады. Ферменттердің сульфгидрильді топтарын инактивациялау ядроларда, эндоплазмалық ретикулумда және митохондрияларда бірнеше функционалдық өзгерістер тудыруы мүмкін. Кадмийдің токсикалық әсері негізінен III кешен (цитохром  $bc_1$  кешені немесе убихинон: оксидоредуктаза мен цитохром) арқылы электрон ағынын бұзу арқылы митохондриялық электронды тасымалдау тізбегінің блокталуына байланысты. Кадмий АДФ белсенділігін тежейді және митохондрияның өткізу қуыстарын ашу арқылы ішкі митохондриялық мембранада ион өткізгіштігінің жоғарылауын тудырады. Кадмий тыныс алу тізбегінің ферменттерінің қызметтерін тежеу, митохондрияның мембраналық потенциалын өзгерту және митохондриялардың ісінуінен тыныс алуды тежеу арқылы көптеген митохондриялық ақуыздардың (сыртқы және ішкі мембраналардан өтетін тасымалдаушы жүйелер мен ферменттер) белсенділігін өзгерте алады [9].

Кадмий тікелей мембрана өткізгіштігін арттырып, митохондриялық мембрананың потенциалын төмендетуі мүмкін, бұл өз кезегінде каспаза жолын белсендіре отырып, цитохром C шығарылуын тудырады. Сонымен қатар, кадмий АТФазаның, лактатдегидрогеназаның (LDH), супероксид дисмутазаның (SOD) және глутатион пероксидазаның (GPx) қызметін төмендетеді, ал оттегінің белсенді формалары мен липидтің асқын тотығу деңгейін жоғарылатады. Кадмий Фентон реакцияларына қатысады. Фентон реакциясында катализатор ретінде әрекет етпесе де, ол эндогендік фентон металын (мысалы,  $Fe^{2+}$ ) ақуыздардан жанама түрде ығыстырып, бос тотықсыздандырғыш - белсенді металдардың мөлшерін көбейтіп, оттегінің белсенді формаларын шығара алады. Кадмий глутатион сияқты экзогендік және эндогендік антиоксиданттармен әрекеттесу арқылы жасушаның тотығу-тотықсыздану күйін өзгерте алады. Кадмий митохондрияларды зақымдауы кезінде тек  $Ca^{2+}$  сигнализациясына кедергі келтіріп қана қоймайды, сонымен қатар митохондриялық оттегінің белсенді формаларының түзілуін арттырады.

Кадмийдің уытты әсері гемопоэтикалық жасушаларда бағдарламаланатын жасушалық өлім (апоптоз) механизмдерін арттырады.

