

ISSN(Print) 2616-7034
ISSN(Online) 2663-130X

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

BIOSCIENCE Series

Серия **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы:
ҚР ҰҒА академигі, б.ғ.д, профессор
Р.І. Берсімбаи (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары: **Р.Т. Омаров**, PhD, б.ғ.к.,
профессор (Қазақстан)

Редакция алқасы

Абжалелов А.Б.	б.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, м.ғ.д.(Қазақстан)
Алиқұлов З.А.	б.ғ.к., проф. (Қазақстан)
Антипов А.Н.	б.ғ.к. (Ресей)
Аскарова Ш.Н.	б.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Ау У.	PhD, проф. (АҚШ)
Бисенбаев А.К.	б.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Высоцкая Л.В.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Закиян С.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Константинов Ю.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Кухар Е.В.	б.ғ.д., доцент (Қазақстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (АҚШ)
Стегний В.Н.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Шустов А.В.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 349 б.
Тел: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: eurjourbio@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:
А. Нұрболат

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж тіркелген.
№16998-Ж тіркеу күәлігі. Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі ,12/1,
тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief

Academician of NAS RK, Doctor of Biological Sciences, Prof.
R.I. Bersimbaev: (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief:

R.T. Omarov, Prof., Candidate of Biological Sciences, PhD (Kazakhstan)

Editorial board

Abzhalelov A.B.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Akilzhanova A.R.	PhD, Doctor of Medical Sciences (Kazakhstan)
Alikulov Z.A.	Prof., Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Antipov A.N.	Can. of Biological Sciences (Russia)
Askarova Sh.N.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Au W.	PhD, Prof. (USA)
Bisenbayev A.K.	Doctor of Biological Sciences, Prof, Academician of NAS RK, (Kazakhstan)
Ilderbayev O.Z.	Doctor of Medical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Izzotti A.	PhD, Prof. (Italy)
Konstantinov Yu. M.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)
Kukhar E.V.	Ass. Prof. Doctor of Biological Sciences (Kazakhstan)
Massalimov Zh.K.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Moshe Sagi	PhD, Prof. (Israel)
Shustov A.V.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Stegniy V.N.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)
Sarbassov D.D.	PhD, Prof. (USA)
Vycotskaya L.V.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)
Zakiyan S.M.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)

2, Satpayev str., of. 349, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: eurjourbio@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16998-ЖК from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel.: +7(7172) 709-500 (ext.31-428)

Главный редактор:
профессор, д.б.н., академик НАН РК
Р.И. Берсимбай (Казахстан)

Зам. главного редактора: **Р.Т. Омаров**, PhD, к.б.н.,
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Абжалелов А.Б.	д.б.н., проф. (Казахстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, д.м.н. (Казахстан)
Аликулов З.А.	к.б.н., проф. (Казахстан)
Антипов А.Н.	к.б.н. (Россия)
Аскарлова Ш.Н.	к.б.н., PhD (Казахстан)
Ау У.	PhD, проф. (США)
Бисенбаев А.К.	д.б.н., проф., академик НАН РК (Казахстан)
Высоцкая Л.В.	д.б.н., проф. (Россия)
Закиян С.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Константинов Ю.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Кухар Е.В.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, к.б.н. (Казахстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (США)
Стегний В.Н.	д.б.н., проф. (Россия)
Шустов А.В.	PhD, к.б.н. (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский
национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: eurjourbio@enu.kz.

Ответственный секретарь, компьютерная верстка:
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16998-Ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,
тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

2(127)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Аленова А.А., Ильдербаев О.З.</i> Радиацияның кейінгі мерзімдегі әсерінен антиоксиданты жүйедегі өзгерістер	8
<i>Овэс Е.В., Аникина И.Н., Гаитова Н.А., Кайниденов Н.Н., Сейтжанова Д.Д.</i> In vitro өсімдік көбейту процесінде картоп сорттарының пісу тобының әсері	17
<i>Ромаданова Н.В., Эшбакова К.А., Караиолакова Л.Н., Махмуртова И.А., Абиджұлова К.Т., Кушнарченко С.В.</i> <i>Berberis iliensis</i> және <i>Berberis integerrima</i> жемістері экстрактілерін сапалық және сандық құрамын зерттеу, генетикалық материалды криобанкте сақтау	22
<i>Тагаев Д.А., Шахина Б.А.</i> Шығыс Қазақстандағы Ертіс өзенінің <i>Rhoxinus rhoxinus</i> (Linnaeus, 1758) кәдімгі гольяның морфологиясына талдау	37
<i>Конжабаева А.Е., Муханова Ш.А., Тыжежанова Г.М., Нугуманова Ш.М.</i> Мыс қосылыстарының ми ұлпасына артық немесе жеткіліксіз түскен кездегі неврологиялық бұзылулардағы рөлі	43
<i>Утарбаева Н.А., Аманова Р.П., Қалиева А.Қ., Бисалыева Р.Н.</i> Ағаш тозаңдарының көлемі мен фертильділігі арасындағы корреляциялық байланыс	53
<i>Улекешова Г., Динмухамедова А.С.</i> Мұғалімдердің морфофункционалды және психофизиологиялық көрсеткіштері	58

CONTENTS

<i>Alenova A.A., Ilderbayev O.Z.</i> Changes in the antioxidant system under the action of radiation in the long term period	8
<i>Oves E.V., Anikina I.N., Gaitova N.A., Kainidenov N.N., Seitzhanova D.D.</i> The influence of the group of maturity of potato varieties in the process of replication of plants in vitro	17
<i>Romadanova N.V., Eshbakova K.A., Karasholakova L.N., Machmutova I.A., Abidkulova K.T., Kushnarenko S.V.</i> Study of quality and quantitative composition of <i>Berberis iliensis</i> and <i>Berberis integerrima</i> fruits extracts, preservation of the genetic material in cryobank	22
<i>Tagayev D.A., Shakhina B.A.</i> On morphology of the Eurasian minnow <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) from the Irtys River in East Kazakhstan	37
<i>Konkabaeva A.E., Mukhanova Sh.A., Tykezhanova G.M., Nugumanova Sh.M.</i> The role of copper compounds in neurological disorders due to their excessive or insufficient supply to the brain tissue	43
<i>Utarbayeva N.A., Amanova R.P., Kaliyeva A.K., Bisalyeva R.N.</i> Correlation between pollen fertility of woody plants	53
<i>Ulekeshova G., Dinmukhamedova A.S.</i> Morphofunctional and psycho-physiological indicators of teachers	58

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аленова А.А., Ильдербаев О.З.</i> Изменения в антиоксидантной системе при действии радиации в отдаленном периоде	8
<i>Овэс Е.В., Аникина И.Н., Гаитова Н.А., Кайниденов Н.Н., Сейтжанова Д.Д.</i> Влияние группы спелости сортов картофеля в процессе тиражирования растений <i>in vitro</i>	17
<i>Ромаданова Н.В., Эшбакова К.А., Караиолакова Л.Н., Махмутова И.А., Абидкулова К.Т., Кушнарченко С.В.</i> Исследование качественного и количественного состава экстрактов мякоти плодов <i>berberis iliensis</i> и <i>berberis integerrima</i> , сохранение генетического материала в криобанке	22
<i>Тагаев Д.А., Шахина Б.А.</i> К морфологии обыкновенного гольяна <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) из р. Иртыш в Восточном Казахстане	37
<i>Конжабаева А.Е., Муханова Ш.А., Тыжежанова Г.М., Нугуманова Ш.М.</i> Роль соединений меди в неврологических нарушениях при избыточном или недостаточном поступлении в мозговую ткань	43
<i>Утарбаева Н.А., Аманова Р.П., Қалиева А.Қ., Бисалыева Р.Н.</i> Корреляция между размерами пыльцы и фертильности древесных растений	53
<i>Улекешова Г., Динмухамедова А.С.</i> Морфофункциональные и психофизиологические показатели учителей	58

БИОЛОГИЯ



МРНТИ 34.03.99

А.А. Аленова, О.З. Ильдербаев

*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: oiz5@yandex.ru)*

Радиацияның кейінгі мерзімдегі әсерінен антиоксиданты жүйедегі өзгерістер

Аңдатпа: Сублеталды дозадағы гамма-сәуленің кейінгі мерзімі әсерінде туындайтын иммунокомпетентті ағзалар мен жасушалардағы антиоксиданттық жүйесіндегі өзгерістерді зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты болды. Зерттеу жұмысы 4 топқа бөлінген 40 егеуқұйрықтарға жасалды: I топ - интактілі, II топ – сәулеленуден 7 күн өткен соң зерттеу, III топ – сәулеленуден 30 күн өткен соң зерттеу және IV топ – сәулеленуден 90 күн өткен соң зерттеу. Жоғары дозалы γ -сәуле әсерінің 7-і және 30-ы күндерінде жануарлардың зерттеуге алынған ағзаларында антиоксидантты ферменттері белсенділігі күрт төмендегені тіркелсе, ал, 90-ы күнінде, яғни, сәуле әсерінің кейінгі мерзімінде әсіресе каталаза ферменті белсенділігінің тежелуі сақталғаны анықталды.

Түйін сөздер: кейінгі мерзім, сублеталды доза, антиоксидантты жүйе, иондаушы сәуле.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-8-16>

Кіріспе. Иондаушы сәулеленудің деструктивті әсерінің негізі, бос тізбекті радикалды реакциялар липидтердің асқын тотығуымен бірге жүруі болып табылады. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын оңтайландырудың автотұрақты жүйе шарттарынаағзаның антиоксидантты жүйесі маңызды рөл атқарады, оның жағдайын көбінесе радиотөзімділік анықтайды. Табиғи тканьді антиоксиданттар еркін радикалдарды және басқа да алғашқы радиализ өнімдерін бұғаттау арқылы тірі ағзаларды табиғи фоннан және иондаушы радиацияның төмен дозасынан қорғауға қабілетті [1].

Енуші радиацияның жоғары дозалары кезінде тіндердегі табиғи антиоксиданттардың деңгейі бос радикалдардың өсу санын инактивациялау үшін жеткіліксіз болып табылады. Сәулеленген ағзада жинақталатын бос радикалдар сәулемен зақымдану кезінде дамитын токсиндік әсерді тудырады [2]. Иондаушы радиация, сондай-ақ асқын тотығу да, алмасу процестері ретінде – тірі жүйелерге әсер ететін биологиялық маңызды феномендер. Олардың өзара байланысы жасушаның, ағзаның сәулелік зақымдану процесінің мәнін құрап, тірі жүйенің сәулелік әсерге реакциясының көптеген механизмдерінің негізінде жатыр.

Липидтердің асқын тотығы реакциясы белсенуі антиоксидантты жүйенің күшеюін ынталандырушы болып табылады [3]. Прооксиданттар мен антиоксидантты заттар арасындағы баланс қатаң реттеледі және олардың жасушалық пен биохимиялық функцияларын қамтамасыз етуде маңыздылығы жоғары [4].

Ферментативті антиоксидантты заттардың ерекшелігі жоғары заттар қатарына жатады. H_2O_2 суға және оттегіге дейін жылдам бейтараптайтын екінші фермент каталаза саналады. Жоғары белсенділігі ұзақ уақыт сақталатын жасуша ішілік фермент болып табылады, ал жасуша сыртындағы сұйықтықта өзінің белсенділігін тез жоғалтады. Тотығу стресі кезінде каталаза ферменті сутегінің асқын тотығын ыдыратуда басты ролді атқарады [5].

Сонымен, жоғарыда келтірілген мәліметтерді негізге ала отырып, сублеталды дозадағы гамма-сәуленің түрлі мерзімі аясында туындайтын иммуногенез ағзаларындағы антиоксиданттық жүйесіндегі өзгерістерді зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты болды.

Зерттеу материалдары және әдістері: 4 сериядан тұратын егеуқұйрықтарға эксперимент жүргізілді: I топ – бақылау тобы (n=10), II топ – радиация әсерінің 7-ші күнінде зерттелген тәжірибелік топ (n=10), III топ – радиация әсерінің 30-шы күні (n=10) және IV топ – радиация әсерінің 90-шы күні (n=10). Жануарларды тәжірибелі сәулелендіру үшін алдын ала қажетті параметрлерді алу жағдайында топометриялық-дозиметриялық дайындық жүргізілді, кейін Чехиялық «Teagam» радиотерапевтік қондырғысымен тәжірибе сериясына сай межелі уақытта 6 Гр дозада сәуле берілді. Көзі ретінде Co^{60} радиобелсенді элементі қолданылды.

Барлық жануарларда антиоксидантты жүйенің глутатионредуктаза (ГлР) және глутатионпероксидаза (ГлП), каталаза (КТ) ферменттер белсенділігін шеткі қан лимфадиттерінде және бауыр, көкбауыр, шажырқай лимфа түйіндерінде, бүйрек үсті безі, айырша безі гомогенатында анықтадық. Алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден өтіп, ерекшеліктері t-Стюдент критерийімен бағаланды.

Нәтижелер және талдау: Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 1), 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде (II топ) жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $24,24 \pm 2,01$ -ден $14,98 \pm 1,03$ -ке дейін немесе $38,20\%$ -ға ($p < 0,01$) тежелгені анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $9,26$ құрады. Осы бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда $75,35 \pm 6,14$ -тен $50,45 \pm 4,37$ -ге дейін немесе $33,04\%$ -ға ($p < 0,05$) тежелгендігі анықталды.

Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $24,9$ құрады. Ал, антиоксидантты жүйедегі келесі маңызды ферменттің бірі глутатионпероксидазаға келетін болсақ, белсенділігінде нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені тіркелді: ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $166,13 \pm 14,47$ -ден $145,58 \pm 12,07$ -ге дейін немесе $12,36\%$ -ға тежелгендігі анықталды ($p > 0,05$). Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $20,55$ құрады.

Зерттеуге түскен келесі ағза көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйе ферменттерінің белсенділігін I топпен салыстырғанда келесі сандық және пайыздық айырмашылықтар анықталды (кесте 1). Глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $36,13 \pm 3,13$ -тен $20,46 \pm 1,67$ -ге дейін немесе $43,37\%$ -ға тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $15,67$ құрады. Зерттеуге түскен келесі фермент глутатионпероксидаза көкбауыр ағзасы гомогенатында белсенділігін I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $256,35 \pm 21,12$ -ден $163,33 \pm 11,23$ -ке дейін немесе $36,28\%$ -ға тежелгендігі анықталды ($p < 0,05$).

Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $93,02$ құрады. Зерттеуге түскен келесі фермент каталаза көкбауыр ағзасы гомогенатында белсенділігін I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $60,16 \pm 4,77$ -ден $26,46 \pm 2,24$ -ке дейін немесе $56,02\%$ -ға тежелгендігі анықталды ($p < 0,001$), яғни радиацияның жоғары дозада антиоксидантты жүйенің қызметін әлсіреткені байқалды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда $33,7$ құрады.

Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 1), яғни глутатионредуктаза ферменті бойынша сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі $26,09 \pm 2,14$ -тен $18,37 \pm 1,28$ -ге дейін немесе $29,58\%$ -ға нақты тежелгендігі анықталды ($p < 0,05$). Шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты

топта фермент белсенділігі $51,24 \pm 4,26$ болса, тәжірибелік II топта $32,58 \pm 2,36$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $36,42$ %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $223,28 \pm 19,13$ болса, тәжірибелік II топта $191,13 \pm 16,22$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $14,39$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$).

Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 1), 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде айырша безі гомогенатында шажырқай лимфа түйіндері гомогенатындағы сияқты тежегішті әсері болғаны анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $30,24 \pm 2,54$ болса, тәжірибелік II топта $22,35 \pm 1,64$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $26,09$ %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $54,46 \pm 4,05$ болса, тәжірибелік II топта $26,07 \pm 2,32$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $52,13$ %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,001$). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $117,68 \pm 8,57$ болса, тәжірибелік II топта $98,90 \pm 8,65$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $15,95$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде (кесте 1) бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $23,13 \pm 1,89$ болса, тәжірибелік II топта $19,97 \pm 1,57$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $13,66$ %-ға тежелуі жүрген ($p > 0,05$). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $62,36 \pm 5,24$ болса, тәжірибелік II топта $51,89 \pm 4,65$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $16,78$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $167,45 \pm 11,33$ болса, тәжірибелік II топта $139,81 \pm 10,24$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $16,51$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 1), 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде зерттеуге түскен келесі нысана шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйе ферменттерінің белсенділігін I топпен салыстырғанда келесі мәліметтер анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $9,31 \pm 0,83$ болса, тәжірибелік II топта $3,17 \pm 0,26$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $65,95$ %-ға нақты тежелуі жүрген ($p < 0,001$). Шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $90,13 \pm 8,34$ болса, тәжірибелік II топта $80,18 \pm 7,06$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $11,04$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $431,82 \pm 37,23$ болса, тәжірибелік II топта $322,92 \pm 27,23$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $25,21$ %-ға тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$).

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (II топ)
ГлР	Бауыр	24,24±2,01	14,98±1,03 **
	Көкбауыр	36,13±3,13	20,46±1,67 **
	Л/түйіндер	26,09±2,14	18,37±1,28 *
	Айырша без	30,24±2,54	22,35±1,64 *
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	19,97±1,57
	Лимфоцит	9,31±0,83	3,17±0,26 ***
ГлП	Бауыр	166,13±14,47	145,58±12,07
	Көкбауыр	256,35±21,12	163,33±11,23 *
	Л/түйіндер	223,28±19,13	191,13±16,22
	Айырша без	117,68±8,57	98,90±8,65
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	139,81±10,24
	Лимфоцит	431,82±37,23	322,92±27,23 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	50,45±4,37 *
	Көкбауыр	60,16±4,77	26,46±2,24 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	32,58±2,36 *
	Айырша без	54,46±4,05	26,07±2,32 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	51,89±4,65
	Лимфоцит	90,13±8,34	80,18±7,06
Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы: *-p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.			

КЕСТЕ 1 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің жетінші күніндегі ықпалы

Зерттеудің келесі сериясында (III топ), яғни 6 Гр сәулеленудің 30 күніндегі зерттелген нысаналардағы (кесте 2) АОЖ ферменттерінің белсенділігі жұмыстың мақсаты бойынша қарастырылды. Алынған нәтижелердің өзгерістеріне келсек негізінен алғанда 30 күнінде АОЖ ферменттерінің белсенділігінің тежелгені анықталды. Жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $24,24 \pm 2,01$ -ден $13,23 \pm 1,21$ -ге дейін ($p < 0,01$) немесе 45,42 %-ға тежелгендігі анықталды. Экспериментті III топтағы жануарлардың бауыр гомогенатында глутатионпероксидаза ферменті белсенділігі бірінші топта $166,13 \pm 14,47$ шамасында болса, тәжірибе тобында $137,69 \pm 8,58$ шаманы анықтадық немесе 17,12 %-ға нақты болмаса да ($p > 0,05$) тежелгендігі анықталды. Осы топтағы жануарлардың бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда $75,35 \pm 6,14$ -тен $46,57 \pm 3,58$ -ге дейін немесе 38,19 %-ға ($p < 0,01$) тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда 28,78 құрады.

Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 2), 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 30-шы күнінде көкбауыр гомогенатында глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $36,13 \pm 3,13$ болса, тәжірибелік III топта $24,38 \pm 2,34$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 32,52 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Экспериментті жануарлардың көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $60,16 \pm 4,77$ болса, тәжірибелік III топта $28,63 \pm 2,46$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 52,41 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,001$). Көкбауыр гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $256,35 \pm 21,12$ болса, тәжірибелік III топта $153,95 \pm 10,34$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 39,95 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,01$).

Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 2), яғни

глутатиопероксидаза ферменті бойынша сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі $223,28 \pm 19,13$ -тен $177,28 \pm 12,16$ -ға дейін немесе $20,60$ %-ға нақты тежелгендігі анықталды ($p < 0,05$). Тәжірибедегі (III топ) жануарлардың шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $51,24 \pm 4,26$ болса, тәжірибелік III топта $28,77 \pm 3,25$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $44,28$ %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,01$). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионредуктазаға келетін болсақ, мынадай шамаларды алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $26,09 \pm 2,14$ болса, тәжірибелік III топта $22,65 \pm 2,04$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $13,19$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр γ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде айырша безі гомогенатында нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $30,24 \pm 2,54$ болса, тәжірибелік III топта $22,66 \pm 1,87$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $25,07$ %-ға тежелуі жүрген ($p < 0,05$). Осы сериядағы жануарлардың айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $54,46 \pm 4,05$ болса, тәжірибелік III топта $24,38 \pm 2,04$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $55,23$ %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,001$). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $117,68 \pm 8,57$ болса, тәжірибелік III топта $86,33 \pm 5,27$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $26,64$ %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр γ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $23,13 \pm 1,89$ болса, тәжірибелік III топта $20,36 \pm 1,75$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $11,97$ %-ға тежелуі жүрген ($p > 0,05$). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $62,36 \pm 5,24$ болса, тәжірибелік III топта $55,76 \pm 5,33$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $10,58$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Ал, бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $167,45 \pm 11,33$ болса, тәжірибелік III топта $130,63 \pm 8,55$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $21,99$ %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр γ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде шеткі қан лимфоциттерінде нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $9,31 \pm 0,83$ болса, тәжірибелік III топта $6,33 \pm 0,42$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $32,01$ %-ға тежелуі жүрген ($p < 0,05$). Осы сериядағы жануарлардың шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $90,13 \pm 8,34$ болса, тәжірибелік III топта $76,46 \pm 6,35$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $15,17$ %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $431,82 \pm 37,23$ болса, тәжірибелік III топта $315,22 \pm 22,18$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі $27,0$ %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$).

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (III топ)
ГЛР	Бауыр	24,24±2,01	13,23±1,21 **
	Көкбауыр	36,13±3,13	24,38±2,34 *
	Л/түйіндер	26,09±2,14	22,65±2,04
	Айырша без	30,24±2,54	22,66±1,87 *
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	20,36±1,75
	Лимфоцит	9,31±0,83	6,33±0,42 *
ГЛП	Бауыр	166,13±14,47	137,69±8,58
	Көкбауыр	256,35±21,12	153,95±10,34**
	Л/түйіндер	223,28±19,13	177,28±12,16 *
	Айырша без	117,68±8,57	86,33±5,27 *
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	130,63±8,55 *
	Лимфоцит	431,82±37,23	315,22±22,18 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	46,57±3,58 **
	Көкбауыр	60,16±4,77	28,63±2,46 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	28,77±3,25 **
	Айырша без	54,46±4,05	24,38±2,04 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	55,76±5,33
	Лимфоцит	90,13±8,34	76,46±6,35
Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы: * - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.			

Кесте 2 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің отызыншы күніндегі ықпалы

Зерттеудің келесі сериясында (IV топ), яғни 6 Гр сәулеленудің 90 күніндегі зерттелген нысаналардағы (кесте 3) АОЖ ферменттерінің белсенділігі жұмыстың мақсаты бойынша қарастырылды. Алынған нәтижелердің өзгерістеріне келсек негізінен алғанда 90 күнінде АОЖ ферменттері белсенділігінің тежелгені тіркелді. Жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда $24,24 \pm 2,01$ -ден $17,18 \pm 1,43$ -ке дейін ($p < 0,05$) немесе 29,13 %-ға тежелгендігі анықталды. Экспериментті IV топтағы жануарлардың бауыр гомогенатында глутатионпероксидаза ферменті белсенділігі бірінші топта $166,13 \pm 14,47$ шамасында болса, тәжірибе тобында $151,32 \pm 11,27$ шаманы анықтадық немесе 8,91 %-ға нақты болмаса да ($p > 0,05$) тежелгендігі анықталды. Осы топтағы жануарлардың бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда $75,35 \pm 6,14$ -тен $52,58 \pm 3,26$ -ға дейін немесе 30,21 %-ға ($p < 0,05$) тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда 22,77 құрады. Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 3), 6 Гр γ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 90-шы күнінде көкбауыр гомогенатында глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $36,13 \pm 3,13$ болса, тәжірибелік IV топта $29,36 \pm 1,31$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 17,35 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Экспериментті жануарлардың көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $60,16 \pm 4,77$ болса, тәжірибелік IV топта $32,52 \pm 2,17$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 45,94 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,001$). Көкбауыр гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $256,35 \pm 21,12$ болса, тәжірибелік IV топта $176,48 \pm 10,64$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 31,16 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 3), яғни глутатионпероксидаза ферменті бойынша

сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі $223,28 \pm 19,13$ -тен $198,26 \pm 12,16$ -ға дейін немесе 11,21 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі анықталды ($p > 0,05$). Тәжірибедегі (IV топ) жануарлардың шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $51,24 \pm 4,26$ болса, тәжірибелік IV топта $34,63 \pm 2,54$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 32,42 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионредуктазаға келетін болсақ, мынадай шамаларды алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $26,09 \pm 2,14$ болса, тәжірибелік IV топта $20,34 \pm 1,87$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 22,04 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 3), 6 Гр γ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде айырша безі гомогенатында нақты түрде болмаса да тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $30,24 \pm 2,54$ болса, тәжірибелік IV топта $26,63 \pm 2,03$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 11,93 %-ға тежелуі жүрген ($p > 0,05$). Осы сериядағы жануарлардың айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $54,46 \pm 4,05$ болса, тәжірибелік IV топта $29,86 \pm 2,24$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 45,17 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ($p < 0,001$). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $117,68 \pm 8,57$ болса, тәжірибелік IV топта $109,24 \pm 8,37$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 7,17 %-ға нақты түрде болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 3), 6 Гр γ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $23,13 \pm 1,89$ болса, тәжірибелік IV топта $22,55 \pm 1,78$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 2,50 %-ға тежелуі жүрген ($p > 0,05$). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі $62,36 \pm 5,24$ болса, тәжірибелік IV топта $54,12 \pm 3,37$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 13,21 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Ал, бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $167,45 \pm 11,33$ болса, тәжірибелік IV топта $150,22 \pm 9,23$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 10,28 %-ға нақты түрде болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 6 Гр γ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде шеткі қан лимфоциттерінде нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта $9,31 \pm 0,83$ болса, тәжірибелік IV топта $5,64 \pm 0,33$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 39,41 %-ға тежелуі жүрген ($p < 0,01$). Осы сериядағы жануарлардың шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі $90,13 \pm 8,34$ болса, тәжірибелік IV топта $82,03 \pm 4,38$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 8,98 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ($p > 0,05$). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі $431,82 \pm 37,23$ болса, тәжірибелік IV топта $335,07 \pm 24,24$ шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 22,40 %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ($p < 0,05$).

Сонымен, алынған нәтижелер негізінде иондағыш сәуленің кейінгі мерзімі әсеріне ұшыраған жануарлардың иммунокомпетентті ағзаларында антиоксидантты жүйедегі ферменттер белсенділігінің тежелгені жүрген. Жоғары дозалы γ -сәуле әсерінің 7-і және 30-ы күндерінде жануарлардың зерттеуге алынған ағзаларында АОЖ ферменттері белсенділігі күрт төмендегені тіркелсе, ал, 90-ы күнінде, яғни, сәуле әсерінің кейінгі мерзімінде әсіресе каталаза ферменті белсенділігінің тежелуі сақталғаны анықталды.

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (IV топ)
ГЛР	Бауыр	24,24±2,01	17,18±1,43 *
	Көкбауыр	36,13±3,13	29,86±1,31
	Л/түйіндер	26,09±2,14	20,34±1,87 *
	Айырша без	30,24±2,54	26,63±2,03
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	22,55±1,78
	Лимфоцит	9,31±0,83	5,64±0,33 **
ГЛП	Бауыр	166,13±14,47	151,32±11,27
	Көкбауыр	256,35±21,12	176,48±10,64 *
	Л/түйіндер	223,28±19,13	198,26±12,16
	Айырша без	117,68±8,57	109,24±8,37
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	150,22±9,23
	Лимфоцит	431,82±37,23	335,07±24,24 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	52,58±3,26 *
	Көкбауыр	60,16±4,77	32,52±2,17 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	34,63±2,54 *
	Айырша без	54,46±4,05	29,86±2,24 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	54,12±3,37
	Лимфоцит	90,13±8,34	82,03±4,38

Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы:
 *-p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.

Кесте 3 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің тоқсаныншы күніндегі ықпалы

Әдебиеттер тізімі

- 1 Абдрахманов Ж.Н., Ермекова С.А. Отдаленные последствия действия радиации на организм человека // Клиницист. - 1995. - № 3.- С. 20-27.
- 2 Гуськова А.К. Рец. на книгу Кудряшова Ю.Б.: «Радиационная биофизика (ионизирующие излучения)» // Мед. радиология и рад. безопасность. - 2005. – Т. 50. № 2 - С. 62-64.
- 3 Marjani A. Lipid peroxidation alterations in type 2 diabetic patients // Pakistan journal of biological sciences. – 2010. – Vol. 13, № 15. – P. 723-730.
- 4 Carletti G., Nervo G., Cattivelli L. Flavonoids and Melanins: A Common Strategy across Two Kingdoms // International Journal of Biological Sciences. – 2014. – Vol. 10, № 10. – P. 1159-1170.
- 5 Fouad A.A., Qureshi H.A., Yacoubi M.T., Al- Melhim W.N. Protective role of carnosine in mice with cadmium-induced acute hepatotoxicity // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – Vol. 47, № 11. – P. 2863-2870.

А.А. Аленова, О.З. Ильдербаев

Евразийский национальный университет и.м. Л.Н.Гумилев, Нур-Султан, Казахстан

Изменения в антиоксидантной системе при действии радиации в отдаленном периоде

Аннотация: Целью исследования являлось изучение изменений в антиоксидантной системе иммунокомпетентных органов и клеток в отдаленном периоде при воздействии сублетальной дозы гамма-излучения. Исследование проведено на 40 крысах самцах, разделенных на 4 группы: I группа - интактные, II группа – исследование через семь дней после облучения, III группа – исследование через тридцать дней после облучения и IV группа – исследование через девяносто дней после облучения. На 7-й и 30-й дни исследования после высокодозного γ -излучения в исследуемых органах отмечено резкое снижение активности ферментов антиоксидантной системы, а в 90-й день, т. е. в отдаленном периоде облучения, сохраняется торможение активности большей степени фермента каталазы.

