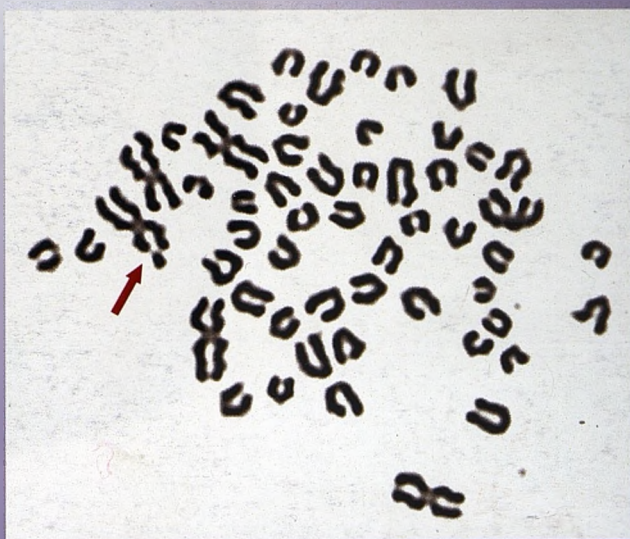




ЖАЛПЫ ГЕНЕТИКА ЖӘНЕ
ЦИТОЛОГИЯ ИНСТИТУТЫ

СҮТҚОРЕКТІ ЖАНУАРЛАРДЫҢ
СОМАТИКАЛЫҚ КЛЕТКАЛАРЫНДАҒЫ
ЦИТОГЕНЕТИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ
ДЕҢГЕЙІН ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА
ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ ТҰРҒЫДАН
СИПАТТАМА БЕРУГЕ ПАЙДАЛАНУ



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
ҒЫЛЫМ КОМИТЕТІ

«ЖАЛПЫ ГЕНЕТИКА ЖӘНЕ ЦИТОЛОГИЯ ИНСТИТУТЫ» РМК

Р. ЖАПБАСОВ,
Л.Б. ЖАНСҮГІРОВА,
А.М. ЖОМАРТОВ,
Қ.Ж. ДОСЫБАЕВ

СҮТҚОРЕКТІ ЖАНУАРЛАРДЫҢ
СОМАТИКАЛЫҚ КЛЕТКАЛАРЫНДАҒЫ
ЦИТОГЕНЕТИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ
ДЕҢГЕЙІН ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА
ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ ТҰРҒЫДАН
СИПАТТАМА БЕРУГЕ ПАЙДАЛАҢУ

Әдістемелік нұсқау

Алматы
2017

ӘОЖ 636 (075)
ББК 46.0Я73
С90

Пікір жазғандар:
б.з.д., Әмірбекова Н.Ж., б.з.к. Бекманов Б.О.

С90 Р. Жапбасов «Сүтқоректі жануарлардың соматикалық клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейін қоршаған ортаның экологиялық жағдайына генотоксикалық тұрғыдан сипаттама беруге пайдалану»: (Әдістемелік нұсқау) / Р. Жапбасов, Л.Б. Жансүгірова, А.М. Жомартов, Қ.Ж. Досыбаев – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 74 бет.

ISBN 978-601-80692-7-7

Бұл әдістемелік нұсқау, авторлардың көптеген жылдар бойы Қазақстанның әртүрлі табиғи климаттық және экологиялық аймақтарында өсірілетін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялардың әртүрлі экологиялық жағдайларға байланысты өзгеру деңгейін зерттеуден жинақталған статистикалық дәлелді ғылыми мәліметтер негізінде құрастырылды. Сонымен қатар, әдістемелік нұсқаудың цитогенетикалық ғылыми-тәжірибелік мәліметтері 0200/МБҚ14-ғылыми-техникалық жоба: «Каспийдің Қазақстанға тиесілі аймағында өмір сүретін тұрғындарға техногенді қауіптің ықпал ету әсерін бағалау» (ғылыми жетекшісі – Л.Б. Жансүгірова) және «Каспийдің Қазақстанға тиесілі мониторингті аймағында өсірілетін ауыл шаруашылық малдарында техногенді факторлармен индукцияланған хромосомалық аберрацияларға талдау жасау» (ғылыми жетекшісі – Р. Жапбасов) бағдарламасы бойынша құрастырылды. Әдістемелік нұсқау Жоғарғы оқу орындарының студенттері мен магистранттары, сонымен қатар, осы саланың ғылыми қызметкерлеріне қоршаған ортаның экологиялық жағдайларына сипаттама беруді үйрену құралы ретінде және Республиканың белгілі бір аймағына экологиялық жылдам сипаттама беруге пайдалану үшін ұсынылады.

Баспаға Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитеті РМК «Жалпы генетика және цитология институты» Ғылыми кеңесі № 12 хаттама 18 тамыз 2017 жылғы шешімімен ұсынылған.

**ӘОЖ 636 (075)
ББК 46.0Я73**

ISBN 978-601-80692-7-7

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	5
НЕГІЗГІ БӨЛІМ	9
Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутация мөлшерін қоршаған ортаға сипаттама беруге пайдаланудың маңыздылығы	9
1. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларынан хромосома препараттарын дайындау әдістері	17
1.1. Цитогенетикалық зерттеулер жүргізуге арналған жылжымалы зертхана ұйымдастыру.....	17
1.2. Хромосома препараттарын дайындау кезіндегі сақтық шаралары	19
1.3. Цитогенетикалық зерттеулер жүргізу үшін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарларды іріктеп алу.....	20
1.4. Хромосома препараттарын дайындау үшін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларын организмнен бөліп алу жолдары	22
1.4.1. Ауыл шаруашылығы малдарынан сүйек миының клеткаларын бөліп алып, хромосома препараттарын дайындау	23
1.4.2. Далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлар сүйек миы клеткаларын бөліп алып, хромосома препараттарын дайындау.....	25
1.4.3. Ауыл шаруашылығы малдарының организмнен бөлініп алынған клеткаларды қысқа уақыт аралығында, жасанды жағдайда өсірудің цитологиялық тәсілдері.....	26
1.4.4. Мал қанының лимфоциттерін жасанды жағдайда өсіріп, олардан хромосома препараттарын дайындау жолдары	28
1.5. Хромосома препараттарын дайындау тәсілдері	31
1.6. Хромосома препараттарын бояу және тұрақты препараттар дайындау жолдары	32
1.7. Қоршаған ортаның экологиялық жағдайына генетикалық сипаттама беру барысында клетканың микроядроларын зерттеу әдісін қолдану	35
2. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың хромосомаларына цитогенетикалық	

	талдау жүргізу әдістері	38
2.1.	Цитогенетикалық талдау жүргізу үшін метафазалық пластинкалар тандап алу	38
2.2.	Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың жеке хромосомасының морфологиясын зерттеу және олардың кариотиптерін құрастыру	38
2.2.1.	Қой хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі	39
2.2.2.	Ірі қара малы хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі	42
2.2.3.	Үлкен тышқан (<i>Allactaga major Kern</i>) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі	42
2.2.4.	Секіргіш тышқандар (<i>Allactaga saltator Eversman</i>) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі	44
2.2.5.	Қызыл ұртты сарышұнақтар (<i>Cytellus erythroprogenus Brand</i>) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі	45
2.3.	Анеуплоидты (гиподиплоидты және гипердиплоидты) хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың кездесу жиілігін анықтау.....	45
2.4.	Полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың кездесу жиілігін анықтау	47
2.5.	Хромосомаларында спонтандық абберрациялары бар клеткалардың кездесу жиілігін және хромосомалар абберрацияларының түрлерін анықтау	48
2.6.	Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейін анықтау	50
	ҚОРЫТЫНДЫ	57
	ҚОСЫМША	64
	ПАЙДАНАЛЫНҒАН НЕГІЗГІ ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	73

КІРІСПЕ

Қоршаған ортаның қалыпты жағдайы әртүрлі физикалық, химиялық және биологиялық факторлардың әсерінен өзгереді. Табиғи ортада болатын және антропогендік әсерлердің салдарынан пайда болатын көптеген физикалық факторлардың мутагендік әсерлері болатыны белгілі. Мысалы, ионданушы радиация (альфа, бета, гамма сәулелері), ультракүлгін сәулелену, ультрадыбыстық әсерлер, рентген сәулелері жануарлардың организміне жоғары деңгейде мутагендік әсер етеді. Сонымен қатар, Қазақстан аймағында орналасқан бұрынғы Семейдің сынақ полигонындағы және уран өндіретін, оны өңдейтін кәсіпорындардағы радиацияның сүтқоректілер организміне тигізетін әсерлері жан-жақты зерттелген, әлі де зерттеліп жатыр. Радиобиологиялық, радиациялық генетика ғылым салаларындағы әдебиеттерден сүтқоректілер клеткаларының хромосомларына радиацияның зиянды әсер тигізетіні және оның мөлшеріне байланысты соматикалық және генеративтік клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшері өзгертіндігі белгілі.

Қалыпты қоршаған орта жағдайы өзгеруінің сүтқоректілерге тигізетін залалды әсерлері тек қана радиация мөлшерінің жоғарылауымен шектелмейді. Кен өндіру шахталарындағы топырақтар, жер бетіндегі үйінділер және кен өндіру фабрикаларының жұмысы салдарынан пайда болған ауыр металдар, өндірістік заводтар мен фабрикалардың технологиялық жүйелер қалдықтарының, өсімдік шаруашылығында пайдаланылатын әртүрлі химиялық қосындылар мен пестицидтердің, мал шаруашылығында қолданылатын дәрі-дәрмектердің, күнделікті тұрмыста және тамақ өнеркәсібінде қолданылатын көптеген химиялық заттардың сүтқоректілер клеткаларындағы хромосомаларына тигізетін зиянды әсерінің деңгейін анықтап, жекелеген жағымсыз әсерлердің нақтылы зияндылығын анықтау биологияның өзекті мәселелерінің бірі.

Қазіргі уақытта белгілі болған химиялық құрылымдардан шамамен 7000 қосылымдардың мутагендік белсенділігі анықталған. Арнайы зерттеулердің нәтижесінде ауыл шаруашылығы өсімдіктерінің өнімділігін арттыратын, ауруларға қарсы қолданылатын дәнді-дақылдардың бір мезетте өсіп-жетілуін

тездететін әртүрлі химиялық қосындылардың да кейбіреулерінің мутагендік белсенділігі болатыны анықталған. Мысалы, зерттелген 400 пестицидтердің 262-сі, немесе 65% мутагендік әсер көрсететіні анықталған.

Ашық шахталардағы рудаларды өндіру кезіндегі технологиялық әрекеттер топырақтағы әртүрлі генетикалық тұрғыдан белсенді заттарды шандатып көтереді де, сол маңайдағы қоршаған ортада тіршілік ететін жануарларға мутагендік әсер ететіні белгілі.

Үлкен өндірістік кәсіпорындар орналасқан қалалар аймағындағы жерлерде және олардың ауасында ауыр металдардың мөлшері калыпты деңгейден бірнеше есе жоғары болуы мүмкін.

Транспорттық қозғалыстың дамуы, ауыл шаруашылығында қолданылатын улы химикаттарды мөлшерден тыс көптеп пайдалану да қоршаған ортаға зиянды әсерін тигізеді.

Ауыр металдар тұздарының қалдықтары және химиялық заттардың ерітінділері топыраққа түсіп, суға қосылады. Ал ластанған аймақтарда орналасқан жайлымдарда өсетін шөптер мен су көздері арқылы зиянды қосындылар мал организміне түседі. Ауыр металл тұздары мен кейбір химиялық заттар мал организмінде жинақталып, олардың кумулятивтік (қосындылық) әсері күшейетіні белгілі. Сонымен қоса, қоршаған ортаның жағымсыз әсерлері жануарлардың организміне тыныс алу жүйелері арқылы да енеді.

Қоршаған ортаның генетикалық тұрғыдан белсенді заттармен ластануы, осы уақытта тіршілік ететін жануарларға ғана емес, алдағы уақытта өсіп-өнетін организмдерге де зиянды әсерін келтіреді.

Ұзақ жылдар бойында Қазақстанның әртүрлі табиғи климаттық және экологиялық аймақтарында (Аламаты, Оңтүстік Қазақстан, Атырау, Қарағанды, Ақмола, Шығыс Қазақстан, Солтүстік Қазақстан облыстары) өсірілетін ауыл шаруашылығы малдарының (қой, сиыр) әртүрлі тұқымдарын цитогенетикалық зерттеу нәтижелері мен бұрынғы Семейдің сынақ полигоны, Степногорск тау-химиялық комбинаты аймағы мен Солтүстік Қазақстан облысындағы уран өндіретін кәсіпорындардың аймағында тіршілік ететін тышқантәріздес кеміргіштердің клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық

мутациялардың өзгергіштік деңгейлерін зерттегенде алынған нақтылы нәтижелер, сүтқоректілердің тіршілік ететін ортасының экологиялық жағдайын сипаттауға сенімді цитогенетикалық тест ретінде қолдануға болатынын дәлелдейді.

Сонымен қатар, Байқоңырдан зымырандар ұшырылғанда пайдаланылатын отын - гептилдің (1,1-диметилгидразин) әсерін тышқандарда зерттегенде алынған цитогенетикалық ғылыми мәліметтер мен Іле-Балқаш су жүйесі және Каспийдің мұнай өндірілетін аймақтарында өсірілетін ауыл шаруашылығы малдарының (қой, сиыр) клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшері сонымен қоса осы екі өңірдегі өзен-көлдер суларының малдар клеткаларына (лимфоциттерге) генотоксикалық әсерін анықтағандағы алынған ғылыми мағлұматтар, қоршаған ортаға экогенетикалық сипаттама беруге дәйекті цитогенетикалық көрсеткіш болатындығын тағы да айқындады.

Жоғарыда көрсетілген ғылыми деректерді негізге алып, табиғи-экологиялық сипаттамалары бір-біріне ұқсамайтын жерлерде өсірілетін әр түрлі сүтқоректілерді цитогенетикалық зерттеулер кезінде өзіміз алған және осы саладағы ғылыми әдебиеттерде жарияланған мағлұматтар жинақталып, әдістемелік нұсқау ретінде ұсынылып отыр.

Ұсынылып отырған әдістемелік нұсқауда физикалық, химиялық және биологиялық факторлардың сипаттамаларын, олардың жануарлар организміне мутагендік әсерлерінің механизмдерін қарастырмаймыз, себебі бұл мәселелер арнайы зерттеулер арқылы толығымен дәлелденген және ғылыми әдебиеттерде толық қамтылған.

Осы үш факторлардың мутагендік әсерлерін анықтау үшін микроорганизмдерді, саңырауқұлақтарды, өсімдіктерді, насекомдарды, сүтқоректілердің клеткаларын және организмдерін тест жүйе ретінде пайдаланады.

Қоршаған ортадағы әртүрлі факторлардың жануарларға тигізетін мутагендік белсенділігін Эймс тесті, тірі организм клеткаларындағы хромосомалық аберрациялардың жиілігін анықтау, туынды хроматидалардың алмасу мөлшері және микроядролық тестің көмегімен анықтайды. Сонымен қатар, осы салада белсенді зерттеулер жүгізудің нәтижесінде жаңа

әдістемелердің көмегімен жекелеген клетканың ДНҚ зерттеулермен толықтырылуда.

Біздің міндетіміз физикалық, химиялық және биологиялық факторлардың жануарлар хромосомаларына тигізетін әсерлерін жылдам және дәйекті түрде анықтауға болатын цитогенетикалық әдістерді қолданудың негізгі жолдарын көрсету.

Белгілі бір қоршаған ортада өсіп-өнетін жануарлар хромосомарының өзгеру деңгейін зерттеу арқылы, сол қоршаған ортаға экологиялық тұрғыдан сипаттама беруді цитогенетикалық мониторинг дейді.

Қазіргі уақытта қоршаған ортада техногендік өнімдер көбеюде. Олардың көпшілігінің мутагендік белсенділігі жоғары болғандықтан жануарлардың генетикалық құрылымына зиянды әсер етеді.

Осы жасанды мутагендік заттардан басқа да қоршаған ортаның өзіне тән мутагендік белсенділігі болатыны белгілі.

Жасанды және табиғи мутагендік әсерлердің мөлшерін зерттеп, олардың жануарлар организміне тигізетін генетикалық әсерін анықтау және олардың болашақта сол организмдерге тигізетін зиянды солдарын болжау үшін белгілі бір жүйелер керек. Бұл үшін қолданылатын физикалық және химиялық әдістердің нәтижесінде алынған мағлұматтар дәйекті және жеткілікті. Дегенмен, бұл әдістерді толығымен жүргізу қаржы жағынан қымбат және көп уақыт алады. Екінші жағынан алынған мутагендік нәтижелердің жануарларға қалайша, қандай деңгейде әсер ететіндігін нақтылы анықтау қажет. Сондықтан, генетикалық белсенді факторлардың әсерін жануарларда ғана анықтау керек.

Сонымен, цитогенетикалық мониторинг жүргізудің негізгі мақсаты- белгілі бір орта жағдайында өсіп-өнетін жануарлардың клеткаларындағы хромосомалардың сандық және сапалық өзгерістерінің деңгейін анықтап, сол арқылы қоршаған ортадағы генетикалық белсенді факторлардың әсеріне сипаттама беру болып саналады.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутация мөлшерін қоршаған ортаға сипаттама беруге пайдаланудың маңыздылығы

Организмнің өсіп-өнуіне, дамуына және онтогенездің жалпы ағымына қажетті генетикалық ақпаратпен қамтамасыз ететін, жануарлардың белгілері мен қасиеттерінің тұқым қуалаушылығы және олардың өзгергіштігіне генетикалық бақылау жасайтын құрылымдар – клеткалардағы хромосомалар болып табылады.

Сондықтан сүтқоректі жануарларды цитогенетикалық әдіс арқылы зерттеу немесе клеткадағы хромосомалардың жалпы санын анықтау, жеке хромосоманың құрылысын – морфологиясын сипаттау, олардың абсолютті және салыстырмалы ұзындықтарын өлшеу, хромосомалардың ұзын және қысқа иықтарының ара қатынастық мөлшерін центромералық индексін есептеу, ядрошық ұйымдастырушы аудандардың қандай хромосомада орналасқанын көрсету, гомологты хромосомалардың ұзына бойында эухроматиндік және гетерохроматиндік аудандардың қалыпты орналасуын айқындап, нақты белгілеу нәтижесінде, оларды генетикалық тұрғыдан сипаттауға қажетті ғылыми-практикалық мағлұматтар алынады.

Ғылыми әдебиеттерде қоршаған ортаның зиянды әсерлері мен жануарлардың хромосомаларында болатын өзгерістердің арасындағы корреляциялық байланыс көрсетілген. Сондықтан, белгілі бір табиғи экологиялық аймақта өсіп-өнетін сүтқоректі жануарлар мен мал тұқымдарының хромосома сандарының және құрылымдық өзгеру деңгейін зерттеу арқылы, сол аймақтың экологиялық факторларына генетикалық сипаттама беру биологияның маңызды мәселесі болып табылады.

Қазіргі уақытта өндіріс қалдықтарының қоршаған ортаға таралуының, егістік жерлерді химиялық тыңайтқыштар және пестицидтермен өңдеудің, медицина мен ветеринарияда дәрі-дәрмектерді шамадан тыс мөлшерде қолданудың салдарынан қоршаған ортада мутагендік және тератогендік заттар көптеп

жиналуда. Бұлардың адам мен жануарлардың тұқымдық қасиеттеріне зиянды әсер ететіні белгілі.

Сондықтан Қазақстанның әр түрлі табиғи экологиялық аймақтарында өсірілетін қой тұқымдары мен олардың популяцияларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутация мөлшерін зерттеу арқылы сол қоршаған ортада болатын мутагендік факторлардың деңгейіне сипаттама беруге болады. Себебі қоршаған ортадағы мутагеннің деңгейі сол аймақта мекендейтін сүтқоректілер хромосомаларының аберрация мөлшерімен генетикалық байланыста болады деп есептеледі.

Қоршаған ортаның жағымсыз факторлары әсерінен организм, біріншіден, уланады. Сонымен қатар бұл факторлардың кейбіреулерінің мутагендік, канцерогендік және тератогендік әсерлері де болады.

Қоршаған ортаның жағымсыз экологиялық әрекеттері организм онтогенезінің кез-келген сатысында байқалады да, олардың денсаулықтарының әлсіреуіне, иммундық жүйе қызметінің бұзылуына, қауіпті ісіктерге, өміршеңдігінің төмендеуіне, тумыстан болған әр түрлі аномалияларға және басқа да патологиялық өзгерістерге әкеліп соқтырады.