Кадмий жасушалардың өлуіне және қан жасушаларының өндірісінің төмендеуіне әкелетін апоптоз үрдісінің негізгі ферменттерін - каспазалардың белсенді қызметіне әкеледі. Кадмий иондары I кешен (NADH дегидрогеназа немесе NADH: убихиноноксидоредуктаза) мен IV кешенге (цитохром оксидаза) әсер етуден гөрі электронды тасымалдау тізбегінің II (сукцинатдегидрогеназа) және III кешендерінің (цитохром  $bc_1$  кешені) белсенділігін тежеу арқылы ксенобиотиктер ретінде әрекет етеді. Осыған қарағанда, түзілуінің негізгі орны III кешен деп болжауға болады. Оттегінің белсенді формаларының жинақталуы митохондриялық мембрананың потенциалына әсер етеді және апоптоз (генетикалық кодталған жасушаның өзін-өзі жою механизмі) секілді үрдістерді белсендіреді. Апоптоздың екі түрлі жолы бар: сыртқы немесе жасуша өлімін тудырушы рецепторлар арқылы жүретін жол және ішкі немесе митохондриялық делдалдық жол. Екі түрлі жол бір-бірімен байланысты және екі жолдың біріндегі молекулалар екіншісіне әсер етуі мүмкін. Бірінші түрі сыртқы тітіркендіргіштерге жауап ретінде апоптозды тудырса, ал ішкісі ДНҚ зақымдануы сияқты ішкі тітіркендіргіштерге жауап ретінде апоптозды тудырады. Митохондриялық түрі оттегінің белсенді формалары, ультракүлгін сәулелену, иондаушы сәулелер,  $Ca^{2+}$  және  $Cd^{2+}$  сияқты уытты әсер етуші тітіркендіргіштермен байланысты. Бұл стресс тітіркендіргіштері митохондрияның сыртқы мембранасының өткізгіштігіне әкеледі, С цитохромының митохондриялық мембрананың аралық кеңістігінен цитозольге босатылады, осылайша каспаза-8 белсендіріліп, жасушаның өзін-өзі жоюы басталады. Ішкі жол жасушалық стресс сигналымен іске қосылады, өйткені ДНҚ зақымдануы каспаза-9 түрін белсендіреді. Апоптоздың ішкі жолындағы негізгі сатысында оттегінің белсенді формаларының көп түзілуімен бос радикалдар митохондриялық мембрананың фосфолипидтеріне әсер етіп, митохондриялық мембрана деполяризацияланады. Апоптоздың әрбір жолы каспаза-8 (сыртқы жол) және каспаза-9 (ішкі жол) сияқты өзінің инициаторларын белсендіреді, олар өз кезегінде орындаушы формалар каспаза-3 пен каспаза-7-нің қызметтерін арттырады. Каспазалар (цистеин-аспартаттық протеазалар) аспартат қалдықтарынан кейінгі ақуыздарды ыдырататын протеолитикалық белсенділікке ие. Нәтижесінде жасушалардың кішіреюі, хроматиннің конденсациясы, цитоплазмалық көпіршіктер мен апоптоздық денелердің түзілуі сияқты цитоморфологиялық сипаттамалар қалыптасады. Оттегінің белсенді формаларының шамадан тыс түзілуі апоптоздан басқа митохондриялық мембрананың деполяризациясы,

ДНҚ мутациясы, митохондриялық мембраналардың тұтастығын бұзу арқылы макромолекуланың тотығуына әкеледі. Митохондриялық апоптоздың негізгі көрінісі оттегінің белсенді формаларының көбеюімен, митохондриялық мембрана потенциалының өзгеруімен және каспаза-9 активтенуімен байланысты. Кадмиймен индукцияланған митохондриялық зақымдану арқылы жүретін митохондриялық апоптоз кадмий әсер еткеннен кем дегенде 15-24 сағаттан кейін басталады.

Кадмий уытты әсері жасушаларда эпигенетикалық өзгерістер тудыра алады. Эпигенетикалық өзгерістер тікелей ДНҚ нулеотидтік тізбегінің өзгерісіне байланыссыз ұрпақтан ұрпаққа берілетін геннің жалпы көрінісіндегі ауытқулар. Ген экспрессиясының эпигенетикалық реттелуіне делдалдық жасайтын негізгі механизмдері: ДНҚ метилденуі, гистондардың посттрансляциялық модификациясы, гендердің транскрипциясы мен трансляциясына кедергі келтіруші микроРНК (кодталмайтын РНК молекулалары), ДНҚ қапталуы. Эпигенетикалық процестерге қатысатын ферменттерге ДНҚ метилтрансфераза, гистон метилтрансфераза, гистон ацетилтрансфераза және гистон деацетилаза жатады. Бұл процестерге қоршаған ортаның әртүрлі факторлары әсер етуі арқылы, олардың реттелуінің бұзылуларын тудыра алады. Соңғы уақытта, көп зерттеулер ауыр металлдардың уытты әсер ету механизмі микроРНК (кодталмайтын РНК молекулалары) арқылы жүретіндігін көрсетуде. Эндогендік микроРНК-ның аберрантты өзгерістері әртүрлі ісік түрлері мен бұзылуларға әкелетін түрлі патофизиологиялық жағдайлар мен сигналдық жолдарға тікелей байланысты [10]. ДНҚ метилденуі жасушалық процестерді, соның ішінде геномдық импринтингті, хромосоманың тұрақтылығын және ген транскрипциясын реттеуге қатысады. H3 және H4 гистондарының N- және C-терминал құйрықтары хроматин құрылымы мен ген экспрессиясына әсер ететін метилдену, ацетилдену, фосфорлану, АДФ-рибозилдену, убиквитинация сияқты посттрансляциялық коваленттік реакциялардан өтеді. МикроРНК – 20–25 нуклеотидтен тұратын кодталмаған шағын молекулалар, олар ақпараттық РНК-ны ыдырату және олардың трансляциясын тежеу арқылы белок экспрессиясының посттранскрипциялық реттелуіне қатысады. МикроРНК ДНҚ-дан транскрипцияланады, бірақ белоктарда трансляцияланбайды. МикроРНК-ның негізгі қызметі ақпараттық РНК функцияларына кедергі жасау арқылы ген экспрессиясын төмендету болып табылады. Эпигенетикалық өзгерістер эпигеномның динамикалық күйіне байланысты қоректену түрі, ксенобиотиктердің әсері сияқты қоршаған орта факторларымен туын-