Ключевые слова: отдаленный период, сублетальная доза, антиоксидантная система, ионизирующее излучение.

А.А. Alenova, O.Z. Ilderbayev

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Changes in the antioxidant system under the action of radiation in the long term period

Abstract: The aim of the study was to study changes in the antioxidant system of immunocompetent organs and cells when exposed to sublethal doses of gamma radiation in the long term. The study was conducted on 40 male rats divided into 4 groups: group I - intact, group II – research after seven days of irradiation, group III – research after thirty days of irradiation

and group IV – research after ninety days of irradiation. On the 7th and 30th days of the study, after high-dose γ -radiation in the studied organs, a sharp decrease in the activity of enzymes of the antioxidant system was noted, and on the 90th day, i.e. in the remote period of irradiation, inhibition of the activity of a greater degree of the catalase enzyme remains.

Keywords: long-term period, sublethal dose, antioxidant system, ionizing radiation.

References

- 1 Abdrakhmanov Zh.N., Ermekova S.A. Otdalennyye posledstviya deystviya radiatsii na organizm cheloveka [Long-term effects of radiation on the human body], *Klinitsist [Clinician]*, **3**, 20-27 (1995). [in Russian]
- 2 Guskova A.K. Retsenziya na knigu Kudryashova Yu.B.: «Radiatsionnaya biofizika (ioniziruyushchiye izlucheniya)» [Book review Kudryashov Y. B.: "Radiation Biophysics (ionizing radiation)"], *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost [Medical radiology and radiation safety]*, **2** (50), 62-64 (2005). [in Russian]
- 3 Marjani A. Lipid peroxidation alterations in type 2 diabetic patients, *Pakistan journal of biological sciences*, **15** (13), 723-730 (2010).
- 4 Carletti G., Nervo G., Cattivelli L. Flavonoids and Melanins: A Common Strategy across Two Kingdoms, *International Journal of Biological Sciences*, **10** (10), 1159-1170 (2014).
- 5 Fouad A.A., Qureshi H.A., Yacoubi M.T., Al-Melhim W.N. Protective role of carnosine in mice with cadmium-induced acute hepatotoxicity, *Food and Chemical Toxicology*, **11** (47), 2863-2870 (2009).

Сведения об авторах:

Аленова А.А. – Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, жалпы биология және геномика кафедрасының магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Ильдербаев О.З. - м.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, жалпы биология және геномика кафедрасының профессоры, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Аленова А.А. - Undergraduate of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Ильдербаев О.З. - Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Редакцияға 15.03.2019 қабылданды

Е.В. Овэс¹, И.Н. Аникина², Н.А. Гаитова¹, Н.Н. Кайниденов²,
Д.Д. Сейтжанова²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства
имени А.Г. Лорха», Москва, Россия

² Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан
(E-mail: oves@vniikh.com, anikina.i@mail.ru, gaitova.n@mail.ru, n.kainidenov@gmail.com,
aim79@mail.ru)

Влияние группы спелости сортов картофеля в процессе тиражирования растений *in vitro*

Аннотация: Одним из главных критериев эффективного первичного семеноводства является использование исходного материала, полученного биотехнологическими методами. Основополагающим элементом, обеспечивающим планомерное наращивание достаточных объемов микрорастений с сохранением качественных характеристик в процессе тиражирования, является разработка программы ускоренного клонального микроразмножения. В процессе тиражирования и выращивания оригинального семенного материала большое значение имеет период соответствия микрорастений требованиям стандарта. В статье представлено исследование влияния группы спелости сорта на скорость протекания процесса морфогенеза, что имеет важное практическое значение для составления программ клонального микроразмножения в условиях производственных лабораторий. Изучение данного показателя у 14 сортов картофеля различных групп спелости показало, что формирование морфологических структур находилось в прямой зависимости от сортовых особенностей. Проведенный анализ регенерационной способности позволяет отметить, что результативность формирования морфологических структур не зависела от группы спелости исследуемых сортообразцов.

Ключевые слова: регенеранты, картофель, размножение, развитие, морфогенез, сортовые особенности.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-17-21>

Введение. Современное семеноводство картофеля немыслимо без использования биотехнологии. Во-первых, размножение биотехнологическими методами значительно эффективнее, чем традиционное, что особенно ценно для размножения новых и оздоровленных сортов. Картофель, как вегетативно размножаемая культура предъявляет особые требования к качеству семенного материала. В процессе выращивания в клубнях накапливаются патогены, среди которых наиболее опасны вирусы, которые могут внешне не проявлять симптомов заражения, но значительно снижают урожайность. Вирусы заражают растение на клеточном уровне и обычными химическими средствами избавиться от них невозможно. Только биотехнологические методы оздоровления от вирусов и ускоренное размножение *in vitro* позволяют проводить качественную сортосмену и сортообновление посадочного материала картофеля [1, 67 стр.]. Получение исходного семенного материала, оздоровленного от вирусов с помощью метода апикальных меристем давно является необходимым звеном первичного семеноводства картофеля [2]. Но применяемые технологии дальнейшего размножения оздоровленного картофеля не всегда позволяют нарастить необходимый стартовый материал в необходимых для семеноводства объемах.

Для эффективного размножения картофеля *in vitro* актуальным является составление программ клонального микроразмножения с использованием питательной среды в наибольшей степени отвечающей требованиям размножаемых сортов картофеля [3].

В результате многих исследований выявлено, что для высокого коэффициента размножения картофеля *in vitro* необходим специальный подбор ингредиентов питательной среды для отдельных сортов. Так, в опытах Федоровой Ю. Н. и Федоровой Л. Н. у сортов Наяда и

Загадка Питера более активный рост растений в высоту происходил на среде Мурасиге-Скуга с концентрацией минеральной части 1/2 и содержанием гиббереллина 1 мг/л [4].

Согласно исследованиям Ходаевой В. П. и Куликовой В. И. микрклональное размножение на питательных средах с содержанием гиббереллиновой кислоты с концентрацией 1,5-3,0 мг/л (модификация КемНИИСХ и КемНИИСХ-2) способствует увеличению высоты растений *in vitro* сортов картофеля Любава, Тулеевский, Удалец, Кузнечанка на 7,6-24,1 %, а также количества междоузлий у сортов Любава, Тулеевский, Удалец, Кузнечанка и Накра – на 11,1-56,3 %. При этом растения сорта Невский на увеличение содержания гиббереллиновой кислоты не отзывались [5].

Ряд авторов в своих исследованиях выявили, что полная регенерация микрорастений картофеля может варьировать от 20 до 45 дней в зависимости от сорта. Морфогенез *in vitro* зависит от сортовых особенностей и, по мнению Khadiga G. A. и др. [6], не все сорта способны сформировать взрослые регенеранты за 21 день. В процессе изучения роста и развития растений из микрочеренков Аноор В. и Chauhan, J.S. [7] применяли параметры оценки регенерантов по мере формирования междоузлий. В работе указано, что максимальное их количество было сформировано на 35-40 день. По такому же принципу проводили наблюдения в культуре ткани Koleva L. и др. [8]. Авторы отмечают, что для формирования 4-5 междоузлий необходимо поддержать микрорастения в условиях фитотрона не менее одного календарного месяца.

Проблемой микрклонального размножения картофеля является то, что при массовом размножении сразу нескольких сортов в культуре *in vitro* наблюдается различная сортовая реакция растений на питательную среду [9]. Это часто приводит к отставанию в росте и развитии растений *in vitro* и снижению коэффициента размножения.

Изучение влияния группы спелости сорта на скорость протекания процесса морфогенеза имеет важное практическое значение для составления программ клонального микроразмножения в условиях производственных лабораторий.

Цель исследований – оценка влияния группы спелости сорта на интенсивность морфогенеза картофеля *in vitro*.

Материалы и методика. Исследования проводились одновременно в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» (г.Москва, Россия) и в Павлодарском государственном университете им. С. Торайгырова. Объектом исследований являлись микрорастения 14 сортов картофеля различных групп спелости, материал получен в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха».

Ранние сорта - Жуковский ранний, Ред Скарлетт, Удача, Импала. Среднеранние сорта – Невский, Гала, Романо. Среднеспелые сорта – Накра, Голубизна, Скарб. Среднепоздние сорта – Никулинский, Фиолетовый, Великан, Астерикс. Опыт проводили в 4-х кратной повторности по 20 микрорастений. Микрочеренки в асептических условиях размещали на агаризованной питательной среде Мурасиге-Скуга (модификации ВНИИКХ), после чего биоматериал переносили в фитотрон с фотопериодом 16 ч и освещенности 6 тыс. люкс, относительная влажность 70 %.

В наших исследованиях интенсивность морфогенеза оценивали по скорости прохождения основных этапов: прорастание и образование 2-3 междоузлий.

Результаты исследований. Рост и развитие экспланта в культуре ткани определяется его регенерационной способностью. Изучение данного показателя у 14 сортов картофеля различных групп спелости показало, что формирование морфологических структур находилось в прямой зависимости от сортовых особенностей (Таблица 1). К наиболее морфогенным относятся сорта, формировавшие стандартные регенеранты на 20-25 день от момента посадки микрочеренков на новую питательную среду.

По результатам проведенных наблюдений в данной группе оказались сорта различных групп спелости (Рисунок 1).

Таким образом, ускоренным морфогенезом характеризовались ранние сорта Жуковский ранний, Импала, среднеспелый сорт Скарб и среднепоздние сорта Никулинский, Астерикс.

Сорт	Группа спелости	Интенсивный рост, дней	
		Проращение	2-3 междуузья
Жуковский ранний	Ранние	3-4	12-14
Удача		5-6	20-21
Ред Скарлетт		4-5	15-20
Импала		3-4	12-14
Невский	Среднеранние	3-4	14-15
Гала		3-4	14-15
Романо		4-5	20-21
Накра	Среднеспелые	4-5	20-21
Голубизна		4-5	20-21
Скарб		3-4	14-15
Никулинский	Среднепоздние	3-4	14-15
Фиолетовый		4-5	20-21
Великан		4-5	20-21
Астерикс		3-4	14-15

Таблица 1 – Интенсивность морфогенеза растений картофеля *in vitro*

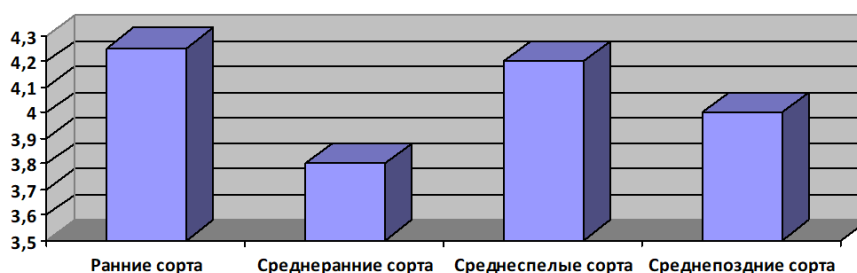


Рисунок 1 – Средний показатель проращения регенерантов по группам спелости

Средний период формирования морфологических структур отмечен на раннем сорте Ред Скарлетт, среднераннем сорте Гала, среднеспелом сорте Накра, органогенез которых завершился на 30-35 день пассажа. Поздним морфогенезом характеризовались образцы, у которых процесс формообразования составил 40 дней, к данной группе относились ранний сорт Удача, среднеспелый сорт Голубизна и среднепоздние сорта Фиолетовый и Великан. Проведенный анализ регенерационной способности позволяет отметить, что результативность формирования морфологических структур не зависела от группы спелости исследуемых сортообразцов.

Заключение. Проведенный анализ результатов исследования позволяет заключить, что группы спелости сорта не позволяют объективно оценить и планировать периоды роста и развития в условиях *in vitro* различных сортов картофеля. Развитие эксплантов зависит от сортовых особенностей, и полная регенерация может варьировать от 20 до 45 дней независимо от группы спелости сорта. Соответственно подход к составлению программы клонального микроразмножения должен быть дифференцированным и исходить из сортовых особенностей.

Список литературы

- 1 Аникина И.Н. Семеноводство на основе биотехнологии. - Павлодар: Кереку, 2014. – 140 с.
- 2 Овэс Е. В., Анисимов Б. В., Бойко В. В. Биотехнологические методы получения исходного *in vitro* материала для оригинального семеноводства на основе Банка здоровых сортов картофеля // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: мат. VI науч.-практ. конф. - Чебоксары: Агроинновации, 2014. С. 122–125.
- 3 Бабаев С. А., Амренов Б. Р., Токбергенова Ж. А. Современное состояние семеноводства картофеля в Казахстане // Картофелеводство: сб. науч. тр. / под ред. В.Г. Иванюк и др. Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2008.- Т.15.- С. 14–19.

- 4 Федорова Ю. Н., Федорова Л. Н. Изучение динамики роста междоузлий у микро растений картофеля в условиях *in vitro* // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт. Материалы научно-практической конференции и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства» / под ред. Е. А. Симакова. -М. : ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии.- 2008. -Т. 1. С. 360–364.
- 5 Ходаева В. П., Куликова В. И. Размножение сортов картофеля в культуре *in vitro* на различных питательных средах // Достижения науки и техники АПК.- 2016.- Т.30.- №10.- С. 66-68.
- 6 Khadiga G. A, Rasheid SM, Mutasim MK Micro tuber induction of two potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties namely, Almera and Diamant// International Journal of Agriculture and Biology.- 2015 №4(3)-P.84-89.
- 7 Anoop B., Chauhan J. Effect of Growth Regulators on Meristem-tip Development and *in vitro* Multiplication of Potato Cultivar 'Kufri Himalini'// Nature and Science.- 2009. -№7(9)-P.31-34.
- 8 Koleva L., Sasa Mitrev, Trajkova Fidanka, Plevski Mite Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum*// Journal of Biology.- 2012, №8(3)-P. 45-49.
- 9 Кушнарченко С. В., Ромаданова Н. В., Аралбаева М. М., Матакова Г. Н., Бекебаева М. О., Бабисекова Д. И. Создание коллекции *in vitro* сортов и гибридов картофеля как исходного материала для криоконсервации. // Биотехнология. Теория и практика. -2013. -№1. – С. 28-33.

Е.В. Овэс¹, И.Н. Аникина², Н.А. Гаитова¹, Н.Н. Кайниденов², Д.Д. Сейтжанова²

¹ ФМБГМ «А.Г. Лорха атындағы Бүкілресейлік картоп шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», Мәскеу, Ресей
² С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар, Қазақстан

In vitro өсімдік көбейту процесінде картоп сорттарының пісу тобының әсері

Аңдатпа: Олардың тиімді бастапқы тұқым шаруашылығының басты өлшемдерінің бірі биотехнологиялық әдістермен алынған бастапқы материалдарды пайдалану болып табылады. Тираждау процесінде сапалы сипаттамаларды сақтай отырып, микроөсімдіктердің жеткілікті көлемін жоспарлы өсіруді қамтамасыз ететін негізгі элемент тездетілген клональды микрокөбеюдің бағдарламасын әзірлеу болып табылады. Оригинал тұқымдық материал көбейту және өсіру процесінде микроөсімдіктердің стандарт талаптарына сәйкес келу кезеңі үлкен маңызға ие. Мақалада сорттың пісіп-жетілу тобының морфогенез процесінің өту жылдамдығына әсерін зерттеі көрсетілген, бұл өндірістік зертханалар жағдайында клональды микрокөбею бағдарламаларын құру үшін маңызды практикалық мәнге ие. Әр түрлі топтағы картоптың 14 сортының осы көрсеткішін зерттеу морфологиялық құрылымдардың қалыптасуы сорттық ерекшеліктерге тікелей тәуелді екенін көрсетті. Регенерациялық қабілеттілікке жүргізілген талдау морфологиялық құрылымдардың қалыптасуының нәтижелілігі зерттелетін сорт үлгілерінің пісу тобына байланысты еместігін атап өтуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: регенеранттар, картоп, көбею, даму, морфогенез, сорттық ерекшеліктер

Е. V. Oves¹, I. N. Anikina², N. A. Gaitova¹, N. N. Kainidenov², D. D. Seitzhanova²

¹ Lorch Potato Research Institute, Moscow, Russia

² S. Toraiyrov PSU, Pavlodar, Kazakhstan

The influence of the group of maturity of potato varieties in the process of replication of plants in vitro

Annotation: One of the main criteria for effective primary seed production is the use of starting material obtained by biotechnological methods. A fundamental element in ensuring planable buildup of sufficient volumes of microplants while maintaining the quality characteristics in the replication process is the development of a program for accelerated clonal micropropagation. In the process of replicating and growing original seed material, the period of compliance of micro-plants with the requirements of the standard is of great importance. The article presents a study of the influence of the variety ripeness group on the speed of the morphogenesis process; this is of practical importance for the compilation of programs for clonal micropropagation in industrial laboratories. The study of this indicator in 14 potato varieties of different groups of ripeness showed that the formation of morphological structures was directly dependent on the varietal characteristics. The analysis of the regenerative capacity allows us to note that the effectiveness of the formation of morphological structures did not depend on the ripeness group of the studied variety samples.

Keywords: regenerants, potato, reproduction, development, morphogenesis, varietal characteristics.

References

- 1 Anikina I.N. Semenovodstvo na osnove biotekhnologii [Biotechnology-based seed production] (Pavlodar : Kereku, 2014, 140 p) [in Russian].
- 2 Ovehs E. V., Anisimov B. V., Boyko V. V. Biotekhnologicheskie metody polucheniya iskhodnogo in vitro materiala dlya original'nogo semenovodstva na osnove Banka zdorovykh sortov kartofelya [Biotechnological methods for obtaining the initial in vitro material for the original seed production based on the Bank of healthy potato varieties], Sovremennaya industriya kartofelya: sostoyanie i perspektivy razvitiya [The modern potato industry: state and development prospects], 3(25), 122-125 (2014).
- 3 Babaev S. A., Amrenov B. R., Tokbergenova ZH. A. Sovremennoe sostoyanie semenovodstva kartofelya v Kazahstane [Current state of potato seed production in Kazakhstan] Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / pod red. V.G. Ivanyuk i dr. [Potato growing: Sat scientific tr / ed. V.G. Ivanyuk et al.], 15, 14-19(2008).
- 4 Fedorova Yu. N., Fedorova L. N. Izuchenie dinamiki rosta mezhdouzlij u mikro rastenij kartofelya v usloviyah in vitro [Studying the dynamics of the growth of internodes in micro potato plants in vitro]. Kartofelevodstvo:

- rezul'taty issledovanij, innovacii, prakticheskij opyt. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii i koordinacionnogo soveshchaniya "Nauchnoe obespechenie i innovacionnoe razvitie kartofelevodstva" / pod red. E. A. Simakova [Potato growing: research results, innovations, practical experience. Materials of the scientific-practical conference and coordination meeting "Scientific support and innovative development of potato growing" / ed. E. A. Simakova], 1, 360-364(2008).
- 5 Hodaeva V. P., Kulikova V. I. Razmnozhenie sortov kartofelya v kul'ture in vitro na razlichnyh pitatel'nyh sredah [Propagation of potato varieties in vitro on various nutrient media], Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of agribusiness], 30(10), 66-68 (2016).
 - 6 Khadiga G. A., Rasheid SM, Mutasim MK Micro tuber induction of two potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties namely, Almera and Diamant, International Journal of Agriculture and Biology, 4(3), 84-89. (2015).
 - 7 Anoop B., Chauhan J. Effect of Growth Regulators on Meristem-tip Development and in vitro Multiplication of Potato Cultivar 'Kufri Himalini,' Nature and Science, 7(9), 31-34.(2009).
 - 8 Koleva L., Sasa Mitrev, Trajkova Fidanka, Ilievski Mite Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum*. Journal of Biology, 8(3), 45-49.(2012).
 - 9 Kushnarenko S. V., Romadanova N. V., Aralbaeva M. M., Matakova G. N., Bekebaeva M. O., Babisekova D. I. Sozдание kollekcii in vitro sortov i gibridov kartofelya kak iskhodnogo materiala dlya kriokonservacii [Creation of an in vitro collection of potato varieties and hybrids as a source material for cryopreservation.], Biotekhnologiya. Teoriya i praktika [Biotechnology. Theory and practice], 1, 28-33(2013).

Сведения об авторах

Овэс Е.В. - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», п. Красково, ул. Лорха, 23, п. Красково, Люберецкий район, Москов обл, Россия.

Аникина И.Н. - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Биотехнология» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова, Казахстан, Павлодар, ул. Ломова, Павлодар, Казахстан.

Гаитова Н.А. - научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства имени А.Г.Лорха», п. Красково, ул. Лорха, 23, п. Красково, Люберецкий район, Москов обл, Россия.

Кайниденов Н.Н. - преподаватель кафедры «Биотехнология» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова, ул. Ломова 64, Павлодар, Казахстан.

Сейтжанова Д.Д. - старший преподаватель кафедры «Биотехнология» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова, ул. Ломова 64, Павлодар, Казахстан.

Oves E. V. - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lorch Potato Research Institute, 23, Lorch str. Kraskovo, Moscow Region, Russia.

Anikina I.N. - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, S. Toraiyrov PSU, 64, str. Lomov Pavlodar, Kazakhstan.

Gaitova N.A. - Researcher, Lorch Potato Research Institute, 23, Lorch str. Kraskovo, Moscow Region, Russia.

Kainidenov N.N. -Lecturer of the Department "Biotechnology", S. Toraiyrov Pavlodar State University, 64, Lomov str. Pavlodar, Kazakhstan.

Seitzhanova D.D. - Senior Lecturer of the Department "Biotechnology", S. Toraiyrov Pavlodar State University, 64, Lomov str. Pavlodar, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 19.06.2019

МРНТИ 68.35.53; 31.27.21; 62.99.37

Н.В. Ромаданова¹, К.А. Эшбакова², Л.Н. Карашолакова^{1,3}, И.А. Махмутова¹,
К.Т. Абидкулова³, С.В. Кушнарченко¹

¹ РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, г. Алматы,
Республика Казахстан,

² Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУ, г. Ташкент,
Республика Узбекистан,

³ Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика
Казахстан

(E-mail: nata_romadanova@mail.ru, e_komila@yahoo.com, lyazzat.karasholakova@gmail.com,
bio-2013@list.ru, karime_58@mail.ru, svetlana_bio@mail.ru)

Исследование качественного и количественного состава экстрактов мякоти плодов *berberis iliensis* и *berberis integerrima*, сохранение генетического материала в криобанке

Аннотация: Проведено изучение и сохранение двух видов барбариса: барбарис илийский (*Berberis iliensis* M. Pop.) и барбарис цельнокрайний (*Berberis integerrima* Bunge). В результате работ по введению в культуру *in vitro* и микроклональному размножению создана коллекция *in vitro* этих видов, состоящая из 33 образцов. Полученная коллекция *in vitro* заложена на среднесрочное хранение при температуре 4 °С, освещенность 10 μ мол м⁻² с⁻¹, фотопериод -16/8 час. Оптимальная продолжительность хладохранения составляет 12 месяцев. Создан криобанк апикальных меристем и семян. Криобанк семян заложен при температурах: 1) -196 °С, всхожесть семян после размораживания – 80-100%; 2) -20 °С, всхожесть семян после размораживания в среднем составляет 86,7%. Выявлено положительное влияние хранения при низких температурах на всхожесть семян. Для исследования качественного и количественного состава изучены 11 образцов двух исследуемых видов барбариса, в которых выявлены жирные кислоты, эфиры жирных кислот, алканы, алкены, алкадиены, ароматические углеводороды, альдегиды, жирные спирты, тритерпеноиды, кетоны, силиконы, витамины К, К₁, К₂. В некоторых образцах обнаружен каротиноид сквален, углеводород 28-Nor-17-alpha и амид Пиридин-3-карбоксимидамид.

Ключевые слова: *Berberis iliensis*, *Berberis integerrima*, коллекция *in vitro*, семена, апикальные меристемы, криосохранение, фитохимический анализ.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-22-36>

Введение. В Казахстане произрастает 8 дикорастущих видов барбариса в Зайсане, Алтае и Тарбагатае, Джунгарском, Заилийском и Кунгей Алатау, Чу-Илийских горах. Это в основном кустарники, плоды, листья, кора, древесина и корни которых обладают различными полезными свойствами [1-2]. Барбарис илийский (*Berberis iliensis* M. Pop.) произрастает в ущельях восточной части Заилийского Алатау, Кетменского хребта, Джунгарского Алатау, в устьях рек Чилик, Чарын, впадающих в реку Или. Барбарис цельнокрайний (*Berberis integerrima* Bunge) произрастает в Тянь Шане, Памиро-Алтае, в горах Каратау [3-4].

Барбарис илийский – это редкий эндемичный вид, который занесен в Красную Книгу Казахстана [5-6]. География его произрастания в долине реки Или, на территории которой в последнее время, остро стоит вопрос о сокращении биоразнообразия тугайных лесов, после строительства Капчагайского водохранилища. Порядка 90% тугайных лесов уже утеряно, оставшиеся площади находятся в неудовлетворительном состоянии.

На данный момент поставлена задача сохранения уникальных видов, находящихся под угрозой исчезновения, а особенно эндемичных растений. Традиционные приемы сохранения генетических ресурсов в ботанических садах, заказниках, питомниках и т.д. не всегда надежны и эффективны, поэтому недостатки таких способов сохранения обусловили необходимость разработки биотехнологических методов консервации генофонда, такие как длительное сохранение генетического материала в криобанках [7-8].

В настоящее время во многих странах ведутся исследования в области изучения фитохимического состава [1, 9] и фармакологических свойств барбариса [1, 10]. Уже сейчас барбарис широко используется в мировой фармацевтической промышленности. В его основе изготавливаются лекарственные формы, биологически активные добавки, различные экстракты, настойки и сиропы. Препараты на основе барбариса оказывают обезболивающее, противовоспалительное, жаропонижающее, кровоостанавливающее, спазмолитическое, противоопухолевое, желчегонное действия, высокоэффективны для улучшения аппетита и укрепления иммунной системы, приносят значительную пользу при лечении заболеваний печени, гипертонии и других. Выявлено положительное влияние препаратов барбариса при лечении раковых заболеваний, сахарного диабета, ишемии мозга, сердечно-сосудистых заболеваний, бактериальных, вирусных заболеваний и многих других [1-2, 11-12].

На данный момент нет сведений о компонентном составе казахстанского барбариса, соответственно нет лекарственных препаратов казахстанского производства на его основе. Изучение фитохимического состава казахстанских видов барбариса послужит важной информацией для фармацевтической промышленности.

В статье приведены результаты изучения компонентного состава некоторых форм собранных в Казахстане и Узбекистане двух дикорастущих видов *B. iliensis* и *B. integerrima*. Приведены результаты о надежном сохранении этих образцов в криобанке, которые в дальнейшем могут послужить для проведения широкого спектра биологических исследований, а также для возможной последующей их реинтродукции в естественные места обитания.

Методы исследования. Объектами исследования являлись 46 образцов барбариса, собранных в разные периоды вегетации: 19 форм *B. iliensis*, 27 форм *B. integerrima*. Место сбора, год и высота над уровнем моря представлены в таблице (Таблица 1).

Сохранение гермоплазмы барбариса. Для сохранения использовали:

1. Семена, которые сохраняли при двух температурных режимах: а) -20°C – семена по 40-200 штук запаковывали в пакеты из ламинированной фольги и закладывали на долгосрочное хранение в морозильную камеру (рисунок 1 А, Б); б) -196°C – семена по 20-100 штук погружали в криопробирки и закладывали на долгосрочное хранение в Дьюары с жидким азотом в криогенный банк (рисунок 1 В, Г).

2. Апикальные меристемы, изолированные из асептических побегов *in vitro*. Методика криоконсервации методом PVS2 витрификации подробно описана в статье Ромадановой Н.В. с соавторами [13]. Для сохранения использовали 20 апексов побегов. Опыт проводили в 3 повторностях ($n=60$). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам, описанным в пособии Г.Ф. Лакина и в программном пакете SYSTAT [14-15].

3. Хладохранение побегов *in vitro* барбариса. Среднесрочное сохранение побегов проводили в специализированных полиэтиленовых пакетах или культуральных сосудах при температуре 4°C , освещенность $10\ \mu\text{мол м}^{-2}\text{с}^{-1}$, фотопериод 16/8 час, на питательной среде Мурасиге и Скуга (МС) с 20 г/л сахарозы, 0,8 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП), 0,02 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), 1,75 г/л джелрайта, 4 г/л агара, рН 5,7.

Фитохимический анализ мякоти плодов барбариса. Исследование качественного и количественного состава экстрактов.

Предварительно высушенные плоды (200 г), очищенные от семян, обработали этанолом в соотношении 1:5 (сырье-реагент) 4-хкратно в течение 24 часов при комнатной температуре. Полученный экстракт после отгонки растворителя анализировали на газовом хроматографе Agilent 7890 A GC с квадрупольным масс-спектрометром Agilent 5975 inert MSD в качестве детектора.

Компоненты исследуемых экстрактов разделяли на кварцевой капиллярной колонке HP-SMS (30 м x 250 мкм x 0,25 мкм) с привитой неподвижной фазой 5% фенилметилтрисилоксаном в температурном режиме 50°C (2 мин) – $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до 200°C (6 мин) – $15^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до 290°C (15 мин). Объем вносимой пробы – 1 мкл, скорость потока подвижной фазы – 1,3 мл/мин. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек W8NO5ST.L.

