

УДК 504.75.05:577.4:615.849:612.461:546.799.4

**Тулеушев А.Ж., Глушенко В.Н., Силачев И.Ю., Матиенко Л.Д., Фалеев Е.Г.
ИЗУЧЕНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД РЕАКТОРА ВВР-К МЕТОДОМ
РЕАГЕНТНОЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОСОРБЕНТОВ**

Институт ядерной физики НЯЦ РК, Казахстан vik@inp.kz

Очистка основной массы отходов от радионуклидов и концентрирование последних в минимальном объеме – главные задачи при переработке жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Наиболее перспективным направлением при усовершенствовании сорбционной технологии является разработка и применение таких сорбентов, объем которых может быть значительно уменьшен после проведения сорбции радионуклидов. Такими сорбентами являются биосорбенты, представляющие собой биосуспензии штаммов микроорганизмов сорбирующих радионуклиды. Их дальнейшая сушка без существенных энергозатрат приводит к значительному снижению объема ЖРО.

Для проведения эксперимента по биомембранной очистке сточных вод исследовательского реактора ВВР-К от радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs в качестве биосорбента использовали сахаромицеты *Saccharomyces cerevisiae* и *Saccharomyces uvarum*. Планирование эксперимента и обсуждение полученных предварительных результатов проводилось с участием ведущих специалистов кафедры микробиологии КазНУ им. аль-Фараби.

Исследована кинетика сорбции радионуклидов при различной продолжительности контакта сорбента и модельного раствора, содержащего радионуклиды ^{60}Co и ^{137}Cs , без перемешивания. Выдерживание раствора с сахаромицетами *Saccharomyces cerevisiae* в течение 400 ч приводит к очистке от ^{60}Co на 25% и от ^{137}Cs на 55%.

Активное перемешивание раствора с сорбентом значительно убыстряет процесс сорбции радионуклидов из ЖРО.

Изучена зависимость степени очистки модельного раствора от концентрации биомассы сахаромицетов. Эффективность связывания радионуклидов биосорбентом монотонно возрастает с увеличением концентрации, так увеличение объема биомассы в два раза повышает степень очистки от ^{60}Co с 11% до 16%, от ^{137}Cs – с 32% до 44%.

Получены экспериментальные данные по влиянию pH раствора на коэффициент сорбции радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs микроорганизмами с последующей фильтрацией модельного раствора через трековые мембраны. Наиболее полное поглощение ^{60}Co , ^{134}Cs биосорбентом *Saccharomyces cerevisiae* наблюдается при pH = 6, а при использовании *Saccharomyces uvarum* – при pH = 7. Отклонение pH раствора на две единицы может уменьшить степень отчистки в 2 и более раз.

Таким образом, в ходе проведения эксперимента установлено влияние времени выдерживания, объема биомассы сахаромицетов *Saccharomyces cerevisiae* и *Saccharomyces uvarum* и pH очищаемого раствора на уровень сорбции радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs из сточных вод реактора ВВР-К.

УДК: 611.311.018:546.48:616.311.2-08:615.246.2

**Тұңғышбаева З.Б., Қауашев С.Қ.
МОЙЫННЫҢ ТЕРЕҢГІ ЛИМФА ТҮЙІНІНДЕГІ ҚАН ТАМЫРЛАРЫ
БҰЗЫЛЫСТАРЫН ТҮЗЕТУГЕ ТАГАНСОРБЕНТТІ ҚОЛДАНУ**

*С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан,
Alua2002yandex.ru*

Экологиялық жағдайлардың тұрақты түрде нашарлауы, ағзаның ішкі экологиясының ластануына себеп болады, ағзаға жүк түседі, кедергілер пайда болады, нәтижесінде лимфа түйіндерінде немесе бүтін ағзадағы лимфалық аймақтардың құрылымдық-функциональдық

бұзылыстары байқалады. Бұл жағдай дренажды-детоксикациялық қызмет атқаратын лимфалық жүйені басқаратын жаңа әдістер іздеуді талап етеді [1, 2].