дауы мүмкін. Кадмий әсерінен мына үш эпигенетикалық құрылымдарда өзгерістер туындайды: ДНҚ метилденуі, гистонның трансляциядан кейінгі модификациясы және микроРНК. ДНҚ метилдену деңгейі кадмийдің әсер ету уақытымен байланысты болуы мүмкін. Зерттеулер көрсеткендей, қысқа уақыт ішінде Cd әсерінен гипометилизация туындаса, ал ұзақ уақыт әсер ету нәтижесінде гиперметилизация туындайды. TRL1215 егеуқұйрық бауыр жасушаларына кадмийдің *in vitro* бір апта бойына әсері ДНҚ метилтрансфераза белсенділігін 40%-ға дейін тежеуінен ДНҚ гипометилизациясы пайда болды, ал сол жасушаларға кадмийдің 10 апта бойы ұзақ уақыт әсері ДНҚ гиперметилизациясына әкелді. [11]. Cd экспозициясы эпигенетикалық құрылымдармен бірге геннің экспрессиялық көрінісін өзгертетіндіктен, эпигенетикалық өзгерістер канцерогендік әсерлермен байланысты болуы мүмкін.

Кадмий гемопоэтикалық процестерді реттейтін эритропоэтин және тромбоциттік өсу факторы сияқты өсу факторларының түзілуіне кедергі келтіруі мүмкін. Бұл өсу факторларының мөлшерінің өзгеруі қан жасушаларының қалыпты дамуы мен дифференциациясына кедергі келтіріп, анемияға, тромбоцитопенияға және басқа да бұзылуларға әкеледі. Гипоксия кезінде эритропоэтин экспрессиясы артатын Her3V адам бауырының жасушаларына кадмий хлоридінің әсері зерттелген. Зерттеу нәтижелері кадмийдің бауыр жасушаларында эритропоэтин өндірілуіне күшті және ерекше тежегіштік әсер ететінін көрсетеді. Бұл фактор бүйректегі эритропоэтин түзілуіне тікелей әсер ету арқылы анемияны тудыруы мүмкін [12].

Кадмий гемопоэтикалық бағаналы жасушалардың тіршілік циклін тежеп, жасушаның бөліну үрдістерінің жылдамдығын төмендетеді. Бұл қан жасушаларының санының төмендеуіне және олардың қалыпты қызметтерінің бұзылуына әкеледі. Анемияның дамуына қоршаған ортадағы әртүрлі мөлшердегі ауыр металдардың әсер етуі зерттеліп, арасындағы байланыс бағаланды. Кадмий концентрациясының екі есе артуы эритроциттердің көлемінің 0,16-ға жоғарылауымен, ал қорғасын концентрациясының екі есе артуы 0,04 жоғарылауымен көрінді. Екі металдың әсерін қоса бақылағанда, талдаулар арқылы кадмий эритроциттердің көлемінің ұлғаюымен оң байланыста болса, ал қорғасынның әсері айтарлықтай әлсіреген. Ауыр металдар гемопоэтикалық немесе эритропоэтикалық механизмдеге әсер ететіндігі анықталды [13].