Таблица 1 – Формы барбариса, год, место сбора, высота над уровнем моря

Наименование образца	Место сбора, год, орган растения	Высота над уровнем моря (м)
<i>B. iliensis</i>		
1	Пойма р. Чарын, Чарынский Национальный парк, 2014, (семена) r. Charyn flood plain, Charyn National Park, 2014, (seeds)	1224
2	Пойма реки Или, с. Баканас, 2014, (семена) r. Ili floodplain, s. Bakanas, 2014, (seeds)	388
3-8, 10-12	Пойма реки Или, ущелье Кербулак, 2014,-2015(побеги, семена) r. Ili floodplain, Kerbulak gorge, 2014, (shoots, seeds)	424-492
9	АО «Лесной питомник», п. Актогай. 2015, (побеги) “Forest Nursery” JSC, Almaty region, Aktogai s. 2015, (shoots)	1410
13-19	Пойма р. Узун, ущ. Узун Каргалы, 2016, (семена) Floodplain of the r. Uzyn, Uzyn Kargaly g., 2016, (seeds)	1990-2009
<i>B. integerrima</i>		
1-22	Пойма реки Зеравшан, Зеравшанский заповедник, 2014 (семена) r. Zeravshan floodplain, Zaravshan Reserve, 2014 (seeds)	831-853
23-27	Туркестанская область, Толембийский район, Сайрам-Угамский Национальный парк (СУНП), ущелье Каскасу, 2015 (семена) Turkestan region, Tolebi district, Sairam-Ugam National Park (SUNP), Kaskasu gorge, 2015 (seeds)	1426-1434

Колориметрическим методом с применением реактива Фолина-Чокалтеу, где в качестве стандарта использовали галловую кислоту определяли содержание фенолов в экстракте, для чего получали экстракты из плодов барбариса: плоды помещали в колбу и добавляли равный объем метанола, закрывали фольгой и оставляли при комнатной температуре на 1-3 дня. Для расчета массы сухого экстракта метанол выпаривали на ротаторном испарителе. Для анализа 5 мг экстракта растворяли в 1 мл метанола. Приготовили разные концентрации галловой кислоты (1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0,1; 0 мг/мл) в метаноле. Для реакции использовали 50 мкл образца + 3,9 мл бидист воды + 250 мкл Фолина-Чокалтеу, смесь перемешивали на вортексе и выдерживали в темноте 1-8 мин. Добавляли 750 мкл 20% Na_2CO_3 и инкубировали 2 часа при 25°C. Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1700 относительно воды при 760 нм. Для определения общего содержания флавоноидов в плодах барбариса смешивали 50 мкл экстракта растворенного в абсолютном этаноле, 50 мкл раствора AlCl_3 и 1,15 мл абсолютного этанола. Полученную смесь инкубировали при 25 °С в течение 40 мин в темноте, в качестве стандарта использовали кверцетин. Оптическую плотность измеряли относительно этанола на спектрофотометре Shimadzu UV-1700 при 415 нм [16-17].

Для определения моносахаридов была проведена бумажная хроматография (бумага марки Filtrak № 11) с использованием системы: н-бутанол: уксусная кислота: H_2O (4: 1: 5,1) и н-бутанол: пиридин (Py): H_2O (6: 4: 3,2). Так как эта система моносахаридов не выявила, то был проведен гидролиз 2% раствором серной кислоты, нейтрализованной BaCO_3 . Полученный раствор упарили и провели бумажную хроматографию (бумага марки Filtrak № 11) твердой системы с использованием растворителей: н-бутанол: уксусная кислота: H_2O (4: 1: 5,1)



А – семена в пакетиках из ламинированной фольги; Б – морозильная камера Sovitalprod mash СВ107-S ШН - 0.7, температурный режим: $(-18)-(-20)^\circ\text{C}$; В – криобокс с криопробирками, заполненными семенами барбариса; Г – погружение держателей с криобоксами в Дьюар с жидким азотом при температуре -196°C

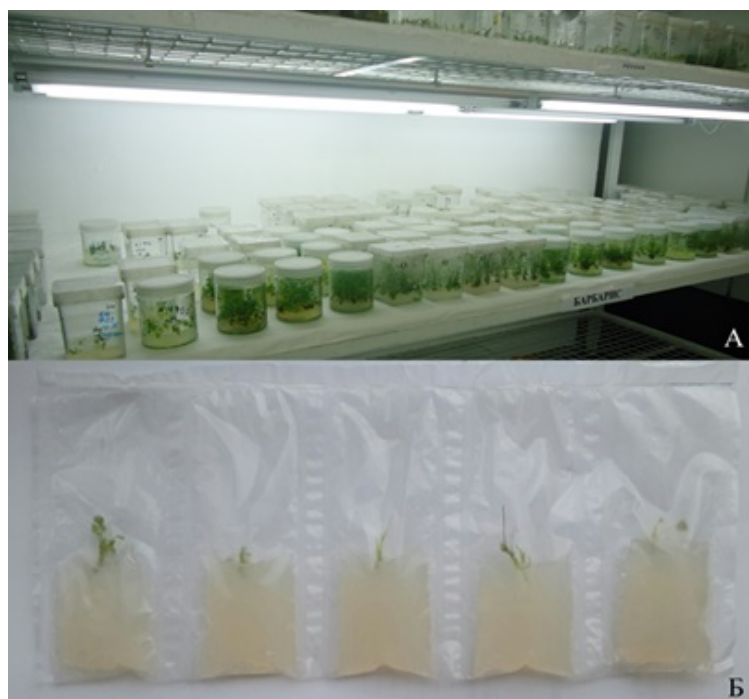
Рисунок 1 – Банк долгосрочного хранения семян барбариса

и н-бутанол: P_y : H_2O (6: 4: 3,2). Для улучшения качества результатов на бумажную хроматографию распыляли анилин фталат.

Результаты обсуждения. В результате работ по введению в культуру *in vitro* и микрклональному размножению *B. iliensis* и *B. integerrima* создана коллекция *in vitro* растений, состоящая из 33 образцов [18-20] (рисунок 2 А). Полученная коллекция *in vitro* заложена на среднесрочное хранение при температуре 4°C , освещенность $10 \mu\text{молл}^{-2}\text{с}^{-1}$, фотопериод 16/8 час (рисунок 2 Б). Оптимальная продолжительность хладохранения составляет 12 месяцев.

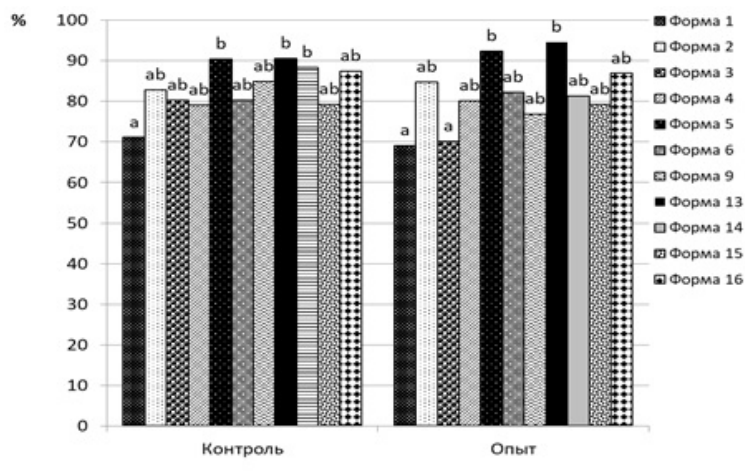
Полученная коллекция *in vitro* также послужила основой для создания криобанка апикальных меристем барбариса при температуре -196°C . Методика PVS2 витрификации для барбариса основана на методике, оптимизированной для яблони и отличается небольшими модификациями [13, 21]. Процент регенерации меристем после криоконсервации составляет – 60-80%.

Для создания криобанка использовали также семена 17 форм барбариса цельнокрайнего и 11 форм барбариса илийского, которые заложили на долгосрочное хранение при температуре -20°C . Способность семян к прорастанию после хранения в течение 2 лет в среднем составляет 86,7%. Процент прорастания семян барбариса илийского после 2 летнего хранения в среднем составляет – 81,6%, это практически соответствует проценту прорастания свежесобранных семян – 83,1% (рисунок 3) [18]. Процент прорастания семян барбариса цельнокрайнего после 2 летнего хранения в среднем составляет – 91,8%, тогда как процент прорастания свежесобранных семян – 68,3% (рисунок 4). В результате чего можно сделать заключение, что хранение при пониженной температуре (-20°C) положительно сказывается на прорастание семян *B. integerrima*.



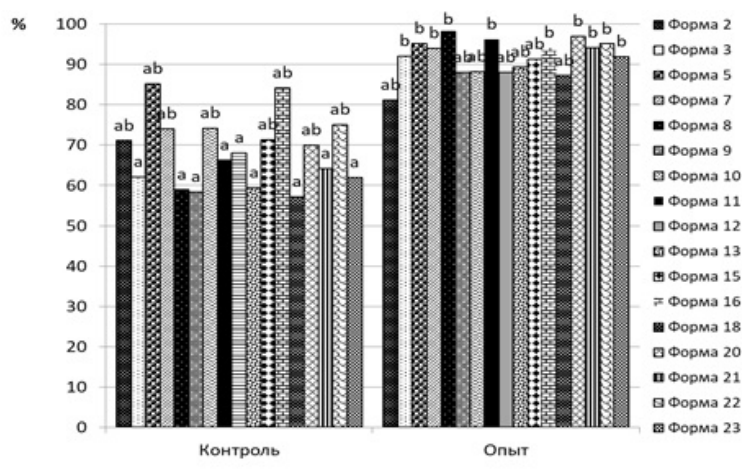
А – в светокультуральной комнате, температурный режим $+24 \pm 1^\circ \text{C}$, освещенность $40 \mu \text{молм}^{-2} \text{с}^{-1}$, фотопериод 16/8 час; Б – в холодильнике, температурный режим 4°C , освещенность $10 \mu \text{молм}^{-2} \text{с}^{-1}$, фотопериод 16/8 час, продолжительность среднесрочного хранения 12 месяцев

Рисунок 2 – Коллекция барбариса *in vitro*



a, b – значения, которые различаются достоверно между собой при $< 0,05$

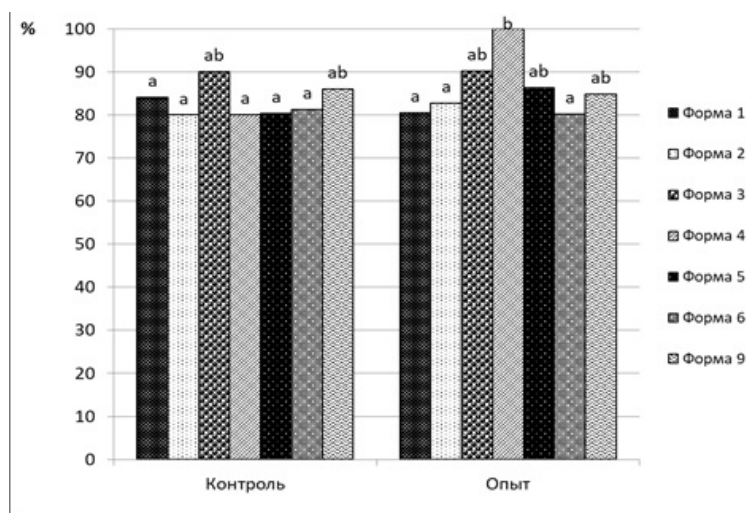
Рисунок 3 – Способность прорастания семян *B. iliensis* после хранения в течение 2 лет при температуре -20°C (опыт); прорастание свежесобранных семян (контроль)



a, b – значения, которые различаются достоверно между собой при $p < 0,05$

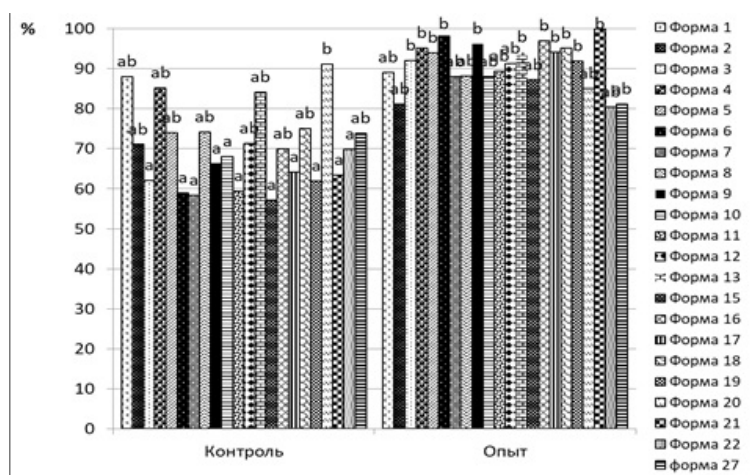
Рисунок 4 – Способность прорастания семян *V. integerrima* после хранения в течение 2 лет при температуре -20°C (опыт); прорастание свежесобранных семян (контроль)

Семена 22 форм барбариса цельнокрайнего и 7 форм барбариса илийского, были заложены и на долгосрочное хранение в криогенный банк при температуре -196°C . Всхожесть семян после размораживания колеблется в пределах 80-100%. Процент прорастания семян барбариса илийского после 2 летнего хранения в среднем составляет – 86,4%, что несколько выше процента прорастания свежесобранных семян – 83,1% (рисунок 5) [18]. Процент прорастания семян барбариса цельнокрайнего после 2 летнего хранения в среднем составляет – 90,7%, что значительно выше процент прорастания свежесобранных семян – 70,3% (рисунок 6). В итоге хранение при сверхнизкой температуре -196°C увеличивает процент прорастания семян изученных видов барбариса.



a, b – значения, которые различаются достоверно между собой при $p < 0,05$

Рисунок 5 – Способность прорастания семян *V. iliensis* после хранения в течение 2 лет при температуре -196°C (опыт); прорастание свежесобранных семян (контроль)



a, b – значения, которые различаются достоверно между собой при $p < 0,05$

Рисунок 6 – Способность прорастания семян *B. integerrima* после хранения в течение 2 лет при температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (опыт); прорастание свежесобранных семян (контроль)

Для исследования качественного и количественного состава готовили экстракты из 11 образцов барбариса. Компонентный состав плодов указан в таблицах (Таблица 2, 3), где ВУ – время удержания на газовом хроматографе.

Таблица 2 – Компонентный состав плодов *Berberis iliensis*

Компоненты	ВУ	Содержание компонентов, %				Класс хим-ких компонентов	
		Форма 2	Форма 3	Форма 4	Форма 9		
1	2	3	4	5	6	7	
Гексадекановая кислота	17,535	1,42	6,61	3,12		Жирные кислоты	
цис-9-октадеценовая кислота	18,559		1,10	1,29			
Фталевая кислота	22,338	0,13	0,12				
Октадекановая кислота	22,627	0,08	1,70		1,20		
Тетрадекановая кислота	23,626		0,07		0,03		
Угольная кислота	24,120		1,15				
Гексакозановая кислота	25,036		0,20		0,14		
Октакозановая кислота	26,562	0,48		0,56			
Глицидилолеат	21,747	0,18			0,11		Эфиры жирных кислот
Е-11 (13 Метил) тетрадецен-1-ол ацетат	22,942			0,36			
Гептакозилацетат	24,120	1,37	0,65				
Тетракозил гептофлуоробутират	25,545	0,24		0,18			
Триаконтилацетат	26,664	0,41			0,57		
Эйкозан	20,283	0,36	9,70	0,38		Алканы, Алкены 7	
Октадекан	21,899		0,46				
Гептадекан	21,899	0,49					

Продолжение таблицы на следующей странице

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Пентакозан	21,899		0,61		0,42	
1-Нонадецен	23,411				3,96	
Окись этилена	24,400	0,18	0,28	0,80		
Нонакозан	24,826		12,22	11,12	10,08	
Тетракозан	24,832	1,20		4,01		
Генэйкозан	24,838		2,07			
Гептакоз-1-ен	25,131	0,24			0,18	
Нонакоз-1-ен	25,589	0,16				
Циклотетракозан	23,420		5,41		2,18	Ароматичкие углеводороды
Циклогексан	27,237		0,62			
Циклооктакозан	28,255			0,56		
3,4-Дигидроксифенилэтиленгликоль	18,839			0,28		Альдегиды
Октадеценовый альдегид	21,747		0,25	1,28		
1,30-Триконтанедиол	27,606		0,24		0,76	Жирные спирты
γ -Ситостерол	28,789	0,32				Тритерпеноиды
β -Ситостерол	28,796		0,64			
3 (2Н) - фуранон	22,663	1,12				Кетоны
Нонакозан-10-он	26,187	2,90	0,98	0,49	0,50	
Фенол, 2,2'-метиленис [6- (1,1-диметилэтил) -4-метил-	21,377				0,06	Разное
Сквален	24,380		0,18	0,22	0,08	
2-метил-1,4-нафтохинон Филлохинон	26,275	1,84			5,04	
Пиридин-3-карбоксимидамид	27,224		1,29	1,08		

Таблица 3 – Компонентный состав плодов *Berberis integerrima*

Компоненты	ВУ	Содержание компонентов, %							Класс хим-ких компонентов
		Форма 9	Форма 11	Форма 13	Форма 16	Форма 20	Форма 23	Форма 25	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Циклогексанкарбоксилловая кислота	20,124				0,18				Жирные кислоты
9,12,15-октадекатриеновая кислота	21,791	0,13							
Фталевая кислота	22,338	0,23				0,13	0,21		
Эйкозановая кислота	24,005						2,00		

Продолжение таблицы на следующей странице

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Гидрокси-метановая кислота	24,120		0,11	0,06						
2-хлорпропионовая кислота	25,824		1,05							
Глицидилолеат	21,747	0,23							Эфиры жирных кислот	
Бис (2-этилгексил) фталат	22,338		0,77	0,23	0,16					
Е-11 (13 Метил) тетрадецен-1-ол ацетат	22,942			0,32						
Гептакозилацетат	24,120			0,45						
2-октадецилпропан-1,3-диол	24,387				0,27					
Триаконтилацетат	26,664		0,67					0,41		
Гексакозан	20,277		0,19							Алканы
Эйкозан	20,283	0,28	0,10	0,30	0,36	0,37				
Октадекан	21,899	0,24	1,07	0,51		0,11		7,06		
Гептадекан	21,899		1,20							
Пентакозан	24,119		2,90	1,40						
3-метилдотриаконтан	24,120		2,14							
Oxigane	24,400				0,14			0,49		
Нонакозан	24,826			12,99		10,15	5,65			
Тетракозан	24,832	14,03	0,99	0,37	8,29		0,20	0,70		
Гептакозан	24,838		9,51							
Генэйкозан	24,838		2,28	0,26	0,26					
Тетрапентаконтан	25,023		1,23							
Триаконтан	25,500		1,73		1,04					
Z-14-Нонакозан	26,664	1,20	1,37	1,26	0,63		1,26			
2-метилтриаконтан	32,454		1,93							
1,1-Эйкозадиен	19,999	0,39		0,39		0,52	0,41		Алкены	
5-Додецин	21,899						0,24			
1-Гексакозен	23,305		0,49							
1-Тетракозен	23,401						4,15			
1-Нонадецен	23,411		3,92		3,33	4,21				
1-Докозен	24,202		0,19	6,84						
Гептакоз-1-ен	25,131		1,09							
13-метил-Z-14-нонакозен	25,538						0,17			
9-Трикозен	25,545		1,24	0,34		1,90				

Продолжение таблицы на следующей странице

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нонакоз-1-ен	25,589					0,64			
Циклооктакозан	28,255		1,38					0,80	Ароматические углеводороды
Циклогексан	27,237				0,36				
Докозаналь	22,936						0,17		Альдегиды
Тетракозаналь	22,943	0,20				0,22		0,23	
Пентадеканаль	24,393			0,88		0,60			
Октакозаналь	25,825	0,50		0,71	0,44	0,98			
Октакозанол	21,855	0,12							Разное
Сквален	24,380		3,19				0,77		
Нонакозан-10-он	26,187	0,49	0,87	0,49	0,29	0,32	0,17	2,68	
2-метил-1,4-нафтохинон Филлохинон	26,275				0,02				
28-Нор-17- α	27,040		0,31						
Пиридин-3-карбоксимидамид	27,224		0,05						
γ -Ситостерол	28,789	1,45	0,65	0,99					

Во всех образцах барбариса обнаружены жирные кислоты, эфиры жирных кислот, алканы, алкены, алкадиены, ароматические углеводороды, жирные спирты, тритерпеноиды, кетоны, силиконы, витамины. В таких образцах, как: *B. iliensis* формы 3, 4, 9; *B. integerrima* формы 11 и 23 обнаружен каротиноид сквален. У *B. integerrima* формы 11 обнаружен также углеводород и пиридин-3-карбоксимидамид, который был также установлен в образцах барбариса илийского 3 и 4 формы. Витамин К (2-метил-1,4-нафтохинон Филлохинон) обнаружен у форм 2 и 9 барбариса илийского и у 16 формы барбариса цельнокрайнего. Тритерпеноид γ -ситостерол обнаружен у обоих видов (0,65-1,45) в барбарисе цельнокрайнем и (0,32) в барбарисе илийском формы 2.

Было выявлено, что компонентный состав плодов двух изученных видов барбариса различается по альдегидам (Таблица 2-3). Если в образцах *B. iliensis* идентифицированы такие альдегиды как 3,4-дигидроксифенилэтиленгликоль (0,28) и октадеценовый альдегид (0,25-1,28), то в образцах *B. integerrima* класс химических компонентов представлен другими альдегидами (октакозаналь – 0,44-0,98, тетракозаналь – 0,20-0,23, пентадеканаль – 0,60-0,88 и докозаналь – 0,17). Также 1,30-триконтанедиол (*B. iliensis* формы 3 и 9 – 0,24-0,76) и октакозанол (*B. integerrima* форма 9 – 0,12) являются единственными представителями жирных спиртов.

Общее содержание фенолов и флавоноидов в экстрактах плодов *B. iliensis* (формы 1, 2, 3) и *B. integerrima* (формы 7, 18, 20) определяли колориметрическими методами с использованием реактива Фолина-Чокалтеу и $AlCl_3$ (Таблица 4). Наивысшее содержание фенолов и флавоноидов обнаружено в экстрактах плодов форм 1 и 2 барбариса илийского, наименьшее содержание – у форм 7 и 18 барбариса цельнокрайнего. Содержание фенолов и флавоноидов в плодах барбариса илийского варьировало в пределах 0,055-0,152 и 0,013-0,045, что в 4-5,5 раз превышает его содержание в плодах *B. integerrima*.

Результаты выражены как среднее значение трехкратной величины стандартного отклонения (\pm).

Концентрация образцов - 1 мг/мл.

Таблица 4 – Общее содержание фенолов и флавоноидов в экстрактах плодов *Berberis iliensis* и *B. Integerrima*

Вид	Форма	Общее содержание фенолов (стандарт – галловая кислота)	Общее содержание флавоноидов (стандарт – кверцетин)
<i>B. iliensis</i>	1	0,123 ± 0,003	0,045 ± 0,002
	2	0,152 ± 0,004	0,035 ± 0,002
	3	0,055 ± 0,001	0,013 ± 0,000
<i>B. integerrima</i>	7	0,029 ± 0,002	0,009 ± 0,000
	18	0,031 ± 0,001	0,010 ± 0,000
	20	0,040 ± 0,002	0,011 ± 0,000

В образцах обнаружены также свободные моносахариды: глюкоза – 4,6%, галактоза – 0,5%, ксилоза – 0,6% арабиноза – 0,9% и неизвестные компоненты с различным ВУ и процентным содержанием. Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что в плодах барбариса обнаружен широкий спектр органических веществ, который и обуславливает в конечном итоге активность плодов самого растения. В изученной нами литературе такне приводятся данные об аналогичных химических компонентах в плодах различных видов барбариса, в том числе и в барбарисе цельнокрайнем. Различия можно отметить лишь по содержанию и количеству некоторых компонентов, так, например, нами не были выявлены витамины С и Е [22-23].

В последние время природные фенольные соединения привлекают всеобщее внимание исследователей и как объект химического изучения, и в качестве перспективных веществ для получения биологически активных препаратов и лекарственных средств. В научной литературе приводятся данные о том, что в основном действие фенольных веществ влияет на активность барбариса. Изучение фенольных соединений исследователями в разных странах показало, что эти вещества обладают разносторонним действием на организмы животных и человека, например, обладают антиаллергическими, антиканцерогенными, противовирусными и противовоспалительными свойствами, снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний и уменьшают смертность от рака.

Кроме того, обнаруженный амид-пиридин-3-карбоксимидамид является, экстрагентом некоторых радиоактивных металлов и также, как и фенолы влияет на антиоксидантную активность [24]. Витамин К необходим для синтеза белков, обеспечивающих достаточный уровень свёртывания крови, играет значительную роль в обмене веществ в костях и в соединительной ткани, а также в работе почек, участвует в усвоении кальция и в обеспечении взаимодействия кальция и витамина D. Каротиноид сквален является промежуточным соединением в биологическом синтезе стероидов, в том числе и холестерина, к тому же он участвует в обмене веществ. Известно, что многие каротиноиды, в том числе и сквален выполняют функции антиоксидантов в организме человека.

В результате проведенной работы создан банк при пониженных температурах генетического материала двух видов барбариса, изучен их компонентный состав. Полученные данные послужат ценной информацией для различных биологических исследований, а также основой для получения новых фармацевтических препаратов широкого спектра действия.

Выводы.

1. В результате проведенных работ получена коллекция *in vitro* растений *Berberis iliensis* и *Berberis integerrima*, состоящая из 33 образцов, которая помещена на среднесрочное хранение (хладохранение) при температуре 4 °С, освещенность 10 μ молл⁻² с⁻¹, фотопериод 16/8 час. Оптимальная продолжительность хладохранения составляет 12 месяцев.

2. Создан криобанк апикальных меристем барбариса при температуре -196 °С. Криоконсервация проведена методом PVS2 витрификации модифицированной для барбариса, процент регенерации меристем после криоконсервации составляет 60-80%.

3. Создан криобанк семян при температурах: -20 °С (17 форм барбариса цельнокрайнего и 11 форм форм барбариса илийского), всхожесть семян после размораживания в среднем

составляет 86,7% и -196°C (22 форм барбариса цельнокрайнего и 7 форм барбариса илийского). Всхожесть семян после размораживания колеблется в пределах 80-100%. Выявлено положительное влияние низкой и сверхнизкой температур на всхожесть семян после хранения в течение 2 лет.

4. Изучен компонентный состав 11 образцов барбариса. Во всех образцах барбариса обнаружены жирные кислоты, эфиры жирных кислот, алканы, алкены, алкадиены, ароматические углеводороды, жирные спирты, тритерпеноиды, кетоны, силиконы, витамины. В некоторых образцах обнаружен каротиноид сквален, углеводород 28-Нор-17- α , амид пиридин-3-карбоксамид и витамины К, К₁, К₂.

5. Колориметрическими методами определены общее содержание фенолов и флавоноидов в экстрактах плодов 6 образцов барбариса: *B. iliensis* формы 1, 2, 3 и *B. integerrima* формы 7, 18, 20. Было установлено, что *B. iliensis*, особенно формы 1 и 2, отличается высоким содержанием фенолов и флавоноидов по сравнению с *B. integerrima*.

Благодарность. Работа выполнена в рамках проекта 1783/ГФ4 «Разработка технологии криогенного сохранения гермоплазмы ценных видов и форм барбариса – источника биологически активных веществ» по бюджетной программе: 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований».