Жұмыс мақсаты: хлорлы кадмиймен созылмалы уландырғаннан кейін мойынның тереңгі лимфа түйіндері бұзылыстарын түзету үшін Тагансорбентті қолдану.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу материалы ретінде Вистар саласына жататын ақ егеуқұйрықтардың мойынның тереңгі лимфа түйіндері алынды. Экспериментальді моделді жасау барысында созылмалы түрде егеуқұйрықтарды уландыру үшін хлорлы кадмий қолданылды. Тәулік сайын таңғы сағаттарда (8-9 сағатта), 2,5 ай барысында, жануарлардың әр килограмм салмағын есептей отырып, қалыпты вивариялық рационға 1,5 мг хлорлы кадмий қосып берілді, лимфа түйініндегі бұзылыстарды түзеу үшін Тагансорбент қолданылды. Тагансорбент – уникальді минеральды адсорбциялық зат. Оның уникальдылығы құрамында – натрий монтмориллониттің болуы, ол негізінен бентониттік тұқымдастардан тұрады және сазды минералдар ішінде бірінші орынды иеленеді, оның алмасу комплексінде кальций, магний, калийден және натрий де бар. Эксперимент барысында жануарларды 3 топқа бөлдік: Бірінші – бақылау; Екінші – экзотоксикозбен; Үшінші – энтеросорбциялық жағдайдағылар (тәулік сайын 30 күн барысында жануарлардың әр килограмм салмағын есептей отырып, қалыпты рационға 1 г. Тагансорбент қосып берілді). Барлық топтағы жануарларды зерттеу хлорлы кадмиймен тұрақты түрде 2,5 ай уландырып, үшінші топтағы жануарларға 30 тәулік бойы рациондарына Тагансорбент қосып бергеннен кейінгі 1, 7, 14, 21 тәуліктерде жүргізілді.

Жануарларға декапитация жасағаннан кейін, алынған материал Телесницкий ерітіндісінде фиксацияланды. Бір тәулік бойы материал фиксаторда тұрғаннан кейін, оны 70% этил спиртінен тұратын ерітіндіге салдық. Үлгілер қабылданған жалпы әдістер бойынша дайындалды. Материал 5-6% таза балауса қосылған парафинді блоктармен қапталды. Микротомның көмегімен қалыңдығы 5-6 мкм парафинді кесінділер дайындалды. Кесінділер Майер гематоксилинмен және эозинмен, азур II-эозинмен боялды (Елисеев В.Г. және басқалар, 1967; Lakhminarasimhan A., Ridwaj K.I., 1986). Боялған препараттардың беті канадалық бальзаммен жабылды.

Нәтижелер

Бақылау тобындағы жануарлар мойынның тереңгі лимфа түйініндегі микроамауықтардың ұйымдасу құрылымындағы эндотелиоциттер, базальді мембрана, перициттер мен адвентициальді жасушалар, капилляр қуысы жақсы көрініс берді.