Кадмий сүйек кемігінде созылмалы қабынуды тудырады, нәтижесі қабыну жасушаларының белсенділігінің артуына және цитокиндердің



бөлінуіне әкеледі. Бұл қабыну молекулалары гемопозитикалық жасушаларды зақымдап, олардың қызметін нашарлатуымен бірге сүйек кемігінің микроортасына әсер етуі мүмкін. Кадмий мен қорғасын секілді ауыр металдар иммундық жүйенің параметрлерін өзгертеді, туа біткен және жүре пайда болған иммунитетті түсіреді, аутоиммунды аурулардың пайда болуына, ағзаның аллергияға, инфекцияға сезімталдығын арттырады. Осыған байланысты жасушаларда цитокин секілді әртүрлі сигналдық молекулалар деңгейінің өзгеруі басталып, ағзада қабыну пайда болады [14].

Кадмий иммундық жүйеде қорғаныш қызмет атқаратын лейкоциттердің қызметіне кедергі келтіреді. Сүйек кемігі лейкоциттер түзілетін негізгі орын болғандықтан, оның дисфункциясы иммундық жауаптың төмендеуіне және инфекцияларға сезімталдықтың жоғарылауына әкеледі. Кадмий қандағы және лимфоидты ұлпадағы лимфоциттердің жетілуін тежеп, қызметін бұза отырып адаптивті иммундық жүйеге әсер етеді. Металл өзінің канцерогендік әсерін көрсететін механизмдерге ДНҚ репарация жүйесінің бұзылуы, ісіктерді басатын гендердің ісік ген-супрессорларының инактивациясы және протоонкогендердің белсенділігінің күшеюі жатады. Бұл бұзылулар сонымен бірге қабыну туғызатын цитокиндердің шамадан тыс бөлінуіне ықпал етеді. Оларға IL-1, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , интерферон-гамма (IFN- $\gamma$ ) және интерлейкин-10 (ИЛ-10) жатады [15, 16].

Кадмий цитокиндердің өндірілуіне әртүрлі әсер етеді. Қала тұрғындарында аллергиялық аурулар мен ісік ауруларының артуы иммуноглобулин E (IgE) антиденесі мен цитокиндердің түзілуіне әсер етуші қоршаған ортаның кадмиймен ластануы негіз болуы мүмкін. Туа пайда болған иммунитеттің негізгі жасушалары моноциттер мен нейтрофилдерге кадмий көп зиян келтіреді. Макрофагтардың иммундық белсенділігі кадмийдің әсерінен тежеліп, иммундық жауапқа қатыспайды. Ал моноциттердегі қабынуға қарсы цитокиндердің бөлінуі себепті, қабыну одан әрі күшейеді [17].

**Қорытынды.** Адам ағзасында түрлі аурулардың пайда болуын тудыратын кадмийдің гемопозегге уытты әсер етуінің механизмдері анықталды. Антропогендік іс-әрекеттердің нәтижесінде қоршаған ортада кадмийдің концентрациясы артуына байланысты бұл металл адам ағзасына ас қорыту, тыныс алу жолдары арқылы өніп, ұзақ уақыт бойы мүшелерде жиналады. Қазіргі таңда кадмийдің уытты әсер етуінің механизмдері жасушалық және молекулалық деңгейде зерттелуде. Жүргізілген зерттеу жұмыстары көрсеткендей, кадмий-