Мутагендер организмнің клеткаларына еніп, оларда гендік, хромосомалық, геномдық мутацияларды болдырады да, популяциядағы мутациялық процестің жылдамдығын арттырып, генетикалық ауырлықтың деңгейін жоғарылатады.

Мутациялар табиғи жағдайда, белгісіз себептерсіз және ешқандай әсерсіз де туындайды. Оларды кездейсоқ (спонтандық) мутациялар деп атайды.

Сүтқоректілерде мутациялық процестің пайда болуы мен оның ағымының өзіндік ерекшеліктері бар. Мысалы, радиация сәулесі клеткаға ДНК молекуласының синтезі басталғанша, интерфазаның G₂-кезеңінде әсер етсе, онда хромосомалық аберрациялар пайда болады. Ал, бұл фактордың клеткаларға G₂-кезеңінде әсер етуінен жеке хроматидаларда аберрациялар анықталады. Сонымен қатар, химиялық заттардың әсерінен тек хроматидалық аберрациялар болатыны белгілі.

Организмге әсер ететін мутагендік факторлардың ішінде радионуклидтерді, химиялық құрылымдарды, ультракүлгін сәулелерді, пестицидтерді және ауыр металдарды айырықша

атап өту керек. Әрине, мутагендер организмнің жеке немесе тек қана арнайы бір мүшесіне әсер етпейді. Сондықтан тұқымдық өзгерістердің динамикасына талдау жасағанда қоршаған ортаның организмге әсер ететін барлық факторларын жүйелі түрде зерттеу қажет.

Қоршаған ортаны экологиялық тұрғыдан бағалау үшін және организмге әсер еткен мутагендерді анықтау үшін клеткалардағы хромосомалардың тұрақсыздық деңгейінің көрсеткіштерін пайдаланады.

Цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейі популяциядағы дені сау малда бір қалыпты болады. Сондықтан, соматикалық клеткалардағы хромосомалардың тұрақсыздық феномені мен олардың динамикасы химиялық, физикалық және биологиялық факторлардың организм мен геномға әсер ететін салмақтың мөлшерін анықтайтын сенімді цитогенетикалық көрсеткіш.

Сонымен, табиғи және антропогендік кейбір химиялық заттар қоршаған ортада мутагендік әсер көрсетіп, жануарлардың хромосомаларына зиянды әсерін тигізеді. Мутагендер көбіне тумыстан болған кемістіктерді болдырмайды. Бірақ, олардың салдарынан сүтқоректілердің клеткаларында хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялар деңгейі көбейеді. Мысалы, хромның қосындылары адамның хромосомаларына мутагендік әсер етеді. Хром қосындысы бар өндірісте көп жылдар бойы жұмыс істейтін адамдардың клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мөлшері салыстырмалы топтағы адамдарға қарағанда жоғары болды.

Ветеринарияда малды емдеуге қолданылатын кейбір дәрілер мен химиялық препараттар да хромосомаларға мутагендік әсерін тигізеді. Мысалы, қойдың перифериялық қанының лейкоциттерін жасанды жағдайда өсіріп, оларға 2,4,5-үшхлорфеноксисірке (трихлорфеноксиуксус) қышқылымен әсер еткенде, ондағы хромосомалық аберрациялар мөлшері 41,8%-ға дейін, ал 1-жұп хромосомадағы хроматидалардың бір-бірінен ажырамауы 14,4%-ға дейін көбейген.

Сондықтан, қазіргі уақытта өндірісте, медицинада, ветеринарияда және тұрмыста қолданылатын дәрі-дәрмектер мен химиялық препараттардың мутагендік және тератогендік әсерлері толығымен зерттелуде. Осының негізінде қоршаған ортада кездесетін мутагендердің тізімі (каталогы) жасалды.

Қорытындылай айтқанда, организмде әр түрлі мутацияларды тудыратын, хромосомалардың тұрақсыздық мөлшерін жоғарылататын, иммундық және өсімталдық жүйелер мен басқа да мүшелерге зиянды әсер ететін факторлардың қоршаған ортада көбеюі, ауыл шаруашылығы малдары мен далада өсірілетін сүтқоректілердің популяцияларында цитогенетикалық монито-ринг жүргізудің қажеттігін айқын көрсетеді.

Әр түрлі экологиялық жағдайларда өсірілетін мал ұлпаларында мутагендік заттардың жиналу динамикасын зерттеу және белгілі бір қоршаған ортада өсірілетін ауыл шаруашылығы малдарының цитогенетикалық статусын сипаттау арқылы, антропогендік әрекеттердің мал тұқымына, олардың өнімділік және репродукциялық қасиеттеріне тигізетін әсерін анықтап, олардың әртүрлі популяцияларындағы генетикалық жүктің мөлшерін төмендетуге, мал тұқымдарының гендік қорын жақсарту жұмыстарын тиімді жүргізуге көмегін тигізеді.

Әр түрлі физикалық, биологиялық факторлар мен химиялық заттар мал организмне әсер еткен уақытта олардың клеткаларындағы хромосомаларда өзгерістер болады. Қоршаған ортаның мутагендік деңгейі және жеке дарабас пен популяциядағы хромосомалық мутациялардың жиілігі арасында өзара тығыз байланыс бар екендігін ескерсек, онда малдың генетикалық аппаратына түрлі экологиялық факторлардың әсерін зерттеуді кеңірек дамыту қажет.

Осындай нақты тұжырым жасауға, Қазақстанның әр түрлі табиғи экологиялық аймақтарында өсірілетін қой тұқымдарының цитогенетикалық көрсеткіштері нақты дәлел болады. Зерттелген қой тұқымдары клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшері әртүрлі деңгейде болатыны анықталды. Әрине, осындай өзгергіштіктің себебін осы аймақтарда өсетін малдар мен жануарлардың басқа түрлерін тексеріп, аймақтың экологиялық сипаттамасы туралы арнайы мағлұматтар жинау арқылы толық көрсетуге болады. Мысалы, осындай зерттеулер нәтижесінде Тәжікстанның оңтүстік-батыс аудандарында өнеркәсіптің әсерінен қоршаған ортаның химиялық заттармен ластанғаны анықталған. Осы аймақта өсетін жабайы сүтқоректілер клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар деңгейі басқа таза аудандардан зерттелген жануарлардың

көрсеткішінен статистикалық сенімді түрде жоғары болды. Сонымен қатар, бұрынғы Семей сынақ полигоны аймағында зерттелген малдың цитогенетикалық көрсеткіштері де бұған нақты дәлел болады.

Бұрынғы Семей сынақ полигоны аймағында өсірілетін малға генетикалық сипаттама бергенде мынадай мәліметтерді ескеру керек. Біріншіден, полигон аймағында ауыл шаруашылығы малы полигон жабылғаннан кейін 1991 жылдан бастап өсіріле бастады. Демек, қазіргі полигон аймағында өсірілетін мал тектері радиоэкологиялық таза жерлерден әкелінген. Екіншіден, ауада және жер бетінде жүргізілген сынақтық жарылыстардың ең жиі болған уақыты 1949 жылдан бастап 1963 жылға дейінгі кезең. Осы уақыт аралығында қоршаған ортаға, адам мен жануарлар организміне, олардың генетикалық жүйелеріне үлкен зиян келді деп есептеледі. Осы 1962 жылғы сынақтардан кейін өткен 55 жылдан астам уақытта қойлардың және ірі қара малдардың бірнеше ұрпақтары ауысты. Сондықтан мал ұрпақтарының осы уақыт аралығында ауысқанына байланысты қазіргі уақытта өсіп жатқан малдың цитогенетикалық көрсеткіштері полигоннан сырт аудандарда өсетін малдармен бірдей болуы мүмкін деген жорамал жасауға болады. Бірақ, арнайы зерттеулер нәтижесінде полигонда өсірілетін қойлардың, бұзаулардың және жылқылардың соматикалық клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейі басқа аймақтарда өсетін, радиациялық тұрғыдан таза малдан сенімді түрде бірнеше есе жоғары болды.

Қоршаған ортадағы соңғы уақыттарда болған техногендік экологиялық апаттардың табиғаттық экожүйеге тигізетін генетикалық салдарын жан-жақты зерттеу керек. Бұлардың қатарына Чернобыль атомдық электр станциясындағы жарылыста жатады.

Апаттың салдарынан радиоактивтік қалдықтармен ластанған жерлерде болған ауыл шаруашылығы малдарын жан-жақты зерттегенде, олардың организмінде қалыпты физиологиялық деңгейден ауытқушылықтар мен әр түрлі патологиялық әсерлер анықталды.

Радиацияның әсерінен мал өнімділігі төмендеп, оларда әр түрлі аурулардың пайда болуы жиіледі. Өлі туған және тумыстан болған аномалиялары бар бұзаулар саны көбейді.

Соның салдарынан 100 сиырдан алынатын бұзау саны апатқа дейінгі көрсеткіштен 11,5% азайды. Ал, өлі туған бұзаулар мен сиырлардың белгісіз себептерден іш тастауы тиісінше 2,9 есе және 12% көбейді. Радиацияның ірі қара мал организміне тигізетін генетикалық әсерін мынадай мысалмен көрсетуге болады. Апат болғаннан кейін екі жыл өткенде немесе 1988 жылы сиырларда эмбриондардың өлуі 2,3 есе, ал спонтандық аборттардың болуы 1,8 есе көбейіп, олардан алынатын бұзаулар саны апатқа дейінгі жылдармен салыстырғанда 55% азайды. Сонымен қатар, мал бұрын ешқашан да ауырмайтын жұқпалы аурулармен жиі ауырды.

Мал шаруашылығы өнімдерін ластап, адам организміне өте қауіпті әсер ететін радионуклидтердің қатарына цезий-137 (^{137}Cs) жатады. Ол организмде біркелкі тарап, жұмсақ ұлпалар мен мал жүнінде көбірек жиналады. Малдың ас қорыту жүйелері арқылы сүт пен етке өту заңдылықтарын зерттегенде шөппен бірге енген радионуклидтің 50-70%-ы қой мен сиыр организмінде қалып қоятыны анықталды. Егер цезий-137 шөппен бірге малдың қарынына үнемі түсетін болса, онда ол қарынның микрофлорасына зиянды әсерін тигізіп, мал азығының қалыпты деңгейде қорытылуын төмендетеді.

Сүт және еттің цезий-137 радионуклидпен ластануы апаттан кейінгі 2-3 жылда өте жоғары деңгейде болды. Егер малды радиациямен ластанбаған жем-шөппен азықтандырса, белгілі бір уақыт өткеннен кейін, ет пен сүтте цезий-137-нің мөлшері азаяды. Осыған байланысты, ауыл шаруашылығы малының организміне радионуклидтер негізінен ластанған жем-шөп арқылы енеді деген қорытынды жасалды.

Стронций-90 (^{90}Sr) радионуклиді мал организмінде көбінесе сүйектерінде жиналып, сүйек ұлпасының құрамына тұрақты қосылады да, сүйек миының клеткалары мен оның қан тамырларына зиянын тигізеді. Бұл радионуклид сүйектегі кальцийдің баламасы болғандықтан төлдің шу қабатынан еркін өтіп, оның сүйегіне жиналады да, сәуле ауруына ұшыратады. Жем-шөппен енген осы радионуклидтің жасы үлкен малдың ішектері арқылы тек қана 6-15%-ы, ал жас қозы мен бұзаудың ішектері арқылы 100%-ы организмде қалады.

Бұрынғы Семей сынақ полигонының жабылуына байланысты қазіргі уақытта оның аймағы қорғалмайды.

Сондықтан атомдық сынақ болған жерлердегі радионуклидтердің биологиялық тізбек - топырақ → өсімдіктер → малдар → мал өнімдері арқылы адам организмінде таралуын зерттеудің маңызды екені анық.

Арнайы зерттеулерде алынған нәтижелерге қарағанда, сүтпен бірге адамның ас қорыту жүйесі арқылы енген радионуклидтердің 41,0%-нан 76,6%-на, ал ет өнімдерімен енген радионуклидтердің 7,8%-нан 33,5%-на дейінгі мөлшері адам организмнен шықпай, қалып қояды.

Апат аймағына жататын жерлерде бағылатын мал клеткаларындағы спонтандық мутацияның немесе хромосомалық аберрация деңгейінің басқа малмен салыстырғанда сенімді түрде жоғары екені анықталды. Бірақ осы жерлерде өсірілетін ірі қараның үш тұқымын (сиырлар мен бұқалар және F_1 мен F_2) иммуногенетикалық әдісті қолданып, популяциялы-генетикалық тұрғыдан зерттегенде қан плазмасындағы белоктарда (трансферин, посттрансферин, амилаза және каппа-казеин) жаңа аллельдік нұсқалар анықталмады. Сондықтан, зерттелген мал тұқымдарында жаңа гендік мутация болмаған деген қорытынды жасалды. Дегенмен белгілі бір аллельдердің аталық-аналық малдан төлдерге (F_1) және F_1 тұқымнан F_2 тұқымына берілетін мүмкіндігі мен алынған нақты мағлұматтар арасында статистикалық сенімді ауытқушылық болды.

Бұрынғы Семей сынақ полигонында және полигонға шекаралас аймақтарда өсіріліп, бағылатын малды генетикалық, цитогенетикалық және иммуногенетикалық әдістерді қолданып зерттеу арқылы организмге төменгі дозадағы радиация ұзақ уақыт әсер еткенде болатын популяциялы-генетикалық маңызды мағлұматтар алуға болады. Мысалы, бұрынғы Семей сынақ полигонына шекаралас жерлерде бағылатын ірі қара малдың соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациясы мен анеуплоидия деңгейлері басқа малдың осындай көрсеткіштерімен салыстырғанда 2 есе жоғары болды. Семей облысының асыл тұқымды мал шаруашылығында өсірілетін 13 бұқаның 1140 метафазасын зерттегенде олардың $5,5 \pm 0,67\%$ (лимиттері 2%-дан 13%-ға дейін) клеткаларында хромосомалар аберрациясы анықталды.

Қоршаған ортаның жағымсыз экологиялық факторлары малдың басқа мүшелерінің функцияларына да зиянды әсерін

тигізеді. Мысалы, қоршаған орта ластанған жерде өсірілген бұқалардан алынған эякуляттың мөлшері мен ондағы сперматозоидтардың концентрациясы басқа жерде өсірілген бұқалардың ұқсас көрсеткіштерімен салыстырғанда тиісінше 8,1% және 9,6% төмендеген.

Қазақстанның әр түрлі аймақтарында өсірілетін қой тұқымдары мен популяцияларының цитогенетикалық өзгергіштік деңгейін зерттегенде, белгілі бір табиғи-экологиялық аймақта өсірілетін қой тұқымдарының цитогенетикалық көрсеткіштері басқа жерлердегі малдармен салыстырғанда жоғары болатыны анықталды. Демек, әр түрлі табиғи-экологиялық аймақтарда өсірілетін мал тұқымдарының және далада тіршілік ететін жануарлардың хромосомаларын зерттеу арқылы сол ортаға мутагендік сипаттама беруге болады. Себебі, қоршаған ортаның мутагендік деңгейі мен хромосомалық аберрациялар мөлшерінің арасында анық биологиялық арақатынастық болады.

1. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларынан хромосома препараттарын дайындау әдістері

1.1. Цитогенетикалық зерттеулер жүргізуге арналған жылжымалы зертхана ұйымдастыру

Малдардың хромосомаларын зерттегенде және белгілі-бір аймақта тіршілік ететін жануарларға цитогенетикалық скрининг жүргізгенде, шаруашылық жағдайында арнайы жылжымалы зертхана ұйымдастыру өте тиімді. Осындай ғылыми-тәжірибелік жұмыстар жүргізгенде, егер электр қуаты қолжетімді болса, зертхананы фермерлік шаруашылықтарда орналастыру керек.

Зертхана ұйымдастыру үшін екі бөлме қажет. Себебі, зертхана бөлмелері белгілі-бір санитарлы-гигиеналық талаптарға сай болуы тиіс.

Алдыңғы бөлмеде жануарлардан хромосома препараттарын дайындау үшін қажетті мүшелер, ұлпалар және материалдар алынады. Хромосома препараттарын дайындайтын екінші бөлмеде ауаны тазартып тұратын терезелік желдеткіш болу керек.

Дайындалған хромосома препараттары тұрақты зертханаларда жан-жақты зерттеледі. Сондықтан, жылжымалы зертханада препараттарды дайындауға керекті құрал-жабдықтар, шыны ыдыстар, реактивтер мен ертінділер болуы керек. Цитогенетикалық әдебиеттерде осындай зертхананың бірнеше түрінің жобасы көрсетілген.

Дұрыс жабдықталған жылжымалы зертхананы бір шаруашылықтан екіншісіне 2-3 сағатта апарып орналастырып, жануарлардан қажетті цитогенетикалық материалдар жинауға болады.

Зертханада малдың сүйек миымен кан клеткаларынан хромосома препараттарын дайындау үшін мынадай құрал-жабдықтар мен реактивтер керек.

Жұмысқа керекті құрал-жабдықтар:

1. Су құйылған термостат, 37°C - 1 дана;
2. Тоңазытқыш - 1;

3. Центрифуга ЦЛК-1 немесе басқасы, минутына 1000 айналым - 1;
4. МБИ-6 немесе басқа жарық микроскопы - 1;
5. Электрлік стерилизатор - 1;
6. Секундомер - 1;
7. Фотоаппарат - 1;
8. Электрлік пеш - 1;
9. Үстел шамы - 1.

Жұмысқа керекті шыны ыдыстар, бір жануарға шаққанда (орта есеппен):

1. Центрифугалық пробиркалар, тығынымен - 2 дана;
2. Қан алуға арналған пробирка, 10 мл - 1;
3. Үлкен инесі бар шприц, 20 мл - 1;
4. Химиялық пипетка, 5 мл - 2;
5. Петри табақшасы, 100 мл - 2;
6. Заттық шыны - 20.

Гипотоникалық және фиксаторлық ертінділер дайындау үшін керекті заттар:

1. Шыны сауыт, 25 мл - 1 дана;
2. Шыны сауыт, 100 мл - 1;
3. Кішкентай шыны стакандар, 50 мл - 4;
4. Шыны су құйғыш - 4;
5. Фиксатор ертіндісін құятын, тығыны жақсы жабылатын шыны ыдыс, 100 мл - 2;
6. Өлшегіш цилиндр, 10, 20, 50 мл - 3;
7. Медициналық, ветеринариялық шприцтер, 1, 5, 10 мл - 10;

Клеткалары бар ертіндіні араластырып, бір-бірінен ажыратып бөлу үшін ұшына резинадан жасалған кішкентай дөңгелек шар кигізілген 5 мл пипетка пайдаланылады.

Малдың төс сүйегінен немесе ортан жілігінен сүйек миын алу үшін арнайы дайындалған құрал, ұшы қисайтылған қайшы, пинцеттер, қауіпсіз ұстара, резинадан жасалған қолғап, спирт және йод тұнбасы қажет.

Хромосома препараттарын дайындау үшін керекті заттар: спирт шамы, заттық шыныларды салатын мойны кең шыны ыдыс, анатомиялық және ұшы дөңгеленген пинцеттер, дистилденген суды салқындататын 400 мл стакандар, қайшы, центрифугалық пробиркаларды салатын штативтер, шыныға жазатын қарындаш, дөңгелек фильтрлі қағаздар, дәке мен мақта,

препараттарды қос-қостап бекітетін мыстан жасалған жіңішке сым, препараттарды салатын планшетка және қорап қажет.

Хромосома препараттарын дайындау үшін керекті реактивтер шамамен 50 малға деп алынады:

1. 199 және Игла қоректік ортасы ертінділері - 500 мл;
2. Сірке қышқылы, 99% - 500 мл;
3. Этил спирті, ректификат, 100° немесе 96° - 3000 мл;
4. Медициналық эфир - 200 мл;
5. Дистилденген су - 5000 мл;
6. Дистилденген су, ампулада - 50 ампула;
7. Медициналық гепарин, 25000 МЕ - 15 мл (3 флакон);
8. Колхицин ($C_{22}H_{25}NO_6$) - 20 мг;
9. Натрий цитраты ($C_6H_5O_7Ca_3 \cdot 5H_2O$) - 5 г
10. Калий хлориды (KCl) - 2г 800 мг.

Сірке қышқылы, натрий цитраты және калий хлориды химиялық тұрғыдан өте таза болуы тиіс. Шаруашылықта препараттар дайындауды жеңілдету үшін негізгі зертханада колхицинді 10 мг, натрий цитратын 1 гр және калий хлориды 560 мг жеке-жеке өлшеп, пеницилиннен босаған таза шыны флакондарға салып, оларды тығынмен жабу керек. Жылжымалы зертханада дайын реактивтерді дистилденген суға ерітеді.