Жануарларды хлорлы кадмиймен уландырғаннан кейінгі, 1 тәулік өткенде, мойынның тереңгі лимфа түйіндерінің микроамауықтарындағы эндотелиоциттердің ұйымдасу құрылымына зерттеп, жасушалардың ісінгені және цитоплазмаларда дистрофиялық өзгерістер бар екені анықталды. Интерстициальді кеңістіктің едәуір ісінгенін және кеңіген. Кадмийлік интоксикациядан кейін, Тагансорбент алған жануарлардың лимфа түйініндегі қан капилляры эндотелиоциттерін осы мерзімде зерттеу, оларға да жоғарыда аталған белгілер тән екенін көрсетті. Эндотелиоциттерге морфометриялық анализ жүргізу ТЭТ мен Гольджи комплексіндегі цистерналардың едәуір кеңігені анықталды және ТЭТ көлемдік тығыздығы 44%, ал Тагансорбент алған жануарларда 39% артқан. Тіркелген рибосомалар (ТР) мен бос полисомалық рибосомалардың (БПР) сандық тығыздықтары 44% және 43%, Тагансорбент алған жануарларда - 45% және 46% сәйкес төмендеген. Митохондрияның (МХ) көлемдік тығыздығы, сол органоидтың ісінуі мен бөртуі нәтижесінде Тагансорбент алмаған жануарларда 49%, оны алғандарда 53% артқаны анықталды және МХ кристалары қысқарып, жойылуға жақын деп, айтуға болады. Жасушадағы транспорттық процестердің қарқындылығын көрсететін, микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтары төмендеген. Базальді микропиноцитоздық везикулалардың (БМВ) көлемдік тығыздықтары 57% және 60% сәйкес, люминальді – 54% және 49% сәйкес, цитоплазмалық - 56% және 52% сәйкес төмендеген. Сонымен бірге екі топтағы жануарлардың да эндотелиоциттерінің апикальді беткейлігіндегі микробүрлерінің саны 80% және 78% сәйкес кеміген.

Соныменен, хлорлы кадмиймен уландырғаннан кейінгі 1 тәулік өткенде, Тагансорбент

алмаған және оны алған жануарлардың мойнының тереңгі лимфа түйіндерінің микротамырларындағы эндотелиоциттерді зерттеу барысында, көрініс беру дәрежесі бойынша айырмашылықтары жоқ, бір бағыттағы құрылымдық өзгерістер байқалды. Ондай өзгерістер, жасушаның бөртуіне байланысты, қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттерде дистрофиялық процестердің дамығанын көрсетіп, олардағы белок-синтездейтін, энергетикалық және транспорттық функциялардың төмендегенін дәлелдейтін, түйіршікті эндоплазмалық тордың мембраналары мен рибосомалар мөлшерінің төмендегендері, микробүрлер мен микропиноцитоздық везикулалар санының кемігендері, митохондриялардың ісінгендері анықталды. Қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттердің құрылымдық-функциональді ұйымдасуын Тагансорбентті қолданғаннан кейін, 1 тәулік өткенде зерттеу, сорбенттің маңызды әсер көрсете алмағанын анықтады. Бұл жағдай, препарат өзінің сорбциялық қасиетін өте аз уақыт қолдану барысында толық көрсете алмауымен байланысты болуы мүмкін.

7 тәулік өткенде, алмасу микротамырларындағы эндотелиоциттердің ұйымдасу құрылымын зерттеу, жасушалардың ісінгені мен цитоплазмаларындағы дистрофиялық өзгерістердің сақталғанын көрсетті. Интерстициальді кеңістіктің едәуір ісінгені және кеңігені де сақталған. Кадмийлік интоксикациядан кейін, Тагансорбент алған жануарлардың қан тамыры капиллярларындағы эндотелиоциттерін осы мерзімде зерттеу, оларға да жоғарыда аталған белгілер әлі де тән екенін көрсетті. Морфометриялық анализ жүргізу барысында, ТЭТ мен Гольджи комплексіндегі цистерналардың едәуір кеңігені сақталған. Екінші топтағы жануарларда ТЭТ көлемдік тығыздығы 33%, ал Тагансорбент алған жануарларда 31% артқан. ТР және БПР сандық тығыздықтары Тагансорбент алмаған жануарларда 40% және 35%, алғандарда - 35% және 32% сәйкес төмендеген. МХ көлемдік тығыздығы, сол органоидтың ісінуі мен бөртуі нәтижесінде Тагансорбент алмаған жануарларда 39% артқан, сорбент алғандарды бақылау тобының көрсеткіштерімен салыстырғанда 36% жоғары. МХ кристалары қысқарған.

Жасушадағы транспорттық процестердің қарқындылығын көрсететін, микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтары төмендеген, БМВ - 46% және 41%, люминальді - 43% және 37%, цитоплазмалық - 47% және 27% сәйкес төмендесе, екі топтағы жануарлардың да эндотелиоциттерінің апикальді беткейлігіндегі микробүрлерінің саны 67% және 62% сәйкес кеміген.

Сонымен, уландырудан кейін, 7 тәулік өткенде, Тагансорбент алмаған және оны алған жануарлардың мойнының тереңгі лимфа түйіндерінің микротамырларындағы эндотелиоциттерді зерттеу, көрініс беру дәрежесі бойынша әлсіз айырмашылықтары бар, бір бағыттағы құрылымдық өзгерістерді анықтады. Ондай өзгерістерге жасушаның бөртуіне байланысты, эндотелиоциттерде дамыған дистрофиялық процестер - ТЭТ мембраналарының кемігені, рибосома мөлшерінің төмендегені, МХ ісініп, микробүрлер мен микропиноцитоздық везикулалар санының кемігендері жатады. Осы көріністер, олардағы белокты-синтездейтін процестердің, энергетикалық және транспорттық функциялардың төмендегенін дәлелдейді.

Эндотелиоциттердің құрылымдық-функционалды ұйымдасуын, Тагансорбентті қолданғаннан кейін, 7 тәулік өткенде зерттеу, жасушалардың құрылымдарында және МХ сәл де болса ісіну процестерінің басылып келе жатқанын көрсетті. Сірә, бұл құбылыс сорбенттердің сорбциялық қасиетінің басталуымен байланысты болуы мүмкін.

14 тәулік өткенде, алмасу микротамырларындағы эндотелиоциттердің ұйымдасу құрылымына зерттеу жүргізу, жасушалардың ісінгені мен цитоплазмаларындағы дистрофиялық өзгерістердің әлі де болса, сақталғанын көрсетті. Екінші топтағы жануарларда, интерстициальді кеңістіктің едәуір ісінгенінің және кеңігенінің сақталған. Тагансорбент алған жануарлардың қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттерін осы мерзімде зерттеу, оларда жоғарыда аталған белгілерден кейбір айырмашылықтар бар екені анықталды.

Қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттерге морфометриялық анализ жүргізу, ТЭТ цистерналары едәуір кеңігені әлі де болса сақталған, ТЭТ көлемдік тығыздығы 19% және 11% артқан. ТР және БПР сандық тығыздықтары екінші тәжірибелік топтағы жануарларда төмендегендері сақталып, 26% және 24% сәйкес кұрса, Тагансорбент алған жануарларда төмендегендері - 21% және 40% сәйкес болды. МХ көлемдік тығыздығы, сол органоидтың ісінуі мен бөртуі нәтижесінде Тагансорбент алмаған жануарларда 14% артқан, оны алған жануарларда - 11% жоғары болған. Жасушадағы транспорттық процестердің қарқындылығын көрсететін, микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтары екінші топтағы жануарларда төмендеген, БМВ - 29% және 20%, люминальді – 33% және 22%, цитоплазмалық - 42% және 30% сәйкес төмендеген. Тагансорбент алған жануарлардың жасушаларындағы барлық микропиноцитоздық везикулаларының көлемдік тығыздықтарының қосындысын, бақылау тобымен салыстырғанда 25% төмен болған, екі топтағы жануарлардың да эндотелиоциттерінің апикальді беткейіндегі микробүрлер саны 67% және 50% сәйкес кеміген.

Соныменен, уландырудан кейінгі 14 тәулік өткенде, Тагансорбент алмаған және сорбентті алған жануарлар мойнының тереңгі лимфа түйіндерінің алмасу микротамырларындағы эндотелиоциттерді зерттеу, көрініс беру дәрежесі бойынша айырмашылықтары бар өзгерістер сақталғаны анықталды. Екінші топтағы жануарлар жасушаларының бөртуіне байланысты, қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттерде дистрофиялық процестердің дамығаны сақталған, ТЭТ мембраналары кеміп, рибосома мөлшері төмендеп, МХ ісініп, микробүрлер мен микропиноцитоздық везикулалар саны кеміген. Бұл, өзгерістер белокты-синтездейтін процестердің, энергетикалық және транспорттық функциялардың төмендегенін дәлелдейді. Эндотелиоциттердің құрылымдық-функциональді ұйымдасуын Тагансорбентті қолданғаннан кейін, 14 тәулік өткенде зерттеу, сорбенттің сәл болса да протекторлық әсер көрсеткен, жасушалардағы жалпы ісіну және МХ ісіну процестері жойыла бастаған, соған байланысты қалпына келу процестері едәуір дәрежеде көрініс берді. Сірә, бұл құбылыс сорбенттердің сорбциялық қасиетінің қарқынды түсуіне байланысты жүруі мүмкін. Бірақ, ТР және БПР сандық тығыздықтарының төмен болуы, эндотелиоциттердің белок-синтездейтін функцияларының қалпына толық келмегенін көрсетеді.

21 тәулік өткенде, алмасу микротамырларындағы эндотелиоциттердің ұйымдасу құрылымына зерттеу, барлық жануарлардың жасушаларындағы ісінген құбылыстың сақталғанын көрсетті. Интерстициальді кеңістіктердің едәуір бөрткені және кеңігені бірінші тәжірибелік топтағы, Тагансорбент алмаған жануарлардың лимфа түйіндерінде айқын көрініс берді. Тагансорбент алған жануарлардың қан тамыры капиллярларындағы эндотелиоциттерін осы мерзімде зерттеу, олардың ұйымдасу құрылымдары қалыптыға жақындағанын көрсетті.

Морфометриялық анализ жүргізу, ТЭТ цистерналардың кеңігені екінші тәжірибелік топтағы жануарларда сақталған және бақылау тобындағы көрсеткіштерден айырмашылығы бар. ТРн және БПР сандық тығыздықтары төмендегендері сақталып 27% және 20% сәйкес болды. Ал, Тагансорбент алған жануарларда ТР сандық тығыздықтары едәуір төмендеп, 14% кұрса, БПР сандық тығыздықтары 11% төмендеген.

Бақылау тобындағы көрсеткіштермен салыстырғанда, екінші топтың жануарларындағы МХ көлемдік тығыздықтары 10% жоғары, МХ кристалар саны төмендеген. БМВ көлемдік тығыздықтарының төмендегені сақталып, екі топта сәйкес 34% және 14% кұрды. Екінші топтың жануарларында цитоплазмалық микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтары - 33% төмендеген және бақылау тобындағы көрсеткіштермен салыстырғанда жасушадағы барлық микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтарының қосындысы 30% төмендегені сақталған. Тагансорбент алған жануарлардың жасушаларындағы барлық микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтарының қосындысын, бақылау тобымен салыстырғанда 8% төмен болған. Эндотелиоциттердің

апикальді беткейіндегі микробұрлер саны екі топтағы жануарларда 44% және 17% сәйкес кемігені анықталды.

Сонымен, кадмийлік интоксикациядан кейін, 21 тәулік өткенде, екі тәжірибелік топтағы, Тагансорбент алмаған жануарлар мойнының тереңгі лимфа түйіндерінің алмасу микротамырларындағы эндотелиоциттерді зерттеу, жасушалар ультрақұрылымының жарым-жартылай қалпына келе бастағанын көрсетті, ал Тагансорбент алған жануарларда лимфа түйінінің қалыпты жағдайға жақындап қалғаны анықталды. Тагансорбент алмаған жануарлардың, қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттерде дистрофиялық процестердің сақталғаны көрінді, оған ТЭТ мембраналарының бөртуіне байланысты, белоктардың синтезделуі және транспорттық функциялардың төмендегені жатады.