дің гемопозеге әсері күрделі және көп факторлы процесс. Гемопозеге уытты әсері тотығу стрессі, жасуша циклін бұзу, өсу факторларының секрециясын әлсірету, жасуша дифференциациясы мен пролиферация үрдістерін баяулату, қабыну, мутагендік эффект, сүйек кемігінің микроортасын өзгерту секілді негізгі механизмдермен жүзеге асады. Кадмийдің уытты әсер ету механизмдері және зардаптары туралы білу және алдын алу шараларын қабылдау өмір сапасын жақсартуға, ауруды азайтуға және кадмиймен байланысты аурулардың алдын алуға, детоксикация мен улануды емдеу әдістерін, сондай-ақ кадмийдің зиянды әсерін бейтараптандыратын немесе азайтатын препараттарды жасауға көмектеседі. Сондықтан кадмийдің адам ағзасына улы әсерін зерттеу қоғамның денсаулығын, қауіпсіздігін және әл-ауқатын қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Бұл мақала болашақ зерттеулерде келесі бағыттарда жұмыстар жүргізуге ықпал етеді: кадмийдің қызыл сүйек кемігіндегі әр түрлі жасуша түрлеріне әсерін зерттеу; кадмийдің гемопозеге әсер ету механизмдерін толығырақ түсіну үшін молекулалық биологиялық әдістерді қолдану; кадмийдің әсерін әлсірететін және гемопозегенің қайта қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін препараттарды іздестіру.

### Әдебиеттер/References

1 Wang M., Wang X., Liu J., Wang Z., Jin T., Zhu G., Chen X. The association between cadmium exposure and osteoporosis: a longitudinal study and predictive model in a chinese female population // *Front. Public Health.* – 2021. V.9

2 Xiao L., Li W., Zhu C., Yang S., Zhang B., Wang B., Wang X., Wang D., Ma J., Zhou Y., et al. Cadmium exposure, fasting blood glucose changes, and type 2 diabetes mellitus: A longitudinal prospective study in China // *Environ. Res.* - 2021, V.192

3 Cadmium induces iron deficiency anemia through the suppression of iron transport in the duodenum / Y. Fujiwara. Lee Jin-Y., H. Banno. S. Imai. M. Tokumoto. T. Hasegawa. Y. Seko. H. Nagase. M. Satoh // *Toxicology Letters.* 2020. Vol. 332. –P. 130-139.

4 Ana Cirovic, Aleksandar Cirovic. Iron deficiency as promoter of heavy metals-induced acute myeloid leukemia // *Leukemia Research.* 2022. V.112.

5 Zhang Y., Liu Z., He Q., Wu F., Xiao Y., Chen W., Jin Y., Yu D., Wang Q. Construction of mode of action for cadmium-induced renal tubular dysfunction based on a toxicity pathway-oriented approach. // *Front. Genet.* 2021. V. 12.

6 Chwalba A., Orłowska J., Słota M., Jeziorska M., Filipecka K., Bellanti F., Dobrakowski M., Kasperczyk A., Zalejska-Fiolka J., Kasperczyk S. Effect of cadmium on oxidative stress indices and vitamin d concentrations in children // *Clinical Medicine.* 2023. V.12(4).

7 Genchi G., Sinicropi M.S., Lauria G., Carocci A., Catalano A. The effects of cadmium toxicity. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020. V.17.

8 Zhao Y, He J, Zhu T, Zhang Y, Zhai Y, Xue P, Yao Y, Zhou Z, He M, Qu W, Zhang Y. Cadmium exposure reprograms energy metabolism of hematopoietic stem cells to promote myelopoiesis at the expense of lymphopoiesis in mice // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Feb; V. 231.

9 Lee W.K., Thevenod F. Cell organelles as targets of mammalian cadmium toxicity // *Arch. Toxicol*. 2020. P. 1–33.

10 Wallace, D.R.; Taalab, Y.M.; Heinze, S.; Lovaković, B.T.; Pizent, A.; Renieri, E.; Tsatsakis, A.; Farooqi, A.A.; Javorac, D.; Andjelkovic, M.; et al. Toxic-metal-induced alteration in miRNA expression profile as a proposed mechanism for disease development // *Cells*. 2020. V. 9. 901 p.