Список литературы

- 1 Mokhber-Dezfuli N., Saeidnia S., Gohari A.R., Kurepaz-Mahmoodabadi M. Phytochemistry and Pharmacology of Berberis Species // Pharmacogn. Rev. - 2014. - Vol. 8(15). - P. 8-15. DOI: 10.4103/0973-7847.125517
- 2 Hosseinzadeh H., Ramezani M., Shafaei H., Taghiabadi E. Anticonvulsant effect of Berberis integerrima L. root extracts in mice // Journal Acupunct. Meridian Stud. - 2013. - Vol. (1). - P. 12-7. PMID:23433050, DOI: 10.1016/j.jams.2012.07.018.
- 3 Флора Казахстана. Т. III. - Алма-Ата, Изд-во АН КазССР. - 1960 - 55 с.
- 4 Байтенов М.С. Флора Казахстана. Родовой комплекс флоры. Т. 2. - Алматы, "Гылым". - 2001. - С. 59.
- 5 Мухитдинов Н.М., Аметов А.А., Абидулова К.Т., Ыдырыс А. Некоторые фитоценоотические особенности популяций *Berberis iliensis* M. Pop // Вестник Иссык-Кульского университета. - 2010. - № 27. - С. 233-237.
- 6 Красная книга Казахстана. - Т. 2(1). Растения. Издание 2, исправленное и дополненное. - Астана, 2014. - 452 с.
- 7 Reed B. M. The basics of in vitro storage and cryopreservation // National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, O.R. USA. - 2002. - P. 34-46. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.596.66.
- 8 Seeds for Our Future. The U.S. National Plant Germplasm System // United States Department of Agriculture, Agricultural Research Serv. - 1996. - 20 p.
- 9 Srivastava S., Srivastava M., Misra A., Pandey G., Rawat A. A review on biological and chemical diversity in Berberis (Berberidaceae) // EXCLI Journal. - 2015. - Vol. 14. - P. 247-267. PMID: 26535033 PMID: PMC4614447 DOI: 10.17179/excli2014-399
- 10 Fatehi M., Saleh T.M., Fatehi-Hassanabad Z., Farrokhfal K., Jafarzadeh M., Davodi M. A pharmacological study on Berberis vulgaris fruit extract // Journal of Ethnopharmacology. - 2005. - Vol. 102, N. 1. - P. 46-52. PMID: 15993555 DOI: 10.1016/j.jep.2005.05.019
- 11 Lynch P.T., Benson E.E., Harding K. Climate change: the role of ex situ and cryo-conservation in the future security of economically important, vegetatively propagated plants // J. Horticultural Science & Biotechnology. - 2007. - Vol. 82, N. 2. - P. 157-160. DOI: 10.1080/14620316.2007.11512213.
- 12 Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity // In Vitro Cellular & Developmental Biology. - 2011. - Vol. 47, N. 1. - P. 5-16. DOI: 10.1007/s11627-010-9327-2.
- 13 Romadanova N., Kushnarenko S., Karasholakova L. Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit // In Vitro Cellular & Developmental Biology. - 2017. - Vol. 53(4). - P. 382-393. DOI:10.1007/s11627-017-9849-y.
- 14 Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов / 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1990. - 352 с.
- 15 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.
- 16 Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In Methods in Enzymology Packer L.E. // Academic Press: San Diego, CA. - 1999. - Vol. 299. - P. 152-178. [http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- 17 Kosar M., Goger F., Baser, K.H.C. In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia halophila* hedge from Turkey // Food Chemistry. - 2011. - Vol. 129. - P. 374-379. DOI: 10.1055/s-0031-1282693
- 18 Ромаданова Н.В., Мишустина С.А., Карашолакова Л.Н., Аралбаева М.М., Кабулова Ф.Д., Абидулова К.Т., Кушнарченко С.В. Введение в культуру in vitro дикорастущих видов *Berberis* флоры Казахстана

- и Узбекистана // Вестник КазНУ, серия биологическая, №3 (65), 2015. - С. 346-354. DOI: 10.13140/RG.2.1.2178.0243
- 19 Ромаданова Н.В., Мишустина С.А., Карашолакова Л.Н., Аралбаева М.М., Рахимбаев И.Р., Кушнаренко С.В. Создание коллекции *in vitro* дикорастущих видов *Berberis* sp. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада № 121. - 2016 г. - С. 69-76.
- 20 Ромаданова Н.В., Махмутова И.А., Карашолакова Л.Н., Христенко А.А., Кушнаренко С.В. Оптимизация микрклонального размножения барбариса // Биотехнология. Теория и практика. - №2. - 2017. - С. 47-55. DOI: 10.11134/btp.2.2017.7
- 21 Kushnarenko S., Romadanova N., Reed B. Cold acclimation improves regrowth of cryopreserved apple shoot tips // Cryo Letters. - 2009. - Vol. 30 (1). - P. 47-54. PMID: 19274311
- 22 El Hosry L., Boyer L., Garayev E.E., Mabrouki F., Bun S.S., Debrauwer L., Auezova L., Cheble E., Elias R. Chemical Composition, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Roots and Fruits of *Berberis libanotica* // Nat. Prod. Commun. - 2016. - Vol. 11(5). - P. 645-652. PMID: 27319140
- 23 Deepak P., Gopal G.V. Phytochemical profile of *Berberis tinctoria* Lesch. bark using GC-MS analysis // European Journal of Experimental Biology. - 2014. - Vol. 4(2). - P. 419-425.
- 24 Barclay L.R.C., Locke S.J., MacNeil J.M. Autoxidation in micelles - synergism of vitamin C with lipid-soluble vitamin-E and water-soluble trolox // Can. J. Chem. - 1985. - Vol.63 (2). - P. 366-374. <https://doi.org/10.1139/v85-062>

Н.В. Ромаданова¹, К.А. Ешбакова², Л.Н. Карашолакова^{1,3}, И.А. Махмутова¹, К.Т. Абидкулова³, С.В. Кушнаренко¹

¹ РМК «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты» ҚР БҒМ ҒК, Алматы, Қазақстан, ² акад. С.Ю. Юнусов атындағы Өсімдіктер химиясы институты ӨР ҒА Ташкент, Өзбекстан Республикасы
³ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Berberis iliensis және *Berberis integerrima* жемістері экстрактілерін сапалық және сандық құрамын зерттеу, генетикалық материалды криобанкте сақтау

Аңдатпа: Бөріқарақаттың екі түрі (*Berberis iliensis* M. Pop және *Berberis integerrima* Bunge) зерттеу және сақтау жүргізілді. *In vitro* қулықтарына енгізу және микрклонды көбейту жұмыстарының нәтижесінде аталған бөріқарақат түрлерінің 33 үлгісінен тұратын *in vitro* коллекциялары жасалды. Алынған *in vitro* коллекция жарық $10 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, фотопериод 16/8 сағ, 4 °С температурада орта мерзімге сақтауға қойылды. Суыққа сақтаудың оңтайлы ұзақтығы 12 айды құрайды. Апикальды меристемалар мен тұқымдардың криобанкі құрылды. Тұқымдар криобанкі келесі температураларда құрылған: 1) -196 °С, ерігеннен кейінгі тұқымдардың өнгіштігі – 80-100%; 2) -20 °С, ерігеннен кейінгі тұқымдардың өнгіштігі орта есеппен 86,7% құрады. Төмен температураларда тұқымдарды сақтау олардың өнгіштігіне оң әсер ететіні анықталды. Сапалық және сандық талдау жүргізу үшін бөріқарақаттың 2 түрінің 11 үлгісі зерттелді. Оларда май қышқылдары, май қышқылдарының эфирлері, алкандар, алкендер, алкадиендер, ароматты көмірсутектер, альдегидтер, майлы спирттер, тритерпеноидтер, кетондар, силикондар мен К, К₁, К₂ дәрумендері анықталды. Кейбір үлгілерде сквален каротиноид, 28-Nor-17- α көмірсутегі және пиридин-3-карбоксимидамид амид табылды.

Түйінд сөздер: *Berberis iliensis*, *Berberis integerrima*, *in vitro* коллекциясы, тұқымдар, апикальды меристемалар, криосақтау, фитохимиялық анализ

N.V.Romadanova¹, K.A. Eshbakova², L.N. Karasholakova^{1,3}, I.A. Machmutova¹, K.T. Abidkulova³, S.V. Kushnarenko¹

¹ Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Republic of Kazakhstan,

² Institute of the Chemistry of Plant Substances named acad. S. Yu Yunusov, Tashkent, Republic of Uzbekistan,

³ al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Study of quality and quantitative composition of *Berberis iliensis* and *Berberis integerrima* fruits extracts, preservation of the genetic material in cryobank

Abstract: Two barberry species have been studied and preserved: *Berberis iliensis* M. Pop., *Berberis integerrima* Bunge. As a result of work the *in vitro* collection consisting of 33 accessions of these species was established. Obtaining *in vitro* collection was placed for medium-term storage at 4 °С. Optimal duration of cold storage is 12 months. Cryobank of shoot tips and seeds was created. Cryobank of seeds created at temperatures: 1) -196 °С, seeds germination after defrosting – 80-100%; 2) -20 °С, seed germination after defrosting the average is 86,7%. Positive effect of storage at low temperatures on seeds germination was revealed. To study the qualitative and quantitative chemical composition 11 accessions of two barberry species were investigated. Fatty acids, fatty acids esters, alkanes, alkenes, alkadienes, aromatic hydrocarbons, aldehydes, fatty alcohols, triterpenoids, ketones, silicones, vitamins K, K₁, K₂ were identified in studied accessions. In some barberry accessions carotenoid squalene, hydrocarbons 28-Nor-17- α and amide pyridine-3-carboximidamide were detected.

Keywords: *Berberis iliensis*, *Berberis integerrima*, *in vitro* collection, seeds, shoot tips, cryopreservation, phytochemical analysis

References

- 1 Mokhber-Dezfuli N., Saeidnia S., Gohari A.R., Kurepaz-Mahmoodabadi M. Phytochemistry and pharmacology of Berberis species, *Pharmacognosy Reviews*, 8(15), 8-15(2014). doi: 10.4103/0973-7847.125517
- 2 Hosseinzadeh H., Ramezani M., Shafaei H., Taghiabadi E. Anticonvulsant effect of Berberis integerrima L. root extracts in mice, *Journal of Acupuncture and Meridian Studies* 1, 12-7(2013). doi: 10.1016/j.jams.2012.07.018
- 3 Pavlov N.V. (ed.) *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma-Ata, 1960, 477 p) [in Russian].
- 4 Baytenov M.S. *Flora Kazakhstana. Rodovoy kompleks flory [Flora of Kazakhstan. Generic Flora Complex]* (Gylym, Almaty, 2001, 400 p) [in Russian].
- 5 Mukhitdinov N.M., Ametov A.A., Abidkulova K.T., Ydyrys A. Nekotoryye fitotsenoticheskiye osobennosti populyatsiy Berberis iliensis M.Pop. [Some phytocenotic features of populations of Berberis iliensis M.Pop], *Vestnik Issyk-Kul'skogo universiteta [Bulletin of the Issyk-Kul University]* 27, 233-237(2010).
- 6 Krasnaya kniga Kazakhstana [Red Book of Kazakhstan] (ArtPrintXXI, Astana, 2014, 452 p) [in Russian].
- 7 Reed B.M. The basics of in vitro storage and cryopreservation, *National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, O.R. USA*, 34-46(2002) doi: 10.17660/ActaHortic.2002.596.66.
- 8 United States. Agricultural Research Service. Seeds for Our Future. The U.S. National Plant Germplasm System. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1996, 20 p.
- 9 Srivastava S., Srivastava M., Misra A., Pandey G., Rawat A. A review on biological and chemical diversity in Berberis (Berberidaceae), *EXCLI Journal*, 14, 247-267(2015). doi: 10.17179/excli2014-399
- 10 Fatehi M., Saleh T.M., Fatehi-Hassanabad Z., Farrokhal K., Jafarzadeh M., Davodi M. A pharmacological study on Berberis vulgaris fruit extract, *Journal of Ethnopharmacology*, 102(1), 46-52(2005). doi: 10.1016/j.jep.2005.05.019
- 11 Lynch P.T., Benson E.E., Harding K. Climate change: the role of ex situ and cryo-conservation in the future security of economically important, vegetatively propagated plants, *Journal Horticultural Science & Biotechnology*, 82(2), 157-160(2007). doi: 10.1080/14620316.2007.11512213.
- 12 Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity, *In Vitro Cellular & Developmental Biology*, 47(1), 5-16(2011). doi: 10.1007/s11627-010-9327-2.
- 13 Romadanova N., Kushnarenko S., Karasholakova L. Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit, *In Vitro Cellular & Developmental Biology*, 53(4), 382-393(2017). doi:10.1007/s11627-017-9849-y.
- 14 Lakin G.F. *Biometriya [Biometrics]* (Vysshaya shkola, M, 1990, 352 p) [in Russian].
- 15 SYSTAT (2007) SYSTAT 12.0, SYSTAT Software, Inc, San Jose, CA, pp. Statistics software.
- 16 Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology* Packer L.E., Academic Press: San Diego, CA. 299, 152-178(1999). [http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- 17 Kosar M., Goger F., Baser, K.H.C. In vitro antioxidant properties and phenolic composition of Salvia halophila hedge from Turkey, *Food Chemistry*, 129, 374-379(2011). doi: 10.1055/s-0031-1282693
- 18 Romadanova N.V., Mishustina S.A., Karasholakova L.N., Aralbayeva M.M., Kabulova F.D., Abidkulova K.T., Kushnarenko S.V. Vvedeniye v kul'turu in vitro dikorastushchikh vidov Berberis flory Kazakhstana i Uzbekistana [Introduction to in vitro culture of wild species Berberis of flora of Kazakhstan and Uzbekistan], *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya [Bulletin of KazNU. Biological Series]*, 3(65), 346-354(2015). doi: 10.13140/RG.2.1.2178.0243
- 19 Romadanova N.V., Mishustina S.A., Karasholakova L.N., Aralbayeva M.M., Rakhimbayev I.R., Kushnarenko S.V. Sozdaniye kollektzii in vitro dikorastushchikh vidov Berberis sp. [Creation of an in vitro collection of wild species of Berberis sp], *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada [Bulletin of the State Nikitsk Botanical Garden]*, 121, 69-76(2016).
- 20 Romadanova N.V., Makhmutova I.A., Karasholakova L.N., Khristenko A.A., Kushnarenko S.V. Optimizatsiya mikroklonal'nogo razmnozheniya barbarisa [Optimization of microropagation of barberry], *Biotekhnologiya. Teoriya i praktika. [Biotechnology. Theory and practice]*, 2, 47-55(2017). doi: 10.11134/btp.2.2017.7
- 21 Kushnarenko S., Romadanova N., Reed B. Cold acclimation improves regrowth of cryopreserved apple shoot tips, *Cryo Letters*, 30(1), 47-54(2009).
- 22 El Hosry L., Boyer L., Garayev E.E., Mabrouki F., Bun S.S., Debrauwer L., Auezova L., Cheble E., Elias R. Chemical composition, antioxidant and cytotoxic activities of roots and fruits of Berberis libanotica, *Natural Product Communication*, 11(5), 645-652(2016).
- 23 Deepak P., Gopal G.V. Phytochemical profile of Berberis tinctoria Lesch. bark using GC-MS analysis, *European Journal of Experimental Biology*, 4(2), 419-425(2014).
- 24 Barclay L.R.C., Locke S.J., MacNeil J.M. Autoxidation in micelles - synergism of vitamin C with lipid-soluble vitamin-E and water-soluble trolox, *Canadian Journal of Chemistry*, 63(2), 366-374(1985). <https://doi.org/10.1139/v85-062>

Сведения об авторах:

Ромаданова Н.В. – к.б.н., ведущий научный сотрудник в РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан.

Ешбакова К.А. – к.х.н., старший научный сотрудник Института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУ, Узбекистан, Ташкент.

Карашолова Л.Н. – PhD, заведующая кафедрой, Жетысуский государственный университет имени И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан.

Махмұтова И.А. – старший лаборант, РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан.

Абидкулова К.Т. – старший научный сотрудник, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Кушнарченко С.В. – ассоциированный профессор, к.б.н., заведующая лабораторией, РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан.

Romadanova N.V. – PhD, Leading Researcher, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan.

Eshbakova K.A. – PhD, Senior Researcher, Institute of the Chemistry of Plant Substances named acad. S. Yu. Yunusov, Tashkent, Uzbekistan.

Karasholakova L.N. – PhD, Head of Department, Zhetysu State University named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan.

Machmutova I.A. – Senior Assistant, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan.

Abidkulova K.T. – Senior Researcher, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Kushnarenko S.V. – Associate Professor, Ph.D., Head of Laboratory, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 28.03.2019

Д.А. Тагаев, Б.А. Шахина

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: balzer_95@mail.ru)

К морфологии обыкновенного гольяна *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) из р. Иртыш в Восточном Казахстане

Аннотация: Обыкновенный гольян, населяющий обширную территорию Северной Евразии, в последнее время притягивает пристальное внимание ихтиологов. Открываются ещё не описанные формы и филогенетические линии. Морфологическая изменчивость популяций обыкновенного гольяна из водоемов Казахстана недостаточно исследована, а его таксономическое положение остается неясным. В настоящей работе представлены результаты анализа внешних меристических признаков, а также приводятся первые данные об особенностях чешуйного покрова обыкновенного гольяна из р. Иртыш в Восточном Казахстане. Число лучей в плавниках находится в пределах изменчивости ранее исследованных популяций из рек, принадлежащих бассейнам р. Иртыш и оз. Балхаш. Число чешуй в боковой линии, а также ее протяженность, подвержены заметным вариациям. Выявлен изменчивый характер очешуенности горла и брюха.

Ключевые слова: *Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, обыкновенный гольян, Иртыш, меристические признаки, очешуенность

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-37-42>

Введение. Обыкновенный гольян (*Phoxinus phoxinus*) – палеарктический представитель карповых рыб, являющийся типовым видом рода *Phoxinus*. Длительное время господствовало убеждение, что данный вид населяет обширное пространство Европы и северной Азии [1,2]. Несмотря на морфологические различия многие популяции традиционно рассматривались как представители *Ph. phoxinus* [3, 246–268 стр., 4, 588–592 стр., 5]. Более пристальное изучение некоторых европейских и азиатских популяций обыкновенного гольяна выявило новые виды, а также указало на существование еще не описанных форм [2, 6, 45 стр., 7, 8]. Более того, новейшие молекулярно-генетические данные свидетельствуют о нескольких филогенетических линиях, подразумевающих целый комплекс видов рода *Phoxinus* в водоемах Европы [9,10,11]. Таким образом, ревизия таксономического статуса популяций обыкновенного гольяна на всем ареале его распространения может выявить скрытое видовое разнообразие.

В казахстанских водоемах обитание обыкновенного гольяна указывалось для каспийского, балхаш-алакольского и иртышского бассейнов [4,12, 132 стр.,13], однако все еще слабо задокументировано. Причем, форма населяющая бассейн верхнего Иртыша появляется также под названием *Ph. ujmonensis* [6, 46 стр.] однако, ввиду запутанной таксономии этой формы и подробной ревизии представителей р. *Phoxinus* в данном регионе нами было решено оставить прежнее название – *Ph. phoxinus*. Степень изученности казахстанских популяций все еще остается на низком уровне, недостаточны данные о морфологической изменчивости и чертах биологии обыкновенного гольяна, а его таксономическая принадлежность требует пересмотра.

Недавнее сравнение морфометрических признаков обыкновенного гольяна из различных точек ареала его распространения предполагает обособленность его популяций из бассейна Балхаша и верхнего Иртыша [2]. Однако изменчивость прочих морфологических признаков исследована слабо. Это касается как меристических признаков, так и особенностей чешуйного покрова. Причем, последние заслуживают внимания, поскольку были использованы при описании трех новых видов гольянов из водоемов Греции и Южной Франции [7].

Целью данной работы является изучение внешних меристических признаков и особенностей чешуйного покрова обыкновенного гольяна из р. Иртыш в Восточном Казахстане. Полученные данные могут быть использованы в дальнейшей ревизии таксономического статуса обыкновенного гольяна из водоемов Казахстана.

Материал и методы исследования. Рыбы были выловлены при помощи сеток-ловушек 06.07.2018 г. в р. Иртыш в пределах г. Оскемен (Восточный Казахстан). Особи были зафиксированы в 4% растворе формальдегида. В морфологическом анализе использовано 22 экземпляра с абсолютной длиной тела (TL) 62–86 мм (в среднем 72,9 мм).

Подсчет меристических признаков и анализ чешуйного покрова производился на особях, окрашенных в растворе гидроксида калия (0,3%) с добавлением красителя Ализарин Рэд. При подсчете ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, два последних ветвистых луча, сидящие на общем основании (птеригофоре), учитывались как один луч. Подсчет лучей в парных плавниках производился для левой и правой сторон. Число чешуй в боковой линии подсчитывали на левой стороне туловища.

Анализ чешуйного покрова производился отдельно для следующих областей:

бок туловища – от жаберной крышки до конца основания анального плавника;

хвостовой стебель – от конца основания анального плавника до хвостового плавника;

спина – от конца головы до начала основания спинного плавника;

горло – от истмуса до заднего конца оснований грудных плавников;

брюхо – от заднего конца оснований грудных плавников до начала основания брюшных плавников.

Анализировали как степень налегания чешуй друг на друга, так и очешуенность отдельной области тела. Выявлено три состояния налегания чешуи: налегающая, неналегающая либо оба типа налегания (смешанная чешуя). Очешуенность области тела может быть полной либо частичной.

Результаты и обсуждение. Число неветвистых лучей стабильно и составляет три луча в спинном и анальном плавниках, по одному лучу в грудных плавниках и по два луча в брюшных плавниках. Результаты анализа числа ветвистых лучей и чешуй в боковой линии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Меристические признаки обыкновенного голяна из р. Иртыш в Восточном Казахстане

Обозначения: lim – пределы значений признака; M – средняя арифметическая, m – ошибка средней арифметической, SD – среднее квадратичное отклонение, CV – коэффициент вариации.

Признак	lim	$M \pm m$	SD	CV
Число ветвистых лучей в D	7–8	7.09±0.06	0.29	4.15
Число ветвистых лучей в A	7–8	7.09±0.06	0.29	4.15
Число ветвистых лучей в C	16–17	16.95±0.05	0.21	1.26
Число ветвистых лучей в $P L$	13–17	16±0.19	0.91	5.89
Число ветвистых лучей в $P R$	11–18	15.5±0.28	1.34	8.62
Число ветвистых лучей в P ср.	12–17.5	15.5±0.23	1.07	6.9
Число ветвистых лучей в $V L$	7–8	7.27±0.1	0.46	6.27
Число ветвистых лучей в $V R$	7–8	7.23±0.09	0.43	5.93
Число ветвистых лучей в V ср.	7–8	7.25±0.08	0.37	5.1
Число чешуй в боковой линии	75–95	83.67±1.21	5.66	6.76

Число ветвистых лучей в плавниках подвержено умеренным вариациям, а в парных плавниках может быть асимметрично. У большей части анализируемых особей (91%) 7 ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, и лишь у двух особей по 8 лучей. Хвостовой плавник у исследуемых рыб содержит 17 ветвистых лучей, за исключением единственной особи с 16 лучами в данном плавнике.

Число ветвистых лучей в левом грудном плавнике составляет 15 (50% рыб), 16 (31,8%), 17 (13,6%), в правом – 15 (36,4%), 16 (40,9%), 17 (9,1%). У единственной особи в правом грудном плавнике было 18 лучей. Также только одна особь имела 13 лучей в левом и 11 лучей в правом грудных плавниках. Таким образом, половина исследованных рыб имеет 15 лучей в левом грудном плавнике и 16 в правом 1/3 особей имеет по 16 лучей в правом, и 15 лучей в левом грудных плавниках, а остальные состояния данного признака единичны.

Число ветвистых лучей в левом брюшном плавнике составляет 7 (72,7%) – 8 (27,3%), в правом 7 (77,3%) – 8 (22,7%).

Наши данные по числу лучей в плавниках в целом сходны с последними доступными сведениями по рекам, относящимся к бассейнам Балхаша и р. Иртыш [13]. Стабильное состояние признака – 7 ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, с незначительными вариациями в сторону 6, либо 8 лучей. Число ветвистых лучей в брюшных плавниках также сходно и составляет 7 лучей, иногда с незначительным уклоном в сторону 8 лучей. Число ветвистых лучей в грудных плавниках, по нашим данным, немного больше и составляет обычно 15–16 лучей. Данное различие может быть обусловлено тем, учитывался ли при подсчете самый внутренний луч в грудных плавниках, который зачастую хорошо различим только на окрашенных особях (рисунок 1).

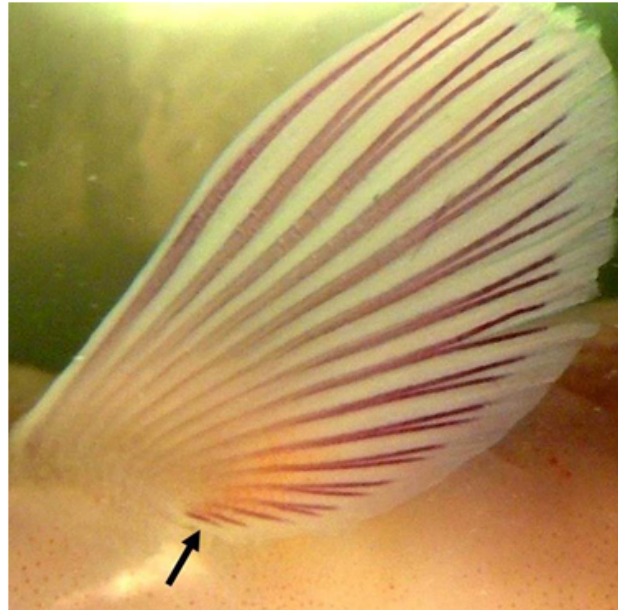


Рисунок 1 – Окрашенные лучи в левом грудном плавнике обыкновенного голяна из р. Иртыш (Восточный Казахстан). Стрелкой обозначен последний внутренний луч.

Число чешуй в боковой линии с трудом поддается учету из-за их мелкого размера, а также прерывистой боковой линии. У 9 исследуемых особей оно варьирует от 75 до 95 чешуй на левой стороне туловища. Боковую линию на левой стороне тела наблюдали у 16 рыб. У 50% особей она прерывистая и доходит до конца хвостового стебля. 25% особей имели прерывистую линию, которая обрывается на хвостовом стебле. У одной особи боковая линия непрерывная и доходит до конца хвостового стебля, у двух особей она непрерывная, но не доходит до конца хвостового стебля. Также у одной особи боковая линия обрывается в районе брюшных плавников. Таким образом, протяженность боковой линии может быть различной даже в пределах одной популяции, что ослабляет диагностическую значимость данного признака.

Признаки чешуйного покрова на различных областях тела представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Признаки чешуйного покрова обыкновенного голяна из р. Иртыш в Восточном Казахстане

Область тела	Степень налегания чешуи	Очешуенность анализируемой области
Бок туловища	налегающая	полная
Хвостовой стебель	налегающая	полная
Спина	смешанная, неналегающая	полная
Брюхо	налегающая, смешанная, неналегающая	частичная
Горло	неналегающая	частичная

При анализе очешуенности различных областей тела, нами не было замечено связи между ее характером и размером исследуемых особей. Чешуйный покров на боках туловища, хвостовом

стебле и спине полный туловища и хвостовом стебле у всех особей налегающая. Чешуя на спине главным образом неналегающая – лишь у трех особей задняя половина спины перед плавником была налегающей. Чешуйный покров на брюхе, между грудными плавниками главным образом отсутствует. Приблизительно с половины пространства на брюхе появляются неналегающие чешуи, которые, ближе к основанию брюшных плавников, налегают друг на друга. У двух особей все чешуи на брюхе были налегающими, а у одной – неналегающими. В целом, степень очешуенности брюха заметно варьирует индивидуально.

Вдоль нижней границы жаберных лучей, впереди оснований грудных плавников, располагаются две полосы, состоящие из рядов очень мелких неналегающих чешуй (рисунок 2).



Рисунок 2 – Полоски чешуй на горле обыкновенного гольяна из р. Иртыш (Восточный Казахстан)

Расстояние между правой и левой полосками чешуй на горле у разных особей различно, также как и размер занимаемого ими пространства. Во всех случаях полосы не смыкаются посередине.

Сравнительный материал по характеру очешуенности обыкновенного гольяна из казахстанских водоемов нам не известен. Малые размеры гольянов и мелкая чешуя затрудняют изучение особенностей чешуйного покрова. Метод окрашивания поможет облегчить дальнейшее изучение внутривидовой и межвидовой изменчивости признаков очешуенности.

Изменчивость меристических признаков и особенности чешуйного покрова необходимо изучить у других популяций обыкновенного гольяна из бассейна Иртыша, а также Балхаш-Алакольского бассейнов. Новые исследования, основанные на свежесобранном материале и его подробном анализе помогут в выяснении истинного таксономического статуса обыкновенного гольяна из казахстанских водоемов.

Заключение. Анализ меристических признаков и особенностей чешуйного покрова у 22 особей обыкновенного гольяна из р. Иртыш в Восточном Казахстане выявил умеренную вариабельность числа лучей в плавниках, а также заметную индивидуальную изменчивость степени очешуенности горла и брюха. Сопоставление с доступными данными по числу лучей в плавниках обыкновенного гольяна из рек иртышского и балхашского бассейнов не показало заметных отличий. В связи с отсутствием сравнительных данных по изменчивости чешуйного покрова необходимо его изучение у других популяций обыкновенного гольяна.

Список литературы

- 1 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin, 2007.
- 2 Рањко Ј., Kuzsniierz J., Мањлак R., Tagayev D., Sergiel A., Pietras-Lebioda A., Borczyk B. Morphometric exploration of the Eurasian minnow *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) diversity: a case study of a widely distributed Palaearctic fish // *Annales Zoologici Fennici*. – 2014. – №51 (4). – 399–412 pp.
- 3 З Берг Л.С. Фауна России и сопредельных стран. Рыбы (Marsipobranchii и Pisces). Т. III. Ostariophysi / Л.С. Берг. – Петроград, Типография Имп. Акад. Наук, 1912.
- 4 Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2 / Л.С. Берг. – М.; Л.: Наука. – 1949. – 456 с.
- 5 Шера Р., Ривниќа К. Morphologische Variabilität der Elritze *Phoxinus phoxinus* Pisces: Cyprinidae // *Vestnik Ieskoslvenskij Spolenosti Zoologickij*. – 1980. – №44. – 68–80 pp.
- 6 Kottelat M. Fishes of Mongolia: a check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature / M. Kottelat. – The World Bank, Washington. – 2006. – 103 p.
- 7 Kottelat M. Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cyprinidae) // *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. – 2007. – №18 (2). – 145–162 pp.
- 8 Bogutskaya N., Naseka A., Shedko S., Vasil'eva E., Chereshev A. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. – 2008. – №19 (4). – 301–366 pp.
- 9 Palandajќ A., Bravniќ J., Zupaniќ P., Љbanda R., Snoj A., Molecular data suggest a multispecies complex of *Phoxinus* (Cyprinidae) in the Western Balkan Peninsula // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2015. – №92. – 118–123 pp.
- 10 Palandajќ A., Naseka A., Ramler D., Ahnelt H. Contrasting morphology with molecular data: an approach to revision of species complexes based on the example of European *Phoxinus* (Cyprinidae) // *BMC evolutionary biology*. – №17(1). – 2017. – 184 p.
- 11 Vucijќ M., Jelijќ D., Tutiniќ P., Grandjean F., Jelijќ M. Distribution of Eurasian minnows (*Phoxinus*: Cypriniformes) in the Western Balkans // *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 2018. – № 419, 11.
- 12 Митрофанов В.П. Род *Phoxinus* Agassiz, 1835 – гольян // *Рыбы Казахстана*. Т. 2 / Под ред. Митрофанова В.П., Дукравец Г.М., Сидоровой А.Ф. и др. – Алма-Ата: Наука. – 1987. – С. 123–145.
- 13 Митрофанов И.В., Матмуратов С.А. Изменчивость и состояние популяций обыкновенного гольяна (*Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, Cypriniformes) в условиях Семипалатинского испытательного полигона и вне зоны его влияния // *Вестник НЯЦ РК*. – Вып. 3. – 2003. – С. 136–140.

Д.А. Тагаев, Б.А. Шахина

Л.Н. Гумилев атындағы ұлттық Еуразия университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Шығыс Қазақстандағы Ертіс өзенінің *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) кәдімгі гольяның морфологиясына талдау

Аннотация Солтүстік Евразияның кең аумағын мекендейтін кәдімгі гольян, соңғы уақытта ихтиологтардың ерекше назарын аудартуда. Әлі күнге сипатталмаған формалары мен филогенетикалық қатарлары ашылууда. Қазақстанның су қоймаларында мекен ететін кәдімгі гольян популяцияларының морфологиялық өзгергіштігі толық зерттелмеген, ал оның таксономиялық орны белгісіз болып қалып отыр. Осы жұмыста Шығыс Қазақстандағы Ертіс өзенінің кәдімгі гольяның сыртқы меристикалық белгілері талдау нәтижелері ұсынылған, сондай-ақ қабыршақ жамылғысының ерекшеліктері туралы алғашқы мәліметтер келтірілген. Жүзбеқанаттарындағы сәулелер саны Ертіс өзені және Балқаш көлі бассейндеріне жататын өзендердегі бұрын зерттелген популяцияларының өзгергіштік шегіне жақын. Бүйір сызықтарындағы қабыршақтар саны, сондай-ақ оның ұзындығы, елеулі өзгерістерге ұшыраған. Тамақ және құрсақ бөлімдерінің қабыршақ жабынымен жабылу белгісінде өзгергіштіктер анықталған.