Сонымен қоса, алдын ала таза бокс-бөлмеде малдан қан алып, жасанды жағдайда клеткаларды өсіріп, олардан хромосома препараттарын дайындау үшін центрифугалық пробиркаларға тиісті мөлшерде гепарин ертіндісін құйып, тығынмен жауып, дайындайды. Шаруашылықта залалсыздандырылған шприцтермен малдың күре тамырынан қан алып, клеткаларды жасанды жағдайда өсіру үшін негізгі зертханаға жібереді.

1.2. Хромосома препараттарын дайындау кезіндегі сақтық шаралары

Жұмыста пайдаланылатын колхицин, сірке қышқылы, метилдік спирт және медициналық эфир адам организміне әсер ететін улы реактивтер болып саналады. Сондықтан олардан сақтану шараларын хромосома препараттарын дайындайтын адамның білуі тиіс.

Сірке қышқылы адам терісіне тамған жағдайда сол жерді тез арада сабынмен жуу керек. Оның буымен дем алмау үшін препараттарды ауа тазартқышы бар бөлмеде дайындайды.

Метилдік спирт өте улы реактивтер қатарына жатады. Онымен ауасы тазартылмайтын бөлмеде еш уақытта жұмыс жасауға болмайды. Жылжымалы зертхана жағдайында клеткаларды фиксация жасау үшін 96°-тық этилдік медициналық спиртті пайдалануға болады. Бірақ клеткаларды фиксация жасау уақытын ұзартуға тура келеді.

Хромосома препаратын дайындауға пайдаланылатын колхициннің мөлшері өте аз. Дегенмен, осы әлсіз ертіндінің өзі өте күшті метастатик - клетканың бөлінуін тоқтататын реактив болғандықтан онымен тек резина қолғап киіп қана жұмыс жасау керек.

Медициналық эфир буының зияндылығымен қатар, ол жылдам жанатын реактив.

Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардан цитогенетикалық препараттар дайындау кезінде, оларда көптеген инфекциялық, жұқпалы және гельминтоздық аурулар болатынын ескеріп, олардан сақтану шараларын қатал қадағалау шарт.

1.3. Цитогенетикалық зерттеулер жүргізу үшін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарларды іріктеп алу

Қоршаған ортаға генетикалық мониторинг жүргізгенде ең негізгі мәселе - ол генетикалық зертеулер жүргізетін тест - объектіні тандап алу болып табылады. Зерттеу жүргізілетін жануарлар бақылау және осыған ұқсас тәжірибе аймақтарында тіршілік ету керек. Олардың биологиялық және тіршілік ету сипаттамалары бірдей болу керек. Тек қана осы көрсеткіштер бірдей болса ғана, оларды зерттегенде алынған статистикалық цитогенетикалық мәліметтерді салыстырып, тәжірибе тобындағы сандық және сапалық цитогенетикалық өзгерістерді дәлірек анықтауға болады.

Хромосома препараттары дайындалатын ауыл шаруашылығы малына алдын ала ветеринариялық, клиникалық сипаттама беріп, оның нөмірлерін, тұқымын, тірідей салмағын,

жасын анықтап, олардың фенотипіндегі ерекшеліктерді көрсету керек.

Бұрынғы Семейдің сынақ полигоны мен Степногорск тау-кен химиялық комбинаты маңайында тіршілік ететін сүтқоректілердің ішінен жоғарыда айтылған талаптарға сәйкес үш түрлі тышқантәріздес кемірушілер алынды.

Үлкен тышқан - үлкен жер қояны (большой тушканчик, большой земляной заяц - *Allactaga major Kern*) тәжірибелік және бақылауға алынған жерлерде жиі кездесетін тышқан тәріздес кеміргіштер қатарына жатады. Олардың індері жер астына қарай қисық түрде қазылады да, ол індерде бірнеше үлкен бөліктер болады және осы бөліктердің өздерінің жер бетіне шығатын жеке індері бар. Олар негізінен өсімдіктермен қоректенеді, оның ішінде шөптердің түйіншектері, олардың жер астындағы тамырлары және де өсімдіктердің жер бетіндегі дәндері жатады.

Секіргіш тышқанның (земляной заяц, тушканчик прыгун - *Allactaga saltator Eversman*) үлкен тышқаннан айырмашылығы, олардың кішіректігінде және кейбір анатомиялық - морфологиялық сипаттамаларының ерекшеліктерінде (мысалы артқы аяқ пен құйрығының құрылымдары). Бұл тышқан тәріздес кеміргіштердің үлкен тышқаннан үшінші айырмашылығы - олар жоғарыда атап өтілген үлкен тышқандар қоректенетін өсімдіктердің әртүрлі бөлшектерінен басқа насекомдарды да пайдаланады. Ал, індердің құрылымы мен биологиялық сипаттамасы үлкен тышқандарымен бірдей.

Қызыл ұртты сарышұнақ (краснощёкий суслик - (*Cytellus erythrognus Brand*) жоғарыда сипатталған екі түрлі тышқан тәріздестерден бірнеше есе үлкен болады. Бірақ олардың тіршілік ететін жерлері ұқсас.

Тәжірибелік және бақылау топтарына жататын тышқан тәріздес кеміргіштердің салмағын өлшеу керек. Себебі, осы арқылы және фенотиптік белгілерінің көмегімен олардың жас шамасын анықтауға болады.

1.4. Хромосома препараттарын дайындау үшін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларын организмнен бөліп алу жолдары

Адамдардан хромосома препараттарын дайындауға қолданылатын негізгі әдістеме ауыл шаруашылығы малдары үшін арнайы бейімделіп, өзгертілді.

Осы әдістеме барлық ауыл шаруашылығы малдары үшін бірдей. Сондықтан қойлар Республиканың барлық аймақтарында өсірілетіндігін ескеріп, олардың хромосомаларын зерттеу әдістері толық көрсетіледі.

Бұл әдістемені қолдану арқылы, мал цитогенетикасының негізгі, басты сипаттарын немесе олардың хромосомаларының морфологиясын, хромосомалардың ұзындық параметрлерін, организмдегі гипердиплоидты, гиподиплоидты, полиплоидты клеткалардың деңгейін және хромосомалық аберрациялардың түрлері мен мөлшерін зерттейді.

Әдістеменің негізіне қан жасайтын (гемопэтикалық) ұлпаларда - сүйек миында болатын, өздігінен үнемі бөлінетін (пролиферация болатын) клеткаларды жасанды жағдайда өсіру алынды.

Сүтқоректілерде сүйек миының құрамы біркелкі болмайды. Сүйек миының шамамен 60% жетілген клеткалар болып саналады да, олардың қатарына миелоциттер, лимфоциттер, мегакариоциттер және эритроциттер жатады. Миелоциттер түйіршікті лейкоциттердің жетілмеген түрі. Лейкоциттер қанның түссіз клеткалары. Олар организмде қорғау қызметін атқарып, түйіршікті лейкоциттерге немесе гранулоциттерге (нейтрофильдер, эозинофильдер) және түйіршіксіз лейкоциттерге - агранулоциттерге (лимфоциттер, моноциттер) бөлінеді. Мегакариоциттер сүйек миының өте үлкен клеткалары және олар қан пластинкаларын жасаушы клеткалар болып саналады. Сүйек миындағы эритроциттер ядросыз клеткалар болғандықтан, олардың цитоплазмасында демалу пигменттері - гемоглобиндер болады.

Сүйек миының қалған 30-40% құрамында камбиальды, ретикулярлы және гемоцитобласт клеткалары болады.

Камбиальды клеткалар маманданбаған, бірақ бұлар митоздың айналымында болып, үнемі бөлініп отырады.

Ретикулярлы клеткалар - дәнекерлік ұлпаның макрофагтары. Ал, гемоцитобласталар қан жасаушы мүшелердің алғашқы қан клеткалары болғандықтан, олардан қан клеткаларының барлық түрлері дамиды.

Сүйек миының клеткаларын төс сүйектен, ортан жіліктің екі басынан, қабырғалар мен омыртқалардың ұштарынан алуға болады.

Ғылыми цитогенетикалық жұмыстарды жүргізгенде кейбір жеке мәселелерді анықтау үшін хромосома препараттарын ұзақ уақыт бойы өсетін терінің фибробласталарынан, еркектік жыныс безінің мейоз сатысындағы клеткаларынан, бауыр, көкбауыр мен лимфа түйінінің өсінділерінен, қанның лейкоциттерінен дайындауға болады.

1.4.1. Ауыл шаруашылығы малдарының сүйек миының клеткаларын бөліп алып, хромосома препараттарын дайындау

Бұл экспресс-әдістемені қолдану арқылы қойлардан ешқандай қымбат реактивтер пайдаланбай, арнайы бокс-бөлмесіз, шаруашылық жағдайында хромосома препараттарын дайындауға болады.

Қойлар мен 20 күндік қозылардан сүйек миының клеткалары олардың төс сүйегінен арнайы ине-құрал арқылы алынады. Ол үшін қойдың артқы екі және алдыңғы сол аяғы байланады. Сүйек миы тек қана төс сүйектің оң жақтағы жартысының екінші немесе үшінші бөліктеріне (сегменттеріне) пункция жасау арқылы алынады. Төс сүйек терісінің жүні қырқылып, тазаланып қырылады және спиртпен, йод ертіндісімен сүртіледі. Пункция жасалатын төс сүйекке ауыртпайтын дәрі жібергеннен кейін төстің екінші немесе үшінші бөліктерінің ортасынан ине-құралмен теріні және оның астындағы май қабаттарын тесіп, иенің ұшымен төс сүйектің үстіңгі қатты қабатына дейін жетеді. Содан кейін иені итеріп төс сүйегінің тең ортасына дейін кіргізеді де, иенің мандренасымен 2-3 айналым жасайды. Сонда ине ұшының маңайында мандрена жасаған кішкентай кеңістік пайда болып,

сол жерге қанмен бірге сүйек миы клеткалары да жиналады. Инеден мандренаны шығарып алғаннан кейін инеге 20 мл шприц жалғап, жиналған қан мен сүйек миы клеткаларын шамамен 1-1,5 мл мөлшерінде сорып алу керек. Егер сүйек миы бірден дұрыс сорылмаса, онда шприцті шығарады да, осы әрекеттерді қайталайды. Ең соңында шприцпен бірге инені суырып алып, пункция жасалған жерге йод ертіндісі жағылады.

Ортан жіліктің асықты жілікпен қосылатын басына пункция жасап, сүйек миын алуға болады. Ол үшін ортан жіліктің домалақ басына ине-құралды жоғарыда айтылғандай кіргізіп, 1мл сүйек миын алады.

Осы әдісті қолдану арқылы бірнеше жүз мал зерттелді. Төс сүйек пен ортан жіліктен сүйек миы клеткаларын алу үшін жасалған пункция дұрыс жүргізілсе, оның мал организмiне ешқандай зияны болмайды.

Сүйек миы клеткаларын ауыл шаруашылығы малдарын сойғанда да алуға болады. Ол үшін төс сүйек пен жіліктердің бастарын, қабырғалар мен омыртқалардың ұштарын пайдаланады. Сүйек миы бар сүйектерді 1x1 см көлемінде кесіп, арнайы қысқыштың көмегімен сүйек миын қысып шығарып, оның клеткаларын жасанды жағдайда өсіруге арналған жылы (38°C) ертіндімен Петри табакшасының ішіне жуып алады.

Жаңа туған жас қозылардың цитогенетикалық көрсеткіштерінде анықтау керек болады. Әрбір қозы қанының лейкоциттерін жасанды жағдайда өсіріп, олардың хромосомаларын зерттеу көп қаржы қажет етеді, сондықтан ол тиімсіз. Сонымен қоса жаңа туған қозылардың төс сүйектері мен ортан жілігіне пункция жасауға болмайды. Биязы жүнді қой тұқымдарында 12-ден 17-ге дейін кішкентай құйыршық омыртқалар болады. Қозыларды сұрыптау кезінде осы омыртқалардың біразы кесіледі. Қозының кесіліп алынған омыртқаларының сүйек миының клеткаларынан хромосома препараттарын дайындауға болады. 20 тәуліктік қозылардың төс сүйектеріне пункция жасап, сүйек миы клеткаларын алады.

1.4.2. Далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлар сүйек миының клеткаларын бөліп алып, хромосома препараттарын дайындау

Тышқан тәріздес жануарлардан хромосома препараттарын дайындау үшін олардың қан тамырына немесе іштің көк еті мен қарынының арасына колхицин ертіндісі жіберіледі. Колхицин мөлшері тышқанның 1г салмағына 0,1 мкг құрғақ ұнтақ есебімен алынады. Колхициннің әсерінен сүйек миындағы бөлініп жатқан клеткалардың бөліну процестері тоқтайды да, хромосомалық препараттарда К-митоз (колхициндік митоз) сатысындағы клеткалардың саны көбейеді.

Колхицин бөлініп жатқан клетка ұршықтарының кішкентай түтікшелерінің қысқаруына әсер ететіндіктен, хромосомалар клетканың полюстеріне тартылмай, экватор аймағында орналасады. Сонымен қатар, хромосомаларға колхицин әсер еткенде ол шиыршықталып, қысқарады да, микроскоп көмегімен анық көрінеді.

Колхицин ертіндісі тышқандарға 3-4 сағат әсер еткеннен кейін оны сойып, екі ортан жілігін кесіп алып, еттен тазартады. Жіліктердің бір басынан ішінде жылы (38°C) гипотоникалық ертіндісі бар шприцтің инесін енгізіп, жілік ішіндегі сүйек миын Петри табақшасына жуып, жинайды. Бұл жұмысты жылдам (7-10 минутта) жүргізу керек. Себебі, организмнен бөлініп алынған мүше мен ұлпаларда 10-15 минут өткеннен кейін сүйектегі қан мен сүйек миы ұйып қалады да, жақсы хромосома препараттары алынбайды.

Гипотоникалық ертіндідегі клеткалардың тұнбасын центрифугалық пробиркаларға 5 мл құяды да, термостатта гипотонизация жүргізеді.

Алынған ертіндідегі клеткалардың тұнбасында К-митозды метафазалар болғандықтан клеткаларды бірден фиксация жасайды.

Бұл әдістемені хромосома препараттарын дайындауға қолданғанда қымбат реактивтер (199-қоректік орта ертіндісі, гепарин, фитогемаглютинин және т.б.) пайдаланылмайды және хромосома препараттары тышқандардан 4-5 сағат уақыт ішінде тез дайындалады.

1.4.3. Ауыл шаруашылығы малдарының организмiнен бөлініп алынған клеткаларды қысқа уақыт аралығында жасанды жағдайда өсірудің цитологиялық тәсілдері

Төс сүйектен немесе орган жіліктің бастарынан алынған сүйек миының клеткалары қысқа уақыт аралығында өсірілуі үшін қолданылатын арнайы ертіндінің құрамы мынандай:

1. 199 - қоректік орта ертіндісі - центрифугалық бір пробиркаға 5 мл құйылады;

2. Гепарин - 1 мл негізгі ертіндіге 5 мл 199 - қоректік орта ертіндісі қосылады да, осы ертіндіден әрбір пробиркаға 0,5 мл құйылады;

3. Колхицин - ертіндідегі ең соңғы концентрациясы 2 мкг/мл мөлшерімен есептеледі.

Колхицин ертіндісі өлшеулі 10 мг ұнтақты 25 мл шыны сауытқа дистилденген сумен еріту арқылы дайындалады. Одан 1 мл ертінді алып, оған тағы да 9 мл дистилденген су қосылады. Пайдаланылатын колхициннің нақты мөлшері осы соңғы ертіндіден есептеліп алынады.

Осындай жасанды, арнайы ортадағы клеткалар тұнбасы жылы термостатта (38°C) ең кемі 1 сағат 20 минут уақытта өсіріледі. Одан кейін клеткалары бар ертінді центрифугаға салынып, минутына 1000 айналым жылдамдықпен 10 минут айналдырылады. Тұнбаның үстіндегі ертінді ақырын төгіледі де, пробиркадағы тұнбаға 5 мл гипотоникалық ертінді құйылады. Жұмысқа қажетті 0,56% калий хлориды ертіндісі дайын 560 мг ұнтақты, ал 1% натрий цитраты 1г ұнтақғы жеке-жеке шыны сауытта 100 мл дистилденген сумен еріту арқылы дайындалады. Дайын ертінділерді тоназытқышта (4°C) бірнеше күн сақтауға және пайдалануға болады.

Клеткаларды гипотонизациялау термостатта (38°C) 10-15 минут жүргізіледі. Натрий цитратын пайдаланғанда клеткаларға гипотонизация жасау бөлме температурасында термостатсыз да жүргізіледі. Клеткаға гипотоникалық ертінді әсер еткенде сол клетканың ядролық қабықшасы жарылады да, хромосомалар бір-бірінен ажырап, клетканың цитоплазмасында бір деңгейде орналасады.

Гипотоникалық ертінділердің клеткаларға әсерін күшейтеу үшін клетка тұнбаларын гипотонизация уақыты біткеннен кейін 5 минут тоңазытқыштың ең суық жеріне - мұздатқышқа қояды.

Одан кейін клеткалар тұнбасын тағы да центрифугаға салып айналдырады (10 минут, минутына 1000 айналым). Тұнбаның үстіндегі ертіндіні ақырындап төгіп, тұнбаның үстіне пробирка қабырғасымен тоңазытқыштан алынған салқын фиксаторды әрбір пробиркаға 5 мл - ден құяды.

Клеткалардан жақсы препараттар алу үшін олардың тұнбасын екі рет фиксатормен өңдеп, пробиркаларды тоңазытқышта ұстау керек. Бірінші фиксация уақыты 20 минут, ал екіншісі - 30 минут. Екінші рет клеткалар тұнбасын фиксатормен өндегенде қосылатын фиксатор мөлшері тұнбаның көлеміне байланысты болады. Препарат дайындалатын фиксатор ертіндісіндегі клеткалар концентрациясы орташа деңгейде болу керек. Мұндай ертіндінің түрі сүтті суға жартылай араластырғандай ақшыл болып келеді.

Фиксатор ертіндісі алдын ала салқындатылған сірке қышқылы мен 96° спирттен 1:3 мөлшерде керекті уақытта дайындалады. Сірке қышқылын тоңазытқышта 16°С төмен салқындатқанда, оның мұз болып қатып қалатынын ескеру керек.

Осындай цитологиялық әсерлермен өңделген метафазалық клетка фиксатор ертіндісімен бірге заттық шыны үстіне түскенде, ондағы хромосомалар шыны бетінде біркелкі орналасып, оларды микроскоп көмегімен зерттеу жеңілдейді.

Хромосома препараттарын дайындаудағы айырықша атап өтетін ерекшелік - тірі қойлар мен қозыларға колхицин ертіндісін қан тамырға немесе көк ет пен қарын арасына жібергеннен кейін алынған клеткаларды цитологиялық тәсілдермен өңдеу жолдары. Бұларда К-митоздар мал организмнің сүйек миында көп жиналатын болғандықтан, олардан алынған сүйек миы клеткаларына бірден гипотонизация жасалады да, содан кейінгі цитологиялық тәсілдер жоғарыда көрсетілген әдіспен бірдей болады. Колхицин улы реактивтер қатарына жататындықтан, колхицин жіберілген мал етін пайдалануға болмайтынын ескеру керек.

1.4.4. Мал қанының лимфоциттерін жасанды жағдайда өсіріп, олардан хромосома препараттарын дайындау жолдары

Арнайы ғылыми зерттеулер жүргізу үшін тұрақты зертханада хромосома препараттарын мал қанының лейкоциттерін жасанды жағдайда, 199-коректік орта немесе Игла-коректік ортасы ертіндісін және фитогемаглютининді пайдаланып өсіреді де, сол клеткалардың қосындысы бар ертіндіден дайындайды. Бұл әдіс адам мен жануарлардың хромосомаларын зерттеуде бұрыннан қолданылады, әрбір мал түріне ыңғайлап, өзгертілген.

Бұл әдістеменің негізгі екі түрі бар. Бірінші әдіс бойынша (макроәдіс) қан сарысуы (плазмасы) бөліп алынады, ал екінші әдіс бойынша (микроәдіс) қанның аз ғана мөлшері жасанды жағдайда өсіріледі.