11 Takiguchi M., Achanzar W.E., Qu W., Li G., Waalkes M.P. Effects of cadmium on DNA-(Cytosine-5) methyltransferase activity and DNA methylation status during cadmium-induced cellular transformation // *Exp. Cell Res*. 2003. V. 286. – P. 355–365.

12 Horiguchi H., Kayama F., Oguma E., Willmore W.G., Hradecky P., Bunn H.F. Cadmium and platinum suppression of erythropoietin production in cell culture: clinical implications // *Blood*. 2000. V. 96(12).

13 Peters J.L., Perry M.J., McNeely E., Wright R.O., Heiger-Bernays W., Weuve J. The association of cadmium and lead exposures with red cell distribution width // *PLoS One*. 2021. V. 16(1).

14 Островская С.С., Шаторная В.Ф. Иммунологические аспекты воздействия свинца и кадмия на организм // *Вісник проблем біології і медицини*. 2017. В. 2 (136).

15 Goyal T., Mitra P., Singh P., Sharma S., Purohit P., Sharma P. Effect of occupational co-exposure to lead and cadmium on selected immunomodulatory cytokines // *Toxicol. Ind. Health*. 2022. V. 38. 1–10 p.

16 Chen X., Bi M., Yang, J., Cai J., Zhang H., Zhu Y., Zheng Y., Liu Q., Shi G., Zhang Z. Cadmium exposure triggers oxidative stress, necroptosis, Th1/Th2 imbalance and promotes inflammation through the TNF- $\alpha$ /NF- $\kappa$ B pathway in swine small intestine. *J. Hazard. Mater*. 2022, 421,

17 Mirkov I., Popov Aleksandrov A., Ninkov M., Tucovic D., Kulas J., Zeljkovic M., Popovic D., Kataranovski M. Immuno-toxicology of cadmium: Cells of the immune system as targets and effectors of cadmium toxicity // *Food Chem. Toxicol*. 2021. V.149.

**Есеналиева М.Б.**

Казахский национальный педагогический университет имени Абая,  
г. Алматы, Казахстан

## **МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ СОЛИ КАДМИЯ НА ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ ГЕМОПОЭЗ В КРАСНОМ КОСТНОМ МОЗГЕ**

**Аннотация.** В данном обзоре рассматриваются механизмы воздействия солей кадмия на линии кроветворных клеток во время постэмбрионального гемопоэза в костном мозге, а также нарушения, возникающие в результате воздействия кадмия, на основании последних исследований. Кадмий - это высокотоксичный тяжелый металл, который, как доказано многочисленными научными работами, может проникать в организм человека из окружающей среды и вызывать различные заболевания. Статья анализирует влияние соединений кадмия на клеточный состав костного мозга, особенно на гемопоэтический процесс, дифференцировку клеток. Показаны пути нарушения гемопоэза кадмием путем запуска в клетках стресс-реакций, апоптоза и воспалительных процессов. Поскольку кровь, как основная жидкая среда организма, участвует в регуляции всех протекающих процессов, понимание влияния кадмия на гемопоэз и баланс клеток крови имеет важное значение для охраны общественного здоровья. Статья актуальна с научной и практической точек зрения в связи с ростом концентрации тяжелых металлов в окружающей среде. Результаты исследований позволяют разобраться в механизмах токсического действия солей кадмия на молекулярном и клеточном уровнях, что в свою очередь может стать основой для профилактики заболеваний, их диагностики и разработки новых терапевтических стратегий в медицинской практике. Проведенная работа представляет ценную информацию в области биологии, экологии, медицины и токсикологии, способствуя оценке риска кадмия для здоровья человека.