Түйін сөздер: *Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, кәдімгі гольян, Ертіс, меристикалық белгілер, қабыршақтықталу.

D.A. Tagayev, B.A. Shakhina

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

On morphology of the Eurasian minnow *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) from the Irtysh River in East Kazakhstan

Abstract: The Eurasian minnow, inhabiting the vast area of Northern Eurasia has recently attracted close attention of ichthyologists. The new undescribed forms and phylogenetic lines are being revealed. The morphological variability of populations of the Eurasian minnow from water bodies of Kazakhstan has not been sufficiently studied, and its taxonomic position remains unclear. This paper presents the results of the analysis of external meristic characters and the first data on squamation variability of the Eurasian minnow from the Irtysh River in East Kazakhstan. The number of fin rays is within the variability of previously studied populations from the rivers belonging to the basins of the Irtysh River and Lake Balkhash. The number of lateral line scales, as well as its length, are noticeably variable. Belly and breast squamation is also individually variable.

Keywords: *Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, Eurasian minnow, Irtysh River, meristic features, squamation

References

- 1 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes (Publications Kottelat, Cornol, Berlin, 2007).
- 2 Раңко J., Kuszniarz J., Маңлак R., Тагаев D., Sergiel A., Pietras-Lebioda A., Borczyk B. Morphometric exploration of the Eurasian minnow *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) diversity: a case study of a widely distributed Palaearctic fish, *Annales Zoologici Fennici*, **51** (4), 399–412 (2014).
- 3 Berg L.S. Fauna Rossii i sopredel'nykh stran [Fauna of Russia and adjacent countries. Fishes (Marsipobranchii and Pisces)]. V. III. Ostariophysi. – (S-Petersburg, 1912). [in Russian]
- 4 Berg L.S. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran [Fishes of the USSR and adjacent countries] V. 2. (Nauka, Moscow-Leningrad, 1949) [in Russian].
- 5 Шера P., Pivniuka K. Morphologische Variabilität der Elritze *Phoxinus phoxinus*) Pisces: Cyprinidae, *Vestnik Ieskoslvenskij Spoleynosti Zoologickij*, **44**, 68–80 (1980).
- 6 Kottelat M. Fishes of Mongolia: a check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature (The World Bank, Washington, 2006).
- 7 Kottelat M. Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cyprinidae), *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **18** (2), 145–162 (2007).
- 8 Bogutskaya N., Naseka A., Shedko S., Vasil'eva E., Chereshev A. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography, *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **19** (4), 301–366 (2008).
- 9 Palandajiz A., Bravniar J., Zupanec P., Janda R., Snoj A. Molecular data suggest a multispecies complex of *Phoxinus* (Cyprinidae) in the Western Balkan Peninsula, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **92**, 118–123 (2015).
- 10 Palandajiz A., Naseka A., Ramler D., Ahnelt H. Contrasting morphology with molecular data: an approach to revision of species complexes based on the example of European *Phoxinus* (Cyprinidae), *BMC evolutionary biology*, **17**(1), 184 (2017).
- 11 Vucij M., Jeliz D., Tutinij P., Grandjean F., Jeliz M. Distribution of Eurasian minnows (*Phoxinus*: Cypriniformes) in the Western Balkans, *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, **419**, 11 (2018)
- 12 Mitrofanov V.P. Rod *Phoxinus* Agassiz, 1835 – gol'an [Genus *Phoxinus* Agassiz, 1835 – minnow. In: *Ryby Kazakhstana* [Fishes of Kazakhstan]. V. 2. Gvozdev E.V., Mitrofanov V.P. (Eds.) 123–145 (Nauka, Alma-ata, 1987). [in Russian]
- 13 Mitrofanov I.V., Matmuratov S.A. Izmenchivost' i sostoyaniye populyatsiy obyknovennogo gol'yana (*Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, Cypriniformes) v usloviyakh Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona i vne zony yego vliyaniya [Variability and status of populations of common minnow (*Phoxinus phoxinus*, Cyprinidae, Cypriniformes) in the conditions of the Semipalatinsk test site and outside its zone of influence] *Vestnik Natsional'nogo Yadernogo Tsentra RK* [Bulletin of the National Nuclear Center of RK], **3**, 136–140 (2003). [in Russian]

Сведения об авторах:

Тагаев Д. А. – доктор Ph.D., и.о. доцента, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, ул. Сатпаева 2, Нур-Султан, Казахстан

Шахина Б. А. – магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, ул. Сатпаева 2, Нур-Султан, Казахстан

Тагаев Д. А. – PhD, Acting Associated Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Nur-Sultan, Kazakhstan

Shakhina B.A. – Master Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Nur-Sultan, Kazakhstan

Поступила в редакцию 15.03.2019

A.E. Konkabaeva, Sh.A. Mukhanova, G.M. Tykezhanova, Sh.M. Nugumanova

Ye.A.Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan
(E-mail: *aiman54@mail.ru, sun_beam_2012@mail.ru, gulmyratykezhanova@mail.ru, fizio210@mail.ru*)

The role of copper compounds in neurological disorders due to their excessive or insufficient supply to the brain tissue

Abstract: This literature review covers the topic of nervous system disorders caused by defects in copper metabolism in brain tissue. The role and participation of this element in many physiological functions of the central nervous system in normal and pathological conditions are identified and described. Neurodegenerative disorders in which there is an accumulation of "free" copper in the brain tissue are considered (Alzheimer's, Wilson, Menkes). Genetic diseases caused by excessive or insufficient copper intake in the brain tissue, which manifest as neurological disorders, are described. Particular attention is paid to the features of copper metabolism in brain tissue with neurological disorders. This direction is also complemented by a description of pathological changes during the deposition of copper in the nervous system. The article reveals the mechanisms of toxicological effects in case of excessive intake of copper in the nervous tissue of experimental animals.

Keywords: copper, brain tissue, central nervous system, excess and deficiency of copper, neurodegenerative disorders, Wilson's disease.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-43-52>

Copper is a trace element that can be found in every cell of the human body. Copper plays an important role in the health of the central nervous system, especially brain tissue. The concentration of copper in the brain is relatively high compared with other organs of mammals, and the distribution of copper depends on the brain area, subcellular position, age, environmental and genetic factors [1]. Interest in the study of the effect of copper on the nervous system is not accidental, it is due to the fact that the subclinical neurobehavioral effects of copper, both from excessive dietary input and from the environment, are rarely described and not studied systemically. At the same time, in industrial regions where copper ore processing plants and copper smelting plants operate, an excessive supply of copper in the body is not uncommon and requires studying [2].

As an essential element, copper is part of more than 30 different body enzymes, including ceruloplasmin, cytochrome C-oxidase, superoxide dismutase, necessary for the development of the immune and central nervous system.

Many enzymatic reactions that are necessary for the normal functioning of the brain and nervous system are catalyzed by copper enzymes. Thus, dopamine-monooxidase catalyzes the conversion of the neurotransmitter dopamine to noradrenaline [3]. Monoamine oxidase plays a role in the metabolism of the neurotransmitters noradrenaline, adrenaline and dopamine [4, 5]. Copper-dependent enzymes are involved in the regulation of gene expression, enhancing or inhibiting the transcription of certain genes [6].

It has been established that a decrease or absence of ceruloplasmin activity disrupts the supply of sufficient amounts of copper to tissue respiration enzymes, while free copper accumulating in tissues blocks the SH-groups of many enzymes. The consequence of insufficient use of copper is its deposition in the tissues of the liver, brain, kidneys, cornea, and other organs. A paradoxical situation arises: the disruption of biological processes due to an insufficient amount of copper and the accumulation of copper in tissues with symptoms of intoxication [3].

Copper is involved in many physiological functions of the central nervous system, including modulating the excitability of neurons, as a result, intoxication with copper compounds can lead to functional disorders of the nervous system [7]. Since copper is involved in many functions necessary for such fundamental processes as phospholipid synthesis of cell membranes, regulation of

neurotransmitters, energy synthesis, maturation of the extracellular matrix of neuropeptides, neuroendocrine signaling, elimination of free radicals [8, 9], its role in the functioning of the nervous system is extremely large.

As a rule, copper does not act as an independent element of metabolism, it is always in the composition of certain active compounds, therefore, excess copper, not bound to protein compounds, becomes toxic and is able to settle in various organs. Excess copper in the body can result from its presence in prostheses, pesticides, contacts with copper cookware, in pools with water treatment with copper sulphate, hemodialysis, use of hormonal contraceptives, overdose of copper-containing drugs, etc [8]. In addition, the concentration of copper in the blood increases with acute and chronic inflammatory processes, diseases of the liver, kidneys, alcoholism, myocardial infarction, certain types of anemia, malignant tumors, after extensive surgical interventions [7].

The need for copper for the normal course of embryogenesis has been proven. It was established experimentally that perinatal copper deficiency in animals leads not only to long-term neurochemical changes, but also to behavioral disturbances. With prolonged copper deficiency in the body, nerve fibers, like heart muscle fibers, die irreversibly [10].

In the case of chronic poisoning with copper and its salts, functional disorders of the nervous system are possible. In particular, this pathology occurs in swimmers (due to water colouring using copper sulfate), which is accompanied by functional disorders of the nervous system, ulceration and perforation of the nasal septum, dry skin and other injuries [11, 12].

It is noted that the accumulation in the brain tissue of "free" copper (not associated with ceruloplasmin) is characteristic of such neurodegenerative diseases as Alzheimer's disease, Wilson's disease, Parkinson's disease, Menkes disease, amyotrophic lateral sclerosis, prion diseases, etc. Although these diseases are multifactorial, their unifying factor is the accumulation of copper, which is believed to initiate oxidative stress, disrupting the production of cytochrome C oxidase and SOD 1, which contributes to the accumulation of proinflammatory cytokines (IL-1?, IL-6, IL-12 and others), and subsequently, induced mitochondrial apoptosis and nervous degeneration [13-17].

Genetic diseases of excessive copper retention are well described. One of the diseases that is accompanied by an increase in the concentration of copper in organs and tissues and well demonstrates significant neurological complications is Wilson-Konovalov disease. This disease has an autosomal recessive mode of inheritance and occurs with a frequency of 1: 30000 [7].

The main enzymes that provide copper transport in the body are ATPases ATP7A and ATP7B. In enterocytes and the choroid plexus of the brain, mRNA belonging to ATP7A was detected. This enzyme is involved in the process of absorption of copper in the intestine and its penetration into the brain. The pathogenesis of the Wilson-Konovalov disease is based on the mutation of the ATP7B gene in chromosome 13, which encodes the synthesis of another Cu-ATPase, or Wilson's protein. ATP7B has 6 copper-binding motifs. It transports copper ions from the cell due to the energy of ATP splitting, and also participates in the formation of functionally active ceruloplasmin from apoceruloplasmin, which is then released into the blood. The absence of ATP7B disrupts the release of copper from the brain into the bloodstream, from the blood to the bile, and further from the body. Normally, this gene is significantly expressed in the liver, kidney and placenta, and weakly in the brain, heart, muscles and pancreas. Its mutation prevents the removal of copper from the bile and the formation of ceruloplasmin from apoceruloplasmin, which causes the accumulation of copper in the liver and a decrease in the concentration of ceruloplasmin in the blood. Although the excretion of copper in the urine increases in this case, there is a delay of copper in the body during its normal absorption. As a result of a mutation in the blood, the concentration of plasma proteins, ceruloplasmins, which are responsible for the transport of copper in the body, sharply decreases. Neuronal ATP7A is concentrated in the perinuclear region and can be found in neurites in vitro [18] and in vivo [19].

At the age of 6 years and older, neuromuscular disorders occur: limb tremor, dysarthria (scanning speech) and dystonia (muscle tone disorder). Later neuropsychiatric complications prevail: changes in personality and behavior, reduced learning ability [5]. Free, non-ceruloplasmin toxic copper is deposited in the liver, brain and eye structures, kidneys and other organs. Clinical manifestations depend on the accumulated amount of free toxic copper in various organs [20-22].

According to its manifestations, Wilson-Konovalov's disease can have two leading clinical forms: mainly liver pathology and mainly nervous system pathology [23].

As shown in some studies [24, 25], the brain is most actively depositing free toxic copper, which causes varying degrees of severity of pathological changes in its structures. Moreover, all pathological changes in the brain are divided into angiotoxic and cytotoxic. Atony of small vessels and capillaries of the brain, stasis, minor hemorrhages and perivascular edema are manifestations of angiotoxic brain damage during copper intoxication. Such disorders lead to ischemia of the nervous tissue and its subsequent death. Circulation disorders are found predominantly in areas of the gray matter of the brain with a developed vascular system, while the content of copper in the cerebrospinal fluid is increased [26-30]. The accumulation of free toxic copper in the brain, mainly in the subcortical nodes, leads to dystrophic changes in nerve cells and their death.

Among the mental disorders that develop in 20In patients with cerebral dystrophy, caused by an excess of copper in the brain tissue, it can be detected by neuroimaging. According to various studies, structural focal changes occur in the form of bilateral symmetrical areas in the region of the basal ganglia. Similar foci are found in the thalamus, trunk and cerebellum [31-34].

Dynamic studies of patients with hepatocerebral dystrophy using MRI, performed by S. Sinha et al, revealed the presence of diffuse atrophy in the cortex and cerebellum [35], which was confirmed by A. Shanmugiah et al. [36], which MR-spectroscopically revealed a deficiency of dopaminergic (D2) receptors in the subcortical ganglia. Kaladjian et al. [24, 36, 37] suggest that bipolar mental disorders are likely due to disorders in the limbic structures of the brain.

According to some reports, the distribution of copper varies in different areas of the brain. In experimental modeling of Wilson's disease in rats, it was shown that there is more copper in the gray matter of the brain than in the white matter [37]. According to Rajan et al. [36], the highest concentration of copper is found in the rat hypothalamus. High levels of copper were observed in the medial cranial nucleus, in the central gray matter near the cerebral aqueduct in adult rats [38].

In animals with chronic copper intoxication, histopathological changes in the cerebral cortex were detected, such as degenerative changes of neurons with pyknotic nuclei and dense eosinophilic cytoplasm, accompanied by astrogliosis. However, according to some assumptions [35], the observed impairments of motor behavior and memory were associated with the deposition of copper in the striatum and hippocampus, which is apparently due to the deterioration of synaptic transmission [39, 40].

In vitro, it has been shown that synaptosomes can absorb copper, and membrane depolarization stimulates the release of copper [41]. The most characteristic morphological sign of brain damage in Wilson-Konovalov disease is a progressive change in the subcortical ganglia, primarily lenticular nuclei (n. Lenticularis), mainly the putamen, as well as the caudate nucleus, the outer segment of the globus pallidus, and the dentate nucleus of the cerebellar cortex, which affects the motor function of the body. Thus, the pathological process is very common [2, 42]. During the pathological-anatomical study of the brain, macroscopic and microscopic changes in the brain substance were detected, wrinkling of the brain substance and the formation of cavities were observed. Microscopically, peculiar changes of glia can be observed, called Alzheimer type I and II glia. Type I is characterized by a sharp increase in the size of the entire cell and a large nucleus rich in chromatin. Type II is characterized by an almost complete absence of cytoplasm and a giant nucleus, which is very poor in chromatin and therefore has the appearance of a "bare" nucleus [42].

Wilson-Konovalov disease, as previously mentioned, is a genetic disease and this ailment is very rare, and an excess of copper as a whole, according to statistical information, is much less common than the lack of this element.

Another well-known hereditary disease - Menkes syndrome - a congenital disorder of copper metabolism. The symptom complex is caused by mutations in the ATP7A gene, which encodes the copper-transporting ATP-ase, alpha polypeptide (ATP7A; MIM * 300011), which is involved in the absorption of copper from food and the transfer of ions of this metal to other cells [43].

In Menkes syndrome, there is a defect in the absorption of copper, its excessive accumulation in the kidneys, while the liver and brain suffer from its deficiency. This leads to changes in blood vessels and deterioration of the brain. Menkes disease is characterized as a recessive disorder with growth

retardation, brittle hair and focal degeneration of the brain and cerebellum [44]. Neurodegenerative processes alter the gray matter of brain-damaged twisted cerebral arteries [43].

Decreased supply of copper reduces the activity of copper enzymes (for example, lysine oxidase), which are necessary for the structuring and functioning of bones, skin, hair, blood vessels and the nervous system [45].

Menkes syndrome is quite rare, about 1: 50,000 - 1: 200,000 births. Most often it affects men. Most children born with Menkes syndrome have a life expectancy of 3 to 5 years. By three months, growth retardation becomes evident, psychomotor retardation and its progressive disorders with the loss of previously acquired skills, convulsions appear. From now on, degenerative processes in the central nervous system become dominant in the clinical picture. When conducting angiography in the brain, internal organs and limbs, elongated, crimped arteries of various sizes with alternating areas of expansion and contraction are detected [46].

Along with the above, modern research confirms the excess of the copper content in brain tissue in the case of an acquired neurodegenerative disease, such as Alzheimer's disease [47], which also indicates the involvement of copper in the pathogenesis of neuro-damage.

As is known from literary sources, in Alzheimer's disease, the hippocampal neurons responsible for memorization are primarily affected. Therefore, memory loss, and especially difficulty remembering recently learned information, is usually the first sign of illness [47].

In the brain tissue, there is a strict regulation of metals, preventing damage that can potentially be caused by oxidative damage by the base metals. In fact, oxidative damage found in neurodegenerative diseases is probably due to higher levels of these metals. The involvement of intracellular transporters for copper has been shown in animal models of Alzheimer's disease [48], which increased the likelihood of higher levels of metals being associated with impaired transporter activity. Consequently, the potential effects of toxicants that affect the activity of transporters may contribute to the emergence and progression of neurodegenerative diseases [48].

There is an assumption that copper-induced hydroxyl radical formation contributes to the development of Alzheimer's disease. An excess of copper leads to retention in the brain tissue of beta-amyloid whites, which later form into amyloid plaques characteristic of Alzheimer's disease [1].

Beta amyloid proteins are a byproduct of the activity of brain neurons. Under normal conditions, a purification system is functioning - a protein related to the lipoprotein receptor-related protein 1 (LRP1), which binds amyloid beta-cells and "forwards" them from the cells to the blood vessels through which toxic proteins leave the brain. With excessive admission to the nervous system, copper impedes this process [49]. Research has found that copper contributes to the oxidation of LRP1; in its oxidized form, it does not function and does not purify nerve cells from beta-amyloids. However, experiments with human endothelial cell culture of the human brain have shown that small doses of copper reduce the level of LRP1 and its ability to bind and excrete beta amyloid [50].

Different parts of the brain accumulate copper compounds to varying degrees, apparently due to age, blood flow intensity, damage to the blood-brain barrier, and the activity of copper-transporting proteins [50].

With age, copper has been found to accumulate in the cells of the walls of the brain capillaries (endothelial cells), which provide a protective role for the blood-brain barrier and limit the penetration of harmful substances into the brain. The accumulation of metal in the brain tissue with age causes a toxic effect, which has been proven in experiments with animals. Thus, in experiments with mice, which for three months were given water with low copper content (0.13 mg / l) (10 times less than the MPC of copper ions in water, but 52 times more than usually happens in water which animals drink), by the end of the experiment, the copper content in the walls of the brain capillaries increased almost 2.6 times, and the concentration of the protective protein LRP1 was halved. Such changes usually occur with 25-28-month-old mice, that is, the brains of young animals that received copper are similar to the brains of venerable mouse elders [51].

There are observations of sheep when insufficient intake of copper during pregnancy caused enzootic ataxia in lambs due to degenerative disorders in the form of diffuse symmetric demyelination of the central nervous system. This disease is also known as the "saddle back" or "sagging back",

since the main symptom is spinal curvature. The characteristic neurological symptoms of this disease are spastic paresis of the lower part of the body, severe impairments in motor coordination [47]. Disorders of the central nervous system are also confirmed in experiments on guinea pigs with a lack of copper in food [52].

In experiments with impaired blood-brain barrier in mice, unobstructed passage of copper into the brain and its influence on the activity of neurons was observed. In addition, the formation of beta-amyloid proteins and their complexes was stimulated. In addition, copper has been shown to cause inflammation of brain tissue, which also contributes to the disruption of the blood-brain barrier and the accumulation of toxins [53].

In ultrastructural studies on sheep with chronic copper sulfate poisoning, changes in brain tissue were detected in the form of an increase in the volume of astrocytic nuclei, vacuolization of white matter. At the same time, astrocytes contained more glycogen, mitochondria and the endoplasmic reticulum than usual [54]. The authors suggest that the changes found are associated with impaired metabolic processes in glial transport mechanisms.

The need for copper for the normal course of embryogenesis has been proven. It was established experimentally that perinatal copper deficiency in animals leads not only to long-term neurochemical changes, but also to behavioral disturbances. With prolonged copper deficiency in the body, nerve fibers, like heart muscle fibers, die irreversibly [10].

The introduction of copper sulfate to mice of the SFLP during pregnancy has a damaging effect, which is determined by the stage of embryonic development. Introduction on the 7th day of pregnancy caused resorption of all embryos, with the introduction on the 8th day, anomalies of the neural tube and the heart were detected, when exposed on the 9th day - weak embryotoxic and teratogenic effects. A significant number of fetuses examined on the 12th day of gestation had exencephaly [55].

In an experiment using CT scans or MRI, atrophy of brain tissue and cerebellum, decrease in the density of white matter areas of the brain, presence of subdural hematomas, expansion of the sylvian sulcus, pachygyria are found [55].

A morphological study of the brain reveals areas of gray matter degeneration with neuron loss and gliosis, especially in the cerebellum. When electron microscopy detects an increase in the number of mitochondria, a change in their size, electron-dense little bodies inside them. In the white matter - axonal degeneration [55].

When conducting the experiment with the use of acute induction with heavy metal salts, changes in the behavior of rats were very pronounced, which shows more significant disturbances in higher nervous activity. This indicates the onset of a phase of short-term adaptation of higher nervous activity to the toxic effects of metal salts during chronic intoxication. The behavioral data of rats with copper ion poisoning are consistent with the accumulation of metal ions in brain cells and cytomorphological studies, where malignant tumors were observed in brain cells, which resulted in changes in animal behavior, manifested in a decrease in motor and emotional activity. When poisoning with zinc and iron salts, accumulation of these metals in the brain cells was less, cytomorphological results showed atypical cells without malignancy, changes in behavioral reactions of rats were less pronounced [55].

Thus, the foregoing indicates the important role of copper and its compounds both during the embryonic phase of the central nervous system and during the functioning of the mature brain. At the same time, both inadequate entry into the brain tissue and its excess can cause serious disturbances in the morphological structure of various brain regions, and, consequently, in the functioning of the latter. The above confirms the need for further study of the metabolism of copper in brain tissue.

Список литературы

- 1 Prohaska J.R. Neurochemical roles of copper as antioxidant or prooxidant. *Metals and oxidative Damage in neurological Disorders*. New York: Plenum Press, 1997. P. 57-75
- 2 Асанов А.Ю., Соколов А.А., Волгина С.Я. и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению болезни Вильсона-Коновалова (гепатолентикулярная дегенерация). - СПб.: Литография. - 2015. - С. 71.
- 3 Cristovao J.S, Santos R, Gomes C.M Metals and neuronal metal binding proteins implicated in Alzheimer's disease // *Oxid. Med. Cell. Longev.* - 2016. - P. 1-13.

- 4 Davies K.M, Mercer J.F, Chen N, Double K.L. Copper dyshomeostasis in Parkinson's disease: implications for pathogenesis and indications for novel therapeutics // *Clin. Sci.* - 2016. - Vol. 130. № 8. - P. 565-574.
- 5 Chen P, Miah M.R, Aschner M. Metals and neurodegeneration. - 2016. - F1000Research. Vol. 5. F1000 Faculty Rev-366.
- 6 Soetan K, Olaiya C, Oyewole O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants-A review // *Afr. J. Food Sci.* - 2010. - Vol. 4. № 5. - P. 200-222.
- 7 Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение): практ. руководство для врачей и студ. мед. вузов. - М., 1997. - С. 8-38.
- 8 Elizabeth M. Ward., Carl L. Keen, Harry J. McArdle. A review: The impact of Copper on Human Health // International Copper Association, Ltd. New York, 2003.
- 9 Turnlund J. Copper. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease* // Baltimore, MD: Williams Wilkins. - 1999. - P. 241-252.
- 10 Prohaska J. R., Hoffman R. G. Auditory startle response is diminished in rats after recovery from perinatal copper deficiency // *J. Nutr.* - 1996. - Vol. 126. № 3. - P. 618-627.
- 11 Курляндский Б.А., Филов В.А. *Общая токсикология.* - М.: Медицина, 2002. - 608 с.
- 12 Лудевик Р., Лос К. *Острые отравления.* - М.: Медицина, 1983. - 560 с.
- 13 Rossi L., Arcicello M., Capo C., Rottilio G. Copper imbalance and oxidative stress in neurodegeneration // *Ital J Biochem.* - 2006. - № 55. - P. 212-221.
- 14 Waggoner DJ, Bartinikas TB, Gitlin JD, *Neurobiol The role of copper in neurodegenerative disease.* - 1999. - Vol. 4. № 6. - P.221-230.
- 15 Антонович Е.А., Подрушняк А.Е., Шуцкая Т.А. Токсичность меди и ее соединений // *Совр. проблемы токсикол.* - 1999. - № 3. - С. 4-13.
- 16 Шлопов В.Г. *Профессиональные заболевания. Лекция курса патологической анатомии профессора.* - 2002.
- 17 Gu Y., Jing Y. Isolation of human neuronal cells resistant to toxicity by the prion protein peptide 106-126 // *Alzheimers Dis.* - 2001. - Vol 2. № 3. - P. 169-180.
- 18 Schlieff M.L., Craig A.M., Gitlin J.D. NMDA receptor activation mediates copper homeostasis in hippocampal neurons // *J. Neurosci.* - 2005. - Vol. 25. - P. 239-246.
- 19 Niciu M.J., Ma X.M., El Meskini R., Ronnett G.V., Mains R.E., Eipper B.A. Developmental changes in the expression of ATP7A during a critical period in postnatal neurodevelopment // *Neuroscience.* - 2006. - Vol. 139. - P. 947-964.
- 20 Сухарева Г.В. *Гепатолентикулярная дегенерация // Избранные главы клинической гастроэнтерологии.* - М., 2005. - С. 199-209.
- 21 Forbes G.R., His J.R., Cox D.W. Role of the copper-binding domain in the copper transport function of ATP7B, the P-type ATPase defective in Wilson disease // *J. Biol. Chem.* - 1999. - Vol. 277. № 31 - P. 274.
- 22 Kreymann B., Seige M., Schweigart U. et al. Albumin dialysis: effective removal of copper in patient with fulminant Wilson disease and successful bridging to liver transplantation: a new possibility for the elimination of protein-bound toxins // *J. Hepatol.* - 1999. -Vol.31. № 6.
- 23 Гильденских Р.С. и др. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм // *Гигиена и санитария.* - 1992. - № 5, 6. - С. 6-9.
- 24 Prohaska J.R., Hoffman R.G. Auditory startle response is diminished in rats after recovery from perinatal copper deficiency. // *J. Nutr.* - 2002. - Vol.126. № 3. - P. 618-627.
- 25 Rajan K.S, Colburn R.W, Davis J.M. Distribution of metal ions in the subcellular fractions of several rat brain areas. // *Life Sci.* - 1976. - № 18. - P. 423-431.
- 26 Звершхановський Ф.А., Галан А.І., Проць О.Б. Хвороба Вільсона - Коновалова. Клінічне спостереження // *Медицина транспорту України.* -2006. - Vol. 17. № 1. - С. 84-87.
- 27 Мироненко Т.В., Добрин Б.Ю., Рыкова Ю.А., Мироненко М.О., Белая И.Е., Шупер С.В. Соматоневрологические синдромы. Клиника. Диагностика. Лечение. - Луганск, 2010, ЛГМУ. - С.160-168.
- 28 Рибак Н.В., Кузик Ю.І., Панок А.В. Гепатолентикулярна дегенерація (хвороба Коновалова - Вільсона): клініко-патоморфологічний аналіз. Інститут клінічної патології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького // *МЛ.* - 2011- Т.79. № 3. - С. 123-126.
- 29 Шток В.Н. Экстрапирамидные расстройства: Руководство по диагностике и лечению. - М.: МЕДпресс-информ, 2002. - С. 56-73.
- 30 Щербініна М.Б., Дмитренко Л.П. Болезнь Вильсона - Коновалова: своевременная диагностика означает жизнь // *Здоров'я України.* - 2009. - Т.1. № 21. - С. 40-41.
- 31 Труфанов Е.А., Пеннер В.А., Мищенко М.В., Ломова И.В. Клинический случай болезни Коновалова - Вильсона: трудности диагностики // *Український медичний альманах.* - 2012. - Т. 15. № 5. - С. 460-462.
- 32 Залялова З.А., Богданов Э.И. Клинико-МРТ анализ различных вариантов болезни Коновалова - Вильсона // *Неврол. вестн.* - 2002. - Т. XXXIV. - № 1-2. - С. 5-10.
- 33 Agudo J., Valdos M., Acosta V. et al. Clinical presentation, diagnosis and long-term outcome of 29 patients with Wilson's disease // *Rev. Esp. Enferm. Dig.* - 2008. - Vol. 100. № 8. - P. 456-461.
- 34 Kozic D., Svetel M., Petrovic B., Dragasevic N., Semnic R., Kostic V.S. MR imaging of the brain in patients with hepatic form of Wilson's disease // *Eur. J. Neurol.* -2003. - Vol. 10. № 5. - P. 587-592.