Таза, залалсыздандырылған пробиркаға 0,5 мл гепарин ертіндісі құйылады. Гепариннің 1 мл негізгі мөлшеріне 4 мл физиологиялық ертінді немесе 199-коректік орта ерітіндісі қосылып араластырылады. Пробирканың ауызы пенициллин сауытының жалпақ резина тығынымен жабылады да, айналдырылып желімдік матамен (лейкопластырмен) оралады. Қанды алатын күре тамырдың жан-жағы тазаланып, спиртпен сүртіліп, 20 мл таза, залалсыздандырылған шприцпен 10 мл қан алынады. Пробирканың тығынын шприцтің инесімен тесіп, қанды пробирканың қабырғасымен құяды да, пробирканы шайқап, қан мен гепаринді араластырады. Пробиркаларды 2-3 сағат тоңазытқышқа (3-4°C) қою керек. Осы уақытта қан ұйығының үстінде лейкоциттері бар 2-2,5 мл сарғыш түсті қан сарысуы жиналады. Қанның эритроциттері тұнбаға жылдам түспесе, қанды центрифугаға салып, минутына 300 айналым жылдамдықпен 20 минут айналдырып, қан сарысуын тез бөлуге болады.

Қан клеткалары залалсыздандырылған арнайы бөлмеде (бокста) жасанды жағдайда өсіріледі. Ол үшін залалсыздандырылған пробиркаға 4 мл 199-коректік орта ертіндісі (L-глутамині бар) құйылады да, оған 2 мл бөлінген қан сарысуы (шамамен 0,1 мл қанның өзін де алуға болады) және 0,2 мл фитогемаглютинин (ФГА, "М" түрі) қосылады. Клеткаларды коректендіргіш ертінді ретінде сиырдың немесе оның эмбрионының қан сарысуының орнына көбінесе сол

хромосомасы зерттелетін малдың қан сарысуы (аутологиялық плазмасы) қолданылады. Ол үшін қанды тағы да минутына 1000-3000 айналым жылдамдықпен центрифугада айналдырады да, оның жоғарғы қабатындағы сарысуынан 2 мл мөлшерінде пробиркаға қосады. Егер осы күрделі ертінді микроорганизмдермен ластанған деген күдік туса, онда оның 1 мл ертінді мөлшеріне 100 бірлік пенициллин мен 50 бірлік стрептомицин қосылады.

Сонымен, алынған ертінділер қоспасының жалпы мөлшері 8,0- 8,5 мл болады. Осы ертіндіні 2,5-3 мл бөліп, пенициллин сауыттарына құяды да, тығынмен жабады. Қан клеткаларын жасанды жағдайда өсіру үшін осы ертіндіні термостатқа (37°C) қояды. Күніне таңертең және кешке бұл ертінділерді ақырын шайқау керек. Клеткаларды өсіру басталғаннан кейін 68-72 сағат уақыт өткен соң, әрбір сауыттағы ертіндінің 1 мл мөлшеріне шамамен 0,5-1 мкг колхицин қосады. 2 сағаттан кейін екі пенициллин сауытының ертінділерін қосып, центрифугалық пробиркаға құяды да, центрифугада 10 мин (мин. 1000 айналым) айналдырады.

Клеткалары бар ертіндіні бұдан кейінгі цитологиялық өңдеу жолдары сүйек миы клеткаларын өңдеумен бірдей.

Ал, екінші әдіспен қанның аз мөлшерін пайдаланып хромосома препаратын дайындау үшін залалсыздандырылған пробиркаға 4 мл 199-коректік орта ертіндісі мен 1 мл аутологиялық сарысу және 0,2 мл ФГА ("М") құяды да, оған 0,5 мл қанның өзін қосып, жоғарыда көрсетілгендей әдістермен қан клеткалары жасанды жағдайда өсіріліп, олардан хромосома препараттары жасалады. Осы әдісті қолданғанда, клетка қосылған ертіндіні бірнеше рет фиксация жасауға тура келеді.

Қан лейкоциттерін жасанды жағдайда арнайы коректік сұйықтар қолданып өсірудің өзіндік бірнеше ерекшеліктері бар:

1. Бұл әдісте қолданылатын барлық шыны ыдыстар залалсыздандырылған болуы керек. Ол үшін шыны ыдыстар айырықша жуылады және автоклавқа салынып залалсыздандырылады.

2. Қолданылатын реактивтер мен коректік орталар өте таза, әрі залалсыздандырылған болуы тиіс. Сиырдың не оның ұрығының қан сарысуы мен малдың өзінің аутологиялық сарысуы да залалсыздандырылу керек. Фитогемаглютинин ("М", "Р", түрлері) негізінен бұршақ тұқымдас өсімдіктердің дәнінен алынады және олардың түрлері көп. Фитогемаглютининді қанға

қосқанда қанда қалыпты жағдайда бөлінбейтін кіші лимфоциттерде пролиферация процестері барлық клеткаларда бірдей болып, клеткалар митоз арқылы бөліне бастайды.

Қазіргі уақытта қан клеткаларын жасанды жағдайда өсіруге тағайындалған арнайы пробиркалар болғандықтан, бұл жұмыстарды жылдам және сапалы жүргізуге болады.

Қан клеткаларын жасанды жағдайда өсіріп, олардан хромосома препараттарын дайындаудың жетістіктерімен қатар, бұл әдісті мал шаруашылығы жағдайында кеңінен қолдануға кедергі болатын кемшіліктері де бар. Біріншіден, осы әдісте қолданылатын арнайы реактивтер мен қоректік орта ергінділердің қымбаттығы болса, екіншіден, бұл жұмыстарды шаруашылық жағдайында жүргізу үшін арнайы жабдықталған, залалсыз-дандырылған бокс қажеттігі. Сонымен қатар, бұл әдісті пайдаланғанда зерттелген малдың цитогенетикалық сипаттама-лары бірнеше күннен кейін алынады және хромосома препараттарын бір мезгілде тек бірнеше малдан ғана дайындауға болады.

Шаруашылық жағдайында қан клеткаларын организмнен бөлек өсіріп, хромосома препараттарын дайындау үшін арнайы жасалған үстел үстіне қоятын боксты пайдалануға болады. Бокстың ыңғайлы мөлшері 100см x 60см x 60см. Оның ішіне бактерициттік шам қойылады. Бокстың алдыңғы жағындағы қол сиятын екі тесігіне шынтакқа дейін жететін резинадан жасалған қолғаптар кигізіледі. Барлық керекті құралдар мен шыны ыдыстар негізгі зертханада залалсыздандырылған арнайы қағаздарға оралады. Жұмысқа қажетті реактивтер де керекті мөлшерде жеке шыны сауыттарға алдын ала бөлініп құйылады. Шаруашылық жағдайында бокстың ішіне қажетті шыны ыдыстар, реактивтер салынады да, екі тесік резиналық қолғаппен жабылып, сосын бокс залалсыздандырылады. Малдан қан алып, центрифугаға салып, әдістеме бойынша айналдырады. Қан мен қан сарысуы бар центрифугалық пробирканы спиртпен сүртіп, залалсыздандырылғаннан кейін бокстың ішіне салады. Осыдан кейінгі жұмыс сатылары жоғарыда көрсетілгендей жүргізіледі.

1.5. Хромосома препараттарын дайындау тәсілдері

Заттық шынылар негізгі зертханада таза жуылып, қоюланған күкірт қышқылы мен калий бихроматы ($K_2Cr_2O_7$) қосылып жасалған (тиісінше 100 мл және 40 г) арнайы ертіндіге (хромпикке) салынады. Содан кейін әуелі таза сумен, кейін бірнеше рет дистилденген сумен шайылады да, тік тұрғызылған күйде кептіргіш шкафқа салынып, кептіріледі. Хромосома препараттарын дайындауға керекті барлық шыны ыдыстар хромпик ертіндісінде жуылады.

Дайын препараттық шыны 50 данадан жинастырылып, жылтыр қағазға (тек калька) оралады да, жұқа целлофан қапшықшаларына салынады.

Заттық шынысының бір жақ ұшының үстін айналатын қайрақпен алдын ала өндеп, қарындашпен хромосома препаратының нөмірлерін жазуға дайындау керек. Қазіргі уақытта осындай дайын препарат шынылары бар және бұл шынылар өте жұқа. Сондықтан, соңғы кезде пайдаланып жүрген "Видео-Карио-Тест" компьютерлік жүйесінің бағдарламасы бойынша бұл препараттарды толық зерттеуге болады.

Жылжымалы зертханада дайын препарат шынылары аузы кең, ішінде 1:1 мөлшерінде спирт пен медициналық эфир қоспалары құйылған шыны сауытқа салынып, тағы да тазаланады. Бұл жұмыстарды толығымен көрсетіп отырған себебіміз, егер препарат шынылары дұрыс тазаланып жуылмаса, онда препаратты микроскоппен қарап, ондағы метафазалық хромосомаларды зерттеу мүмкін болмайды.

Препарат дайындаудың алдында шынылар ертіндіден бір-бірлеп алынады да, сүртіліп, ішінде дистилденген суы бар 400 мл шыны стаканға салынып, тоңазытқышқа салқындатуға қойылады. Егер клетка қосындысы бар ертінді тым қою болса, оған фиксатор қосылады, ал сұйық болса, онда центрифугаға салып айналдырылады да, ескі фиксатор төгіліп, оның орнына қажет мөлшерде жаңа фиксатор құйылады.

Препарат жасар алдында, клеткалары бар ертінді пипеткамен сорылып алынып, араластырылады да, үлкен түйіршіктер бөлініп ұсақталады.

Заттық шыны салқын суы бар стаканнан пинцетпен алынып, ондағы су қолмен сілкіп азайтылады да, үстел үстіндегі шыны түтікшеден жасалған арнайы тағанның үстіне қойылады. Пробиркадан пипеткамен 0,1-0,2 мл клеткалар ертіндісі алынып,

препарат шынысының әр жеріне бір-бір тамшыдан тамызылады. Заттық шынысын спирт шамының үстінде қатты қыздырмай ұстап, клеткалары бар ертіндіні кептіреді. Шынының астыңғы жағындағы жиналған суды сорғыш қағазбен бірнеше рет сүртіп алады. Егер препарат шынысы тым қызып кетсе, онда шыны үстіндегі хромосомалардың белоктарында денатурация болады да, ондай хромосомалар арнаулы бояулармен боялмайды.

Клеткалардың қосындысы бар ертіндіні түгел пайдаланып, дайын болған препараттардың нөмірлерін жазады. Препараттың астыңғы жағын спиртке малынған дәкемен бірнеше рет сүртіп, тазалайды.

Дайын екі препарат астыңғы жақтарымен түйістіріліп, екі ұштарынан жұмсақ, жінішке мыс сымымен қысып байланады. Сонда әрбір жұп препарат арасында сымның жуандығындай саңылау болып, препараттардың үстіңгі жағы бүлінбей сақталады. Жұпталанған препараттарды жылтыр қағазға орап, картон қорапшаның ішіне қырынан қойып, негізгі зертханаға жеткізеді. Қазір шыны препараттарын сақтауға арналған арнайы қорапшалар бар. Олардың ұяшықтарына препараттады біреуден ғана салу керек.

1.6. Хромосома препараттарын бояу және тұрақты препараттар дайындау жолдары

Әр түрлі жануарлардың хромосомаларын салыстырмалы зерттегенде және олардың кариотипі мен идиограммасын құрастырғанда бірқалыпты (рутиндік) бояу әдістері мен қатар арнайы бояулар мен бояу тәсілдері де қолданады.

Хромосома препараттарын бояуды негізгі зертханада жүргізу керек. Оларды бояудың бірнеше түрі бар. Арнаулы бояулар арқылы прометафазалық және метафазалық хромосомалардың көлденеңдік құрылымы, гетерохроматиндік және ядрошық жасаушы аудандары анықталады. Бұл әдістер цитогенетикалық әдебиеттерде арнайы ғылыми тәжірибелер жүргізілгенде толығымен көрсетілген.

Жүргізілетін цитогенетикалық жұмыстардың негізгі мақсаты жеке жануардың цитогенетикалық көрсеткіштеріне сипаттама беріп, олардың хромосомаларының морфологиясын зерттеп, гиподиплоидты, гипердиплоидты, полиплоидты және хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың мөлшерін анықтау болғандықтан, тек қана жеке бір клетка

хромосомаларының жиынтығын көрсету керек. Сондықтан, хромосома препараттарын бояудың негізгі әдісі - 2% лактацетоорсеинмен бояу. Осы бояумен және азур-эозинмен бояғанда хромосомалардың ұзына бойы бірқалыпты, айқын боялады да, оларды микроскоппен зерттегенде хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялар жеңіл анықталады.

2% лактацетоорсеин бояуын дайындау үшін мұзды (99,99%) сірке және 40% сүт қышқылдары бірдей мөлшерде (50 мл) қосылып, қайнатылады. Ішінде 2 гр орсеині ("Мегск", Германия) бар шыны сауытқа қайнаған қышқылдарды құйып, оның ішіндегі орсеин түйіршіктері толық ерігенше бұл ертінділерді магнитті араластырғыштың көмегімен 3-4 сағат бойына араластыру керек. Бұл ертінді ылғи да ыстық болу үшін арнайы магнитті араластырғыш пен қыздырғыш пайдаланылады. Дайын бояу ертіндісі бөлме температурасына дейін салқындатылады да, "тісіп-жетілу" үшін қараңғы жерде 10-12 сағат қалдырылады. Бояуды тоңазытқышта қара қағазбен орап сақтау керек. Препараттарды бояудың алдында оны арнайы сүзгіш қағаз арқылы сүзеді.

Хромосома препараттарын шыны сауытта қырынан қойып, шыны сауыт толғанша 2% лактацетоорсеинді құйып, 45 минут бояйды. Содан кейін бояуды өзінің сауытына түгел қайта құяды да, әрбір препаратты 45% сірке қышқылы мен судың қоспалы ертіндісінде шайқап, тігінен қойып, бөлме температурасында, шаң болмайтын жерде кептіреді. Кепкен препараттарды уақытша пайдалануға, тіпті иммерсиялық майды препарат үстіне тамызып, микроскоптың үлкен объективімен (100X) қарауға болады. Бірақ, осыдан кейін бұл препаратты қайтадан микроскоппен қарап, хромосомаларды зерттеуге жарамайды. Сондықтан, тұрақты сақталатын препараттар жасау үшін оларды 80°-90° спирттермен, карбол-кислосмен және кислосмен шайып, препарат бетіне канадалық бальзам немесе арнайы желім тамызады да, үстін жұқа жабынды шынымен бастырады. Тегіс жерде бірнеше күн кепкеннен кейін бұл препараттарды бірнеше рет пайдаланып, ондағы хромосомаларды зерттеп, суретке түсіруге болады.

Хромосома препаратын Романовский-Гимза бойынша дайындалған азур-эозинмен де бояуға болады. Ол үшін 2 г азур-эозинді 125 мл метил спирті мен 125 мл глицериннің қоспалы ерітіндісіне салып, бояу түйіршіктері әбден ерігенше магнитті араластырғышпен араластырады. Дайын болған "негізгі бояуды"

сүзеді. Осы 2 мл "негізгі бояуға" 50 мл дистилденген су қосылады. Препараттарды 10 минут бояйды да, дистилденген суда шайқап, кептіреді. Препараттардың боялуын жақсарту үшін 0,1% көмір қышқылды натрий ертіндісінен бірнеше тамшы тамызады.

Хромосома препараттарын бояудың басқа да жиі қолданылатын әдістері бар. Олардың ішіндегі хромосомаларды жұптау үшін дәйекті мағлұмат беретіні G-әдісі. Ол үшін 10,71 трехзамещенный натрий цитраты мен 17,5г хлорлы натрийді 1литр дистилденген суда ерітіп, тиісінше 0,03М (молярлық) және 0,3М ертінділер дайындалады. Бұл буферлік 2SSC ертіндісі деп аталады. Сыйымдылығы 50 мл стаканға толғанша 0,25% трипсин ертіндісін құйып, оны суда (36°-37°С) жылытады. Бойытын препаратты осы стаканға 20-30 секундқа салады да, одан кейін 2 SSC буферлік ертіндісімен шаяды. Петри табақшасына тағы да 2SSC ертіндісін құйып, оған препарат-тарды салып, термостаттың 60-62°С ыстығына 1 сағат уақытқа қояды. Содан кейін препараттарды Романовский-Гимза бояуымен бояйды.

Хромосоманың центромер ауданы құрылымдық (конститутивтік) гетерохроматинін анықтауды хромосоманы С-әдісімен бояу деп атайды. Ол үшін 6 г барий гидратты окисін ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) 120 мл қайнаған дистилденген суға ерітіп, 5% ертінді дайындайды. Алынған ертінді бірте-бірте мөлдірленгеннен кейін оны пайдаланады. Хромосома препаратын 0,2 N тұз қышқылы бар шыны ыдысқа салып 1 сағат ұстайды. Дистилденген суда екі рет шайқап, алынған препаратты температурасы 62°С болатын 5% барий гидратты окисінің ертіндісіне 5-10 минут салады. Одан кейін препаратты ағынды суда абайлап жуады да, 2SSC буферлік ертіндісі бар Петри табақшасына салып, термостатта 62°С 1 сағат ұстайды. Дайын препараттарды Романовский-Гимза бояуымен 30-40 минут бояйды.

Хромосомалардың ядрошық ұйымдастырушы аудандарын бояу үшін (Ag-NOR бояу әдісі) 0,25% құмырсқа қышқылы мен 50% азот қышқылды күмістің әрқайсысынан 2-3 тамшыны хромосома препаратының боялатын жеріне тамызып, бетін жабынды шынымен жабады. Препаратты түбінде ылғалданған сүзгіш қағазы бар Петри табақшасына салып, 37°С, термостатта 10-20 минут бояйды. Препарат үстінде сары-қоңыр түсті бояу пайда болғанда оны дистилденген суда шайып, жабынды

шыныны түсіреді де, бөлме температурасында кептіріп, Романовский-Гимза бояуымен бояйды. Осы әдіспен бояғанда хромосомалардың тиісті аудандарында пайда болатын күмістің түйіршіктері препараттың басқа жерлерінде болмау үшін арнайы бояумен бояйды.

1.7. Қоршаған ортаның экологиялық жағдайына генетикалық сипаттама беру барысында клетканың микроядроларын зерттеу әдісін қолдану

Микроядролар дегеніміз эритроциттерде кездесетін ядролық құрылымдар. Олар кішкентай дөңгелек түрде болып, хроматин сияқты боялады да, көбіне Жолли денешігі (тельце) деп аталады. Бір клеткада 1-3 микроядролар анықталады. Жолли денешігі бар эритроциттер қалпына келген (регенеративтік) клеткалар қатарына жатады. Бұл клеткалар эритропоэз кемістіктерінің орнын толтыратын (компенсаторлық) процестердің немесе сүйек миындағы эритроидты клеткалар қатарының дамып жетілу ағымдарының бұзылуынан пайда болады.

Қанның кейбір аурулары кезінде (анемия, қан аздығының ауыр түрлері мен қауіпті лейкоз) микроядролар эритроциттерде көптеп пайда болады. Сонымен қатар, организмге кейбір заттардың ертінділерін енгізгенде Жолли денешігі бар эритроциттердің саны көбейетіні анықталды.

Қазіргі уақыттағы ғылыми әдебиеттерде қалыптасқан пікірге сәйкес микроядро дегеніміз клеткалардың бөлінуі кезінде жеке хромосомалардың немесе ацентрлі фрагменттердің интерфазалық ядрода қалып қоюы деп есептеледі. Микроядролардың кездесу жиілігін арнайы зерттеу арқылы организмнің соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар деңгейі мен сол хромосомалық бұзылымдардың түрлеріне сипаттама беруге болатындығы дәлелденді. Мысалы, клеткалардағы спонтандық анеуплоидия мөлшері мен сүйек миының эритроциттеріндегі микроядролар санының арасында тығыз биологиялық байланыс болады. Бұл қағиданы малдың түрлері мен жасына байланысты мұқият талдап, арнайы тәжірибе қойып анықтап отырады.

Көптеген авторлар микроядролық талдаудың нәтижелерін генетиканың басқа әдістерін пайдаланып алынған мағлұматтармен салыстырып, мысалы, олардың кездесу жиілігі

мен перифериялық қан клеткаларындағы геномның бұзылу деңгейі арасында жағымды корреляциялық байланыс болатынын анықтады.

Препараттарды дайындауда қолданылатын әдістер, микроядролық талдауды жүргізгенде алынған нәтиженің сенімділігіне көп әсер етеді. Зерттелетін сүтқоректілердің түрі мен жасы және салмағына байланысты олардың клеткаларында микроядролардың кездесу жиілігін толық зерттеу арқылы организмге әсер еткен заттар мен зат құрамына талдау (скрининг) жасап, оның цитогенетикалық және мутагендік әсерлерін анықтауға болатындығы толық көрсетілді.

Тәжірибе жүргізілетін жануарларға зерттелетін зат құрамдарын азықпен бірге беруге және терінің астына, құрсақ қуысына енгізуге болады. Белгілі бір уақыт өткеннен кейін олардың соматикалық клеткаларындағы микроядроның санын анықтайды. Бұл әдістің көптеген түрлері бар. Қан жағылған препараттарды формалиннің тұзды ертіндісімен (8,5 гр NaCl+40%-дық 100 мл формалин + 900 мл дистилденген H₂O), 1% натрий цитраты ертіндісімен немесе салицил қышқылының 5% ертіндісімен 1-2 минут фиксация жасауға болады. Содан кейін, препаратты ағынды және дистилденген суда жуып, буферлік ертіндіге салады да, соңында кептіреді. Ауада кепкен препараттардың үстіне 20-30 тамшы Май - Грюнвальд ертіндісін тамызып, 3 минут фиксация жасайды. Ол ертіндіге тағы да 20-30 тамшы дистилденген су қосып, 1 минут уақыт ұстайды. Осы ертінділерді төгіп (жумайды), препараттың үстіне Гимза бояуының ертіндісін (10 тамшы бояуға 10 мл дистилденген су) құйып, 15-20 минут бояйды. Содан кейін, препаратты суда шайқап, микроскоппен микроядролардың санын анықтауға болады.

Эритроциттердегі микроядроның деңгейін промиллде (‰) анықтайды. Ол үшін, мысалы, тышқандардан 2-3 мың, ал адамдардан 20-30 мың эритроцит зерттеледі. Көптеген зерттеулер нәтижесінде, мысалы, тышқандарда микроядроның спонтандық кездесу жиілігі 0,2% болатыны анықталды.

Жануарлардың әр түрлерінде микроядроның кездесу жиілігі бірдей болмайды. Мысалы, микроядролары бар эритроциттердің ең жоғары көрсеткіші тышқандарда анықталады. Егеуқұйрықта, теңіз шошқасында, қоянда, мысықта, итте, макака резус маймылында, ірі қарада бірте-бірте азаяды, ал ең төменгі көрсеткіш адамда анықталады. Осы қатарға талдау жасағанда

жануарлар түрлерінің өмір сүргіштігі мен жасының ұзақтығына байланысты микроядролары бар эритроциттер санының біртіндеп азаятыны белгілі болды. Себебі, ұзақ жылдар өмір сүретін жануарларда организмдегі генетикалық гомеостаздықты теңестіріп тұратын механизм жоғары деңгейде жұмыс атқарады.

Микроядролық талдауды бауыр клеткаларында (гепатоциттерде) жүргізуге болады. Ол үшін бауырдың бір бөлігіне гепатоэктомия жасайды да, жаңадан өскен клеткаларды зерттейді.

Цитогенетикалық зерттеулер көбіне соматикалық клеткаларды пайдаланып жүргізілетін болғандықтан, осы клеткалардың хромосомаларындағы тұрақсыздық мөлшері мен жыныстық, генеративтік клеткалардағы микроядролардың кездесу жиілігі арасындағы байланысты анықтау маңызды. Сондықтан, микроядролық талдауды ядросыз эритроциттерден басқа эмбриондар клеткаларында жүргізеді. Егеуқұйрықтардың сперматидаларындағы микроядролардың санын анықтау арқылы белгілі бір зат ертіндісінің ұрпақ тұқымына тигізетін әсерін анықтауға болады. Микроядролар мейоз интерфазасының S - кезеңінде, сперматоциттердің пролептотене фазасында, сперматогонийдің алғашқы стадияларында пайда болатыны анықталды.

Ғылыми әдебиеттерге талдау жасағанда қойдың эритроциттеріндегі микроядролардың кездесу жиілігі жан-жақты зерттелмегені анықталды. Сондықтан, қойлардың әр түрлі табиғи экологиялық аймақтарда өсірілетінін ескеріп, мал популяцияларында микроядролық талдау жүргізгенде қоршаған ортаға генетикалық тұрғыдан сипаттама беретін ғылыми-практикалық нәтижелерді алуға болады.

2. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың хромосомаларына цитогенетикалық талдау жүргізу тәсілдері

2.1. Цитогенетикалық талдау жүргізу үшін метафазалық пластинкалар таңдап алу

Хромосома препаратының шынысын бір ұшынан бастап, бос аймақ қалдырмай көлденеінен бір шетінен екінші шетіне дейін микроскоппен (объектив 25X, окуляр 10X) иректетіп қарап шығады. Кездескен метафазалық клетка түрін, ондағы хромосомалардың қалай орналасқандығын, олардың боялу деңгейін анықтап, керек метафазаны белгілеп, оны микроскоптың үлкен объективін (объектив 100X, окуляр 20X) пайдаланып зерттейді. Цитогенетикалық талдау жүргізу үшін хромосомалары біркелкі боялған және бір-бірінен алшақ жатқан, хромосомалардың шиыршықтануы орташа деңгейдегі метафазалық пластинкалар таңдап алынады.

2.2. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың жеке хромосомасының морфологиясын зерттеу және олардың кариотиптерін құрастыру

Халықаралық стандарттық комиссияның ұсынысы бойынша ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың кариотипі құрастырылды. Ол үшін жеке хромосома фотосуреттен қайшымен қиылып алынады да, әрбір хромосома абсолютті және салыстырмалы ұзындықтары мен центромералы көрсеткіштеріне сәйкес ақ қағаз бетіне желіммен бекітіледі. Мысалы, қойдың әуелі 6 метацентрлі, содан кейін акроцентрлі хромосомалары, өздерінің ұзындықтарының бірте-бірте қысқаруына байланысты жұпқа бөлінеді. Ең соңында кариотиптегі жыныстық ХУ-хромосомалар немесе XX-хромосомалар анықталады.

Жұптастырып, жүйеге келтірілген хромосомалардың жиынтығы сол малдың кариотипі ретінде қайтадан фототаспаға түсіріліп, одан дайын кариотиптің фотосуретін шығарады.

Хромосомалардың абсолютті және салыстырмалы ұзындықтары өлшегенде алынған нәтижелерді пайдаланып, сол зерттелген ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың кариотипінің сызбасы - идиограммасын жасайды.

Сонымен, осы әдістеде көрсетілген жануарлардың хромосомаларының морфологиясы зерттеліп, олардағы хромосомалардың аберрациялары мен геномдық мутациялары бар клеткаларының мөлшері анықталды. Бірақ, бір клетканың, мысалы, қойдың 54 хромосомасының екі өлшемін (абсолютті және салыстырмалы ұзындықтарын) анықтау өте көп уақытты керек етеді. Сонымен қоса әр жануарлардан цитогенетикалық дәйекті мағлұмат алу үшін жүздеген метафазалық клеткалар зерттелетіні белгілі. Соңғы жылдары клеткаларды зерттеуде микроскопиялық техниканың дамуына байланысты, хромосомаларды суретке түсірудің жоғарыда көрсетілген әдісі сирек қолданылады.

Сондықтан қазіргі уақытта арнайы микроскоппен жалғастырылған компьютерлік жүйенің (Видео-Карио-Тест) көмегімен цитогенетикалық жұмыстарды жылдам жүргізіп, дәйекті нәтижелерді қысқа уақытта алуға болады.

2.2.1. Қой хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі

Бірдей әдістемелік ұсыныстар болмағандықтан, зерттеушілердің әр түрлі қой тұқымдарынан алынған цитогенетикалық статистикалық мағлұматтарын бір-бірімен салыстыруға болмайды. Соңғы жылдары бұл кемшіліктер жойылып, қой цитогенетикасында препараттарды дайындау, оларды әртүлі әдіспен бояу, жеке хромосомаларға сипаттама беру жұмыстары бір жүйеге келтірілді. Соның нәтижесінде Халықаралық комиссияның шешімімен қойдың (*Ovis aries* L.) қалыпты кариотипі сипатталып, олардың стандарттары белгіленді, (Standard nomenclature for the G - band karyotype of the domestic sheep (*Ovis aries* L.), 1985). Тек осыдан кейін ғана қойлардың әр түрлі популяцияларының клеткаларынан алынған метафазалық хромосомалардың морфометриялық өлшемдерін салыстыруға болады.

Қойлардың әр түрлі тұқымдарынан алынған цитогенетикалық мағлұматтар қойлардың кариотипінде 54 хромосома болатындығын көрсетті. Қойдың хромосома жиынтығын үш топқа бөлуге болады. Бірінші топқа морфологиялық құрылымдарына байланысты нақтылы анықталатын, центромералары хромосоманың ортасында орналасқан үш жұп метацентрлі хромосомалар жатады. Бұл жұптарды бір-бірінен жекелеп ажыратуға болады.

Екінші топқа 23 жұп акроцентрлі хромосомалар біріктірілді. Бұлардан нақтылы анықталатын ең ұзын 4-жұп пен ең қысқа 23-жұптағы хромосомалар. Ал, қатар жатқан хромосомаларының бір-бірінен айырмашылығы шамалы болғандықтан, акроцентрлі хромосомаларды жұптап бөлуде олардың морфологиялық өлшемдерін салыстырып зерттеу керек.

Жыныстық Х- және Y-хромосомалар қой кариотипінің үшінші тобын құрады. Жабайы және үй қой тұқымдарының барлығында жыныс хромосомаларының морфологиялық құрылымдары бірдей. Y-хромосоманың морфологиясы субметацентрлі және оның морфометриялық өлшемдері де кішкентай болғандықтан, ол еркек малдардың клеткаларында нақтылы, бірден анықталады. Қошқарлардың және ұрғашы қойлардың клеткаларында Х-хромосома - ең үлкен акроцентрлі хромосома.

Хромосоманың морфологиялық құрылымын зерттеу мен олардың клеткадағы санын анықтау микроскоптың иммирсондық жүйесін (объектив 100, окуляр 20X) пайдалану арқылы жүргізіледі. Әрбір метафазаны зерттеудің нәтижесі арнайы журналға жазылады. Онда препараттың нөмірі, сол метафазадағы хромосоманың жалпы саны мен морфологиялық ерекшеліктері көрсетіледі.

Цитогенетикалық талдау жасау үшін тандап алынған метафазалық клеткалар микроскоптың үлкен ұлғайтқыш объективтерімен жасыл түсті шыны арқылы арнайы фототаспаға ("Микрат-300") суретке түсіріледі. Фототаспаға түсетін жарықтың тиімді қуатын есептеп, фототаспадағы негативтік бейнелерді анықтау үшін арнайы Д-42 фотоайқындағышы мен бензотриазол қоспасын қолданып және суретті шығаруға контрасты фотоқағазды пайдаланып, хромосомалардың фотосуретін шығарады.

Қазіргі уақытта микроскопиялық техниканың дамуына байланысты метафазалық клеткаларды компьютерлік жүйемен суретке түсіреді.

Жеке хромосомалардың негізгі (абсолютті) және салыстырмалы ұзындықтары осы фотосуреттерден анықталады. Ол үшін географиялық карталарда ұзындықты өлшейтін курвиметр (КУ-А) пайдаланылады. Кейбір жағдайларда хромосоманың абсолютті ұзындығын өлшеу үшін миллиметрлік қағаз және арасы 1 мм болатын арнайы циркульдер қолданылады.

Фотосуреттердегі хромосомалардың ұзындығын өлшегенде микроскопта қолданылған окуляр мен объективтің ұлғайтқыш шамасын және фотосуретті үлкейту мөлшерін есептеп, хромосоманың абсолюттік ұзындығын анықтайды.

Сонымен, хромосомаларға параметрлік талдау жасағанда, олардың төмендегідей өлшемдері мен ерекшеліктері есептеледі:

L^a - хромосоманың абсолютті ұзындығын, екі хроматиданың жалпы ұзындығының тең жартысымен сипаттайды да, микрометрмен (мкм) өлшейді;

L^r - хромосоманың салыстырмалы ұзындығы промиллмен (‰) көрсетіледі.

Бұл көрсеткішті есептеу үшін құрамында жыныстық Х-хромосомасы бар гаплоидты хромосомалар жиынтығын 100‰-ге тең деп алады да, жеке хромосоманың салыстырмалы ұзындығы осы жиынтықтың қаншама бөлігі екенін анықтайды.

L^c - центромералық көрсеткіш (индекс) хромосоманың қысқа иығының ұзындығы сол хромосоманың жалпы ұзындығы қаншама бөлігі болатынын көрсетеді де, пайызбен (%) есептеледі.

Цитогенетикалық зерттеулер үшін тандап алынған метафазалардағы хромосомалардың шиыршықтану деңгейі орташа болу керек. Егер бұл көрсеткіш өте жоғары болса, онда ең ұзын хромосомалардың ұзындығы бірнеше есе қысқарады да, кішкентай хромосомалардың морфологиялық құрылымын тіпті анықтауға болмайды. Негізгі көрсеткіш есебінде клеткадағы ең ұзын және ең қысқа хромосомалар ұзындықтары арақатынасының орташа шамасы алынады.

Алынған цитогенетикалық статистикалық мағлұматтар дәлелді болу үшін әрбір жануардан кем дегенде 1-3

метафазалық клеткалар хромосомаларының абсолютті және салыстырмалы ұзындықтарын анықтау керек.

Сонымен, қойдың метафазалық хромосомаларына талдау жасағанда олардың ішінен ең үлкен үш жұп аутосомалық метацентрлік хромосомалар айқындалды. Бұлардағы центромералық индекс көбінде 50%:50%-ға тең болады.

Қалған аутосомалар 4-жұптан 26-жұптар аралығында орналасып, олардың морфологиялық түрі түгелдей акроцентрлі болды. Бұлардың центромералары хромосоманың шетінде (терминальды) орналасады да, оларды бір-бірінен тек абсолютті және салыстырмалы ұзындықтары бойынша ажыратады. Осы топтың кейбір хромосомаларын микроскоптың үлкен объективімен немесе электронды микроскоппен қарағанда бұларда кішкентай екінші иық болатыны анықталды.

Сонымен, қойдың хромосомалық формулалары $2n=54$, XY және $2n=54$, XX болды (1, 2 суреттер).

2.2.2. Ірі қара хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі

Ірі қараның (*Bos taurus* L.) соматикалық клеткаларының кариотипінде 60 хромосома болады. Олардың 58 хромосомасы ұзындықтары бірте-бірте қысқаратын акроцентрлі аутосомалар. Жыныстық X-хромосома кариотиптің ең үлкен субметацентрлі хромосомасы болғандықтан айқын анықталады. Ал, Y-хромосома кейбір прометафазалық клеткаларда кішкентай метацентрлі хромосома сияқты, кейде субметацентрлі хромосома түрінде айқындалады. Аутосомалық акроцентрлі хромосомаларды жұптарға бөлу қиын.

Сонымен, ірі қараның хромосомалық формулалары $2n=60$, XY және $2n=60$, XX болды (3, 4 суреттер).

2.2.3. Үлкен тышқан (*Allactaga major* Kern) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі

Үлкен тышқанның соматикалық клеткаларында хромосомалар саны 48 болады. Олардың ішінде 46-сы аутосомдар және

екеуі жыныстық Х және Y-хромосомалар. Диплоидты клеткадағы хромосомалар иықтарының саны (NF) - 92 болды.

Хромосомалардың шыйршықтану деңгейі әртүрлі метафазалық клеткаларында тек қана екі субметацентрлік, ұзын хромосомалар ешқандай қиындықсыз жіктеліп бөлінеді. Ал, қалған 44 аутосомалар морфологиясының кейбіреулері субметацентрлік, немесе метацентрлік болып, оларды бір-бірімен жұптау үшін, сол хромосомалар ұзындықтарының нақтылы (абсолюттік, микрометрлік - мкм) және салыстырмалы (промилльдік - ‰) көрсеткіштерін анықтау керек. Хромосомалардың ұзындық мөлшері екінші жұптан бастап бірте-бірте азайып, жұптау үшін қиыншылақтар туғызады. Бұлардың центромералық индекс көрсеткіші 20% дан 50% дейін өзгеріп отырады.

Жыныстық Х-хромосома кариотиптегі ең үлкен метацентрлік хромосома болып есептеледі. Ал, жыныстық Y-хромосома метафазалық клеткадағы ең кішкентай субметацентрлік морфологиясы бар хромосома болып есептеледі. Жыныстық хромосомалардың ішінен Y-хромосомаларды анықтау қиын емес, ал Х-хромосоманы жекелеп талдау, кейбір жағдайларда қиындықтар туғызуы мүмкін.

Үлкен тышқанның кариотипін құрастырғанда ең ұзын субметацентрлік екі хромосома 1-ші жұп болып топтасады. 2-7-ші жұптағы хромосомалар үлкен субметацентриктер, ал, 8-14-ші жұптағы хромосомалардың ұзындық деңгейі орташа болады. Қалған 18 хромосомалардың нақтылы және салыстырмалы ұзындықтары басқалардан кішірек, және олардың ішінде субметацентрлік түрмен қатар метацентрлік хромосомалар кездеседі. Жыныстық Х- және Y-хромосомалар жеке жұп болып саналады.

Үлкен тышқанның кариотипін жасағанда бір мәселені еске алу керек. Ол, кариотиптегі ең үлкен екі субметацентрлік хромосомалар біреуінің полиморфизмділігі, немесе оның өзгергіштігі. Мысалы, кейбір метафазалық клеткаларда осы 1-ші жұптын бір хромосомасының ұзындық мөлшері екіншісінен әлдеқайда ұзын болады. Бұл хромосоманың осындай өзгергіштігінің механизмі қандай екенін толық айту қиын. Мүмкін, бұл бір жұптағы екі ұқсас хромосомалар метафазаның бастапқы кезеңінде шиыршықталу (спирализация) процесінің

эртүрлі деңгейде жүруіне байланысты болуы да мүмкін. Сонымен қатар, бұл «полиморфты хромосома» үлкен тышқанның хромосомалық эволюциясы кезінде пайда болған деуге болады. Дегенмен, тәжірибе тобындағы тышқандардың цитогенетикалық көрсеткіштерін бақылау топтарымен салыстырғанда осы хромосоманың полиморфизмдік түрін еске алу қерек.

Сонымен, үлкен тышқанның хромосомалық формулалары $2n=48$, ХУ және $2n=48$, ХХ болды (5, 6 суреттер).

2.2.4. Секіргіш тышқан (*Allactaga saltator* Eversman) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалры және кариотипі

Осы тышқан тәріздес кеміргіштерден алынған хромосомалық препараттарға цитогенетикалық талдау жасағанда, олардың метафазалық клеткаларында хромосомалардың саны 48, ал хромосомалардың иықтарының саны (NF) - 92 болды.

Цитогенетикалық көрсеткіштері бойынша секіргіш тышқанның үлкен тышқаннан айырмашылығы жоқ сияқты. Бұлардағы бірдей хромосомалардың саны мен иықтық сандардың көрсеткіштері, бұл екі түрдің бір *Allactaginae* атауына (родына) жататынын көрсетеді. Бірақ бұл түрлердің тышқандары бір-бірімен шағылыса алмайтындай репродуктивтік өзгерістері бар. Шамасы, олардың хромосомаларындағы болған құрылымдық өзгерістер хромосомалардың сандары бірдей болғанымен, оларға жекелеп өсіп - өнуіне мүмкіндік береді. Сонымен, секіргіш тышқанның диплоидты клеткаларында хромосомалардың жалпы саны 48. Олардың ішінен ең ұзын субметацентрлі екі хромосома бірінші жұпқа ешқандай қиындықсыз топталады. Ал, екінші топқа хромосомалардың түрлері субметацентрлі, немесе метацентрлі орташа, немесе кішкентай деңгейлердегі 21 жұп хромосомалар жинақталды.

Олардың ішінен 2-7-жұптағы, және ең кішкентай 23-ші жұптағы хромосомалар айқын топтасады. Кейбір метафазалық клеткада 14-жұптағы екі аутосомалардың кішкентай иықтары

жағынан хромосомалық серіктестіктер анықталатынын атап өту керек.

Жыныстық Х және Y-хромосомалар секіргіш тышқан кариотипінің үшінші тобын құрайды. Бұлардың ішінен кішкентай субметацентрлі Y-хромосома нақтылы анықталады да, ал X-хромосома ең үлкен метацентрлі хромосома болып есептеледі.

Секіргіш тышқанның хромосомалық формуласы $2n=48$, XY және $2n=48$, XX болып, олардың қалыпты кариотиптері құрастырылды (7, 8 суреттер).

2.2.5. Қызыл ұртты сарышұнақ (*Cytellus erythrognus Brand*) хромосомаларының морфологиясы, құрылымдық сипаттамалары және кариотипі

Сарышұнақтың метафазалық клеткасында 36 хромосома болады. Барлық аутосомалардың морфологиялық түрлері субметацентрлік хромосомалар. Хромосомалардың абсолютті ұзындықтары бірте-бірте қысқара береді. Сондықтан, гомологты хромосомаларды айқындау қиын. Жыныстық X-хромосомасының морфологиясы субметацентрлі, ал Y-хромосомасының морфологиясы ең кішкентай субметацентрлі.

Сарышұнақтың хромосомалық формуласы $2n=36$, XY және $2n=36$, XX (9, 10 суреттер).

2.3. Анеуплоидты (гиподиплоидты және гипердиплоидты) хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың кездесу жиілігін анықтау

Қоршаған ортаның организмге мутагенді әсерін хромосомалық аберрацияларға талдау жасаумен қатар, спонтандық анеуплоидия мөлшерін зерттеу арқылы да анықтайды. Сондықтан, цитогенетикалық зерттеулер жүргізгенде клеткалардағы хромосомалардың морфологиясын зерттеумен қатар, олардағы хромосомалардың саны да анықталады. Егер клеткадағы хромосома саны, мысалы, қойдың қалыпты кариотипіндегі 54 хромосомадан кем болса, ондай клеткада гиподиплоидты хромосома жиынтығы бар деп есептеледі, ал

кариотиптегі хромосома саны 54-тен көп болса, ондай клетка гипердиплоидты деп саналады.

Клеткадағы хромосомалар санының азаюы мен көбеюі тек қана бір хромосомамен шектелмей, одан да көп болуы мүмкін. Сондықтан "нағыз немесе ақиқат" анеуплоидты клеткалар деп қалыпты кариотиптегі хромосома саны 1-2 хромосомадан көп болса ($2n+1$; $2n+2$), немесе осыншама хромосома жетпесе ($2n-1$; $2n-2$) айтылады. Егер клеткаларда қалыпты кариотиптегі хромосома санына екіден көп хромосомалар қосылып немесе азайса, ондай клеткалар артефактылық клеткалар қатарына жатқызылады да, жалпы есептеуге қосылмайды.

Анеуплоидияның себебі жекелеген немесе бірнеше факторлардың организмге тигізетін әсерінен болуы мүмкін.

Митоздың қалыпты ағымының бұзылуы салдарынан хромосомалар экваторлық полюстерге дұрыс бөлінбесе, клетканың гомологтық хромосомалары анафаза кезінде полюстерге тартылмай, экватор ауданында қалып қойса және аберранттық хромосомалар клеткалардың келесі бөліну кезінде жойылып (элиминация болып) кетсе, онда клеткаларда анеуплоидты хромосомалық жиынтық болады.

Гипердиплоидты клеткалардағы артық хромосоманың шиыршықтану деңгейі метафазадағы басқа хромосомалармен бірдей болуы керек. Егер қосымша хромосоманың шиыршықтану деңгейі басқалардан бөлек болса, ондай клетка гипердиплоидты деп саналмайды. Сонымен қатар, метафазалық пластинканың шет жағында бұзылу белгісі байқалса және соның салдарынан хромосомалардың саны да аз болса, ондай клеткаларды гиподиплоидты деп есептемейді.

Клеткалар құрамының бұзылуы гипотоникалық ертіндінің және клеткалар қосындысы бар ертіндіні центрифугаға салып айналдырғанның салдарынан болуы мүмкін. Сондықтан, организмдегі анеуплоидты клеткалардың мөлшерін анықтағанда цитогенетикалық зерттеуге алынған метафазалық клеткалар белгілі бір үлгіге (стандартқа) сәйкес болу керек.

Гиподиплоидты және гипердиплоидты клеткалардың кездесу жиілігі жеке-жеке есептеліп, пайыздық (%) мөлшерде көрсетіледі де, екеуінің қосындысы жеке малдың соматикалық клеткаларындағы анеуплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың жалпы санымен анықталады.

2.4. Полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың кездесу жиілігін анықтау

Цитогенетикалық, цитофотометриялық және автордиографиялық әдістердің көмегімен жүргізілген ғылыми жұмыстарда бауырда, көкбауырда, сүйек миында полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалар болатыны анықталды. Осындай клеткалар қан лейкоциттерін жасанды жағдайда өсіріп дайындалған хромосома препараттарында (шамамен 0,23-0,31%) болатыны белгілі.

Әртүрлі ауру малдар мен тумыстан болған кемістіктері бар қозыларда полиплоидты клеткалардың мөлшері 1,79%-дан 8,82% -ға дейін жоғарылайды.

Сондықтан, ауыл шаруашылығы малдары мен далада өсірілетін сүтқоректілердің әр түрлі ұлпаларындағы полиплоидты клеткалардың кездесу жиілігін, олардың өзгеру динамикасын, пайда болу себептері мен механизмдерін және организмнің әр түрлі физиологиялық жағдайлары кезіндегі мөлшерін зерттеудің ғылыми-тәжірбиелік маңызы бар.

Ғылыми әдебиеттерде клеткалардың полиплоидты болуының бірнеше жолдары айтылады. Ұлпаларда екі клетка бір-бірімен қосылып, содан кейін оларда митоз бір уақытта жүргенде онда тетраплоидты клетка пайда болады. Полиплоидты клеткалардың пайда болуының басты себебі эндомитоз деп те айтылады. Шынында трофобласта клеткаларының полиплоидты болуы негізінен эндомитоз арқылы жүреді. Диплоидты клеткадағы митоздың ағымы дұрыс жүрмесе және колхициннің әсерінен ахроматиндік жіптер бұзылса, полиплоидты клеткалар пайда болады. Клеткалар мамандандырылу кезеңінен өтерде олардың интерфазаға толық дайындалып келмеуі, синтездік процестер мен пролиферация ағымдарының сәйкессіздігі, митоз кезінде жаңа екі клетканың хромосомалары бірігіп, бір клетканың ішінде қалып қоюы да полиплоидтың себептері болып саналады.

Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректілердің қан жүйесіндегі полиплоидты клеткаларды анықтау, сол метафазалық клеткалардағы хромосомалардың морфологиясы мен анеуплоидты клеткаларды тексергенде бірге жүргізіледі. Цитогенетикалық талдау жасаған метафазалардың арасынан полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар

клеткаларды бөліп алуға болады. Ондай клеткаларда хромосомалардың саны диплоидты жиынтықтан бір немесе бірнеше гаплоидтық жиынтыққа артық болып, мысалы қойларда 81 (триплоидты), 108 (тетраплоидты), 162 (гексаплоидты), тіпті одан да көп хромосомалар болуы мүмкін.

Сыырларда сәйкесінше 90 (триплоидты), 120 (тетраплоидты) хромосомалары бар полиплоидты клеткалары анықталды.

Үлкен тышқандар мен секіргіш тышқандарда 72 (триплоидты), және 96 (тетраплоидты) хромосомалар жиынтығы бар клеткалар кездеседі.

Сарышұнақтарда 54 (триплоидты), және 72 (тетраплоидты) хромосомалар жиынтығы бар клеткаларымен ерекшеленеді.

Полиплоидты клеткалар хромосомаларының жалпы санын зерттегенде олардағы метацентрлі және акроцентрлі хромосомалар санын жеке анықтайды. Егер полиплоидты клеткалардың хромосомаларындағы гаплоидты жиынтықтан ± 5 хромосома болса, ондай клеткалар бөлек есептеледі. Полиплоидты клеткалардағы хромосомалардың аберрациялары да бөлек тіркеледі. Алынған сандық нәтижелер пайыздық (%) деңгейде есептеліп, полиплоидты клеткалардың түрлері әр жануар үшін жеке көрсетіледі.

2.5. Хромосомаларында спонтандық аберрациялары бар клеткалардың кездесу жиілігін және хромосомалар аберрацияларының түрлерін анықтау

Сүтқоректілердің цитогенетикасын, оның ішінде хромосомалық аберрациялардың әр түрлі табиғи-экологиялық аймақта өсіп-өнетін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректілердің популяцияларында кездесу динамикасын зерттеудің ғылыми және тәжірибелік маңызы зор.

Соматикалық клеткалардағы хромосомалардың спонтандық және индукциялық аберрацияларының түрлері мен пайда болуының молекулалы-генетикалық себептері сүтқоректілердің цитогенетикалық арнайы әдебиеттерінде кеңінен қарастырылған.

Олардың түрлері мен сипаттамаларын толығымен анықтап, зерттеу жануарларға цитогенетикалық мониторинг жүргізудің негізгі мақсаты болып саналады.

Хромосома препараттарын қалыпты бояғанда оларда негізінен, хромосомалық аберрацияларды микроскоппен қарағанда бірден анықталатын түрлері көрінеді. Ол аберрациялардың қатарына бір хроматидедегі үзілу (делеция) жатады. Ацентрлі үзінді (фрагмент) сол хроматиданың жалғасы ретінде хромосоманың қасында жатуы мүмкін. Кейде ол үзінді метафазалық пластинканың басқа бөлігінде жатады немесе клеткада болмай, жойылып (элиминация) кетеді. Егер хромосоманың екі хроматидасында бірдей үзілу болса, онда жұп ацентрлі үзінділер пайда болады да, олардың метафазада сақталу мүмкіндігі жұпсыз ацентрлі үзіндіге ұқсайды. Осы соңғы жағдайда, мысалы, субметацентрлі хромосомада болған үзілудің салдарынан ол хромосома екінші жұбы жоқ, кішкентай метацентрлі хромосома болып анықталады.

Екі хромосоманың хроматидаларында бір уақытта үзілу болып, ол үзінділер бір-бірімен қосылса және үзілгеннен кейін теломераларынан айрылған хромосомалар сол үзіліс болған ұштарымен қосылса, ондай клеткада қалыпты кариотипте болмайтын, морфологиясы бөлек хромосомалар пайда болады. Соның салдарынан метафазалық клеткаларда екі центромерасы бар (дидцентрлі), центромерасы жоқ (ацентрлі), сакина тәрізді (кольцевые) хромосомалар анықталады. Цитогенетикалық зерттеу жүргізілген жануралардың қалыпты кариотипінің сипаттамасымен салыстырып, осындай өзгерген хромосомаларды анықтауға болады.

Екі акроцентрлі хромосомалардың өз центромераларының бір-бірімен қосылуы (Робертсондық транслокация) жануарлар цитогенетикасында жиі ұшырасады. Бұл жағдайда кариотиптегі хромосомалардың саны екі акроцентрлі хромосомаға кемиді де, оның орнына бұл жануарлар тұқымның клеткаларында кездеспейтін, қосымша метацентрлі немесе субметацентрлі хромосома пайда болады.

Метафазалық хромосомаларға талдау жүргізгенде, микроскопта көрінетін немесе фотоқағазда анықталатын хромосомалардың қалыпты кариотиптен ауытқу түрлерінің барлығын тіркеп, зерттеу керек. Олардың қатарына хромосомалардың центромералары аудандарынан екіге бөлінуі, хроматиданың ұзына бойында боялмаған бөліктің болуы, жеке хромосоманың басқа хромосомалармен салыстырғанда тым

шиыршыктанып немесе өте аз деңгейде шиыршықтануы, хромосомалардың ұштарында кішкентай серіктің (спутник) болуы, клеткада жеке хромосоманың, кейде барлық хромосомалардың ұсақтанып үзілуі (пульверизациясы), метафазада косымша үзінді (фрагмент) болуы жатады.

Хромосомалық аберрациялары бар метафазалық клетканы фотосуретке түсіріп, ондағы аберрацияның түріне, барлық хромосомаларды өлшеп, олардың абсолютті және салыстырмалы ұзындықтарын анықтау мен морфологиясын зерттеу арқылы толық сипаттама беріледі.

Хромосомалық аберрациялардың түрлерін анықтау үшін жоғарыдағы көрсетілген бояу әдістерімен қоса арнайы молекулалы-генетикалық зерттеулер де жүргізіледі. Мысалы, FISH - Fluorescence in situ hybridization - әдісін қолданып, флуоресценттік гибридизацияның көмегімен, ДНҚ молекуласындағы (дезоксирибонуклеин қышқылындағы) немесе хромосомалардағы тұрақты аберрацияларды (реципроктық транслокация мен инверсияны) анықтауға болады.

Соңғы уақытта хромосомалардың құрылымдық өзгерістерін зерттеу үшін CGH- Cytogenetical hybridization - молекулалық цитогенетикалық әдіс қолданылуда. Бұл әдіс қалыпты цитогенетикалық әдістеме мен хромосомаларды FISH әдісімен зерттеуді біріктіреді. Флуорохроматтармен белгіленген ДНҚ молекуласының көмегімен клеткалардағы хромосомалардың құрылымдық аномалияларын (мысалы, амплификация мен делецияны) бір эксперимент көлемінде анықтауға болады.

Организмдегі хромосомалардың аберрация мөлшері цитогенетикалық талдау жүргізілген клеткалардың жалпы санына байланысты анықталады да, пайыз (%) түрінде көрсетіледі. Сонымен қатар, жеке клеткадағы хромосомалардың аберрация санын да анықтау керек.

2.6. Ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін сүтқоректі жануарлардың клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздықтың деңгейін анықтау

Әрбір жануарлардың жекелеген клеткаларының хромосомаларын зерттегенде алынған цитогенетикалық мағлұматтар арнайы хаттамаға толтырылады. Мысал ретінде келтіріліп

отырған хаттамада оны толтырудың және хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялардың сызба түрінде сипаттамалары көрсетілген (Хаттама - 1). Зерттеулер нәтижесінде алынған хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялар сызба түрінде көрсетіліп, ал олардың метафазалық клеткаларындағы түп нұсқалары суреттер түрінде көрсетілді.


Мысалы, зерттелген 5-түрлі сүтқоректілердің клеткаларына цитогенетикалық талдау жүргізгенде алынған нәтижелер келесідей түрде топтастырылды:


- қалыпты кариотип (суреттер 1-10);
- гиподилоидты клетка (суреттер 11,14);
- гипердилоидты клетка (суреттер 12,13,15);
- полиплоидты клетка (суреттер 16-21);
- хромосомалық аберрациялар (суреттер 22-43).


Хромосомалық аберрациялардың мынадай түрлері анықталды:


1) РТ – Робертсондық транслокация, екі акроцентрлі хромосомалар центромералары аудандарымен қосылып, 7-ші метацентрлі хромосомалар пайда болған (суреттер 29, 35).


2) МХД – метацентрлі хромосома центромерасының диссоциациясынан пайда болған екі акроцентрлі хромосомалар (сурет 30).


3)  – метацентрлі хромосомадағы делеция. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр (суреттер 22, 23, 28).


4)  – метацентрлі хромосомадағы делеция. Фрагмент жоғалған (суреттер 24, 25, 37, 39,40).


5)  – метацентрлі хромосомадағы екі хроматиданың бірдей делециясы. Фрагменттер хромосоманың қасында жатыр (суреттер 29, 41).


6)  – жұп акроцентрлі фрагменттер (суреттер 36, 38).

7)  – акроцентрлі хромосомадағы делеция. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр (суреттер 26, 27).

8)  – акроцентрлі хромосомадағы делеция. Фрагмент жоғалған (сурет 28).

9)  – акроцентрлі хромосома хроматидаларының центромера ауданында бөлінуі (центромераның диссоциациясы) (сурет 31).

10)  – дицентромерлі хромосома (суреттер 34, 42, 43).

11)  – хромосомалардың бұзылуынан пайда болған морфологиясы өзгерген, қой кариотипінде болмайтын хромосома(сурет 32).

12) Пульвер. – метафазалық клеткада хромосомалардың көптеп үзілуі (пульверизациясы) (сурет 33).

Хаттамадан алынған статистикалық мағлұматтарды пайдаланып, хромосомалары зерттелген қойда, мысалы N477 еділбай тұқымды кошқарда гиподиплоидты, гипердиплоидты, полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалар мен хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың пайыздық (%) мөлшері анықталады.

Зерттеу нәтижесінде алынған статистикалық цитогенетикалық мәліметтерді сараптама жасағанда, жануарлардың соматикалық клеткаларында кездесетін хромосомалардың аберрация түрлері мен геномдық мутациялардың (гиподиплоидты, гипердиплоидты және плоиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалар) деңгейін жекелеп сипаттау керек.

Соңғы жылдары цитогенетикалық зерттеулерде жеке жануарлардағы геномның жалпы тұрақсыздық мөлшері анықталып, бұған организмдегі гиподиплоидты, гипердиплоидты, полиплоидты және хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың жиынтығы біріктіріледі. Осы төрт цитогенетикалық көрсеткіштердің жинағы зерттелген клеткалардағы цитогенетикалық тұрақсыздықтың бірінші деңгейі (кесте - 1, А) деп саналады. Бұл көрсеткіш қоршаған ортаның тірі организмге әсер ететін генетикалық «жүктін» мөлшерін сипаттайды.

Хаттама №1

Жоба: «Қазақстанның мониторинг жүргізетін Қаспий аймағында өсетін ауыл шаруашылық малдарына техногенді факторлармен индукцияланған хромосомалық аберрацияларға талдау жасау». **Зерттелген аймақ:** Ақтау қаласы манайы. **Мал тұқымы:** Елілбай қой тұқымы № 477. **Жасы:** 3 жыл. **Салмағы:** 50 кг. **Жынысы:** ♂ кошқар.

1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	53, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	PT, 7 мц	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
54, XY	53, XY	54, XY	54, XY	МХД 5мц	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
54, XY	54, XY	54, XY	X	54, XY	54, XY	4 n	C	54, XY	54, XY
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	55, XY	54, XY	54, XY	C	54, XY	54, XY
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
54, XY	54, XY	X	54, XY	53, XY	54, XY	54, XY	=	54, XY	54, XY
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	4 n	54, XY	=	54, XY
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
54, XY	54, XY	54, XY	X	54, XY	53, XY	54, XY	XX	54, XY	54, XY Пульвер.
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
54, XY	54, XY	54, XY	4 n	54, XY	X	54, XY	54, XY	53, XY	54, XY
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY	54, XY

1*- метафаза нөмерлері

Барлық зерттелген метафазалар саны	-	100	-	100%
Оның ішінде: гиподиоидты клеткалар	-	5	-	5%
гипердиплоидты клеткалар	-	1	-	1%
полиплоидты клеткалар	-	3	-	3%
хромосомалық аберрациялар	-	12	-	12%
диплоидты клеткалар	-	79	-	79%

Жануарлардың соматикалық клеткаларындағы хромосома-лардың бұзылу деңгейін зерттегенде, олардың көпшілігі гиподиплоидты клеткалар болатыны цитогенетикалық ғылыми әдебиеттерден белгілі, және олардың пайда болу себептері жан-жақты қарастырылған. Жануарларда «нағыз гиподиплоидты» хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың болатыны ешқандай күмән келтірмейді. Сонымен қатар, сүйек миы немесе қан клеткаларын жасанды жағдайда, арнайы ерітінділердің көмегімен *in vitro* жағдайында өсіргенде, олардан сапалы хромосомалардың препараттарын алу үшін, бірнеше рет центрифугадан өткізуге, гипотоникалық ерітінділермен әсер етіп, хромосомаларды бір-бірінен алшақтату үшін арнайы фиксатор ерітіндісімен жекелеген клеткаларға әсер ету керек. Осы цитологиялық әдістер клеткаларға әсер етіп, гиподиплоидты жиынтығы бар клеткалар санын көбейтуі мүмкін.

Сол себептен, зерттеу нәтижесінде алынған жалпы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейінен (А) гиподиплоидты клеткалардың санын алып тастадық та, тек қана гипердиплоидты, полиплоидты және аберрациялары бар клеткаларды топтастырдық. Бұл екінші деңгейдегі цитогенетикалық тұрақсыздық (кесте - 1, Б) мөлшері болады.

Кестеде көрсетілген үшінші цитогенетикалық тұрақсыздық (кесте - 1, В) деңгейін сипаттағанда, екінші цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшерінен (кесте - 1, Б) полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткаларды алып тастадық. Полиплоидты клеткалардың болу себептері цитогенетикалық әдебиеттерде толығымен зерттелген. Организмде болатын бұл цитологиялық құбылыстың көрсеткішін ерекшелеп көрсетуіміздің мынадай себептері бар. Сүйек миы клеткаларында полиплоидты клеткалар жиі кездеседі. Олар, негізінен мегакариоциттер деп аталады. Сонымен қатар, соматикалық клеткалар хромосомаларының жиынтығы полиплоидты болуы да мүмкін. Қан клеткаларында мегакариоциттер болмайды. Дегенмен, қан клеткаларын жасанды жағдайда өсірігенде, олардан дайындалған хромосомалық препараттарда полиплоидты клеткалар кездеседі. Ерекше атап өтетін мәселе, полиплоидты клеткалардың кездесу жиілігі жекелеген жануарларда әртүрлі деңгейде болады.

Егер қан клеткалары бір қалыпты жағдайда, стандартты әдістеме арқылы дайындалатынын ескерсек, жекелеген жануарлардағы полиплоидты клеткалар мөлшерінің өзгерістігін қоршаған ортаның сол организмге тигізетін генотоксикалық әсерімен де түсіндіруге болады.

Сонымен, жануарларды цитогенетикалық зерттеу кезінде алынған мағлұматтарды үшінші цитогенетикалық тұрақсыздық (кесте - 1, В) тұрғысынан сипаттағанда, тек қана гипердиплоидты және хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың мөлшерлері көрсетіледі. Бұл екі көрсеткіштер жануарларды цитогенетикалық зерттеулер кезінде олардың метафазалық клеткаларында айқын анықталады.

Клеткалардағы хромосомалық аберрациялар деңгейі организмге зиянды әсер еткен факторлардың сипаттамасы. Сондықтан олар геном тұрақсыздығының (дестабилизациясының) және организмдегі соматикалық мутагенездің жоғарғы деңгейде екендігінің айқын көрсеткіші.

Тәжірбие және бақылау топтарында әрбір жануарлардан анықталған статистикалық цитогенетикалық мағлұматтар қорытынды кестеде жинақталады. Мысал ретінде, Каспий жағалуы мен Іле-Балқаш су жүйесі маңайында өсірілетін қойларды цитогенетикалық әдіс арқылы зерттегенде, олардың соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялары мен геномдық мутациялары көрсетіліп отыр (кесте-1).

Малдың хромосомаларын зерттегенде алынған цитогенетикалық мағлұматтарды вариациялық статистика әдісімен өңдеп, популяциядағы малдың клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшеріне математикалық тұрғыдан сипаттама беріледі.

Каспий теңізі жағалауы мен Іле-Балқаш су жүйесі жайлымдарында өсірілетін еділбай тұқымды қойлардың цитогенетикалық көрсеткіштері

Зерттелген аймақтар	Даралар саны	Зерттелген метафазалар	Анеуплоидты клеткалар, %		Полиплоидты клеткалар, %	Хромосома-лық аберрациялар, %	Цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейі, %		
			Гиподи-плоидия	Гиперди-плоидия			А	Б	В
1*	30	1507	23,52±4,62	0,14±0,09	2,09±0,59	2,11±0,50	27,72	4,23	2,18
2*	26	1305	30,34±2,98	0,37±0,18	2,83±0,68	3,83±1,08	37,38	7,04	4,21
3*	17	1500	21,33±4,15	0,06±0,06	3,13±0,51	4,53±1,08	29,05	7,72	6,76
4*	17	951	18,92±3,40	0,32±0,07	0,96±0,16	5,57±1,26	25,77	6,85	5,89
5*	15	1450	22,75±5,60	0,41±0,09	0,85±0,12	7,37±0,92	31,38	8,63	7,78
6*	18	938	19,72±3,90	0,43±0,11	3,37±0,76	5,65±0,96	29,17	9,45	6,08
7*	19	2000	20,05±5,90	0,50±0,18	1,65±0,23	6,05±0,85	28,7	8,2	6,55
<i>Ескерту</i>			А - бірінші деңгейдегі цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшері (гиподиплоидты + гипердиплоидты + полиплоидты + хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың жиынтығы);						
1*-Атырау			Б - екінші деңгейдегі цитогенетикалық тұрақсыздық мөлшері (гипердиплоидты + полиплоидты + хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың жиынтығы);						
2*-Құлсары									
3*-Шонжы									
4*-Қапшағай									
5*-Бақанас									
6*-Приозерск									
7*-Балқаш									

ҚОРЫТЫНДЫ

Экологиялық генетика дәлділікті талап ететін ғылым саласы. Сондықтан, қоршаған ортаның экологиясы ауытқығанда тірі организмдерде болатын генетикалық өзгерістер туралы айтқанда, оларды нақты мысалдармен дәлелду керек. Мысалы, Қазақстанның әртүрлі табиғи-экологиялық аймақтарында өсірілетін ауыл шаруашылығы малдары мен далада тіршілік ететін тышқан тәріздес кеміргіштердің соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутацияларды салыстыра зерттегенде, олардың клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейінің бақылау топтарынан жоғары болатыны нақтылы статистикалық мәліметтермен дәлелденді.

Бұрынғы Семей сынақ полигонының радиация деңгейі әртүрлі аймақтарында тіршілік ететін үлкен тышқандар (*Allactaga saltator Eversman*), секіргіш тышқандар (*Allactaga saltator Eversman*) және қызылұртты сарышұнақтардың (*Cytellus erythrogenus Brand*) цитогенетикалық көрсеткіштерін зерттегенде, олардың хромосомалық аберрациялары бақылау топтарындағы тышқандардың ұқсас көрсеткіштерінен жоғары болды (ең төменгісі 3,21 есе болса, ал ең жоғарғысы 7,88 есе). Геномдық мутациялары бар клеткалардың да мөлшері бақылау тобымен салыстырғанда жоғары (2,85 еседен 4,71 есеге дейін) болатыны анықталды. Бұл цитогенетикалық мәліметтер 72 тышқан тәріздес кеміргіштердің 8247 метафазалық клеткаларын зерттегенде алынған.

Степногор тау-химиялық комбинатының радиоактивті қалдықтарды сақтайтын қоймаларының маңайында тіршілік ететін үлкен тышқандар (*Allactaga major Kern*) мен секіргіш тышқандардың (*Allactaga saltator Eversman*) соматикалық клеткаларындағы хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутацияларының кездесу жиілігін зерттегенде, бұларда геномдық мутациялары бар клеткалардың мөлшері тышқандардың түрлеріне байланысты 1,7-ден 6,4 есеге дейін, ал хромосомалық аберрациялары бар клеткалар деңгейі 4-тен 6 есеге дейін көбейетіні анықталды. Тышқандардың соматикалық клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейі сол жерлердегі гамма сәулесінің эквивалентті дозасының 6 есеге

дейінгі, бета бөлшектерінің ағым тығыздылығының 15 есеге дейінгі жоғарғы көрсеткіштерімен дәйекті түрде байланысты екендігін тағы да айқын көрсетті.

Іле-Балқаш су жүйесі аймағының (Шонжы, Қапшағай, Бақанас, Приозерск, Балқаш) жайлымдарында өсірілетін 86 бас қойдың 14003 метафазалық клеткаларын зерттегенде, олардағы хромосомалардың аберрациялары мен геномдық мутациялары бар клеткалардың деңгейі әртүрлі болатыны анықталды. Бақылау тобындағы қойлардың цитогенетикалық көрсеткіштерімен салыстырғанда Бақанас маңайындағы жайлымдарда өсірілетін қойлардың клеткаларындағы хромосомалық аберрациялары 14 есе көп болды. Ал басқа жерлерде өсірілетін (Шонжы, Қапшағай, Приозерск, Балқаш) қойларда бұл цитогенетикалық көрсеткіш сәйкесінше 12,11,11,9 есе бақылау тобының көрсеткіштерінен жоғары болды.

Бұл цитогенетикалық көрсеткіштердің сол жерлердегі судың сүтқоректілерге тигізетін генотоксикалық әсерін толығымен сипаттайтындығын төмендегі мысал дәлелдейді.

Бақанастағы Іле өзені суының құрамын зерттеген химия мамандарының мағлұматы бойынша осы жерлердегі суда ШМК (шектеі мөлшерлі концентрация) мөлшері хромнан 10 есе, никельден 2,6 есе, кадмийден 2 есе, қорғасыннан 1,4 есе, кобальттен 2,5 есе, нитриттер/нитраттар бойынша 2,15 есе, жоғары болған. Ғылыми әдебиеттерде осы ауыр металлдар тұздарының сүтқоректілер клеткаларына мутагендік әсер етіп, хромосомалық аберрацияларды болдыратыны белгілі. Мысалы, қоршаған ортаның техногендік ластануының салдарынан ірі қарада хромосомалық аберрациялар мөлшері (6,25%) басқа аудандарда бағылатын малмен салыстырғанда (2,4%) жоғары болды.

Байқоңыр ғарыш аймағынан ұшырылатын зымырандардың отыны-гептилдің (1,1- диметилгидразин) генотоксикалық әсері жан-жақты зерттелген. Ақ тышқандарға 1 грамм салмаққа есептеп 0,125 мг гептил жібергенде, олардың сүйек миында полиплоидты хромосомалар жиынтығы мен хромосомалық аберрациялары бар клеткалардың деңгейі бақылау топтарындағы тышқандардан сәйкесінше 4,4 есе және 5,2 есе жоғары болды. Сонымен қатар, цитогенетикалық ғылыми әдебиеттерде көрсетілген хромосомалық аберрациялардың

белгілі түрлерінен басқа, бірнеше немесе көптеген хромосомалардың ұсақталып үзілуі (фрагментациясы) анықталды.

Қазақстанның әртүрлі аймағында (Алматы облысының Нарынқол, Іле аудандары, Оңтүстік Қазақстанның Сарыағаш, Созақ аудандары, Атырау облысының Қызылту ауылы) өсірілетін 109 бас қойдың 25658 метафазалық клеткаларын зерттегенде Қазақтың арқармеринос (Нарынқол популяциясы) және түсті қаракөл (Атырау және Қызылту популяциялары) қойларында хромосомалық аберрациялары мен гипердиплоидты және полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар клеткалардың мөлшері басқа аймақтарда өсірілетін қойлардың цитогенетикалық көрсеткіштерінен жоғары болды.

Нарынқол ауданы биік таулы аймақ екені, ал Атырау аймағындағы жануарларға мұнай өнімдерінің қалдықтары әсер етіп, малдардың цитогенетикалық көрсеткіштерін жоғарлататыны белгілі.

Қоршаған ортаның жағымсыз факторлары (физикалық, химиялық, биологиялық) организмге мынадай әсер етеді:

- улану - (организм деңгейінде);
- мутагендік әсер - хромосомалық аберрациялар, гендік, геномдық мутациялар (молекулалы-клеткалық деңгейлерде);
- канцерогендік әсер - қауыпты ісік аурулары (молекулалы-клеткалық деңгейлерде);
- тератогендік әсерлер - ұлпалар мен мүшелердің аномалиялары (ұлпа, мүше, организмдер деңгейінде);

Қоршаған ортадағы мутагендік заттардың деңгейі мен олардың тератогендік зияндылығы осы аймақта мекендейтін сүтқоректілердің клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздықты жоғарлатуымен қатар, тумыстан болған кемістіктері бар дарабастардың кездесу жиілігімен генетикалық байланыста болатыны белгілі.

Эмбрион мен ұрықтың қалыпты деңгейде дамуы мен өсіп-өнуі өте күрделі эмбриологиялық, цитологиялық, морфологиялық, физиологиялық, биохимиялық және генетикалық процестер мен қоршаған ортаның организмге әсер ететін факторларының арақатынастық байланыстарымен басқарылады.

Егер қоршаған ортаның зиянды факторлары мутагендік және тератогендік әсер ретінде эмбриогенездің бастапқы

сатысында немес имплантация болмай тұрғанда әсер етсе, онда көбіне эмбрион мен ұрықтың өлуіне әкеліп соғады. Мүшелер мен ұлпалардың тумыстан болған аномалиялары анатомиялық, морфологиялық және функциональдық бұзылулары, негізінен, тератогендер органогенездің жоғары деңгейде жүріп жатқан сатысында немесе ұрықтың өсіп-өнуі кезеңінде әсер еткенде болады.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде 20-30, 60 тәуліктік эмбриондардың, 90-100, 120-130 тәуліктік іштегі қозылардың, жаңа туған қозылардың және 8-9 айлық тоқтылардан бастап 8 жасқа дейінгі кәрі қойлардың соматикалық клеткаларындағы спонтандық анеуплоидияның, хромосомалық аберрациялар мен геномдық мутациялардың мөлшері анықталып, қойлардың онтогенез барысына генетикалық баға берілді. Өсіп-өну сатысының бастапқы кезеңдеріндегі эмбриондар мен іштегі қозыларда гиподиплоидты және полиплоидты клеткалардың кездесу жиілігі жоғары деңгейде екені анықталды. Қойлар жасының өсуіне байланысты олардың клеткаларындағы хромосомалық аберрациялары да көбейеді.

Әртүрлі табиғи экологиялық жағдайларда өсірілетін қой тұқымдарына цитогенетикалық және тератологиялық зерттеулер жүргізгенде, оларда хромосомалар құрылымының сандық және сапалық өзгерістерімен қатар, тумыстан болған кемістіктері бар қозылардың кездесу жиілігі де әртүрлі болатыны анықталды. Мүшелерінде тумыстан болған кемістіктері бар қозылардың хромосомаларын зерттегенде, олардың кейбіреулерінің соматикалық клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейі зерттелген клеткалардың 37%-да анықталды. Бұл ғылыми мағлұматтар да қоршаған ортаның экологиялық жағдайының сүтқоректілер клеткаларындағы хромосомаларға әсер ететінінің нақтылы көрсеткіші.

Қоршаған ортаның генетикалық тұрғыдан белсенді заттармен ластануы, осы уақытта тіршілік ететін жануарларға ғана емес, тіпті алдағы уақытта өсіп-өнетін организмдерге де зиянды әсерін келтіреді.

Республиканың әр түрлі табиғи экологиялық аймақтарында өсірілетін мал тұқымдарын цитогенетикалық тұрғыдан зерттеп, олардағы спонтандық және индукцияланған хромосомалық

аберрациялары мен геномдық мутациялары бар клеткалардың деңгейін анықтауды жалғастыру керек.

Қоршаған ортаның қазіргі уақыттағы экологиялық бұзылу деңгейінің өте жоғары болуына байланысты сүтқоректі жануарларда кездесетін тумыстан болған аномалиялар мен кемістіктердің түрлерін анықтап, олардың клеткаларындағы цитогенетикалық тұрақсыздық деңгейін және пайда болу механизмдері мен тұқымқуалаушылық қасиеттерін зерттеу биологияның, ветеринарияның және мал шаруашылығы ғылымдарының маңызды міндеті болып саналады.

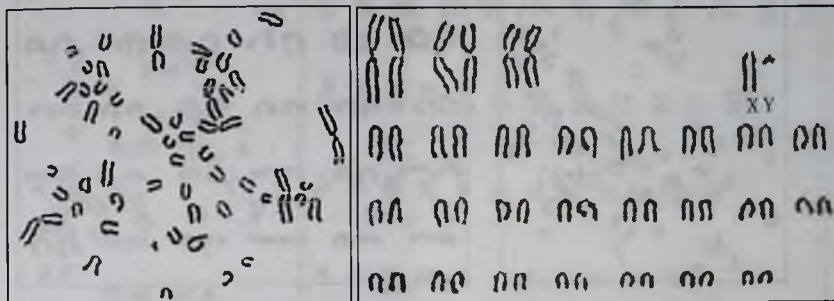
Сонымен, экологиялық жағдайы әр түрлі қоршаған ортада өсірілетін қой тұқымын цитогенетикалық зерттеу арқылы сол қоршаған ортаның организмге мутагендік және тератогенді зияндылығына белгілі бір деңгейде сипаттама беруге болады. Себебі, қоршаған ортаның организмге зиянды әсері мен популяциядағы мал хромосомаларының сандық және құрылымдық өзгерулерінің арасында белгілі бір биологиялық байланыс бар екенін жүргізілген зерттеулер айқын көрсетті. Қой тұқымдары республиканың барлық аймақтарында өсіріледі, олардың клеткаларындағы аутосомалары мен жыныстық хромосомалары нақтылы анықталатын болғандықтан, оларды генетикалық үлгі ретінде, цитогенетикалық зерттеулер жүргізуге пайдалану тиімді.

Сонымен, ауыл шаруашылығы малын, оның ішінде қойларды және далада тіршілік ететін сүтқоректілерді генетикалық үлгі ретінде пайдаланудың маңызы өте зор. Біріншіден, күнде шөп жеп, су ішетіндіктен қоршаған ортада болған экологиялық бұзылыстар жануарлардың генотипіне әсерін тигізеді. Екіншіден қойды генетикалық үлгі ретінде пайдаланудың нәтижелерін осындай тәжірибелерді зертханалық жануарларға (тышқандарға) жүргізгенде алынатын мағлұматтармен салыстырып, қойдың салмағы мен түрлеріне байланысты арнайы қайта есептеулер жүргізбей-ақ, бірден тәжірибеде қолдану зерттеу уақытын қысқартады. Соның нәтижесінде қоршаған ортаның жеке зиянды факторларының мутагендік деңгейі анықталып, оның әсерінен организмде болатын өзгерістерге генетикалық сипаттама беріледі. Қоршаған ортаның зиянды канцерогендік және тератогендік

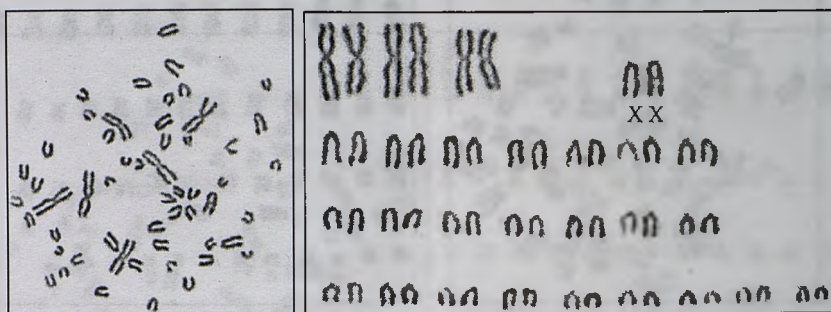
факторларының әсерін де осы әдістердің көмегімен зерттеуге болады.

Экологиялық генетиканың осындай көлемді мәселелерін шешу үшін, цитогенетиканың және тератологияның қазіргі теориялық жетістіктері мен әдістемелік деңгейлері жеткілікті.

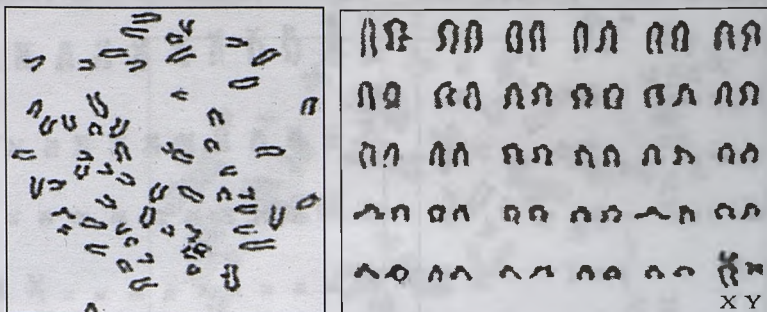
Әдістемелік нұсқауды дайындағанда биология ғылымдарының докторы А.Т. Сейсебаев, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы Б.А. Абишев, биология ғылымдарының кандидаттары Н.З. Алтаева және Н.Ж. Қадыровалармен бірлесіп орындалған ғылыми-зерттеу жұмыстарының мағлұматтары пайдаланылды. Сонымен қатар, осы әдістемелік нұсқаудағы ғылыми негіздемелерге шолу жасасағанда басқа да ғылыми әдебиеттер пайдаланылды. Бірақ, әдістемелік нұсқауды шығару кезіндегі белгілі шектеулерге байланысты, барлық авторларды пайдаланылған әдебиеттер тізіміне қосуға мүмкіндік болмады.



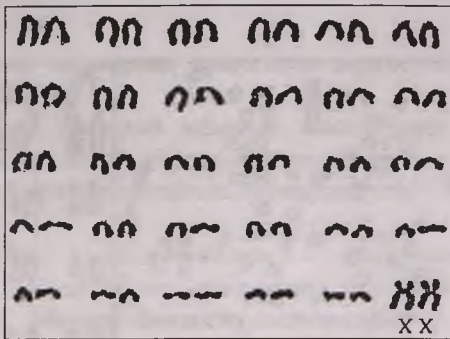
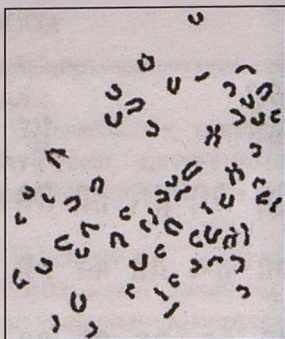
1-сурет - Қойдың (♂) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=54, XY$



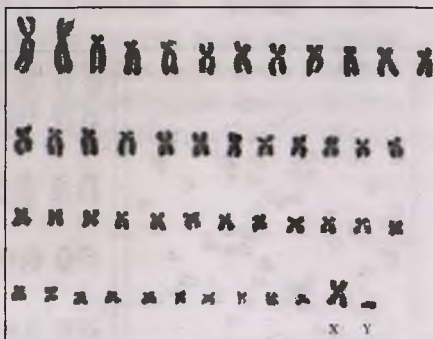
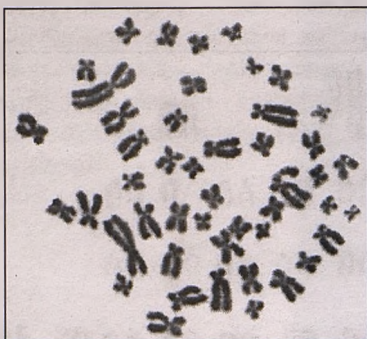
2-сурет – Қойдың (♀) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=54, XX$



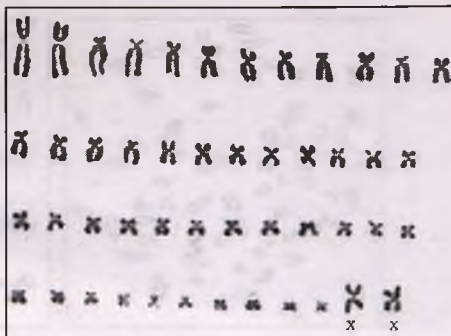
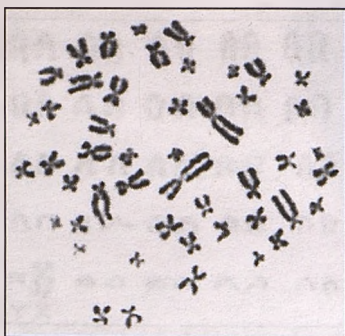
3-сурет – Ірі қараның (♂) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=60, XY$



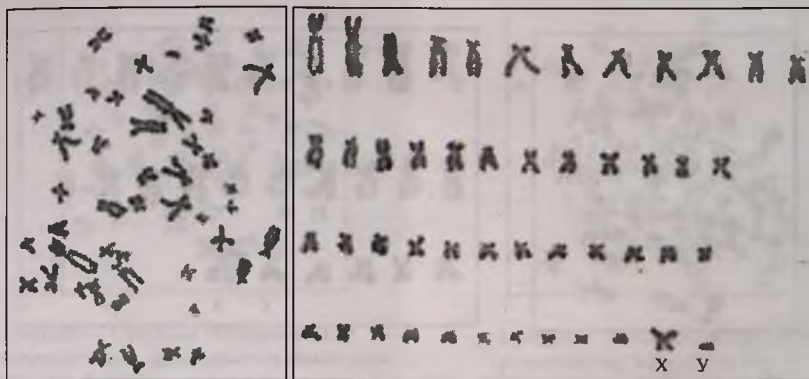
4-сурет – Ірі қараның (♀) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=60, XX$



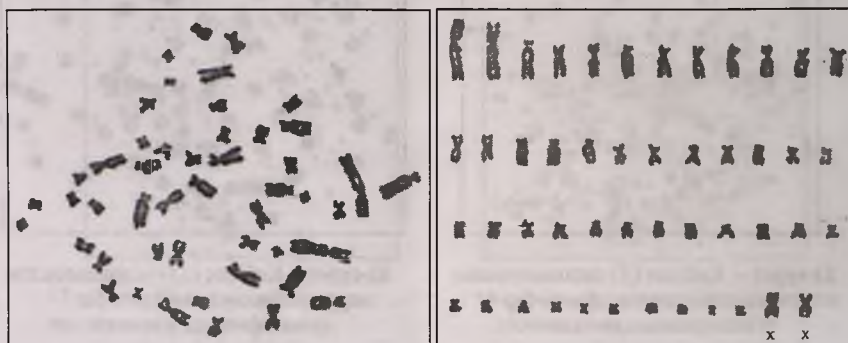
5-сурет – Үлкен тышқанның (♂) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n= 48, XY$



6-сурет – Үлкен тышқанның (♀) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n= 48, XX$



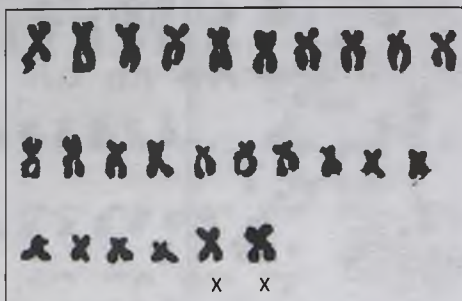
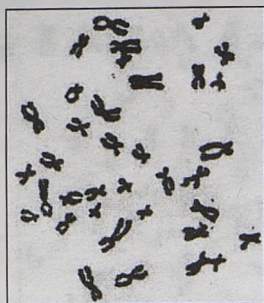
7-сурет – Секіргіш тышқанның (♂) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=48, XY$



8-сурет – Секіргіш тышқанның (♀) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=48, XX$



9-сурет – Сарышұнақтың (♂) метафазалық клеткасы. $2n=36, XY$



10-сурет – Сарышұнақтың (♀) метафазалық клеткасы және кариотипі. $2n=36, XX$



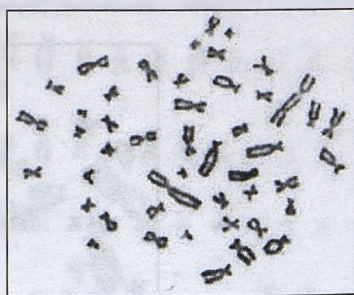
11-сурет – Қойдын (♂) гиподиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



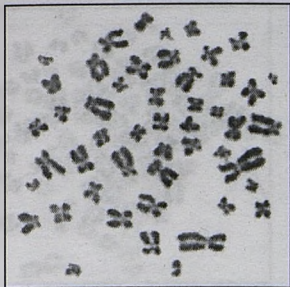
12-сурет – Қойдын (♂) гипердиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



13-сурет – Ірі қараның (♂) гипердиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



14-сурет – Үлкен тышқанның (♂) гиподиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



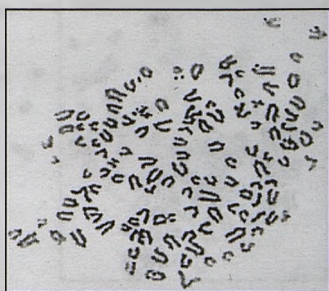
15-сурет – Секіргіш тышқанның (♀) гипердиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



16-сурет – Қойдың триплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



17-сурет – Қойдың тетраплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



18-сурет – Ірі қараның тетраплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



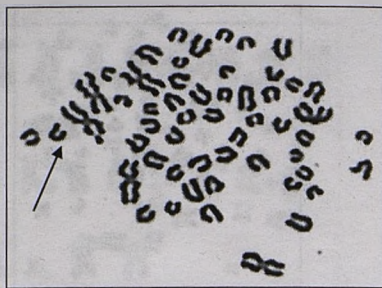
19-сурет – Үлкен тышқанның полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



20-сурет – Секіргіш тышқанның полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



21-сурет – Сарышұнақтың полиплоидты хромосомалар жиынтығы бар метафазалық клеткасы



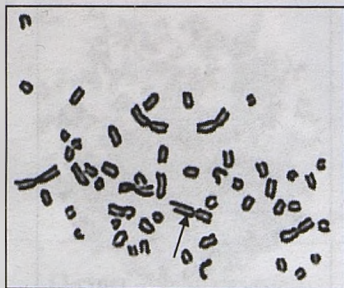
22-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен метацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр



23-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен метацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр



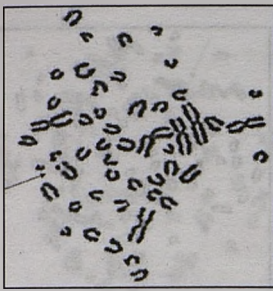
24-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен метацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент жоғалған



25-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен метацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент жоғалған



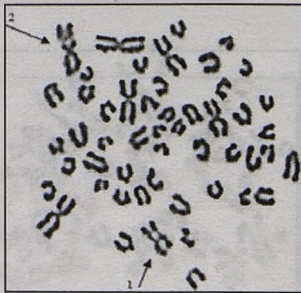
26-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен акроцентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр



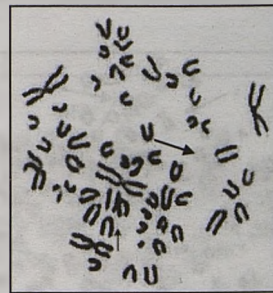
27-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен акроцентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент хромосоманың қасында жатыр



28-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен акроцентрлі (фрагмент жоғалған) және метацентрлі (фрагмент хромосоманың қасында жатыр) хромосомалардағы делеция көрсетілген



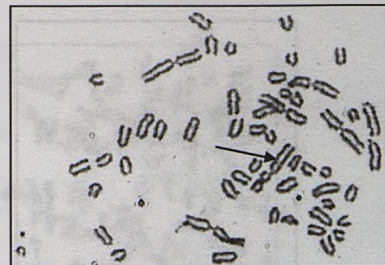
29-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Екі акроцентрлі хромосомалардың центромера аудандарымен бірігуінен пайда болған 7-ші метацентрлі хромосома (1) және метацентрлі хромосомадағы екі хроматиданың бірдей делециясы (2) көрсетілген. Фрагменттер хромосоманың қасында жатыр



30-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен центромераның диссоциациясынан пайда болған екі акроцентрлі хромосомалар көрсетілген



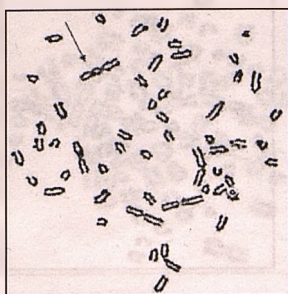
31-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен акроцентрлі жыныстық X-хромосоманың хроматидаларының центромера ауданында бөлінуі (центромераның диссоциациясы)



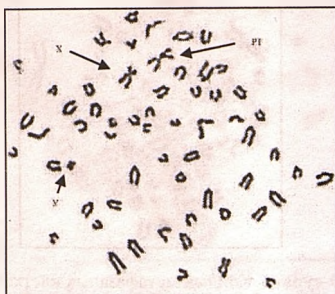
32-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен хромосомалардың бұзылуынан пайда болған морфологиясы өзгерген, қой кариотипінде болмайтын хромосома көрсетілген



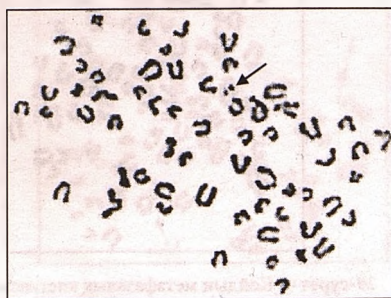
33-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Метафазалық клетканың ортасында хромосомалардың көптеп үзілуі (пульверизациясы)



34-сурет – Қойдың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен дицентромерлі хромосома көрсетілген



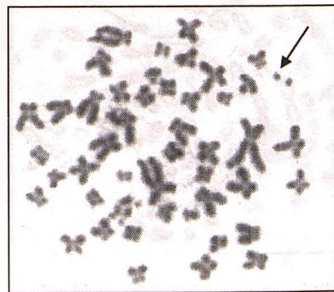
35-сурет – Ірі қараның метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен жыныстық X пен Y хромосомалар және Робертсонды транслокация (РТ) салдарынан құрылған метацентрлі хромосома көрсетілген



36-сурет – Ірі қараның метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен жұп фрагменттер көрсетілген



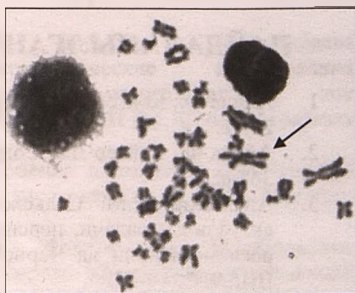
37-сурет – Үлкен тышқанның метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен үлкен субметацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент жоғалған



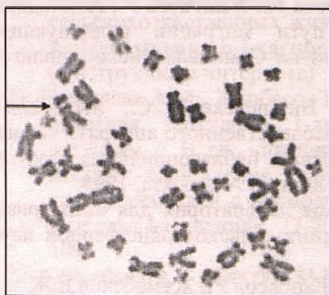
38-сурет – Үлкен тышқанның метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен жұп акроцентрлі фрагменттер көрсетілген



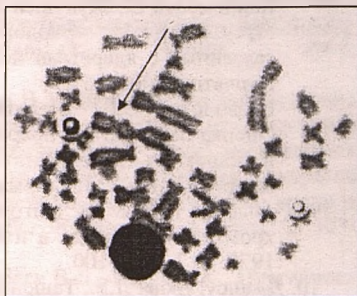
39-сурет – Секіргіш тышканнын метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен орташа субметацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент жоғалған



40-сурет – Секіргіш тышканнын метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен метацентрлі хромосомадағы делеция көрсетілген. Фрагмент жоғалған



41-сурет – Секіргіш тышканнын метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен екі хроматидадағы үзіліс (пробел) көрсетілген



42-сурет – Секіргіш тышканнын метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен үлкен дицентрмерлі хромосома көрсетілген



43-сурет – Сарышұнақтың метафазалық клеткасы. Үшкір таңбамен үлкен дицентрмерлі хромосома көрсетілген

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН НЕГІЗГІ ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Москва: Мир, 1987. Т. 1. 295 с.
2. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Москва: Мир, 1988. Т. 2. 368 с.
3. Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиоэкология: результаты, актуальные задачи, перспективы (к итогам 10-летних исследований в регионе аварии на Чернобыльской АЭС). // Радиация и риск, 1997. Вып.9. С. 44-47.
4. Алтаева Н.З. Ақмола облысының уран өндіретін өнірлерінде тіршілік ететін тышқан тәріздес кемірушілерді цитогенетикалық зерттеу: Автореф. дисс...канд. биол. наук. Алматы, 2010. 20с.
5. Берсімбай Р.І. Генетика. Алматы: Қазақ университеті, 2016. 393 б.
6. Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. Москва: Медицина, 1989. 270с.
7. Воит Г., Семиошкина Н., Карабалин Б., Мукушева М., Кислухин А., Кайрамбаев С., Мукушев А., Кадырова Н., Жапбасов Р., Абильдинова Г., Святова Г. Экологические пути миграции радионуклидов, связанных с ядерными испытаниями на Семипалатинском полигоне. Курчатов: 2000. 95 с.
8. Всеволодов Э.Б., Шарипов И.К., Вишневская С.С., Жапбасов Р. Оценка последствий повреждений наследственного аппарата человека и животных в результате воздействий неблагоприятных факторов внешней среды // Информационный листок. Алма-Ата, 1990.
9. Гольдман И.Л. и др. Цитогенетическая лаборатория для исследования хромосом животных и птиц // Вестник сельскохозяйственной науки, 1970. № 3. С.96-100.
10. Джансугурова Л.Б., Ташенова А.А., Жапбасов Р., Жумабеков Е.Ж. и др. Определение генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей наземных и водных экосистем Иле-Балхашского региона, изучение действия техногенных факторов на генетический статус населения и животных. Алматы: «Издательство ТОО «Алуа», 2012, 176 с.
11. Дубинин Н.П. Мутагены среды и наследственность человека // Успехи современной генетики, 1984. № 12. С. 3-29.
12. Ерубашева Г.К., Бигалиев А.Б. Цитогенетическая оценка мутагенной активности нефти как загрязнителя окружающей среды в зависимости от дозы и продолжительности воздействия // Вестник КазНУ. Серия биологическая, 2005. №2(17). С. 64-72.
13. Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск: Изд. Томского университета. 1992. 271с.
14. Жапбасов Р. Қойдын цитогенетикасы және тератологиясы. Алматы: «Издательство “Бастау”», 2006 – 288 б.
15. Жапбасов Р., Алибаев Н.Н., Альбосинов А. “Способ отбора в племенное стадо каракульских овец по цитогенетическому статусу” Авторское свидетельство N 52215 от 05.05.2007г. Комитет по правам интеллектуальной собственности Министер-ства юстиции РК.

16. Жапбасов Р.Ж., Жомартов А.М., Досыбаев К.Ж., Аманбаева У.И., Жансугурова Л.Б. Цитогенетические исследования сельскохозяйственных животных из мониторинговых зон Казахской части Прикаспия Известия НАН РК. Серия Аграрных наук. №6. 2016. С. 19-26
17. Жомартов А.М. Цитогенетическая оценка племенных овец породы казахский архаромеринос: Автореф. дисс...канд. с.-х. наук. Алматы, 2010. 21с.
18. Кадырова Н.Ж., Сейсебаев А.Т., Жапбасов Р. Исследование генетических последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды для природных популяций растений и животных Семипалатинского полигона // В сб.: 8-я Международная конференция «Ядерная и радиационная физика», 20-23 сентября 2011 г. Алматы, Казахстан. С. 197-198.
19. Колотов В.М., Демаков В.А., Пшеничков Р.А. Каталог мутагенов. Свердловск: УО АН СССР, 1987. 152 с.
20. Кусмолданов К.С., Жапбасов Р. Инструкция по проведению иммуногенетического и цитогенетического мониторинга сельскохозяйственных животных. <http://iggc.kz/nauchny-e-publikatsii-v-otechestvenny-h-i-zarubezhny-h-izdanivah/> Астана. 2005. (Инструкция в интернете)
21. Нурушева А.М., Жапбасов Р., Алтаева Н.З. Цитогенетическое изучение действия гептила (1,1-диметилгидразина -НДМГ) на животный организм // В сб. «научно практическая конференция, посвященная итогам выполнения программ по оценке влияния запусков ракетопосредств с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения». 27-29 июня 2006г. Караганда - Алматы. С. 103-109.
22. Сейсебаев А.Т., Бахтин М.М., Тусупбаев В.Л., Шеналь К., Нурғалиева К.Ж., Жапбасов Р. и др. Радиобиоэкологический мониторинг природных популяций растений и животных бывшего Семипалатинского испытательного полигона: общие подходы // В сб.: Международная конференция «Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды». Сыктывкар, 2001. С. 91-92.
23. Тойшибеков М.М., Жапбасов Р., Абдулина А.А., Джусупова Р.Ж., Жолдыбаева А.Т. Изучение иммуногенетических и цитогенетических особенностей аборигенных редких и исчезающих пород овец Казахстана // Вестник КазНУ. Серия биологическая, 2008. № 1(36). С. 71-74.
24. Фомичев Ю.П., Кошелева Г.Н., Обыденнова Н.А. Реакция сычевского скота на радионуклидное загрязнение местности // Зоотехния, 1997. № 2. С. 17-21.
25. Шалахметова Т.М., Колумбаева С.Ж., Калимагамбетов А.М., и др. Исследование токсического и генотоксического действия 1,1 - диметилгидразина на крыс // Цитология. 2003. Т. 45. № 3. С. 945-946.
26. Zhabbasov R. Cytogenetical investigation and teratological screening of some Kazakhstan sheep breeds. In: 27th International conference on Animal Genetics. July 22-26, 2000. USA. Minnesota, 2000. P. 4.

Оқу басылымы

**Р. ЖАПБАСОВ,
Л.Б. ЖАНСҮГІРОВА,
А.М. ЖОМАРТОВ,
Қ.Ж. ДОСЫБАЕВ**

**СҮТҚОРЕКТІ ЖАНУАРЛАРДЫҢ СОМАТИКАЛЫҚ
КЛЕТКАЛАРЫНДАҒЫ ЦИТОГЕНЕТИКАЛЫҚ
ТҰРАҚСЫЗДЫҚ ДЕҢГЕЙІН ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ
ТҰРҒЫДАН СИПАТТАМА БЕРУГЕ ПАЙДАЛАНУ**

Әдістемелік нұсқау

ИБ № 11258

Басуға 18.09.2017 жылы кол қойылды. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Көлемі 4,8 б. т. Тапсырыс №4582. Таралымы 100 дана.

Эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

«Қазақ университеті» баспа үйі.

Алматы қаласы, эл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.