**Ключевые слова:** кадмий, гемопоэз, красный костный мозг, токсичность, клетки крови.

---

**Yessenaliyeva M.B.**

Abay Kazakh National Pedagogical university, Almaty c., Kazakhstan

## **MECHANISMS OF INFLUENCE OF CADMIUM SALT ON POSTEMBRYONIC HEMOPOIESIS IN RED BONE MARROW**

**Abstract.** This review examines the mechanisms by which cadmium salts affect the lineages of blood cells during postembryonic hematopoiesis in the bone marrow, as well as the disruptions that arise due to cadmium exposure, based on recent researches. Cadmium is a highly toxic heavy metal that, as proven by numerous scientific studies, can enter the human body from the environment and

cause various diseases. The article analyzes the impact of cadmium compounds on the cellular composition of the bone marrow, especially on the hematopoietic process and cell differentiation. It illustrates the ways in which cadmium disrupts hematopoiesis by triggering cellular stress responses, apoptosis and inflammatory processes. As blood, being the primary liquid medium of the body, participates in regulating all ongoing processes, understanding the impact of cadmium on hematopoiesis and the balance of blood cells is crucial for public health. The article is relevant both scientifically and practically due to the rising concentrations of heavy metal in the environment. The research findings provide insights into the mechanisms of cadmium toxicity at the molecular and cellular levels, which in turn can serve as a basis for disease prevention, diagnosis, and the development of new therapeutic strategies in medical practice. This research work presents valuable information in the fields of biology, ecology, medicine, and toxicology, contributing to the assessment of cadmium's risk to human health.

**Key words:** Cadmium, hematopoiesis, red bone marrow, toxicity, blood cells.

---

#### **Автор туралы мәліметтер**

*Есеналиева Мейрім Бақытханқызы* – докторант, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан, meirimbakytkhankyzy@gmail.com

*Жұмысқа қосқан үлесі:* зерттеуді жобалау, әдебиеттерді іздеу, зерттеу жүргізу, нәтижелерді талдау, талқылау, жариялауды дайындау.

#### **Сведения об авторе**

*Есеналиева Мейрім Бақытханқызы* – докторант, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан, meirimbakytkhankyzy@gmail.com

*Вклад в работу:* дизайн исследования, литературный поиск, проведение исследований, анализ результатов, обсуждение, подготовка публикации.

#### **Information about the author**

*Yessenaliyeva Meirim Bakytkhankyzy* – doctoral student, Abay Kazakh National Pedagogical university, Almaty c., Kazakhstan, meirimbakytkhankyzy@gmail.com

*Contribution to the work:* research design, literature search, research conduct, results analysis, discussion, publication preparation.

# ШАБЛОН НАПИСАНИЯ СТАТЬИ

---

---

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ

**Экспериментальная статья** — от 7 до 15 страниц (формат А4), 4-6 рисунков (таблиц), не считая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, Сведения об авторах.

**Обзорная статья** - 7-15 страниц, включая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, количество рисунков или таблиц не более 9 (3 рисунка считаются за 1 страницу); Сведения об авторах.

**Краткое сообщение** – 5-9 страниц (формат А4), включая рисунки или таблицы (не больше трех), не считая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, Сведения об авторах.

✓ Текстовые файлы следует представлять в формате PDF и Word (версии 6.0 и более поздние), шрифт — Times New Roman, размер — 12pt, Интервал - 1,15, в одну колонку.

## ШАБЛОН НАПИСАНИЯ СТАТЬИ

**код МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научно-технической информации)

**Фамилия и инициалы авторов** - на 3-х языках (казахский, русский, английский)

(первый — автор текста, затем соавторы и научные руководители);

**Наименование места работы, город, страна** - на 3-х языках (казахский, русский, английский);

Если авторы статьи из разных учреждений, то в конце каждой фамилии поставить надстрочную цифру, соответствующую месту работы. Ниже указать место работы каждого автора и поставить надстрочную цифру в начале наименования места работы.