-
- 35 Guilizzoni P. The role of heavy metals and toxic materials in the physiological ecology of submersed macrophytes // *Aquatic Botany*. - 1991. - Vol. 40. № 3. - P. 87-109.
- 36 Грушко Я.М. Ядовитые металлы и их неорганические соединения в промышленных сточных водах. - М.: Медицина, 1972. - 176 с.
- 37 Prohaska J.R. Functions of trace elements in brain metabolism. // *Physiol Rev*. - 1987. - Vol. 67. № 2. - P. 858-901.
- 38 Jackson B., Harper S., Smith L., Flinn J. Elemental mapping and quantitative analysis of Cu, Zn, and Fe in rat brain sections by laser ablation ICP-MS. // *Anal. Bioanal. Chem.* - 2006. - Vol. 384. № 4. - P. 951-957.
- 39 Gaetke L.M., Chow L.M. Copper toxicity, oxidative stress and antioxidant nutrients // *Toxicology*. - 2003. - Vol. 12. № 2. - P. 147-163.
- 40 Dobrowolska J., Dehnhardt M., Matusch A., Zoriy M., Palomero-Gallagher N., Koscielniak P., Zilles K., Becker J.S. Quantitative imaging of zinc, copper and lead in three distinct regions of the human brain by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry. // *Talanta*. - 2008. Vol. 74. № 4. - P. 717-723.
- 41 Kardos J., Kovacs I., Hajos F., Kalman M., Simonyi M. Nerve endings from rat brain tissue release copper upon depolarization. A possible role in regulating neuronal excitability. // *Neurosci. Lett.* - 1989 - Vol. 103. №5. - P. 139-144
- 42 Trocello J.M. Wilson France: a national database for Wilson's disease // *Orphanet J. Rare Dis.* - 2010. - 5 (Suppl. 1). - P. 21.
- 43 Barnes N., Tsivkovskii R., Tsivkovskaia N., Lutsenko S. The copper-transporting ATPases, menkes and wilson disease proteins, have distinct roles in adult and developing cerebellum // *J Biol Chem.* - 2005. - Vol. 280. № 10. - P. 9640-9645.
- 44 Menkes J.H., Alter M., Steigleder G.K., Weakley D.R., Sung J.H. A sex-linked recessive disorder with retardation of growth, peculiar hair, and focal cerebral and cerebellar degeneration // *Pediatrics*. - 1962. - Vol. 29. № 5. - P. 764-779.
- 45 Voskoboinik I., Camakaris J., Menkes copper-translocating P-type ATPase (ATP7A): biochemical and cell biology properties, and role in Menkes disease. // *J Bioenerg Biomembr.* - 2002. - Vol. 34. № 5. - P. 363-371.
- 46 Kim B. E., Smith K., Meagher C. K., Petris M. J. A conditional mutation affecting localization of the Menkes disease copper ATPase. Suppression by copper supplementation. // *J Biol Chem.* - 2002. - Vol. 46. № 1. - P. 44079-44084.
- 47 Cai L., Li X.K., Song Y., Cherian M.G. Essentiality, toxicology and chelation therapy of zinc and copper // *Curr Med Chem.* - 2005. - P. 2753-2763.
- 48 Bressler J.P., Olivi L., Cheong J.H., Kim Y., Maerten A., Bannon D. Metal transporters in Intestine and brain : their involvement in metal-associated neurotoxicities.- 2007. - Vol. 26. № 3. - P. 221-229.
- 49 Fodale V., Quattrone D., Trecroci C., Caminiti V., Santamaria L.B. Alzheimer's disease and anaesthesia: implications for the central cholinergic system // *British Journal of Anaesthesia*. - 2006. - Vol.97. № 4. - P.445-452.
- 50 James L.F., Lazar V.A., Binns W. Effects of sublethal doses of certain minerals on pregnant ewes and fetal development // *Am. J. Vet. Res.* - 1966. -Vol. 27. - P. 132-135.
- 51 Culotta V.C., Gitlin J.D. Disorders of copper transport. // *Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*. - NY: McGraw-Hill. 2001. - Vol. 2. - P. 3105-3126.
- 52 Cua Jungco M.P., Faget K.Y. Zinc takes the center stage: its paradoxical role in Alzheimer's disease // *Brain Res Brain Res Rev.* - 2003. Vol. 41. № 1. - P. 44-56.
- 53 Howell J.M., Blakemore W.F., Gopinath C., Hall G.A., Parker J.H. Chronic copper poisoning and changes in the central nervous system of sheep // *Acta Neuropathologica*. - 1974. - Vol. 29. - P. 9-24.
- 54 O'Shea K.S., Kaufman M.H. Influence of copper on the early post-implantation mouse embryo // *Arch Develop. Biol.* - 1979. - №4. - P. 297-308.
- 55 Хантурина Г.Р., Вчерашняя О.А. Токсическое действие некоторых тяжелых металлов в организме человека и животных // "Новые научные достижения-2011": междуна. научно-практ. конфер. - София, 2011. - С. 39-41.

А.Е. Конкабаева, Ш.А. Муханова, Г.М. Тыкежанова, Ш. М. Нугуманова

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Роль соединений меди в неврологических нарушениях при избыточном или недостаточном поступлении в мозговую ткань

Аннотация: В данном литературном обзоре затрагивается тема расстройств нервной системы, вызванных нарушением метаболизма меди в мозговой ткани. Выделяются и описываются роль и участие элемента во многих физиологических функциях центральной нервной системы в норме и при патологических состояниях. Рассматриваются нейродегенеративные нарушения, при которых отмечается накопление в мозговой ткани "свободной" меди (болезни Альцгеймера, Вильсона, Менкеса). Описаны генетические заболевания, вызванные избыточным или недостаточным поступлением меди в мозговую ткань, которые проявляются выраженными неврологическими нарушениями. Особое внимание уделено особенностям метаболизма меди в мозговой ткани при неврологических нарушениях. Данное направление дополняется также описанием патоморфологических изменений при депонировании меди в нервной системе. В статье раскрываются механизмы токсикологического воздействия при избыточном поступлении меди в нервную ткань экспериментальных животных.

Ключевые слова: медь, мозговая ткань, центральная нервная система, избыток и недостаток меди, нейродегенеративные нарушения, болезнь Вильсона.

А.Е. Конкабаева, Ш.А. Муханова, Г.М. Тыкежанова, Ш.М. Нугуманова

Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Мемлекеттік Университеті, Қарағанды, Қазақстан

Мыс қосылыстарының ми ұлпасына артық немесе жеткіліксіз түскен кездегі неврологиялық бұзылулардағы рөлі

Аңдатпа Бұл әдеби шолуда ми ұлпасындағы мыс метаболизмінің бұзылуынан туындаған жүйке жүйесінің бұзылыстары тақырыбы қозғалады. Қалыпты және патологиялық жағдайларда орталық жүйке жүйесінің көптеген физиологиялық функцияларында элементтің рөлі мен қатысуы ерекшеленеді және сипатталады. Нейродегенеративті бұзылулар қарастырылады, онда ми ұлпасындағы "бос" мыстың (Альцгеймер, Вильсон, Менкес аурулары) жиналуы байқалады. Мыстың ми ұлпасына артық немесе жеткіліксіз түсуінен туындаған генетикалық аурулар сипатталған. Неврологиялық бұзылулар кезінде ми ұлпасындағы мыстың метаболизмінің артықшылықтарына ерекше көңіл бөлінген. Бұл бағыт мысты нерв жүйесінде депонирлеу кезінде патоморфологиялық өзгерістердің сипаттамасымен толықтырылады. Мақалада тәжірибиелік жануарлардың жүйке ұлпасына мыстың артық түсуі кезіндегі токсикологиялық әсер ету механизмдері ашылады.

Түйін сөздер: мыс, ми ұлпасы, орталық нерв жүйесі, мыстың артықшылығы мен жетіспеушілігі, нейродегенеративті бұзылыстар, Вильсон ауруы.

References

- 1 Prohaska J.R. Neurochemical roles of copper as antioxidant or prooxidant. Metals and oxidative Damage in neurological Disorders. (Plenum Press, New York, 1997).
- 2 Asanov A.Ju., Sokolov A.A., Volgina S.Ja. i dr. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniju bolezni Vil'sona-Konovalova (gepatolentikuljarnaja degeneracija) [Federal clinical guidelines for the diagnosis and treatment of Wilson-Konovalov disease (hepatolenticular degeneration)] (Litografija, Sankt-Peterburg, 2015) [in Russian].
- 3 Cristvo J.S, Santos R, Gomes C.M. Metals and neuronal metal binding proteins implicated in Alzheimer's disease, Oxidative Medicine and Cellular Longevity (2016).
- 4 Davies K.M, Mercer J.F, Chen N, Double K.L. Copper dyshomeostasis in Parkinson's disease: implications for pathogenesis and indications for novel therapeutics, Clinical Science, 130 (8), 565-574 (2016).
- 5 Chen P, Miah M.R, Aschner M. Metals and neurodegeneration, 5, (2016). F1000 Faculty Rev-366.
- 6 Soetan K, Olaiya C, Oyewole O. A review: The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants, African Journal of Food Science, 4 (5), 200-222 (2010).
- 7 Skalnyi A.V. Mikroelementozy cheloveka (diagnostika i lechenie) [The human microelementoses (diagnostics and treatment)] (Moscow, 1997). [in Russian]
- 8 Elizabeth M. Ward., Carl L. Keen, Harry J. McArdle. A review: The impact of Copper on Human Health, International Copper Association, Ltd (New York, 2003).
- 9 Turnlund J. Copper. In: Shils M.E., Olson J.A., Shike M., Ross A.C. Modern Nutrition in Health and Disease, Baltimore, MD: Williams Wilkins, 241 - 252 (1999).
- 10 Prohaska J. R., Hoffman R. G. Auditory startle response is diminished in rats after recovery from perinatal copper deficiency, The Journal of Nutrition, 126 (3), 618-627 (1996).
- 11 Kurliandskii B.A., Filov V.A. Obshchaia toksikologiya [General toxicology] (Meditsina, Moscow, 2002). [in Russian]
- 12 Ludevik R., Los K. Ostrye otravleniya [Acute poisoning] (Medicina, Moscow, 1983) [in Russian].
- 13 Rossi L., Arcicello M., Capo C., Rottilio G. Copper imbalance and oxidative stress in neurodegeneration, The Italian journal of biochemistry, (55), 212-221 (2006).
- 14 Waggoner D.J., Bartinikas T.B., Gitlin J.D., The role of copper in neurodegenerative disease, Neurobiology of Disease, 4 (6), 221-230 (1999).
- 15 Antonovich E.A., Podrushnjak A.E., Shuckaja T.A. Toksichnost' medi i ee soedinenij [Toxicity of copper and its compounds], Sovremennye problemy toksikologii [Modern problems of toxicology], (3), 4-13 (1999) [in Russian].
- 16 Shlopov V.G. Professional'nye zabolevaniya [Occupational disease]. Lekcija kursa patologicheskoy anatomii profesora. 2002 [in Russian].
- 17 Gu Y., Jing Y. Isolation of human neuronal cells resistant to toxicity by the prion protein peptide 106-126, Alzheimer's disease, 2 (3), 169-180 (2001).
- 18 Schlieff M.L., Craig A.M., Gitlin J.D. NMDA receptor activation mediates copper homeostasis in hippocampal neurons, Journal of Neuroscience Research, 25, 239-246 (2005).
- 19 Niciu M.J., Ma X.M., El Meskini R., Ronnett G.V., Mains R.E., Eipper B.A. Developmental changes in the expression of ATP7A during a critical period in postnatal neurodevelopment, Neuroscience, 139, 947-964 (2006).
- 20 Suhareva G.V. Gepatolentikuljarnaja degeneracija [Hepatolenticular degeneration] Izbrannye glavy klinicheskoy gastrojenterologii [Selected chapters of clinical gastroenterology] (Moscow, 2005) [in Russian].
- 21 Forbes G.R., His J.R., Cox D.W. Role of the copper-binding domain in the copper transport function of ATP7B, the P-type ATPase defective in Wilson disease, Journal of Biological Chemistry, 277 (31), 274-276 (1999).

-
- 22 Kreyman B., Seige M., Schweigart U. et al. Albumin dialysis: effective removal of copper in patient with fulminant Wilson disease and successful bridging to liver transplantation: a new possibility for the elimination of protein-bound toxins, *Journal of Hepatology*, 31 (6), 102-105 (1999).
 - 23 Gil'denskih R.S. i dr. Tjzhelye metally v okruzhajushhej srede i ih vlijanie na organism [Heavy metals in the environment and their effects on the body], *Gigiena i sanitarija* [Hygiene and sanitation], (5, 6), 6-9 (1992) [in Russian].
 - 24 Prohaska J.R., Hoffman R.G. Auditory startle response is diminished in rats after recovery from perinatal copper deficiency, *Journal of Nutrition*, 126 (3), 618-627 (2002).
 - 25 Rajan K.S, Colburn R.W, Davis J.M. Distribution of metal ions in the subcellular fractions of several rat brain areas, *Life Sciences*, (18), 423-431 (1976).
 - 26 Zvershhanov's'kij F.A., Galan A.I., Proc' O.B. Hvoroba Vil'sona - Konovalova. Klinichne sposterezhennja [Wilson-Konovalov Disease. Clinical observation], *Medicina transportu Ukra?ni* [Medicine of transport of Ukraine], 17 (1), 84-87 (2006) [in Russian].
 - 27 Mironenko T.V., Dobrin B.Ju., Rykova Ju.A., Mironenko M.O., Belaja I.E., Shuper S.V. Somatonevrologicheskie sindromy. Klinika. Diagnostika. Lechenie. [Somatoneurological syndromes. Clinic. Diagnostics. Treatment]. (LGMU, Lugansk, 2010) [in Russian].
 - 28 Ribak N.V., Kuzik Ju.I., Pa?nok A.V. Gepatolentikuljarna degeneracija (hvoroba Konovalova - Vil'sona): kliniko-patomorfologichnij analiz. [Hepatolenticular degeneration (Konovalov-Wilson disease): clinical and pathomorphological analysis.], *Institut klinichno? patologij? L'viv's'kogo nacional'nogo medicnogo universitetu imeni Danila Galic'kogo*, 79 (3), 123-126 (2011) [in Russian].
 - 29 Shtok V.N. Jekstrapiramidnye rasstrojstva: Rukovodstvo po diagnostike i lecheniju. [Extrapyrmidal disorders: a guide to diagnosis and treatment.]. (MED, press-inform, Moscow, 2002) [in Russian].
 - 30 Shherbinina M.B., Dmitrenko L.P. Bolezn' Vil'sona - Konovalova: svoevremennaja diagnostika oznachaet zhizn' [Wilson-Konovalov disease: timely diagnosis means life], *Zdorov'ja Ukra?ni* [Health of Ukraine], 1 (21), 40-41, (2009) [in Russian].
 - 31 Trufanov E.A., Penner V.A., Mishhenko M.V., Lomova I.V. Klinicheskij sluchaj bolezni Konovalova - Vil'sona: trudnosti diagnostiki [Clinical case of Konovalov-Wilson disease: diagnostic difficulties], *Ukra?ns'kij medicnij al'manah* [Ukrainian medical almanac.], 15 (5), 460-462, (2012) [in Russian].
 - 32 Zaljalova Z.A., Bogdanov Je.I. Kliniko-MRT analiz razlichnyh variantov bolezni Konovalova - Vil'sona [Clinical and MRI analysis of different variants of Konovalov-Wilson disease] *Nevrol. vestn.* [Nevrologichskii vestnik], XXXIV (1-2), 5-10, (2002) [in Russian].
 - 33 Agudo J., Valdos M., Acosta V. et al. Clinical presentation, diagnosis and long-term outcome of 29 patients with Wilson's disease, *Rev. Esp. Enferm. Dig.* - 100 (8), 456-461 (2008).
 - 34 Kozic D., Svetel M., Petrovic B., Dragasevic N., Semnic R., Kostic V.S. MR imaging of the brain in patients with hepatic form of Wilson's disease, *European Journal of Neurology*, 10 (5), 587-592 (2003).
 - 35 Guilizzoni P. The role of heavy metals and toxic materials in the physiological ecology of submersed macrophytes, *Aquatic Botany*, 40 (3), 87-109 (1991).
 - 36 Grushko Ja.M. Jadovitye metally i ih neorganicheskie soedinenija v promyshlennyh stochnyh vodah. [Toxic metals and their inorganic compounds in industrial wastewater.]. (Moscow. Medicina, 1972). [in Russian]
 - 37 Prohaska J.R. Functions of trace elements in brain metabolism, *Physiological Reviews*, 67 (2), 858-901 (1987).
 - 38 Jackson B., Harper S., Smith L., Flinn J. Elemental mapping and quantitative analysis of Cu, Zn, and Fe in rat brain sections by laser ablation ICP-MS, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 384 (4), 951-957 (2006).
 - 39 Gaetke L.M., Chow L.M. Copper toxicity, oxidative stress and antioxidant nutrients, *Toxicology*, 12 (2), 147-163. (2003).
 - 40 J., Dehnhardt M., Matusch A., Zorij M., Palomero-Gallagher N., Koscielniak P., Zilles K., Becker J.S. Quantitative imaging of zinc, copper and lead in three distinct regions of the human brain by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry, *Talanta*, 74 (4), 717-723 (2008).
 - 41 Kardos J., Kovacs I., Hajos F., Kalman M., Simonyi M. Nerve endings from rat brain tissue release copper upon depolarization. A possible role in regulating neuronal excitability, *Neuroscience Letters*, 103 (5), 139-144 (1989).
 - 42 Trocello J.M. Wilson France: a national database for Wilson's disease // *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 5 (1), 21-23 (2010).
 - 43 Barnes N., Tsvikovskii R., Tsvikovskaia N., Lutsenko S. The copper-transporting ATPases, menkes and wilson disease proteins, have distinct roles in adult and developing cerebellum, *Journal of Biological Chemistry*, 280 (10), 9640-9645 (2005).
 - 44 Menkes J.H., Alter M., Steigleder G.K., Weakley D.R., Sung J.H. A sex-linked recessive disorder with retardation of growth, peculiar hair, and focal cerebral and cerebellar degeneration, *Pediatrics*, 29 (5), 764-779 (1962).
 - 45 Voskoboinik I., Camakaris J., Menkes copper-translocating P-type ATPase (ATP7A): biochemical and cell biology properties, and role in Menkes disease, *Journal Of Bioenergetics And Biomembranes*, 34 (5), 363-371 (2002).
 - 46 Kim B. E., Smith K., Meagher C. K., Petris M. J. A conditional mutation affecting localization of the Menkes disease copper ATPase. Suppression by copper supplementation, *Journal of Biological Chemistry*, 277 (1), 44079-44084 (2002).
 - 47 Cai L., Li X.K., Song Y., Cherian M.G. Essentiality, toxicology and chelation therapy of zinc and copper, *Current Medicinal Chemistry*, 12 (2005), 2753-2763 (2005).

- 48 Bressler J.P., Olivi L., Cheong J.H., Kim Y., Maerten A., Bannon D. Metal transporters in Intestine and brain: their involvement in metal-associated neurotoxicities, 26 (3), 221-229 (2007).
- 49 Fodale V., Quattrone D., Trecroci C., Caminiti V., Santamaria L.B. Alzheimer's disease and anaesthesia: implications for the central cholinergic system, *British Journal of Anaesthesia*, - 97 (4), 445-452 (2006).
- 50 James L.F., Lazar V.A., Binns W. Effects of sublethal doses of certain minerals on pregnant ewes and fetal development, *American Journal of Veterinary Research*, 27, 132-135 (1966).
- 51 Culotta V.C., Gitlin J.D. Disorders of copper transport, *Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, 2, 3105-3126. (McGraw-Hill, New York, 2001).
- 52 Cuajungco M.P., Faget K.Y. Zinc takes the center stage: its paradoxical role in Alzheimer's disease, *Brain Research Reviews*, 41 (1), 44-56. (2003).
- 53 Howell J.M., Blakemore W.F., Gopinath C., Hall G.A., Parker J.H. Chronic copper poisoning and changes in the central nervous system of sheep, *Acta Neuropathologica*, 29, 9-24 (1974).
- 54 O'Shea K.S., Kaufman M.H. Influence of copper on the early post-implantation mouse embryo, *Arch Development Biology*, (4), 297-308 (1979).
- 55 Hanturina G.R., Vcherashnjaja O.A. Toksicheskoe dejstvie nekotoryh tjazhelyh metallov v organizme cheloveka i zhivotnyh [Toxic effects of some heavy metals on humans and animals] "Novye nauchnye dostizhenija-2011": mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. ["New scientific achievements-2011": international scientific-practical conference]. Sofija, 2011. pp. 39-41 [in Russian].

Сведения об авторах:

Конжабаева А.Е. - доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, 3 корпус, ул. Университетская, 28, Караганда, Казахстан.

Муханова А.Ш. - бакалавр техники и технологии, инженер НИЛ "Эколого-генетических исследований", Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, 3 корпус, ул. Университетская, 28, Караганда, Казахстан.

Тыкежанова Г.М. - кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, 3 корпус, ул. Университетская, 28, Караганда, Казахстан.

Нугуманова Ш.М. - кандидат медицинских наук, доцент кафедры физиологии, Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, 3 корпус, ул. Университетская, 28, Караганда, Казахстан.

Конжабаева А.Е. - Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Physiology, Ye.A.Buketov Karaganda State University, 3 building, st. University, 28, Karaganda, Kazakhstan.

Mukhanova Sh.A. - Bachelor of Engineering and Technology, Engineer of the Laboratory for Ecological and Genetic Research. Ye.A.Buketov Karaganda State University, 3 building, st. University, 28, Karaganda, Kazakhstan.

Tykezhanova G.M. - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physiology, Ye.A.Buketov Karaganda State University, 3 building, st. University, 28, Karaganda, Kazakhstan.

Nugumanova Sh.M. - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Physiology, Ye.A.Buketov Karaganda State University, 3 building, st. University, 28, Karaganda, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 20.06.2019

Н.А.Утарбаева, Р.П.Аманова, А.Қ.Қалиева, Р.Н.Бисалыева

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
(E-mail: Nurlygul.utarbaeva@mail.ru)

Ағаш тозаңдарының көлемі мен фертильділігі арасындағы корреляциялық байланыс

Аңдатпа: Мақалада Ақтөбе қаласының көшелерінде өте жиі кездесетін бес модельдік ағаштар мен бұталар: кәдімгі қарағаш (*Ulmus pinnato-ramosa*), жылтыр қарағаш (*Ulmus laevis*), шағанжапырақ үйеңкі (*Acer negundo*), көктерек (*Populus tremula*) пен наурыз мамыргүлінің (*Syringa vulgaris*) тозаңдары зерттелді. Олардың мөлшері мен фертильділігі арасындағы корреляция шамасы анықталды. Тозаңның стерильділігі өсімдіктердің нақты кебу немесе өлу белгілері пайда болғанға дейін олардың әлсіреген күйінің индикаторы бола алады. Жүргізілген талдау *Ulmus laevis*, *Acer negundo* ағаштары тозаңдарының қала жағдайына сезімтал екендігін және оларды урбандалған аймақтарды бақылау мақсатында қолдануға болатындығын көрсетті.

Түйін сөздер: қала, ағаш, бұта, тозаң, фертильділік, индикатор.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-53-57>

Кіріспе. Өсімдіктердің көбею құрылымдарының қалыптасуы (тозаңдықтың, спорогенді ұлпаның, микроспоралардың) жылдам және кезекті өтетін жасушалық бөлінулерге байланысты. Клеткадағы бөліну процесі стресстік әсерлерге өте сезімтал келеді және биохимиялық процестердің өзгерістерімен бірге жүреді. Амин қышқылдарының құрамында елеулі өзгерістер туғызатын азот айналымы өзгеріске ұшырайды [1, 2]. Сонымен қатар, күйзеліс процесі тозаң дәндерінің морфологиясы мен тіршілік қабілеттілігінен де көрінеді. Тозаңның тіршілік қабілеттілігінің көрсеткіштері қоршаған орта күйінің биоиндикациясында кеңінен қолданылады [3, 4].

Жетілген тозаңда жеткілікті мөлшерде (крахмал) қоректік заттар болады. Пішіндері дөңгелек – бұрышты немесе эллипс пішінді болады. Тозаңның екі - интина и экзина қабаттары болады, цитоплазмасы ұсақ түйірлі [5]. Вегетативті дөңгелек ядросы анығырақ көрінеді. Ұрпақсыз тозаңдардың пішіні әртүрлі. Кейбіреулері сынық, бұрыс пішінді немесе мүлдем бос болып көрінеді. Арасында толық жетілген, бірақ ядросы немесе цитоплазмасы жоқ тозаңдар да кездеседі.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Қала көшелерінде өте жиі кездесетін бес модельдік ағаштар мен бұталар: кәдімгі қарағаш (*Ulmus pinnato-ramosa*), жылтыр қарағаш (*Ulmus laevis*), шағанжапырақ үйеңкі (*Acer negundo*), көктерек (*Populus tremula*), наурыз мамыргүлі (*Syringa vulgaris*) таңдалды. Аталған ағаш-бұта өсімдіктері тозаңдарының мөлшерін, фертильділігін, биоиндикациялық қабілеттіліктерін анықтау мақсатында қаланың бірнеше нүктелері таңдалды:

Көлік жүктемесі ауыр қала көшелері:

1. Ағайынды Жұбановтар көшесі.
2. Ш. Уәлиханов көшесі.
3. Ә. Молдагүлова даңғылы.
4. Әбілқайыр хан даңғылы.

Өнеркәсіп орындары:

5. Ақтөбе ферроқорытпа зауыты (АФЗ).
6. Ақтөбе хром қосындылары зауыты (АХҚЗ).

Мәдениет пен демалыс саябақтары:

7. ҚР 1-ші Президент атындағы саябақ.
8. А.С. Пушкин атындағы саябақ.
9. Абай атындағы саябақ.
10. Ретро паркы.

Тозаң дәнекерінің фертильділігі мен стерильдігін талдау Паушева (1988) әдісімен йод ерітіндісі көмегімен жасалып, пайыздық шамасы есептелді [6]. Тозаң жинау 2017-2018 жж. сәуір-мамыр айларында жүргізілді. Жиналған тозаң қағаз қалталарға салынып, сыртына жиналған күні мен жері белгіленіп, көлеңке, желсіз жерде бөлме температурасы жағдайында кептірілді. Лабораториялық жағдайда тозаңды препараттық инемен мұқият алып, заттық үстелге қойып, үстіне бір тамшы йодты ерітінді (қайнатылған 5 мл дистилденген суға 2 г калий йодиді ерітіліп, оған 1 г металды йод қосылып, ерітінді 300 мл дейін толтырылып, оны сарғыш түсті ыдыста сақтайды) құйып, заттық әйнекке біркелкі етіп, тамшы ішіндегі тозаңдарды бояғышпен араластырамыз (йод-ақуыз бен крахмалға реактив). 2 минуттан соң препаратты жабын әйнекпен жауып, микроскоптың кіші ұлғайтқышымен қарадық. Сосын препаратты «челнок» тәсілімен (зигзаг жасап) жылжыта отыра, фертильді және стерильді (аборттивті) тозаң дәндері саналды. Фертильді тозаңдар қанық боялады, мөлшері мен пішіні бірдей болады, ал стерильді тозаң дәнекері әлсіз боялады немесе боялмайды, әртүрлі мөлшерлі және бұрыс пішінді болады. Фертильді тозаң дәнекерінің пайызын (%) дұрыс тозаң дәндерінің санын жалпы барлық тозаң дәндері санына бөліп, 100 % көбейту арқылы есептейміз. Осылайша дұрыс тозаң дәндерінің % үлесі шығарылады [6]. Тозаң дәндерінің мөлшері мен фертильділігі арасында корреляциялық байланыс Спирменнің рангтық корреляция тәсілімен анықталды [7, 8].

Зерттеу нәтижелері: Ағаш өсімдіктерінің тозаңы көп ақпарат сақтайтын маңызды зерттеу объектісі болып табылады. Олардың мөлшері мен тіршілік қабілеттілігіне қарап, қоршаған орта жағдайларына бейімделгендігіне, сонымен қатар, ағаш-бұталардың сапалық күйіне баға бере аламыз (Кесте 1, 2).

Ағаш түрлері	Ағаш өсімдіктері түрлерінің тозаңының көлемі, ұзындығы-ені, мкм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	26,5 x	29,0 x	26,4 x	26,6 x	25,8 x	25,6 x	26,9 x	23,2 x	28,2x	25,1 x
	18,9	21,6	21,3	21,5	23,3	23,5	24,5	18,5	19,5	22,7
<i>Ulmus laevis</i>	29,8 x	25,9 x	25,9 x	32,5 x	27,6 x	27,3 x	30,1 x	28,9 x	27,5 x	25,6 x
	23,2	24,3	24,3	27,6	20,7	22,3	25,7	22,4	23,4	22,7
<i>Acer negundo</i>	32,5 x	39,4 x	22,03 x	34,3 x	23,2 x	21,4 x	36,1 x	34,9 x	35,7 x	37,3 x
	21,8	17,5	17,5	17,9	20,0	13,1	16,06	16,03	19,7	18,1
<i>Populus tremula</i>	29,9 x	22,6 x	20,7 x	23,7 x	26,5 x	26,7 x	23,4 x	30,1 x	30,2 x	28,9 x
	26,6	19,9	19,6	35,7	21,6	22,6	21,4	27,0	27,3	26,1
<i>Syringa vulgaris</i>	29,8 x	28,2 x	28,8 x	35,6 x	36,03 x	28,0 x	31,4 x	25,2 x	33,6 x	31,4 x
	18,8	19,7	27,6	25,6	24,6	16,6	18,8	21,8	21,9	19,1

Кесте 1 – Таңдалған ағаш өсімдіктерінің тозаңының мөлшері

1-ші кестеде *Ulmus pinnato-ramosa*, *Populus tremula* тозаңдарының мөлшері қаланың барлық аудандарында біркелкі шаманы көрсетті. Ол бұл ағаш түрлері тозаңдарының сапасының өзгеруіне жинау орындарының үлесі бар екендігін көрсетеді. Ал, *Ulmus laevis* тозаңдарының мөлшері зауыттар аймағында аз, керісінше, қала саябақтарында - жоғары. Бұл қаланың ластанған аудандары мен тозаң мөлшерінің арасындағы байланысты байқатады. *Acer negundo* қалалық отырғызуларда тез құрап, жапырақтарының ерте сарғайып, жаздың екінші жартысында қаланың эстетикалық күйін төмендетеді. Оның тозаңының мөлшері өсетін аудандарының экологиялық күйіне қарай өзгеріп отырады. *Syringa vulgaris* тозаңының мөлшері күнделікті күтілу жағдайына байланысты аздаған өзгерістерді байқатты.