Мойынның тереңгі лимфа түйінінің қан тамыры капиллярындағы эндотелиоциттердің құрылымдық-функциональді ұйымдасуын, Тагансорбентті қолданғаннан кейін, 21 тәулік өткенде зерттеу, МХ, ТЭТ цистерналарындағы және жалпы жасушалардағы ісіну процестерінің жойылғанын, цитоплазмалық және люминальді микропиноцитоздық везикулалардың көлемдік тығыздықтары қалпына келгенін көрсетті. Сірә, бұл құбылыс Тагансорбенттің протекторлық әсер бергені мен сорбенттердің сорбциялық қасиетінің әрі қарай қарқынды әсер көрсетуіне байланысты жүруі мүмкін. Бірақ, ТР сандық тығыздықтарының төмен болуы, эндотелиоциттердің белок-синтездейтін функцияларының қалпына келмегенін байқатты. Бұл көрініс мойынның тереңгі лимфа түйініндегі және қызыл иектегі ұлпалар мен ағзадағы кадмий тұздарының толық шығарылмағанымен сипатталуы мүмкін.

Сонымен, 30 тәулік бойы рациондарына Тагансорбент қосылған жануарлардың эндотелиоциттерінің ұйымдасу құрылысы толық қалпына келе бастады. Тагансорбенттің протекторлық қасиеті бар екені анықталды.

Әдебиеттерде кадмийдің бүйректің қызметіне әсері туралы бірқатар жұмыстар жүргізілгені көрсетілген. Жұмысшыларға 26 жыл бойы кадмий тотығының шаңы мен буы әсер көрсеткенде, бүйрек шумақтарындағы түтікшелердің зақымданғаны байқалған. Ондай контакт жойылғаннан кейін 4 жыл барысында, жыл сайын жұмысшыларға клиникалық бақылау жүргізіліп отырған. Осы уақыт аралығында проффессиясына байланысты кадмийдің әсерінен қалыптасқан бүйректегі ақаулықтардың қайтымы байқалмаған. Бельгиядағы кәсіпорынның 310 жұмысшысын тексеру кезінде, кадмийдің әсеріне байланысты, олардың 100 астамында бүйректері зақымдалғаны анықталған [1,3]. Әдебиеттердегі берілген мәліметтер кадмий қосындыларының табиғи жолмен ағздан шығарылуы өте баяу жүретінін көрсеткен. Ал, Тагансорбентті қолдану оны ағздан шығаруды едәуір жылдамдататын сияқты.

Әдебиеттер

1. Шардарбекова Г.У. Современное состояние вопроса о влиянии кадмия и его производных на организм человека и животных. Вестник КазНМ. - № 2(20) – 2003. - С.135-140.
2. Бородин Ю.И., Селяницкая В.Г., Обухова Л.А. и др. // Бюл.экспер. биологии и медицины.-1999, Т.127, № 6, с. 697-699.
3. Lauwerys R., Vos A., Rods H., Bushel J.P., Bernard A. Наблюдение рабочего удаленного со своего рабочего места вслед за развитием почечных нарушений вызванных кадмием. Arch. Belg. Med. Soc. 1973, 37, 137-146.

Резюме

Экспериментальное исследование показало, что при использовании в рационе Тагансорбента препарат начинает проявлять свои сорбционные свойства преимущественно на 21 сутки эксперимента, активируя выведение хлористого кадмия из организма животных, тем самым оказывая протективное действие на структурную организацию микрососудов глубокого шейного лимфатического узла.

Summary

Experimental research rotined that at the use in the ration of Tagansorbenta, preparation begins to show the sorbcionnye properties mainly on 21 days of experiment, activating the leadingout of chlorous cadmium from the organism of zoons, the same rendering the protektivnoe operating on structural organization of mikrososudov of deep neck lymphatic node.