**Пример:** Бериков А.К.<sup>1</sup>, Васильев С.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт горного дела, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Кыргызский горно-металлургический институт им. Академика У. Асаналиева,  
г. Бишкек, Кыргызстан

**Заглавие статьи** - на 3-х языках (казахский, русский, английский);- должно быть максимально кратким, информативным, без сокращений;

**Аннотация:** пишется на 3-х языках (русский, казахский, английский):

Не более **150-200 слов**. (Содержание аннотации: Цель исследований. Методы исследования. Что обнаружено. Чем важны результаты, Область применения, Есть ли аналоги в мире);

**Ключевые слова:** пишутся на 3-х языках (казахский, русский, английский) — всего 5-6 одиночных слова и не более двух-трёх словосочетаний;

**Текст статьи:** включает таблицы, рисунки, список цитированной литературы;

**Введение** — краткое изложение истории вопроса с рассмотрением отечественных и зарубежных работ, в которых аналогичные или близкие исследования уже проводились за последние десятилетия,

**Цель исследования** – краткое описание.

**Методы исследования** — следует детально описывать новые методы; на ранее опубликованные и общеизвестные методы достаточно сослаться в списке литературы, указав автора и/или название метода

- **Таблицы** должны быть пронумерованы арабскими цифрами и иметь описательное название. Численные измерения (единицы) должны быть включены в заголовок столбца.

- **Рисунки** (графики, формулы, чертежи и пр.) и цветные иллюстрации принимаются к печати, только в лучшем качестве. Рисунки должны иметь краткие заголовки, дающие точное описание к изображению на рисунках. Заголовки рисунков не должны размещаться на иллюстрациях. Независимо от типа графики, рисунки должны обладать высоким разрешением, не ниже 300(dpi) точек на дюйм и отдельно предоставляются в следующих форматах – jpg, png, tiff, cdr, eps, ai, pdf, eps, ait и svg или оригинальные файлы. Максимальный размер рисунков 120×210 мм. За предоставленные не качественные графические материалы, при публикации редакция ответственности не несёт.

**Результаты исследования** — приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, имеющим практическое значение.

**Обсуждение результатов** — производится сопоставление с лучшими отечественными и мировыми аналогами. Описываются дискуссионные моменты исследования, и ваше видение их разрешения.

**Выводы** – подведение итогов работы, обоснование новизны и актуальности исследования, рекомендации по применению полученных результатов.

**Источник финансирования исследований** – ведомства, фонды, отдельные люди и т.д. должны быть помещены перед списком использованной литературы. Наименования финансирующих организаций должны быть написаны полностью.

**Благодарность** — выражается благодарность спонсорам, научным руководителям, лицам, принимавшим деятельное участие в работе и пр.

**Список литературы** — ссылки в тексте нумеруются по возрастанию в порядке их упоминания. Библиографические сведения о публикации оформляются согласно ГОСТ 7.1-2003. В список литературы **не включаются** нормативные документы, статистические сборники, статьи из газет, так как их оформляют в круглые скобки после упо-



минания в тексте. Ссылки на интернет-сайты производятся согласно ГОСТ 7.5-98, предпочтение отдаётся электронным журналам.

**Самоцитирование** не должно превышать 20-30% от общего списка. Литературные источники давностью не более 10-15 лет должны составлять значительную часть списка, особенно для статей прикладного характера.

**References - (Транслитерация Списка литературы)** — оформляется согласно ГОСТ 7.79-2000 и размещается в соответствии с требованиями редакции.

**Сведения об авторах на 3-х языках** (казахский, русский, английский):

- фамилия, имя и отчество полностью (если есть), научная степень/звание
- место работы автора
- вклад в работу каждого из авторов – Эксперимент, Обработка Данных, Обсуждение, Подготовка Рукописи, Поиск Литературы, Исследования и пр.
- электронная почта.

Регистрационное свидетельство  
№ 7528-Ж от 01.08.2006 г.  
выдано Министерством культуры и информации  
Республики Казахстан

Главный редактор *М.Т. Велямов*  
Редактор *Л.Н. Гребцова*  
Ответственный секретарь *Е.С. Сухова*  
Обложка *Е.С. Кадырова, Л.Н. Гребцовой*  
Редактор текста на казахском языке *Т.Т. Садырова*  
Компьютерная верстка *Д.Р. Турысбек*

Подписано в печать 17.12.2024.  
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. п. л. 6,0. Тираж 350 экз. Заказ 160.

---

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.  
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221

---