Тозаң жинау нүктесі	Фертильді тозаң, %				
	<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
1	77,4	89,8	84,0	86,4	89,1
2	80	92	94	75	95
3	87	89	98	86	95
4	86	87	97	86	95
5	71,3	68	69,8	75	82
6	72	66	61	84,9	62,3
7	88	91	98	98	95
8	74	83	94	90	96
9	88	85	81	98	95
10	83	87	97	95	97

Кесте 2 – Таңдалған ағаштар мен бұталар тозаңының тіршілік қабілеттілігі

2-ші кестеде қаланың әр бөлігіндегі модельді ағаштардың фертильді тозаңдарының үлесі берілді. Алынған мәліметтер жасушалардағы крахмал құрамының әр ағашта әртүрлі және әртүрлі қала нүктелерінде өзгеріп тұратындығын көрсетті. Мысалы, *Ulmus laevis* Pall. автомобиль қарқынды өтетін көшелер мен қала саябақтарындағы көрсеткіштері шамамен бірдей орташадан жоғары нәтиже көрсетіп, оның антропогендік қала жағдайына төзімділігін көрсетсе, 2-ші жағынан өнеркәсіп зауыттары аймағындағы тозаңның фертильділігінің төмен көрсеткіштері (66-68%) қала жағдайының биоиндикаторы ретінде тағы да зерттеуге болады деген ой туғызады. *Ulmus pinnato-ramosa* - А.М. Мушегянның «Деревья и кустарники Казахстана» (1962) еңбегінде Ақтөбе дендрологиялық ауданының негізгі интродукцияланған түрі [9]. Бұл ағаш түрінің жергілікті жерге әбден жерсініп, үйренгендіктен қаланың экологиялық әртүрлі күйзеліс әсеріне көп ауытқулар көрсетпейтіндігін байқатты. *Acer negundo* тозаңының өнеркәсіптер аумағындағы төмен көрсеткіші антропогендік әсерлерге сезімтал екендігін көрсетті. *Populus tremula* мен *Syringa vulgaris* тозаңдарының фертильділігі қала саябақтарында сәйкес жоғары пайызды көрсетті.

Зақымданған стерильді тозаң дәндерінің шамасы антропогендік жүктеменің деңгейін көрсетеді. Морфологиялық зақымдардың спектрі зерттелген ағаштардың тұрақтылығына, ластайтын заттардың түрі мен белсенділігіне байланысты [10].

Қорытынды: Зерттеу жұмысының шынайылығын анықтау мақсатында ағаш тозаңдарының фертильділік үлесі мен олардың мөлшері арасында корреляциялық байланыс анықталды. Крахмалды анықтау үшін бояу – сапа параметрі болса, ал тозаңның мөлшері - сандық параметр болып табылғандықтан, корреляция коэффициентін анықтайтын формулаларды тікелей қолдануға болмайды. Тозаң дәнегінің мөлшері қалыпты бөлінуге бағынады және олардың мағынасы орташадан ауытқыған сайын ақаулы тозаң болу мүмкіндігі жоғарылайды. Қарапайым таңдаусыз бояу әдісі тозаңның фертильділігін анықтағанымен, теориялық тұрғыдан тозаңның мөлшеріне қарамастан ірі, ақауы бар тозаңның да, ұсақ ақауы бар тозаңның стерильділігін анықтауы мүмкін. Сол себептен, аталған белгілер бір-біріне тәуелсіз болса, онда корреляция кезінде орташа мәндердің мағынасы әртүрлі болады. Спирменнің рангтық корреляция әдісінің көмегімен тексеру *Ulmus laevis* (0,42) пен *Populus tremula* (0,37) ағаштарынан басқа ағаш өсімдіктерінде бірыңғай іріктеуді, яғни тозаң мөлшері мен крахмалмен боялу арасындағы тәуелділіктің жоқ екенін көрсетіп, ал *Ulmus laevis* пен *Populus tremula* түрлерінде оң корреляцияны, яғни белгілердің бір-бірімен байланысты екендігін көрсетеді. Аталған белгілер арасындағы оң корреляция жылтыр қарағаш пен көктеректі қала ортасының ластануының биоиндикаторы ретінде қарастыруға мүмкіндік береді (кесте 12).

Өсімдік түрлері	<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	0,04	0,24	0,11	-0,28	-0,25
<i>Ulmus laevis</i>	0,49	0,42	0,41	0,43	0,17
<i>Acer negundo</i>	0,33	0,52	0,01	0,36	0,26
<i>Populus tremula</i>	0,01	-0,38	-0,26	0,37	0,17
<i>Syringa vulgaris</i>	0,35	0,01	0,29	-0,006	0,05
Ескерту – Анықталған корреляциялардың деңгейі $p < 0,05000$ болғанда мәні бар					

Кесте 3 – Ақтөбе қаласының модельдік ағаш өсімдіктері тозаңының көлемі мен фертильділік деңгейі арасындағы корреляциялық байланыс

Жүргізілген талдау *Ulmus laevis*, *Acer negundo* ағаштары тозаңдарының фертильділік деңгейін бақылау әдісіне сезімтал екендігін және оларды урбандалған аймақтарды бақылау мақсатында қолдануға болатындығын көрсетті. Тоzaң сапасының көрсеткіштерінің өзгергіштігіне жинау орындарының да үлесі бар екендігі анықталды және тозаң мөлшерінің антропогендік жүктемесі әртүрлі аудандарда өзгеруі мүмкін екендігі анықталды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Елькина Н.А., Марковская Е.Ф. Динамика состава пыльцевого спектра воздушной среды в период вегетации растений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. – 2008. – Т. 113, вып. 2. – С. 71-75.
- 2 Осмонбаева К.Б. Экологические аспекты проблемы поллинозов: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Бишкек, 2006. – 26 с.
- 3 Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. – Киров: Вятка, 2002. – 544 с.
- 4 Елькина Н.А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводск: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – СПб., 2008. – 24 с.
- 5 Михно А.И. Аминокислоты и другие азотистые соединения у кукурузы при мужской стерильности: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.12. – Киев, 1966. – 21 с.
- 6 Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – Москва.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
- 7 Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Ленинград.: Изд-ва Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
- 8 Артюхов В.Г., Пантявин А.А. Математические методы в биологии: учебно-методическое пособие. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. – 28 с.
- 9 Мушегян А.М. Деревья и кустарники Казахстана: в 2 т. – Алма-Ата: Қайнар, 1962. – Т. 1. – 362 с.
- 10 Fukasawa H. On the free amino acids with reference to pollen degeneration in male sterile vegetable crops // Jap. Soc. Hortic. Sci. – 1964. – Vol. 33, №2. – P. 134-141.

Н.А.Утарбаева, Р.П.Аманова, А.К.Калиева, Р.Н.Бисалыева

Актюбинский региональный государственный университет им. К.Жубанова, Актөбе, Казахстан

Корреляция между размерами пыльцы и фертильностью древесных растений

Аннотация: В статье приведены результаты сравнительного анализа размера и жизнеспособности пыльцы наиболее распространенных видов деревьев и кустарников, произрастающих в уличных насаждениях г. Актөбе: *Ulmus pinnato-ramosa*, *Ulmus laevis*, *Acer negundo*, *Populus tremula* и *Syringa vulgaris*. Стерильность пыльцы может свидетельствовать об угнетенном состоянии древесных растений задолго до его высыхания или гибели. В результате работы пыльца у видов *Ulmus laevis*, *Acer negundo* показала чувствительность к городским условиям. Обнаружена корреляция между размерами и степенью фертильности пыльцы.

Ключевые слова: город, дерево, кустарник, пыльца, фертильность, индикатор.

N.A.Utarbayeva, R.P.Amanova, A.K.Kaliyeva, R.N.Bisalyeva

K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Correlation between pollen fertility of woody plants

Abstract: The article presents the results of a comparative analysis of the size and viability of pollen from the most common types of trees and shrubs growing in street plantings of Aktobe city: *Ulmus pinnato-ramosa*, *Ulmus laevis*, *Acer negundo*, *Populus tremula* and *Syringa vulgaris*. Sterility of pollen may indicate a depressed state of woody plants long before

it dries or dies. As a result pollen of *Ulmus laevis* and *Acer negundo* showed sensitivity to urban conditions. A correlation between pollen size and fertility was found.

Keywords: City, tree, shrub, pollen, fertility, indicator.

References

- 1 Elkina N.A., Markov E.F. Dinamika sostava pyl'cevogo spektra vozduшной sredy v period vegetacii rastenij [Dinamika of structure of a pollen range of the air environment during vegetation of plants], Byullyuten of the Moscow society of testers of the nature [Byullyuten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody], 2(113), 71-75(2008).
- 2 Osmonbayeva K.B. Ekologicheskie aspekty problemy pollinozov: avtoref. ... kand. biol. Nauk.: 03.00.16. [Ecological aspects of a problem of pollinoz: author. ... cand. biol. Sciences: 03.00.16] (2006, 26 p.) [in Kyrgyzstan].
- 3 Ashikhmina T.Ya. Kompleksnyj ekologicheskiy monitoring ob"ektov hraneniya i unichtozheniya himicheskogo oruzhiya [Complex environmental monitoring of objects of storage and destruction of chemical weapon] (2002, 544 p) [in Russian].
- 4 Elkina N.A. Sostav i dinamika pyl'cevogo spektra vozduшной sredy g. Petrozavodsk: avtoref. ... kand. biol. nauk.: 03.00.16. [The composition and dynamics of the pollen spectrum of the air in Petrozavodsk: author. ... cand. biol. Sciences: 03.00.16.] (2008, 24 p) [in Russian].
- 5 Mikhno A.I. Aminokisloty i drugie azotistye soedineniya u kukuruzy pri muzhskoj steril'nosti: avtoref. ... kand. biol. nauk.: 03.00.12. [Amino acids and other nitrogenous connections at corn at male sterility: author. ... cand. biol. Sciences: 03.00.12] (1966, 21 p) [in Ukraine].
- 6 Pausheva Z.P. Praktikum po citologii rastenij [Workshop on cytology of plants] (1988, 271 p) [in Russian].
- 7 Schmidt V.M. Matematicheskie metody v botanike [Mathematical methods in botany] (1984, 288 p) [in Russian].
- 8 Artyukhov V.G., Pantyavin A.A. Matematicheskie metody v biologii: uchebno-metodicheskoe posobie [Mathematical methods in biology: educational and methodical grant] (2007, 28 p) [in Russian].
- 9 Mushegyan A.M. Derev'ya i kustarniki Kazahstana [Trees and bushes of Kazakhstan] (1962, 362 p) [in Kazakhstan].
- 10 Fukasawa H. O svobodnyh aminokislotah primenitel'no k degeneracii pyl'cy u muzhskoj steril'noj ovoshchnoj kul'tury [On the free amino acids with reference to pollen degeneration in male sterile vegetable crope, Jap. Soc. Hortic. Sci] 33-2, 134-141(1964).

Сведения об авторах:

Утарбаева Н.А.-Биология кафедрасының оқытушысы, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ә.Молдағұлова даңғылы, 34, Ақтөбе, Қазақстан.

Қалиева А.Қ.-биология ғылымдарының кандидаты, Биология кафедрасының аға оқытушысы, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ә.Молдағұлова даңғылы, 34, Ақтөбе, Қазақстан.

Аманова Р.П.-ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Биология кафедрасының аға оқытушысы, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ә.Молдағұлова даңғылы, 34, Ақтөбе, Қазақстан.

Бисалиева Р.Н.- Биология кафедрасының оқытушысы, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ә.Молдағұлова даңғылы, 34, Ақтөбе, Қазақстан.

Utarbayeva N.A. - Lecturer, Department of Biology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A. Moldagulova Ave. 34, Aktobe, Kazakhstan.

Kaliyeva A.K.- candidate of biological sciences, Senior lecturer, Department of Biology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A. Moldagulova Ave. 34, Aktobe, Kazakhstan.

Amanova R.P.- candidate of agricultural sciences, Senior lecturer, Department of Biology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A. Moldagulova Ave. 34, Aktobe, Kazakhstan.

Bisalievaya R.N.- Senior lecturer, Department of Biology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A. Moldagulova Ave. 34, Aktobe, Kazakhstan.

Редакцияға 12.03.2019 қабылданды

Г. Улекешова, А.С. Динмухамедова

*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: gulzat.ulekeshova@yandex.ru)*

Мұғалімдердің морфофункционалды және психофизиологиялық көрсеткіштері

Аңдатпа: Мақалада мұғалімдердің морфофункционалды және психофизиологиялық көрсеткіштері қарастырылған. Мұғалімдердің шамамен 25%-ында денсаулық деңгейі жоғары болса, 38%-ында орташа, 37%-ында денсаулық деңгейі төмен деңгейде. Жас пен еңбек өтілі жоғарылаған сайын денсаулық деңгейі төмендейді. 51-60 жас аралығы мен 20 жылдан астам еңбек өтілі бар мұғалімдерде қалыптан жоғары болды. Психофизиологиялық көрсеткіштер бойынша механикалық ес көрсеткіші жас ұлғайған сайын төмендейді, 3 жылға дейін және 20 жылдан жоғары еңбек өтілі бар мұғалімдерде қалыптан төмен, жас ерекшелігіне байланысты мұғалімдерде зейіннің ауысуы орташадан жоғары деңгейден орташадан төмен деңгейге дейін ауытқиды. Зерттелген барлық топтарда функционалдық асимметрия бойынша мұғалімдер арасында оң қолдар басым болды. Денсаулығына көңіл бөлетін және салауатты өмір салтын ұстанатын мұғалімдер 55,1% құрады. 7,8% мұғалімдерде әлеуметтік пассивтілік байқалады.

Түйін сөздер: мұғалімдердің деңсаулығы, мұғалімдердің психофизиологиялық ерекшеліктер, мұғалімдердің морфофункционалды көрсеткіштері

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-58-65>

Қазіргі таңда мұғалімдердің денсаулық мәселесі өзекті болып табылады, өйткені, мұғалімдер ең алдымен – өскелең ұрпақты оқыту мен тәрбиелеуде жауапты тұлғалар болып табылады. Педагогикалық процестің табыстылығы мұғалім өзін қаншалықты жақсы сезінетіндігіне байланысты [1, 2, 3, 4, 5].

Балалардың, жасөспірімдердің, жастар мен педагогтардың денсаулығына мониторинг жасау, елдің әлеуметтік-экономикалық дамуында білім беру үрдісі субъектілерінің денсаулығын қалыптастыру, сақтау және нығайту міндетін іске асыруда білім беру, денсаулық сақтау, әлеуметтік қорғау мүшелері, мектеп пен ата-аналар арасындағы ынтымақтастық негізі болуы қажет [6, 7, 8].

Денсаулық мониторингі – бұл организмнің тіршілік ету қабілеттігі мен жеке адамның жеке адамгершілік қасиеттерін анықтайтын физикалық дамудың, организмнің функционалды қоры мен нейро-динамикалық көрсеткіштерінің, психикалық жағдайдың, конституционалдық ерекшеліктердің, өмір сүру салтының қарқынды скрининг диагностикасы. Денсаулық мониторингі әр түрлі физикалық, психофизиологиялық және психоэмоционалдық көрсеткіштерді өлшеу мен бағалауды білдіреді. Олар жоғары диагностикалық тиімділікке ие, өйткені топтар арасындағы көрсеткіштерді салыстыруға, сонымен қатар олардың дамуын болжауға мүмкіндік береді [7, 8, 9].

Педагогтардың кәсіби қызметі әлеуметтік белсенді және стресс-факторы жоғары кәсіп түріне жатады. Жоғары эмоционалдық жүктеме мен міндеттерді талап ететін мұғалімдердің кәсіби қызметінің жүзеге асуы барысында жұмыс барысы жағдайларына байланысты қауіпті және ауыр жан құбылысы болады, ол педагогтардың «күйіп кетуіне» алып келуі мүмкін [10, 11, 12, 13, 14].

Педагогтар үнемі үздіксіз күйзеліс үстінде жүреді. Педагогтардың кәсіптік ауруларына түрлі невроздар, әртүрлі психопатикалық жай-күйлер және психосоматикалық бұзылулар жатады [15, 16, 17, 18, 19].

Педагогтардың өмір сүру және денсаулық сапасына олардың психоэмоционалдық жай-күйі көрсеткіштерінің әсер ету мәселесіне арналған бірқатар зерттеулер арналған. Осыған байланысты мұғалімдердің денсаулық жағдайына жасалған мониторингтің өзектілігі жоғары болып табылады.

Зерттеу мақсаты: Лицей мұғалімдерінің морфофункционалды және психофизиологиялық көрсеткіштерін зерттеу.

Зерттеу нысаны мен әдістері. Жұмыстың мақсаты мен міндеттеріне сәйкес 2018 жылы Астана қаласының №78 мектеп-лицейдің мұғалімдеріне денсаулық мониторингі жүргізілді. Зерттеуге 23-60 жас аралығындағы 81 мұғалім қатысты. Мұғалімдердің 16-сы ер адам, 65-і әйел адам. Зерттелушілер жас бойынша және еңбек өтілдері бойынша бірнеше топтарға жіктелді. Зерттеу күннің бірінші жартысында жүргізілді.

Жас ерекшелігі бойынша 4 топқа: I топ 23-30 жас, n=26; II топ 31-40 жас, n=28; III топ 41-50 жас, n=17; IV топ 51-60 жас, n=10, еңбек өтілі бойынша 4 топқа бөлінді: I топ 3 жылға дейін, n=22; II топ 4-10 жыл, n=20; III топ 10-20 жыл, n=25; IV топ, 20 жылдан жоғары, n=14.

Ағзаның функционалдық жағдайын бағалау бағдарламасында жалпы анамнез жинау, антропометрия әдісі, кардио-респираторлық жүйе көрсеткіштері мен физикалық дайындық деңгейлерін зерттеу кірді [20].

Мұғалімдердің психофизиологиялық ерекшеліктерін зерттеуде ес көлемі, зейін концентрациясы, мидың функционалды асимметриясы анықталды [20, 21, 22].

Нәтижелер мен талдау. Кардио-респираторлық жүйенің функционалдық жағдайы тұтас организмнің бейімделу мүмкіндігіне баға беруде ең ақпараттық көрсеткіш, өйткені бұл жүйе сыртқы орта әсерлеріне адекватты жауап береді және зерттеуге қол жетімді [23, 24, 25].

Жүректің жиырылу жиілігі (ЖЖЖЖ) жүрек қызметінің маңызды көрсеткіші болып табылады. Оның динамикасы қан айналу жүйесінің организм қажеттілігіне байланысты бейімделуін білдіреді. Жүректің жиырылу жиілігі жасқа, организмнің жеке ерекшелігіне, реттелу түріне байланысты. Симпатикалық реттелуі басым адамдарда жүрек жиырылуының жиілену үрдісі (тахикардия), ал парасимпатикалық реттелу басым болған кезде ЖЖЖЖ-нің сиреуі (брадикардия) орын алады. Жас пен еңбек өтілдеріне байланысты жіктелген барлық төрт топтың ЖЖЖЖ-нің көрсеткіші қалыпты, айырмашылық жас пен еңбек өтілдері бойынша, I-III, I-IV топтар арасында және еңбек өтілі бойынша II-IV топтар арасында байқалды (Кесте 1,2).

Жүрек-тамыр жүйесінің функционалдық жағдайы мен жалпы денсаулыққа сипаттама беруде артериялық қан қысымы көрсеткішінің мөлшері ең маңызды орынды алады. Бұл, артериялық қан қысымы көрсеткіштерінің мөлшері - артериялық тамыр қабырғаларының тонусы мен серпімділігіне, тамыр арналарының сыйымдылығына, нейрогуморальды реттелу қызметіне, қозғалыс белсенділігінің деңгейі мен сипатына, денсаулық жағдайына және т.б көптеген факторларға тәуелді болуымен түсіндіріледі. Систолалық (СК) және диастолалық (ДҚ) артерия қысымы жас және еңбек өтілдері бойынша жіктелген I-III топтарда қалыпты, ал IV топта, яғни, 50-60 жас аралығы мен 20 жылдан жоғары еңбек өтілі бар мұғалімдерде қалыптан жоғары екені көрсетілді (Кесте 1,2).

Кесте 1 - 23-60 жас аралығындағы мұғалімдердің морфофункционалдық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Жас шамасы, жас				p>0,05
	I топ 23-30жас	II топ 31-40 жас	III топ 41-50 жас	IV топ 51-60 жас	
N (саны)	n=26	n=28	n=17	n=10	
ЖЖЖЖ, соғ/мин	67,7±1,7	71,5±2,0	71,5±1,1	75±1,7	I-III; I-IV
СК, мм.сын.бағ.	112,2±1,7	120,7±4,3	128,7±3,8	130,9±2,3	I-III; I-IV; II-IV; III-IV
ДҚ, мм.сын.бағ.	67,96±2,1	75±2,8	79,07±2,8	85,9±2,3	I-II; I-III; I-IV; II-IV
ПҚ (пульстық қысым), мм.сын.бағ.	44,21±1,69	45,74±2,64	49,63±1,92	55,95±3,47	I-III; I-IV; II-IV;
ӨТС (өкпенің тіршілік сыйымдылығы), л	2,44±0,09	2,15±0,1	2,18±0,07	2,01±0,1	I-III; I-IV

Дене ұзындығы, см	161,1±1,2	161,2±2,4	159,4±1,1	159,09±1,4	-
Дене салмағы, кг	56,3±1,4	66,4±2,4	69,1±2,5	70±2,3	I-II; I-III; I-IV
Кетле индексі ш.б	19,5±0,5	25,5±0,9	27,4±1,3	27,3±0,9	I-II; I-III; I-IV

Кесте 2 - Еңбек өтілдеріне байланысты мұғалімдердің морфофункционалдық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Еңбек өтілі, жыл				p>0,05
	I топ 3 жылға дейін	II топ 4-10 жыл	III топ 10-20 жыл	IV топ 20 жылдан жоғары	
N (саны)	n=22	n=20	n=25	n=14	
ЖЖЖ, соғ/мин	67,2±1,9	68,4±1,8	72±2,5	73,1±1,6	I-III; I-IV; II-IV
СК, мм.сын.бағ.	112,2±2,4	116,7±3,0	120,7±3,8	137,9±3,0	I-IV; II-IV; III-IV
ДҚ, мм.сын.бағ.	67,75±2,9	70,5±1,4	75,07±3,6	83,09±2,1	I-II; I-IV; II-IV
ПҚ, мм.сын.бағ.	43,75±1,80	45,5±2,35	44,63±2,81	53,95±2,12	III-IV; I-IV; II-IV;
ӨТС, л	2,54±0,1	2,24±0,06	2,26±0,1	2,06±0,07	I-III; I-IV
Дене ұзындығы, см	161,5±1,2	160,7±2,4	159,4±1,1	159,09±1,4	-
Дене салмағы, кг	56,3±1,4	66,4±2,4	69,1±2,5	70±2,3	I-II; I-III; I-IV
Кетле индексі ш.б	20,9±0,6	25,5±0,9	25,06±0,9	27,±1,03	I-II; I-III; I-IV

Кестеде берілген мәліметтерден өкпенің тіршілік сыйымдылығы (ӨТС) жасқа байланысты $2,44 \pm 0,09$ литрден $2,03 \pm 0,5$ литрге дейін, еңбек өтіліне байланысты $2,50 \pm 0,12$ литрден $2,06 \pm 0,06$ литрге дейін төмендейтінін көруге болады. Жасқа байланысты жіктеген I-III, I-IV және еңбек өтіліне байланысты I-II, I-IV, II-IV топтар арасында айырмашылық байқалды. Барлық топтар бойынша өкпенің тіршілік сыйымдылығы қалыптан төмен екендігі анықталды.

Дене бітімінің толыққандылығын сипаттайтын Кетле индексінің орташа мәндері жас пен еңбек өтілдері жоғарылаған сайын артып отырады, орташа мәндері 30 кг/м^2 – тан аспайды. Бұл дене салмағының организм үшін қауіпті емес екендігін көрсетеді.

Дене салмағының абсолютті орташа мәндері де жас пен еңбек өтілдері артқан сайын жоғарылайды, айырмашылық жас пен еңбек өтілдері бойынша I-II, I-III, I-IV топтар арасында байқалды.

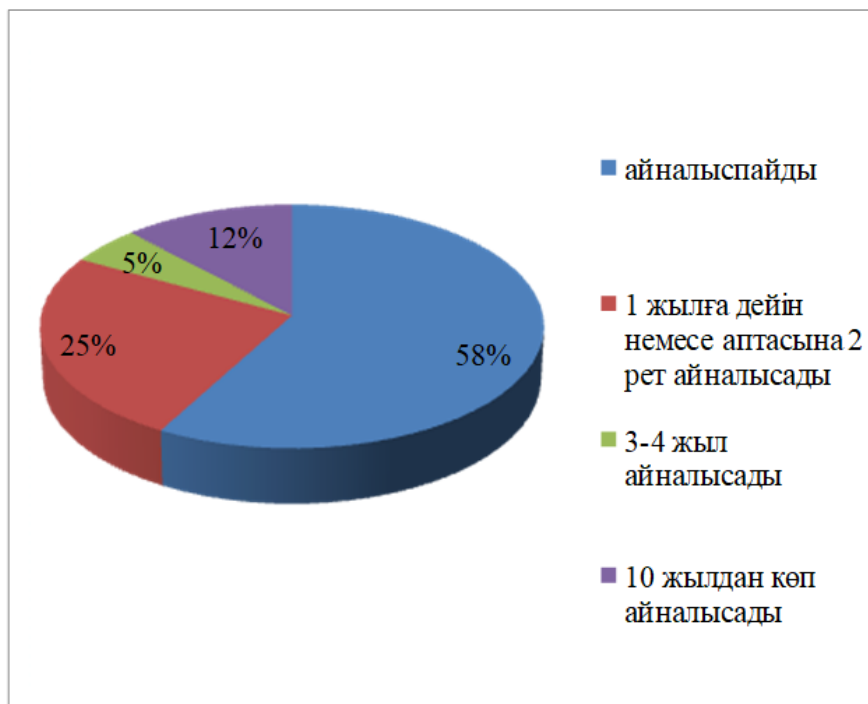
Дене ұзындығының орташа мәндері жас пен еңбек өтілдеріне байланысты жіктелген барлық топтар арасында айырмашылықтар байқалмады.

Мұғалімдердің аптасына екі рет 30 минуттан немесе одан да көп уақыт дене жаттығуларымен айналысу мерзімдері бойынша алынған мәліметтер: дене жаттығуларымен мүлде айналыспайтын мұғалімдер саны – 58%-ды, бір жылға дейін немесе аптасына екі реттен аз айналысатындар – 25%-ды, үш-төрт жыл – 5%-ды, 10 жылдан көп дене жаттығуларымен айналысатын мұғалімдер – 12%-ды құрады (Сурет 1).

Жас ерекшеліктері мен еңбек өтілдеріне байланысты мұғалімдердің психофизиологиялық көрсеткіштерін зерттеуде бірқатар ерекшеліктер айқындалды.

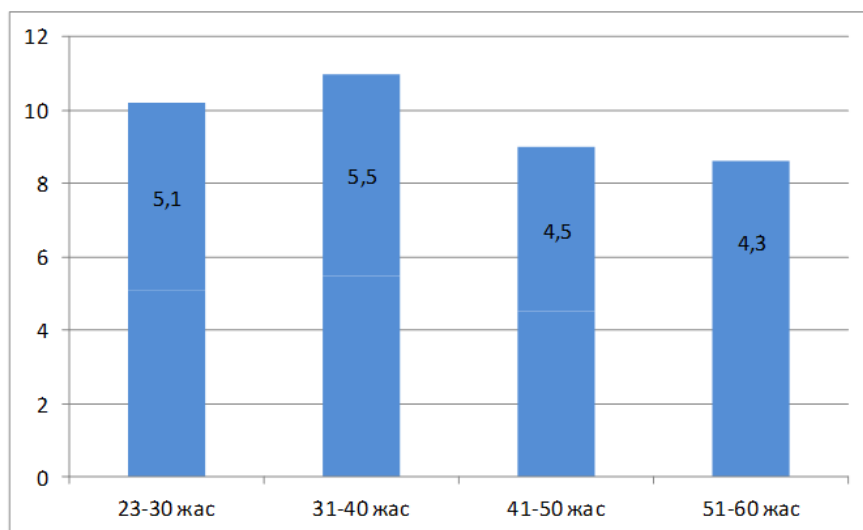
Кең көлемді ақпаратты есте сақтап, еске түсіру қабілеттерін денсаулықтың бір көрсеткіші ретінде қарастыруға болады. Алынған мәліметтер мұғалімдердің механикалық есі көрсеткіштерінің мәні жас ұлғайған сайын төмендейтінін және еңбек өтілдері 3 жылға дейін және 20 жылдан жоғары мұғалімдерде бұл ес көрсеткіші қалыптан төмен екендігі көрсетілді.

Мағыналық ес пен бейнелік ес көрсеткіштерінің орташа мәні барлық зерттелген топтарда қалыпты екендігі анықталды.



Сурет 1 – Мұғалімдердің аптасына екі рет 30 минут немесе одан көп дене жаттығуларымен айналысуы

Механикалық және мағыналық еске жұмсалған уақыт жас пен еңбек өтіліне байланысты ұлғаяды (Сурет 4,5)

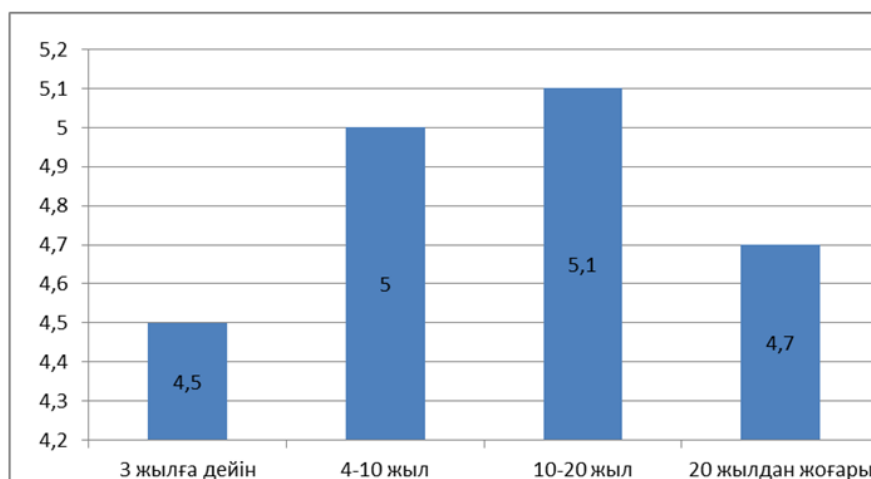


Сурет 2 – Механикалық ес деңгейінің жасқа байланысты өзгеруі (ұпай)

Функционалды ассиметрия ми қызметінің маңызды психофизиологиялық сипаттамасы болып табылады. Жасқа және еңбек өтіліне байланысты бөлінген барлық мұғалімдер тобында оңқайлар саны пайыздық қатынас жағынан жоғары екендігі анықталды.

Жас топтары арасында оң жақ жарты шарлылар саны жағынан айырмашылық байқалған жоқ (Кесте 3).

Кесте 3 - Мұғалімдердің функционалды ассиметриясы (%)



СУРЕТ 3 – Механикалық ес деңгейінің еңбек өтіліне байланысты өзгеруі (ұпай)

Жас шамасы, жас	N (саны)	Оңқайлар	Солақайлар	Амбидекстрлер
I топ 23-30 жас	n=26	87	9	4
II топ 31-40 жас	n=28	85	14	0
III топ 41-50 жас	n=17	88	8	3
IV топ 51-60 жас	n=10	85	10	5

Сонымен, лицей мұғалімдерінің денсаулық деңгейіне мониторинг жасау кезінде алынған нәтижелерге негізделе отырып мынадай қорытынды жасалды:

1. Мұғалімдердің шамамен 25%-ында денсаулық деңгейі жоғары болса, 38%-ында орташа, 37%-ында денсаулық деңгейі төмен деңгейде. Жас пен еңбек өтілі жоғарылаған сайын денсаулық деңгейі төмендейді.

Жүрек-тамыр жүйесінің функционалдық жағдайына және жалпы денсаулыққа сипаттама беруде артериялық қан қысымының деңгейі маңызды орын алады. Систолалық және диастолалық артерия қысымы 51-60 жас аралығы мен 20 жылдан астам еңбек өтілі бар мұғалімдерде қалыптан жоғары болды.

2. Психофизиологиялық көрсеткіштер бойынша:

- механикалық ес көрсеткіші жас ұлғайған сайын төмендейді, 3 жылға дейін және 20 жылдан жоғары еңбек өтілі бар мұғалімдерде қалыптан төмен, механикалық және мағыналық еске жұмсалған уақыт пен жас еңбек өтіліне байланысты жоғарылап отырады;
- жас ерекшелігіне байланысты мұғалімдерде зейіннің ауысуы орташадан жоғары деңгейден орташадан төмен деңгейге дейін ауытқиды. Ал еңбек өтіліне байланысты орташадан жоғары деңгейден орташа деңгейге дейін өзгереді;
- жасқа және еңбек өтіліне байланысты бөлінген барлық мұғалімдер топтарында оңқайлар саны пайыздық қатынас жағынан жоғары;
- Әрекет шкаласы бойынша, денсаулығына көңіл бөлетін және салауатты өмір салтын ұстанатын, айналасында дені сау орта қалыптастыратын, түрлі сауықтыру құралдарын насихаттайтын мұғалімдер 55,1% құрады. Мұғалімдердің әлеуметтік пассивтілігін көрсететін төмен ұпай 7,8% құрады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Isaksson P., Marklund B., Haraldsson K. Promoting mental health in Swedish preschool-teacher views. *Health Promot Int.* 2017. - №1. - 32(1). – P.:53-61. doi: 10.1093/heapro/dat084.
- 2 Brötting J., Druschke D., Spitzer S., Seibt R.. Health status of long-term sick leave and working female teachers in Germany: A cross-sectional study. *Int J Occup Med Environ Health.* 2018 - №31(2). – P.227-242. doi: 10.13075/ijomeh.1896.01115.
- 3 Persson L., Haraldsson K. Health promotion in Swedish schools: school managers' views. *Health Promot Int.* 2017 - №32(2) – P.231-240. doi: 10.1093/heapro/dat073.
- 4 Bennett A.E., Cunningham C., Johnston Molloy C. An evaluation of factors which can affect the implementation of a health promotion programme under the Schools for Health in Europe framework. *Eval Program Plann.* 2016 - №50 –P.4. doi: 10.1016/j.evalprogplan.2016.04.005.
- 5 Ingemarson M., Rubenson B., Bodin M., Guldbbrandsson K. Implementation of a school-wide prevention programme-teachers' and headmasters' perceptions of organizational capacity. *Eval Program Plann.* 2014 - №43 – P.48-54. doi: 10.1016/j.evalprogplan.2013.10.005.
- 6 Eichhorn C., Bodner L., Liebl S., Scholz U., Wozniak D., Müstl M., Ungerer-Rührich U., Nagel E., Loss J. [BEO'S - physical activity and healthy eating at schools in Oberfranken, Bavaria concept and first results of a resource-oriented, systemic approach in school-based health promotion]. *Gesundheitswesen.* 2012 - №74(2) – P.104-11. doi: 10.1055/s-0031-1275708.
- 7 Pearson M., Chilton R., Wyatt K., Abraham C., Ford T., Woods H.B., Anderson R.. Implementing health promotion programmes in schools: a realist systematic review of research and experience in the United Kingdom. *Implement Sci.* 2015 - №28(10) – P.149. doi: 10.1186/s13012-015-0338-6.
- 8 Sendall M.C., Lidstone J., Fleming M., Domocol M. Nurses and teachers: partnerships for green health promotion. *J Sch Health.* 2013 - №83(7) – P.508-13. doi: 10.1111/josh.12059.
- 9 Lidwall U. Effort-reward imbalance, overcommitment and their associations with all-cause and mental disorder long-term sick leave - A case-control study of the Swedish working population. *Int J Occup Med Environ Health.* 2016 - №29(6) – P.973-989. doi: 10.13075/ijomeh.1896.00712. Epub 2016 Oct 26.
- 10 Seibt R., Spitzer S., Druschke D., Scheuch K., Hinz A. Predictors of mental health in female teachers. *Int J Occup Med Environ Health.* 2013 - №26(6) – P.856-69. doi: 10.2478/s13382-013-0161-8. Epub 2014 Jan 25.
- 11 Scheuch K., Haufe E., Seibt R. Teachers Health. *Dtsch Arztebl Int.* 2015 - 112(20) – P.347-56. doi: 10.3238/arztebl.2015.0347.
- 12 Michael S.L., Brener N., Lee S.M., Clenmin M., Pate R.R.. Physical Education Policies in US Schools: Differences by School Characteristics. *J Sch Health.* 2019. doi: 10.1111/josh.12762.
- 13 Weber A., Weltle D., Lederer P. [Illness related early pensioning of high school teachers]. *Versicherungsmedizin.* 2002 - №54(2) – P.75-83.
- 14 Jungbauer J., Ehlen S. [Stress and Burnout Risk in Nursery School Teachers: Results from a Survey]. 2015 - №77(6). – P.418-23. doi: 10.1055/s-0034-1381995.
- 15 Silva A.A., Fischer F.M. Teachers' sick leave due to mental and behavioral disorders and return to work. *Work.* 2012 - №41 - P.5815-8. doi: 10.3233/WOR-2012-0961-5815.
- 16 D'Amato A., Zijlstra F. Toward a climate for work resumption: the nonmedical determinants of return to work. *J Occup Environ Med.* – 2010. - № 52 – P.67-80.
- 17 Smith M.E. Work phobia and sickness leave certificates. *Afr J Psychiatry.* 2009 - №12 – P.249-253.
- 18 Neves Rda F., Nunes Mde O., Magalhães L. Interactions among stakeholders involved in return to work after sick leave due to mental disorders: a meta-ethnography. *Cad Saude Publica.* 2015 - №31(11) – P.2275-90. doi: 10.1590/0102-311X00029215.
- 19 Tang J., Leka S., MacLennan S. The psychosocial work environment and mental health of teachers: a comparative study between the United Kingdom and Hong Kong. *Int Arch Occup Environ Health.* 2013 - №86 – P.657–666.
- 20 Айзман Р.И. Рабочая тетрадь для практических занятий по валеологии. Ч.1. Основы здорового образа. - Новосибирск: Сибирское соглашение. – 1999. – 224 с.
- 21 Леутин В.П., Николаева Е.И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. – СПб., Речь. – 2008. – 368 с.
- 22 Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. 2-е изд. Перераб. и доп. - М.: Медицина. – 1988. – 237 с.
- 23 Borrelli I, Benevene P, Fiorilli C, et al. Working conditions and mental health in teachers: a preliminary study. *Occup Med.* 2014 - №64 – P.530–532.
- 24 Klassen RM. Teacher stress: the mediating role of collective efficacy beliefs. *J Edu Res.* 2010 - №103 – P.342–350.
- 25 Вүцкелманн I, Zavgorodnij I, Iakymenko M, et al. Professional burnout syndrome among teachers of Ukraine and Germany. *Sci J Ministry Health Ukraine.* 2013 - №3 – P.163–172.

Г. Улекешова, А.С. Динмухамедова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, Нур-Султан, Казахстан

Морфофункциональные и психофизиологические показатели учителей

Аннотация: В статье рассмотрены морфофункциональные и психофизиологические показатели учителей. Показано, что 38% педагогов имеют среднее, 25% выше среднего и 37% ниже среднего уровень здоровья, при этом показатели здоровья с возрастом ухудшаются. Установлено, что учителя в возрасте 51 – 60 лет и трудовым стажем более 20 лет имеют высокое артериальное давление. По психофизиологическим показателям выявлено, что с возрастом и увеличением (стажа свыше трех лет) ухудшается механическая и логическая память, а также внимание со среднего уровня уменьшается до уровня ниже среднего. По функциональной асимметрии во всех исследуемых группах среди педагогов преобладали праворукие. 55,1% педагогов ведут и пропагандируют здоровый образ жизни. 7,8% учителей наблюдается пассивность.

Ключевые слова: здоровье учителей, психофизиологические особенности учителей, морфофункциональные показатели учителей

G. Ulekeshova, A.S. Dinmukhamedova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Morphofunctional and psycho-physiological indicators of teachers

Abstract: The article discusses the morphofunctional and psycho-physiological indicators of teachers. It is shown that 38% of teachers have an average, 25% above the average and 37% below the average level of health, while the health indicators deteriorate with age. It is established that teachers aged 51 - 60 years and work experience of more than 20 years have high blood pressure. According to psychophysiological indicators, it is revealed that with age and an increase in experience of over three years, mechanical and logical memory deteriorates, and attention from the average level decreases to below the average level. According to the functional asymmetry in all the groups studied, right-handers prevailed among the teachers. 55.1% of teachers lead and promote a healthy lifestyle. 7.8% of teachers have a low assessment of social passivity.

Keywords: teachers' health, psychophysiological characteristics of teachers, morphofunctional indicators of teachers

References

- 1 Isaksson P., Marklund B., Haraldsson K. Promoting mental health in Swedish preschool-teacher views. *Health Promot Int.*, 32(1), 53-61 (2017). doi: 10.1093/heapro/dat084.
- 2 Brütting J., Druschke D., Spitzer S., Seibt R.. Health status of long-term sick leave and working female teachers in Germany: A cross-sectional study. *Int J Occup Med Environ Health*, 31(2), 227-242 (2018). doi: 10.13075/ijomeh.1896.01115.
- 3 Persson L., Haraldsson K. Health promotion in Swedish schools: school managers' views. *Health Promot Int.*, 32(2), 231-240 (2017). doi: 10.1093/heapro/dat073.
- 4 Bennett A.E., Cunningham C., Johnston Molloy C. An evaluation of factors which can affect the implementation of a health promotion programme under the Schools for Health in Europe framework. *Eval Program Plann*, (50), 4 (2016) doi: 10.1016/j.evalprogplan.2016.04.005.
- 5 Ingemarson M., Rubenson B., Bodin M., Guldbrandsson K. Implementation of a school-wide prevention programme-teachers' and headmasters' perceptions of organizational capacity. *Eval Program Plann*, (43), 48-54 (2014). doi: 10.1016/j.evalprogplan.2013.10.005.
- 6 Eichhorn C., Bodner L., Liebl S., Scholz U., Wozniak D., Müstl M., Ungerer-Rührich U., Nagel E., Loss J. [BEO'S - physical activity and healthy eating at schools in Oberfranken, Bavaria concept and first results of a resource-oriented, systemic approach in school-based health promotion]. *Gesundheitswesen*, 74(2), 104-11 (2012). doi: 10.1055/s-0031-1275708.
- 7 Pearson M., Chilton R., Wyatt K., Abraham C., Ford T., Woods H.B., Anderson R.. Implementing health promotion programmes in schools: a realist systematic review of research and experience in the United Kingdom. *Implement Sci.*, 28(10), 149 (2015). doi: 10.1186/s13012-015-0338-6.
- 8 Sendall M.C., Lidstone J., Fleming M., Domocol M. Nurses and teachers: partnerships for green health promotion. *J Sch Health*, 83(7), 508-13 (2013). doi: 10.1111/josh.12059.
- 9 Lidwall U. Effort-reward imbalance, overcommitment and their associations with all-cause and mental disorder long-term sick leave - A case-control study of the Swedish working population. *Int J Occup Med Environ Health*, 29(6), 973-989 (2016). doi: 10.13075/ijomeh.1896.00712. Epub 2016 Oct 26.
- 10 Seibt R., Spitzer S., Druschke D., Scheuch K., Hinz A. Predictors of mental health in female teachers. *Int J Occup Med Environ Health*, 26(6), 856-69 (2013). doi: 10.2478/s13382-013-0161-8. Epub 2014 Jan 25.
- 11 Scheuch K., Haufe E., Seibt R. Teachers Health. *Dtsch Arztebl Int*, 112(20), 347-56 (2015). doi: 10.3238/arztebl.2015.0347.
- 12 Michael S.L., Brener N., Lee S.M., Clennin M., Pate R.R.. Physical Education Policies in US Schools: Differences by School Characteristics. *J Sch Health*. (2019). doi: 10.1111/josh.12762.
- 13 Weber A., Weltle D., Lederer P. [Illness related early pensioning of high school teachers]. *Versicherungsmedizin*, 54(2), 75-83 (2002).
- 14 Jungbauer J., Ehlen S. [Stress and Burnout Risk in Nursery School Teachers: Results from a Survey], 77(6), 418-23 (2015). doi: 10.1055/s-0034-1381995.

- 15 Silva A.A., Fischer F.M. Teachers' sick leave due to mental and behavioral disorders and return to work. *Work*, (41), 5815-8 (2012). doi: 10.3233/WOR-2012-0961-5815.
- 16 D'Amato A., Zijlstra F. Toward a climate for work resumption: the nonmedical determinants of return to work. *J Occup Environ Med.*, (52), 67-80 (2010).
- 17 Smith M.E. Work phobia and sickness leave certificates. *Afr J Psychiatry*, (12), 249-253 (2009).
- 18 Neves Rda F., Nunes Mde O., Magalhães L. Interactions among stakeholders involved in return to work after sick leave due to mental disorders: a meta-ethnography, 31(11), 2275-90 (2015). doi: 10.1590/0102-311X00029215.
- 19 Tang J., Leka S., MacLennan S. The psychosocial work environment and mental health of teachers: a comparative study between the United Kingdom and Hong Kong. *Int Arch Occup Environ Health*, (86), 657-666 (2013).
- 20 Aizman R.I. Rabochaya tetrad' dlya prakticheskikh zanyatij po valeologii. Ch.1. Osnovy zdorovogo obraza zhizni [Workbook for practical classes in valeology. Part 1 Basics of a healthy lifestyle] (Siberian agreement, Novosibirsk, 1999. 224p.). [in Russian].
- 21 Leutin V.P., Nikolaeva E.I. Funkcional'naya asimmetriya mozga: mify i dejstvitel'nost'. [Functional brain asymmetry: myths and reality] (Rech' Saint Petersburg, 2008, 368p.). [in Russian].
- 22 Bragina N.N., Dobrohotova T.A. Funkcional'nye asimmetrii cheloveka. 2-e izd. Pererab. i dop. [Functional Asymmetry of a Person] (Medicine, Moscow, 1988, 237p.). [in Russian].
- 23 Borrelli I, Benevene P, Fiorilli C, et al. Working conditions and mental health in teachers: a preliminary study. *Occup Med.*, (64), 530-532 (2014).
- 24 Klassen RM. Teacher stress: the mediating role of collective efficacy beliefs. *J Edu Res*, (103), 342-350 (2010).
- 25 Вццкелманн I, Zavgorodnij I, Iakymenko M, et al. Professional burnout syndrome among teachers of Ukraine and Germany. *Sci J Ministry Health Ukraine*, (3), 163-172 (2013).

Сведения об авторах:

Улекешова Г. – магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, ул. Сәтбаев 2, Қазақстан.

Динмухамедова А.С. - биология ғылымдарының кандидаты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, ул. Сәтбаев 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Ulekeshova G. – Undergraduate, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Dinmukhamedova A.S. - Biological Sciences , Associated Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Редакцияға 18.03.2019 қабылданды

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Биохимия, молекулалық биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюциялық биология, генетика, микробиология, биомедицина салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған 1 дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қаласы, Қ. Сәтбаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 349 кабинет) және *eurjournal@enu.kz* электрондық поштасына PDF, Тех форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақаланың мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқасымен бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады. Мақаланың тех форматтындағы үлгісі *bulbio.enu.kz* журнал сайтында берілген. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

FTAMPK <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аңдатпа (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана нөмірленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдебиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің нөмірленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізілді: мәтінде кездескен әдебиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі. Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттер де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдебиеттер тізімінің әзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі – ЕҰҰ қызметкерлері үшін 4500 тенге және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Клн 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Клн 859.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
BIOSCIENCE Series"**

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of Biochemistry, Molecular Biology, Biotechnology, Bioinformatics, Virology, Biophysics, Bioengineering, Physiology, Botany, Zoology, Evolutionary Biology, Genetics, Microbiology, Biomedicine.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 349) and by e-mail eurjourbio@enu.kz in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. Article template in tex-format you can find on the journal web-site bulbio.enu.kz. And you also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement /goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Keywords (6-8 words/ word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those *formulas* are numbered, to which the text has references.

All *abbreviations*, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on *the financial support* of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed. Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge).

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Биологические науки»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по следующим направлениям: биохимия, молекулярная биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюционная биология, генетика, микробиология, биомедицина.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 349) и по e-mail eurjourbio@enu.kz в формате Tex и PDF. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Шаблон статьи в формате tex приведен на сайте журнала bulbio.enu.kz. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо.

Язык публикаций: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, не должна повторять по содержанию название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждения, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нерцензируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статье отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию необходимо произвести оплату (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге).

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

IRSTI 27.25.19

G.S. Mukiyanova¹, A.Zh. Akbassova¹, J. Maria Pozo², R.T. Omarov¹

¹ *L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *Estacion Experimental del Zaidon (CSIC), Granada, Spain*

(E-mail: gmukiyanova@gmail.com, a.j.alua@gmail.com, mjpozo@eez.csic.es, romarov@gmail.com)

Tbsv encoded capsid protein p41 triggers resistance in solanum lycopersicum

Abstract: Efficient infection of *Nicotiana benthamiana* plants with wild type Tomato bushy stunt virus (TBSV) is influenced by expression of protein P19, which is a potent RNAi suppressor. The capsid protein (CP) P41 is required for virion formation and facilitates long distance movement of the virus. Along with RNAi suppression, P19 protein is involved in the development of severe disease symptoms in *N. benthamiana* and elicitation of Hypersensitive Response (HR) in tobacco. Our results show that wild type TBSV infection of *Solanum lycopersicum* (cv. Money maker) triggers resistance to the virus. Despite detectable accumulation levels of P19 protein in leaf and root tissues, the infection was not accompanied with obvious disease symptoms. Contrastingly, inoculation with TBSV mutant, lacking capsid protein P41 demonstrated susceptibility to TBSV. Moreover, Chl-FI analysis of plants infected with virus exhibited significant changes in metabolism. Our data suggests that in response to CP expression tomato plants have evolved defense mechanisms to resist viral infection.

Key words: Tomato bushy stunt virus, capsid protein, virions, resistance, *Solanum lycopersicum*.

TEXT OF THE ARTICLE

- **The main text** of the article should be divided into clearly defined and numbered sections (subsections). Subsections must be numbered 1.1, 1.2, etc. Required sections of the article:

1.Introduction should supply the rational of the investigation and its relation to other works in the same scope.

2. Materials and methods should be detailed to enable the experiments to be repeated. Do not include extensive details, unless they present a substantially new modification.

3. Results section may be organized into subheadings. In this section, describe only the results of the experiments. Reserve extensive interpretation for the Discussion section. Avoid combining Results and Discussion sections.

4. Discussion should provide an interpretation of the results in relation to previously published works.

5. Conclusion The main conclusions of the study can be presented in a short section "Conclusions".

6.Author contributions should indicate the individual contribution of authors to the manuscript.

7.Acknowledgments should be brief and should precede the References.

8.Funding the source of any financial support received for the work being published must be indicated.

Ethics approval Manuscripts reporting animals and/or human studies must that relevant Ethics Committee or Institutional Review Board include provided or waived approval.

Tables

Tables must be placed next to the relevant text in the article. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes above the table body.

ТАБЛИЦА 1 – Title of table

Prime	Nonprime numbers
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14

Figures

Figures must be saved individually and separate to text. All figures must be numbered in the order in which they appear in the article (e.g. figure 1, figure 2). In multi-part figures, each part should be labeled (e.g. figure 1(a), figure 1(b)). Figures must be of sufficiently high resolution (minimum 600 dpi). It is preferable to prepare figures in black-and-white or grey color scale. Figures should be clear, clean, not scanned (PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX).



Рисунок 1 – Title of figure

References

- 1 Alazem M., Lin N. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions // Mol Plant Pathol. - 2015. - V. 16, № 5. - P. 529-40. doi: ... (if available) - **Journal article**
- 2 Abimuldina ST, Sydykova GE, Orazbaeva LA Functioning and development of the infrastructure of sugar production // Innovation in the agricultural sector of Kazakhstan: Mater. Intern. Conf., Vienna, Austria, 2009. - Almaty, 2010. - P. 10-13 - **Proceedings of the conferences**
- 3 Kurmukov A.A. Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin. - Almaty: Bastau, 2007. - S. 3-5 - **newspaper articles**
- 4 Sokolovsky D.V. The theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Elektron.resurs]. - 2006. - URL: <http://bookchamber.kz/stst-2006.htm> (reference date: 12.03.2009) - **Internet sources**
- 5 Petushkova G.I. Costume Design: Textbook. for universities / G.I. Petushkova. - Moscow: Academy, 2004. - 416 p. - **the book**
- 6 Кусайнова А.А., Булгакова О.В., Берсимбаев Р.И. Роль miR125b в патогенезе рака легкого // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2017. -Т. 20. -№4. -С. 86-92. - **Journal article**

Г.С. Мукиянова¹, А.Ж. Акбасова¹, М.Х. Позо², Р.Т. Омаров¹

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Испаниялық ұлттық зерттеу институты, Гранада, Испания

Solanum lycopersicum өсімдігінде резистенттілік жауаптың tomato bushy stunt virus (tbsv) вирусының р41 капсидтік ақуызымен белсендірілуі

Аннотация. Tomato bushy stunt virus (TBSV) вирусымен кодталатын Р19 ақуызы РНҚ интерференцияның қуатты супрессоры болып табылады және Nicotiana benthamiana өсімдіктерінің вируспен жұқтырылуында маңызды рөл атқарады. Р19 ақуызының экспрессиясы вируспен зақымдануы айқын көрініс береді де, өсімдіктің толық коллапсына әкеліп соқтырады. Сонымен қатар супрессорлық Р19 ақуызы Nicotiana tabacum өсімдігінде гиперсезімталдық реакциясын белсендіруге жауапты. Вирустың Р41 капсидтік ақуызы вирион құрылымын қалыптастырып, өсімдік бойымен таралауын қамтамасыз етеді. Алынған зерттеу нәтижелері TBSV вирусының жабайы типінің инфекциясы Solanum lycopersicum (Money maker сұрыбы) қызанақ өсімдігінде вирусқа қарсы төзімділік жауабын тудыратынын анықтады. Өсімдіктің тамыр және жапырақ ұлпасында Р19 ақуызының жинақталуына қарамастан вируспен зақымдалудың сыртқы көрінісі нашар байқалды. Алайда, Chlorophyll Fluorescence Imaging system (Chl-FI) сараптамасы вируспен зақымдалған өсімдіктерде жасушаішілік

метаболизмінің өзгеруін анықтады. Ал вирустың капсидтік ақуызы экспрессияланбайтын мутантпен инфекция тудырғанда, қызанақ өсімдіктері жоғары сезімталдық көрсетіп, жүйелік некрозға ұшырады. Зерттеу нәтижелері қызанақтың Money maker сұрыбында TBSV вирусына қарсы қорғаныс механизмдері вирустық капсидтік ақуыз P41-ді тану арқылы белсендірілетінін көрсетеді.

Түйін сөздер: Tomato bushy stunt virus (TBSV), вирус, капсидтік ақуыз, вирион, Solanum lycopersicum, резистенттілік, РНК-интерференция.

Г.С. Мукиянова¹, А.Ж. Акбасова¹, М.Х. Позо², Р.Т. Омаров¹

¹ *Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева*

² *Испанский национальный исследовательский центр, Гранада, Испания*

Капсидный белок p41 вируса tomato bushy stunt virus (tbsv) активизирует резистентность у растений вида solanum lycopersicum

Аннотация. Кодированный вирусом Tomato bushy stunt virus (TBSV), белок P19 является мощным супрессором РНК интерференции и играет важную роль при инфекции растений *Nicotiana benthamiana*, которая характеризуется ярко выраженными симптомами заболевания и системным коллапсом. Кроме того, белок P19 является элиситором гиперчувствительного ответа у *Nicotiana tabacum*. Капсидный белок вируса P41 формирует вирионы и способствует развитию системной инфекции. Полученные нами данные показали, что при инфекции диким типом TBSV у растений вида *Solanum lycopersicum* (сорт Money maker) активизируется резистентный ответ. Несмотря на системную аккумуляцию белка супрессора P19 в листьях и корнях, у растений не проявляются видимые симптомы заболевания. Однако анализ Chlorophyll Fluorescence Imaging system (Chl-FI) показал, что в инфицированных вирусом растениях происходят значительные изменения метаболизма. Более того, инфекция растений мутантом TBSV по капсидному белку приводит к системному некрозу гибели растений. Полученные данные указывают на то, что у томатов выработаны защитные механизмы в ответ на экспрессию капсидного белка P41 вируса TBSV.

Ключевые слова: Tomato bushy stunt virus (TBSV), капсидный белок, вирион, Solanum lycopersicum, резистентность, РНК-интерференция.

References

- 1 Alazem M., Lin N. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions, *Mol Plant Pathol*, **16**(5), 529-40(2015). doi: ... (if available) - **Journal article**
- 2 Abimuldina ST, Sydykova GE, Orazbaeva LA Functioning and development of the infrastructure of sugar production, *Innovation in the agricultural sector of Kazakhstan: Mater. Intern. Conf., Vienna, Austria, 2009. Almaty, 2010. P. 10-13* - **Proceedings of the conferences**
- 3 Kurmukov A.A. Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin. Almaty. Newspaper "Bastau", 2007. P. 3-5 - **newspaper articles**
- 4 Sokolovsky D.V. The theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Elektron.resurs]. 2006. Available at: <http://bookchamber.kz/stst-2006.htm> (Accessed: 12.03.2009) - **Internet sources**
- 5 Petushkova G.I. Costume Design: Textbook. for universities (Academy, Moscow, 2004, 416 p.) - **the book**
- 6 Kusainova A., Bulgakova O., Bersimbaev R. Rol miR125b v patogeneze raka legkogo [Role of miR125b in the pathogenesis of lung cancer], *Prikladnyie informatsionnyie aspektyi mediciny [Applied information aspects of medicine]*, **20**(4), 86-92, (2017). [in Russian] - **Journal article**

Authors information:

Мукиянова Г.С.- PhD докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Акбасова А.Ж.- аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Позо М.Х.- ғылыми қызметкер, Испаниялық ұлттық зерттеу институты, Гранада, Испания.

Омаров Р.Т.- биотехнология және микробиология кафедрасының меңгерушісі, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Mukiyanova G.S.- PhD student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Akbassova A.Zh - Senior tutor, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Maria J. Pozo- Tenured scientist, Estacion Experimental del Zaidon (CSIC), Granada, Spain.

Omarov R.T.- Head of department, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Received 18.03.2019

Редакторы: Р.І. Берсімбаев, Р.Т. Омаров

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы.
- 2019. 2(127) - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 74-б.
Шартты б.т. - 12,86. Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Қазақстан Республикасы Нұр-Сұлтан қ.,
Сәтбаев 2, көшес 2.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды