

**Нұралы Әсия Мамбетқызы**  
6D072100-Органикалық заттардың химиялық технологиясы  
мамандығы бойынша философия докторы(PhD)дәрежесін алу үшін  
« Гемосорбент биомассасын алу және қолдану» тақырыбындағы  
диссертациялық жұмысқа

**АҢДАТПА**

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы.**Бұл жұмыс өсімдік шикізатынан ламинарлық ағымның гемосорбентін жасауға, биомассаның оңтайлы қатынасын таңдауға және оның физика-химиялық және биомедициналық қасиеттерін зерттеуге арналған.

**Зерттеу жұмысының өзектілігі.** Көміртек химиясы көміртекті материалды өндіру үшін өте кең мүмкіндіктер ашады. Бірегей қасиеттеріне, жоғары химиялық төзімділігіне, термиялық беріктігіне және жоғары меншікті бетінің ауданына байланысты көміртекті материалдар шина және резеңке өнеркәсібіне, химия және фармацевтика өнеркәсібіне толтырғыш ретінде жоғары температуралы композициялық материалдарды, модификацияланған электродтарды өндіруде қолдануды тапты. Көміртек-кремний гемосорбентінің ерекшелігі-аморфты кремний диоксидінің жоғары мөлшері 30-40% - дан, ал көміртегі- 50-60% -дан жоғары болуы. Мұндай арақатынас ешбір сорбентте жоқ, яғни өнімнің әлемдік аналогтары жоқ. Сорбциялық материалдардың көздері өсімдік қалдықтары болып табылады, оларды қалдықсыз технологияларды құру үрдісін ескере отырып кешенді пайдалану маңызды. Бұл жұмыста биоүйлесімді көміртекті кремнийлі гемосорбент алу үшін шикізат ретінде сорбциялық қасиеті бар Қазақстанның жаңартылатын өсімдік шикізаты болып табылатын көміртекті, белсендірілген күріш қауызы таңдалды.

Көміртегі-кремний гемосорбенті макро - мезо – және микрокеуектен тұратын бірегей дамыған кеуекті құрылымға ие, ол токсиндердің селективті сорбциясын қамтамасыз етеді, яғни басқа сорбенттерге қарағанда организмнен тек зиянды заттарды шығарады. Гемосорбция кезінде жоғары молекулярлық массадағы эндотоксиндерді, вирустық инфекцияларды, бактерияларды, аллергияларды және патогенді микроорганизмдерді сорбциялайды және жояды.

Әлемнің басым бөлігін қамтитын індеттің жоғары өсуіне және Еуропа елдері мен АҚШ-тан келетін медициналық бұйымдардың қымбаттылығына байланысты отандық медициналық бұйымдарды әзірлеу өте өзекті. Қанды тазарту үшін көміртекті – кремний гемосорбентін жасау келесі мүмкіншіліктері тудырады:

-халықты жергілікті қолжетімді шикізаттан тиімділігі жоғары биомедициналық препараттармен қажетті мөлшерде қамтамасыз ету;

-вирустық, инфекциялық және бактериялық шығу тегі әр түрлі індеттердің алдын-алу және емдеуді қамтамасыз ету.

Көміртекті сорбциялық материалдардың медицинадағы рөлі ерекше маңызды орын алады. Өзінің дамыған кеуекті құрылымының арқасында көміртекті материалдар ағзаны детоксикациялау үшін тиімді қолданылады және гемо – және энтеросорбция үшін, аппликациялық медицинада қолданылады.

Жоғарыда көрсетілген себептерге байланысты көміртекті кремнийлі көпарналы ламинарлы ағынды гемосорбентті жасау бойынша диссертациялық жұмыстың зерттеу тақырыбының өзектілігі сөзсіз.

**Зерттеу жұмысының мақсаты.** "Бақанас" сортының күріш қауызының көміртекті-кремнийлі биомассасынан биоүйлесімді ламинарлы ағымды көпарналы ұяшықты гемосорбентті дайындау.

**Жұмыстың мақсатына жету үшін алға қойылатын міндеттер:**

1. Сорбциялық аймақты ұтымды пайдалану үшін ламинарлы ағымды көпарналы ұялы құрылымы бар көміртекті-кремнийлі моноблокты экструзиялауға мүмкіндік беретін көміртекті-кремний биомасса компоненттерінің оңтайлы технологиялық параметрлерін және арақатынасын орнату.

2. Алғаш рет бетіндегі жалпы кеуек көлемі 1-1,2 см<sup>3</sup>/г, макрокеуек көлемі 0,06-0,08 см<sup>3</sup>/г, микрокеуектер 0,08-0,10 см<sup>3</sup>/г, мезокеуектер 0,6-0,8 см<sup>3</sup>/г, меншікті бетінің ауданы 360 м<sup>2</sup>/г 952 арналы көміртекті кремнийлі гемосорбентті алу (көміртегінің мөлшері кемінде 60-70% кремний диоксиді 30%);

3. Гемосорбент монолитін дайындауға арналған термиялық өңделген ұсақ фракциялы күріш қауызының сапалық және сандық құрамын анықтау.

4. Көміртекті-кремнийлі көпарналы моноблоктың физика-химиялық қасиеттері мен сорбциялық белсенділігін зерттеу.

5. Жануарлар мен донорлық қанға биомедициналық скрининг жүргізу (сіңірілетін уыттардың мөлшерін анықтау, биохимиялық және жалпы қан талдауы көрсеткіштеріне әсер ету).

6. Көміртекті гемосорбенттің өндірістік дәрежеде технологиялық нұсқауларын жасау.

**Зерттеу нысаны:** күріш қауызының карбонизация режимдері, көміртекті-кремний биомассасының физика-химиялық қасиеттері, оптималды режимдері, ұялы құрылымы бар көпарналы гемосорбенттің биомедициналық қасиеттері.

**Зерттеу саласы.** Бетті модификациялау арқылы улы қосылыстарға қатысты көміртегі сорбенттерінің адсорбциялық қасиеттерін арттыруға болады. Функционалды топтардың санын, олардың химиялық табиғатын өзгерте отырып, көміртегі сорбенттерінің физика-химиялық қасиеттері мен биологиялық белсенділігін е әсер етуге болады, бұл оларды қолданудың жаңа бағыттарын ашады. Матрицаның құрылымы мен қолданылатын модификаторлардың қасиеттеріне байланысты бифункционалды әрекеттің модификацияланған көміртегі сорбенттері ерекше қызығушылық тудырады.

Осыған байланысты кеуекті материалдардың модификациялық процестерінің физика-химиялық заңдылықтарын зерттеу және олардың бетіндегі улы қосылыстардың адсорбциялық сипаттамаларын анықтау саласындағы зерттеулер қазіргі заманғы химиялық зерттеулердің өзекті бағыттарының бірі болып табылады.

Әр түрлі молекулярлық масса және табиғат бойынша уытты заттарды сорбциялау үшін медицина талаптарына жауап беретін көміртекті сорбенттер ерекше қызығушылық тудырады. Көміртекті сорбенттердің кеуектілігі оларды сорбциялық медицинада қолдану бағыттарын анықтайды. Сонымен, биологиялық сұйықтықтардан креатинин, алифатты оксикышқылдар, аминқышқылдары, зәрқышқылы және т. б. сияқты аз молекулалық салмағы бар өнімдерді кетіру үшін микро- мезо - кеуекті көміртекті сорбенттерді қолданған жөн.

Сорбенттердің дамыған мезокеуекті құрылымы гемосорбция міндеттерінің көпшілігін қанағаттандырады. Уытты заттарды гидрофобты беті бар көміртекті сорбентпен алып тастағанда, дисперсиялық күштердің әсерінен болатын физикалық адсорбция сорбцияның негізгі механизмі болып табылады. Бұл жағдайда адсорбция тиімділігі адсорбцияланатын заттар молекулалары мен адсорбент кеуектерінің өлшемділігімен анықталады.

Күріш қауызының химиялық құрамын зерттеу дәрежесін және оны гемосорбция үшін көміртекті материал ретінде пайдалану мүмкіндігін анықтау үшін патенттік деректерді талдау осы тақырып бойынша зерттеулердің негізгі пайызы Ресейге, Жапонияға, Қытайға тиесілі екенін көрсетті.

Қазақстанда өсімдік шикізатынан гемосорбент үшін биомасса өндірудің өнеркәсіптік деңгейдегі технологиялық схемасын әзірлеу алғаш рет жүзеге асырылды. Қайта өңделген шикізаттың негізгі бөлігі көміртегі мен аморфты кремнийден тұрады бұл гемосорбент үшін биомасса жасауға мүмкіндік береді.

### **Зерттеудің ғылыми-техникалық деңгейі және ғылыми зерттеу жұмысының метрологиялық қамтамасыз етілуі**

Күріш қауызын термоөндеудің оңтайлы параметрлері стандартты емес жабдықта –көлбеу бұрышын реттеу диапазоны-1-10°, 300 -900°C температура аралығында "Көміртекті биомассаны химиялық өңдеу реакторында" ғылыми-өндірістік техникалық орталық «Жалын» мекемесінде жүргізілді. Беріліс моторы реакторды айналдырады, ол шикізаттың өлшенген қозғалысын қамтамасыз етеді, мұнда 2 секциялы газ пеші оны 800°C температураға дейін қыздырады.

Морфологиялық құрылым және элементтік талдау Quanta 200i 3D (FEI Company, АҚШ) растрлық электронды микроскопында термоэмиссиялық зеңбірекпен және интеграцияланған энергия дисперсиялық микроанализ және материалдардың құрылымы мен құрылымын талдау жүйесі бар бағытталған иондық сәулелік станциямен зерттелген.

Көміртекті монолит үлгілерінің меншікті бетін өлшеу сорбтометрде БЭТ әдісімен жүргізілді. Көміртекті материалдың беткі ауданын есептеу

үшін мономолекулалық қабатқа қатысты газдың көлемі және адсорбцияланған газ молекуласының көлденең қимасы анықталды. Бетінің ауданы  $p/p_0$  0,05-0,35 салыстырмалы қысым мәндерінің интервалында 5-10% дәлдікпен өлшенді.

Көміртек биомассасының сорбциялық қабілеті метилен көгімен анықталды. Бастапқы МК ерітіндісі мен алынған сынамалардың оптикалық тығыздығы ФЭК-3 фотоэлектрокалориметрінде толқын ұзындығы ( $\lambda$ ) 400 нм жарық сіңіретін қабаттың қалыңдығы 10 мм болатын кюветтерде жарық сүзгісін қолдана отырып өлшенеді. Іріктелген сынамалардағы сорбат ерітіндісінің массалық концентрациясын градуирлеу графигі бойынша анықтайды. Алынған деректер бойынша сорбаттың массалық концентрациясының сорбция уақытына тәуелділік графигі құрылады. Гемосорбенттің биомассасын экструзия JS – 70 вакуумды Экструдинг машинасында жүргізілді. Экструзия жылдамдығы 15 г / мин .

Химиялық өңдеу арнайы стандартты емес "ламинарлық токтың көміртегі монолитін вакуумдық-циклдік декантациялаудың Автоматты технологиялық желісі" жабдығында жүргізілді. Ламинарлы ағымның дайын гемосорбентін зарарсыздандыру ГК-100-3 бу стерилизаторында жүргізілді (пневмогидравликалық негізінен бу). Зарарсыздандыру температурасы 120°C.

Гемосорбент автоматты Jiasheng орау машинасында полиэтилен-қағаз орамада оралған.

Биомедициналық скрининг жалпы немесе дозаланған гепаринизация тәртібінде 350-450 бірлік/кг есебімен 100 мл/мин, 200 мл/мин, 300 мл/мин жылдамдықпен Braun гемосорбция мен гемодиализге арналған аппараттың көмегімен жүргізілді.

#### **Алынған тәжірибелік зерттеулердің ғылыми жаңалығы:**

1. Күріш қауызы қанды тазарту үшін 952 арнасы бар ламинарлы ағымды гемосорбенттің бастапқы шикізаты ретінде қолданылды.
2. Алғаш рет ламинарлық ағынды көп арналы ұялы құрылымымен көміртекті моноблокты экструзиялауға мүмкіндік беретін көміртекті биомасса компоненттерінің оңтайлы технологиялық параметрлері мен арақатынасы анықталды, стандартты емес жабдықта арнайы касеталарда көміртекті монолит  $\text{HNO}_3$  (1 М) химиялық өңделді.
3. Сорбциялық ауданды тиімді пайдалануды гемосорбциялау үшін көміртекті моноблоктың физика-химиялық қасиеттері мен сорбциялық белсенділігі зерттелді.
4. Алғаш рет ламинарлы ағымды гемосорбент жануарлар мен донорлық қанға гемосорбция үшін қолданды (сіңірілетін уыттардың мөлшері анықталды, биохимиялық және жалпы қан талдауы көрсеткіштеріне әсер етуі көрсетілді)
5. Алғаш рет көміртекті гемосорбент өндірудің өндірістік технологиялық регламенті жасалды.

**Алынған нәтижелердің жаңалығы.** Автордың диссертация тақырыбы бойынша 1 пайдалы модель патенті (ҚазҚСҒЗИ), 2 өнертабыс патенті (ҚазҚСҒЗИ), 1 Еуразиялық өнертабыс патенті (ЕАПО), 3 авторлық куәлік.

**Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы** өсімдік тектес отандық шикізатты пайдаланумен байланысты. Әлемде алғаш рет денсаулық сақтау саласына арналған Көп арналы ұялы құрылымның ламинарлы ағымының көміртекті гемосорбенті жасалды. Физикалық-химиялық зерттеу және биомедициналық скрининг нәтижелері медициналық бұйымды медицинаға енгізуді қамтамасыз етеді.

**Қорғауға шығарылатын диссертацияның негізгі қағидаттары:**

-300-900°C температура диапазонында 20-25°C/мин қыздыру жылдамдығымен CO<sub>2</sub> газдар атмосферасында термиялық өңдеу арқылы күріш қауызынан алынған көміртегі (60-70%) және кремний диоксидінен (20-30%) тұратын гемосорбент биомассаны дайындау;

-Биологиялық сұйықтықтың (қан, плазма) ламинарлы ағынын жасайтын жоғары термиялық тұрақты, меншікті беті 235-360 м<sup>2</sup>/г дамыған кеуекті құрылымы бар, күл мөлшері аз, тозуға төзімді 952 арнадан тұратын көп ұяшықты құрылымды көміртекті монолитті алу;

-Гемосорбция кезіндегі көміртегі монолитінің *in vivo* әдісімен клиникаға дейінгі зерттеулерінің нәтижелерінің көрсеткіші бойынша ішкі ағзалар тіндеріне инерттілігі, токсикалық улану кезіндегі сорбциялық белсенділігі және пішінді қан жасушаларының сақталуын анықтау.

-Дайын өнімнің толық өндірістік циклдары бар көміртекті гемосорбентті өндірудің технологиялық нұсқаулығын ұсыну.

**Жұмыстың ғылыми-зерттеу және мемлекеттік ғылыми бағдарламамен байланысы.** Диссертациялық жұмыс «Жалын» ғылыми техникалық-өндірістік орталығында «№0097-17-ГК «Создание первого производства отечественных гемосорбентов ламинарного течения» атты ғылыми зерттеулерді коммерциализацияландыру жобасы шеңдерінде жүргізілді.

**Автордың жеке үлесі, жариялымдар және практикалық нәтижелердің апробациясы.** Гемосорбенттің бастапқы биомассасын әзірлеу, биомедициналық скрининг жүргізуге қатысуды, көміртекті материалдардың химиялық қасиеті туралы ғылыми-зерттеу жұмыстарын әдебиет көздерінен іздестіру, келтірілген нәтижелерді талқылау, диссертациялық жұмыстың теориялық және практикалық бөлімдерін жазу, қол жеткізілген нәтижелерді талқылау, сараптау және түйіндеуді автор өзі жүргізді.

Автордың диссертация тақырыбы бойынша 18 ғылыми жұмысы жарияланды, оның ішінде 1 мақала Scopus деректер базасына енгізілген басылымда жарияланған; ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚ ұсынған журналдарда 4 ғылыми мақала, халықаралық ғылыми конференциялар материалдарында 3 мақала, 4 патент, 2 мақала халықаралық журналдарда, 3 авторлық құқық, 1 монография.

## АННОТАЦИЯ

### Диссертационной работы на тему: «Получение и применение биомассы гемосорбента»

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072100 – Химическая технология органических веществ

**Нұралы Әсия Мамбетқызы**

**Общая характеристика работы.** Работа посвящена созданию ламинарно-поточного гемосорбента из растительного сырья, подбору оптимального соотношения биомассы, изучению его физико-химических и биомедицинских свойств.

**Актуальность темы исследования.** Углеродная химия открывает очень широкие возможности для производства углеродного материала. Благодаря своим уникальным свойствам, высокой химической стойкости, термической прочности и большой удельной поверхности углеродные материалы нашли применение в шинной и резинотехнической промышленности, в качестве наполнителя в химической и фармацевтической промышленности, при производстве жаропрочных композиционных материалов, модифицированных электродов. Особенностью углерод-кремниевого гемосорбента является высокое содержание аморфного диоксида кремния - 30-40% и углерода - 50-60%. Такого соотношения нет ни в одном сорбенте, то есть продукт не имеет мировых аналогов. Источниками сорбирующих материалов являются растительные остатки, их комплексное использование важно с учетом тенденции создания безотходных технологий. В данной работе в качестве сырья для получения биосовместимого углерод-кремниевого гемосорбента выбрана активированная рисовая шелуха, являющаяся возобновляемым растительным сырьем Казахстана, обладающая сорбционными свойствами.

Углерод-кремниевый гемосорбент имеет уникальную развитую пористую структуру, состоящую из макро-, мезо- и микропор, что обеспечивает избирательную сорбцию токсинов, то есть, в отличие от других сорбентов, выводит из организма только вредные вещества. При гемосорбции он поглощает и уничтожает высокомолекулярные эндотоксины, вирусные инфекции, бактерии, аллергены и патогенные микроорганизмы.

Развитие отечественных лекарственных средств является весьма актуальным в связи с высоким ростом эпидемии, охватившей большую часть мира, и высокой стоимостью медицинских изделий, поступающих из стран Европы и США. Создание углерод-кремниевого гемосорбента для очистки крови открывает следующие возможности:

- обеспечение населения необходимым количеством высокоэффективных биомедицинских препаратов из местного доступного сырья;

- обеспечение профилактики и лечения различных эпидемий вирусного, инфекционного и бактериального происхождения.

Особенно важна роль углеродсорбционных материалов в медицине. Благодаря развитой пористой структуре углеродные материалы эффективно используются для детоксикации организма, гемо- и энтеросорбции, в прикладной медицине.

В силу вышеизложенных причин актуальность темы исследования диссертационной работы по созданию многоканального ламинарного гемосорбента с углеродом кремния неоспорима.

**Цель работы.** Получение биосовместимого ламинарно-поточного многоканального клеточного гемосорбента из углерод-кремниевой биомассы рисовой шелухи «Баканас».

**Для достижения цели были поставлены следующие задачи.**

1. Установление оптимальных технологических параметров и соотношений компонентов углерод-кремниевой биомассы, позволяющих экструзией углерод-кремниевый моноблок с ламинарно-поточной многоканальной ячеистой структурой для рационального использования зоны сорбции.
2. Суммарный объем пор на первой поверхности составляет 1-1,2 см<sup>3</sup>/г, объем макропор 0,06-0,08 см<sup>3</sup>/г, микропор 0,08-0,10 см<sup>3</sup>/г, мезопор 0,6-0,8 см<sup>3</sup>/г, удельная поверхность 360 м<sup>2</sup>/г 952 канальный углерод-кремниевый гемосорбент (содержание углерода не менее 60-70%, диоксид кремния 30%);
3. Определение качественного и количественного состава термически обработанной мелкофракционной рисовой шелухи для приготовления монолита гемосорбента.
4. Исследование физико-химических свойств и сорбционной активности углерод-кремниевый многоканальный моноблок.
5. Биомедицинский скрининг животных и донорской крови. (определение количества усвоившегося солода, влияние на биохимические и общие показатели анализа крови).
6. Разработка технологических инструкций на углеродный гемосорбент на уровне производства.

**Объект исследования:** режимы карбонизации рисовой шелухи, физико-химические свойства углеродно-кремниевой биомассы, оптимальные режимы, биомедицинские свойства многоканального гемосорбента сотовой структуры.

**Область исследования.** Адсорбционные свойства углеродных сорбентов токсичных соединений можно повысить путем модификации поверхности. Изменяя количество функциональных групп, их химическую природу, можно влиять на физико-химические свойства и биологическую активность углеродных сорбентов, что открывает новые направления их использования за счет структуры матрицы и свойств сорбентов. Особый интерес представляют используемые модификаторы, модифицированные углеродные сорбенты бифункциональной активности.

В связи с этим, исследования в области изучения физико-химических закономерностей процессов модификации пористых материалов и

определение особенностей адсорбции токсичных соединений на их поверхности является одним из актуальных направлений современных химических исследований.

Особый интерес представляют углеродные сорбенты, отвечающие медицинским требованиям по сорбции токсичных веществ различной молекулярной массы и природы. Пористость углеродных сорбентов определяет направления их использования в сорбционной медицине. Так, из биологических жидкостей удаляются креатинин, алифатические оксикислоты, аминокислоты, мочева кислота и др. Для удаления продуктов с низкой молекулярной массой предпочтительно использовать микро-мезопористые углеродные сорбенты.

Развитая мезопористая структура сорбентов удовлетворяет большинству задач гемосорбции. При удалении токсичных веществ углеродным сорбентом с гидрофобной поверхностью основным механизмом сорбции является физическая адсорбция за счет дисперсионных сил. В этом случае эффективность адсорбции определяется размером молекул адсорбента и пор адсорбента.

Анализ патентных данных по определению степени изученности химического состава рисовой шелухи и возможности использования ее в качестве углеродного материала для гемосорбции показал, что основной процент исследований по этой теме принадлежит России, Японии и Китаю.

Впервые в Казахстане реализована разработка промышленной технологической схемы производства биомассы для гемосорбента из растительного сырья. Основная часть перерабатываемого сырья состоит из углерода и аморфного кремния, что позволяет создавать биомассу для гемосорбента.

### **Научно-технический уровень исследования и метрологическое обеспечение научно-исследовательской работы**

Оптимальные параметры термообработки рисовой шелухи осуществлялись в «Реакторе химической переработки углеродной биомассы» на нестандартном оборудовании - диапазон регулировки угла наклона -  $1-10^\circ$ , диапазон температур  $300-900^\circ\text{C}$  в научно-производственном техническом центре «Жалын». Мотор-редуктор вращает реактор, что обеспечивает размеренное перемещение сырья, где двухсекционная газовая печь нагревает его до температуры  $800^\circ\text{C}$ .

Морфологическое строение и элементный анализ изучали на сканирующем электронном микроскопе Quanta 200i 3D (FEI Company, США) с термоэмиссионной пушкой и станцией фокусированного ионного пучка со встроенным энергодисперсионным микроанализом и системой анализа структуры и состава материалов.

Измерение удельной поверхности образцов углеродного монолита проводили на сорбтометре методом БЭТ. Для расчета площади поверхности углеродного материала определяли объем газа относительно мономолекулярного слоя и сечение адсорбированной молекулы газа.



Площадь поверхности  $p/p_0$  измеряли с точностью 5-10% в интервале значений относительного давления 0,05-0,35.

Сорбционную емкость углеродной биомассы определяли по метиленовому синему. Оптическую плотность исходного раствора МК и полученных образцов измеряют на фотоэлектрокалориметре ФЭК-3 с длиной волны ( ) 400 нм в кюветах с толщиной светопоглощающего слоя 10 мм с использованием светофильтра. Массовую концентрацию раствора сорбата в отобранных пробах определяют по градуировочному графику. На основании полученных данных построен график зависимости массовой концентрации сорбата от времени сорбции. Экструдирование биомассы гемосорбента осуществляли на вакуум-экструзионной машине JS-70. Скорость экструзии 15 об/мин.

Химическую обработку проводили на специальном нестандартном оборудовании «Автоматическая технологическая линия вакуумно-циклической декантации углеродного монолита ламинарного потока». Стерилизацию готового гемосорбента ламинарного потока проводили на паровом стерилизаторе ГК-100-3 (пневмогидравлический преимущественно паровой). ). Температура дезинфекции 120°C.

Гемосорбент упаковывают в полиэтилен-бумажную обертку на автоматической упаковочной машине Jiasheng.

Биомедицинский скрининг проводился с помощью аппарата для гемосорбции и гемодиализа Bbraun со скоростью 100 мл/мин, 200 мл/мин, 300 мл/мин в порядке тотальной или дозированной гепаринизации из расчета 350-450 ЕД/мин. кг.

#### **Научная новизна полученных экспериментальных результатов:**

1. В качестве сырья для ламинарного гемосорбента с 952 каналами для очистки крови использована рисовая шелуха.
2. Впервые определены оптимальные технологические параметры и соотношения компонентов углеродной биомассы, позволяющие экструзией углеродного моноблока с ламинарно-поточной многоканальной ячеистой структурой, углеродный монолит подвергали химической обработке  $\text{HNO}_3$  (1 М) в спец. кассеты в нестандартной комплектации.
3. Изучены физико-химические свойства и сорбционная активность углеродного моноблока для гемосорбции эффективного использования сорбционной площади.
4. Впервые применён ламинарно-поточный гемосорбент для гемосорбции на животных и донорской крови (определено количество абсорбированного солода, показано влияние на биохимические и общие показатели анализа крови)
5. Впервые реализован производственный процесс создан регламент производства углеродного гемосорбента.

**Новизна полученных результатов.** Автор имеет 1 патент на полезную модель (КазКСГЗИ), 2 патента на изобретения (КазКСГЗИ), 1 евразийский патент на изобретение (ЕАПО), 3 авторских свидетельства по теме авторской диссертации.

**Практическая значимость работы** связана с использованием отечественного сырья растительного происхождения. Впервые в мире создан углеродный гемосорбент с ламинарным потоком многоканальной ячеистой структуры для применения в здравоохранении. Результаты физико-химических исследований и биомедицинского скрининга обеспечивают внедрение медицинского препарата в медицину.

**Основные положения выносимые на защиту:**

Получение биомассы гемосорбента, состоящей из углерода (60-70%) и диоксида кремния (20-30%), полученной из рисовой шелухи путем термообработки в атмосфере газов  $\text{CO}_2$  со скоростью нагрева 20-25°C/мин в температурный диапазон -300-900°C ;

$2 \text{ л}^{-1}$ , что создает ламинарное течение биологической жидкости ( кровь, плазма) ;

- Определение инертности углеродного монолита при гемосорбции тканями внутренних органов, сорбционной активности при токсических отравлениях и сохранности форменных клеток крови по результатам доклинических исследований.

-Представление технологического руководства по производству углеродного гемосорбента с полными циклами производства готового продукта.

**Связь темы с научно-исследовательскими работами и Государственными программами.** Диссертационная работа выполнена в рамках проекта коммерциализации научного исследования «№ 0097-17-ГК «Создание отечественного производства гемосорбентов ламинарного потока» на базе научно-технического и производственного центра «Жалын».

**Личный вклад автора, публикации и апробация практических результатов** Автор сам осуществлял разработку исходной биомассы гемосорбента, участие в биомедицинском скрининге, исследования химических свойств углеродных материалов по литературным источникам, обсуждение результатов, написание теоретической и практической частей диссертации, обсуждение достигнутые результаты, обследование и заключение.

По теме диссертации опубликовано 18 научных работ автора, в том числе 1 статья опубликована в издании, входящем в базу данных Scopus; 4 научные статьи в журналах, представленных Институтом научных исследований РК, 3 статьи в материалах международных научных конференций, 4 патента, 2 статьи в международных журналах, 3 авторских права, 1 монография.

## ANNOTATION

Dissertation on the topic:

### "Obtaining and using hemosorbent biomass"

submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty  
6D072100 – Chemical technology of organic substances

**Nuraly Asiya Mambetkyzy**

**General characteristics of the work.** The work is devoted to the creation of a laminar-flow hemosorbent from plant raw materials, the selection of the optimal ratio of biomass, the study of its physicochemical and biomedical properties.

**Relevance of the research topic.** Carbon chemistry opens up very wide opportunities for the production of carbon material. Due to their unique properties, high chemical resistance, thermal strength and large specific surface area, carbon materials have found application in the tire and rubber industry, as a filler in the chemical and pharmaceutical industries, in the production of heat-resistant composite materials, modified electrodes. A feature of the carbon-silicon hemosorbent is the high content of amorphous silicon dioxide - 30-40% and carbon - 50-60%. There is no such ratio in any sorbent, that is, the product has no world analogues. The sources of sorbing materials are plant residues, their complex use is important given the trend of creating waste-free technologies. In this work, activated rice husk, which is a renewable plant material of Kazakhstan, with sorption properties, was chosen as a raw material for obtaining a biocompatible carbon-silicon hemosorbent.

Carbon-silicon hemosorbent has a unique developed porous structure consisting of macro-, meso- and micropores, which ensures selective sorption of toxins, i.e., unlike other sorbents, it removes only harmful substances from the body. During hemosorption, it absorbs and destroys high-molecular endotoxins, viral infections, bacteria, allergens and pathogenic microorganisms.

The development of domestic medicines is very relevant due to the high growth of the epidemic that has affected most of the world and the high cost of medical products coming from Europe and the USA. The creation of a carbon-silicon hemosorbent for blood purification opens up the following opportunities:

- providing the population with the necessary quantity of highly effective biomedical preparations from locally available raw materials;
- ensuring the prevention and treatment of various epidemics of viral, infectious and bacterial origin.

The role of carbon sorption materials in medicine is especially important. Due to the developed porous structure, carbon materials are effectively used for detoxification of the body, hemo- and enterosorption, in applied medicine.

Due to the above reasons, the relevance of the research topic of the dissertation work on the creation of a multichannel laminar hemosorbent with silicon carbon is undeniable.

**The aim of the work .** Obtaining a biocompatible laminar-flow multichannel cellular hemosorbent from carbon-silicon biomass of rice husk "Bakanas".

**To achieve this goal, the following tasks were set.**

1. Establishing optimal process parameters and ratios of carbon-silicon biomass components, allowing extrusion of a carbon-silicon monoblock with a laminar-flow multi-channel cellular structure for rational use of the sorption zone.
2. The total pore volume on the first surface is  $1-1.2 \text{ cm}^3 / \text{g}$ , the volume of macropores is  $0.06-0.08 \text{ cm}^3 / \text{g}$ , micropores are  $0.08-0.10 \text{ cm}^3 / \text{g}$ , mesopores are  $0.6-0.8 \text{ cm}^3 / \text{g}$ , the specific surface area is  $360 \text{ m}^2 / \text{g}$  952 channel carbon-silicon hemosorbent (carbon content of at least 60-70%, silicon dioxide 30%);
3. Determination of the qualitative and quantitative composition of heat-treated fine-grained rice husk for the preparation of a hemosorbent monolith.
4. Study of the physical and chemical properties and sorption activity of a carbon-silicon multichannel monoblock.
5. Biomedical screening of animals and donor blood.  
(determination of the amount of malt absorbed, influence on biochemical and general blood test parameters).
6. Development of technological instructions for carbon hemosorbent at the production level.

**Object of study:** modes of carbonization of rice husk, physicochemical properties of carbon-silicon biomass, optimal modes, biomedical properties of a multichannel hemosorbent with a cellular structure.

**Research area.** Adsorption properties of carbon sorbents of toxic compounds can be increased by surface modification. By changing the number of functional groups, their chemical nature, it is possible to influence the physicochemical properties and biological activity of carbon sorbents, which opens up new areas of their use due to the matrix structure and sorbent properties. Of particular interest are the modifiers used, modified carbon sorbents of bifunctional activity.

In this regard, research in the field of studying the physical and chemical laws of modification processes of porous materials and determining the features of adsorption of toxic compounds on their surface is one of the current areas of modern chemical research.

Of particular interest are carbon sorbents that meet medical requirements for the sorption of toxic substances of various molecular weights and natures. The porosity of carbon sorbents determines the directions of their use in sorption medicine. Thus, creatinine, aliphatic oxyacids, amino acids, uric acid, etc. are removed from biological fluids. To remove products with low molecular weight, it is preferable to use micro-mesoporous carbon sorbents.

The developed mesoporous structure of sorbents satisfies most hemosorption tasks. When removing toxic substances with a carbon sorbent with a hydrophobic surface, the main sorption mechanism is physical adsorption due to dispersion forces. In this case, the adsorption efficiency is determined by the size of the adsorbent molecules and the pores of the adsorbent.

An analysis of patent data to determine the degree of study of the chemical composition of rice husk and the possibility of using it as a carbon material for hemosorption showed that the main percentage of research on this topic belongs to Russia, Japan and China.

For the first time in Kazakhstan, the development of an industrial technological scheme for the production of biomass for hemosorbent from plant raw materials has been implemented. The main part of the processed raw materials consists of carbon and amorphous silicon, which allows the creation of biomass for hemosorbent.

### **Scientific and technical level of research and metrological support of research work**

Optimal parameters of heat treatment of rice husk were implemented in the "Reactor for chemical processing of carbon biomass" on non-standard equipment - the range of tilt angle adjustment is 1-10°, the temperature range is 300-900°C in the scientific and production technical center "Zhalyn". The gear motor rotates the reactor, which ensures the measured movement of raw materials, where a two-section gas furnace heats it to a temperature of 800°C.

The morphological structure and elemental analysis were studied using a Quanta 200i 3D scanning electron microscope (FEI Company, USA) with a thermionic emission gun and a focused ion beam station with built-in energy-dispersive microanalysis and a system for analyzing the structure and composition of materials.

The specific surface area of the carbon monolith samples was measured using a sorbometer using the BET method. To calculate the surface area of the carbon material, the volume of gas relative to the monomolecular layer and the cross section of the adsorbed gas molecule were determined. The surface area  $p/p_0$  was measured with an accuracy of 5-10% in the range of relative pressure values of 0.05-0.35.

The sorption capacity of the carbon biomass was determined using methylene blue. The optical density of the initial MC solution and the obtained samples was measured using a FEK-3 photoelectric calorimeter with a wavelength ( ) of 400 nm in cuvettes with a light-absorbing layer thickness of 10 mm using a light filter. The mass concentration of the sorbate solution in the selected samples was determined using a calibration graph. Based on the data obtained, a graph of the dependence of the mass concentration of the sorbate on the sorption time was constructed. Extrusion of the hemosorbent biomass was carried out using a JC-70 vacuum extrusion machine. The extrusion speed was 15 rpm.

Chemical treatment was carried out on special non-standard equipment "Automatic technological line for vacuum-cyclic decantation of carbon monolith of laminar flow". Sterilization of the finished hemosorbent of laminar flow was carried out on a steam sterilizer GK-100-3 (pneumohydraulic, mainly steam). Disinfection temperature 120°C.

The hemosorbent is packed in polyethylene-paper wrapping using the Jiasheng automatic packaging machine.

Biomedical screening was performed using a Bbraun hemosorption and hemodialysis apparatus at a rate of 100 ml/min, 200 ml/min, 300 ml/min in the order of total or dosed heparinization at a rate of 350-450 U/min. kg.

**Scientific novelty of the obtained experimental results:**

1. Rice husk was used as raw material for laminar hemosorbent with 952 channels for blood purification.
2. For the first time, optimal technological parameters and ratios of carbon biomass components were determined, allowing the extrusion of a carbon monoblock with a laminar-flow multichannel cellular structure; the carbon monolith was subjected to chemical treatment with HNO<sub>3</sub> (1 M) in special cassettes in a non-standard configuration.
3. The physicochemical properties and sorption activity of the carbon monoblock for hemosorption of the effective use of the sorption area were studied.
4. For the first time, a laminar flow hemosorbent was used for hemosorption on animals and donor blood (the amount of absorbed malt was determined, the effect on biochemical and general blood test parameters was shown)
5. For the first time, a production process was implemented, and regulations for the production of carbon hemosorbent were created.

**Novelty of the obtained results.** The author has 1 patent for a utility model (KazKSGZI), 2 patents for inventions (KazKSGZI), 1 Eurasian patent for invention (EAPO), 3 author's certificates on the topic of the author's dissertation.

**The practical significance of the work** is associated with the use of domestic raw materials of plant origin. For the first time in the world, a carbon hemosorbent with a laminar flow of a multichannel cellular structure for use in health care has been created. The results of physical and chemical studies and biomedical screening ensure the introduction of a medical product into medicine.

**The main provisions submitted for defense:**

Obtaining a hemosorbent biomass consisting of carbon (60-70%) and silicon dioxide (20-30%) obtained from rice husks by heat treatment in an atmosphere of CO<sub>2</sub> gases at a heating rate of 20-25°C/min in a temperature range of -300-900°C; 2/g, which creates a laminar flow of biological fluid (blood, plasma);

- Determination of the inertness of the carbon monolith during hemosorption by tissues of internal organs, sorption activity in toxic poisoning and the preservation of formed blood cells based on the results of preclinical studies.

-Presentation of a technological guide for the production of carbon hemosorbent with complete production cycles of the finished product.

**Connection of the topic with scientific research works and State programs.** The dissertation work was completed within the framework of the project of commercialization of scientific research "No. 0097-17-GK "Creation of domestic production of laminar flow hemosorbents" on the basis of the scientific, technical and production center "Zhalyn".

**Personal contribution of the author, publications and testing of practical results** The author himself developed the initial biomass of the hemosorbent, participated in biomedical screening, studied the chemical properties of carbon materials according to literary sources, discussed the results, wrote the

theoretical and practical parts of the dissertation, discussed the achieved results, examined and concluded.

On the topic of the dissertation, 18 scientific works of the author have been published, including 1 article published in a publication included in the Scopus database; 4 scientific articles in journals presented by the Institute of Scientific Research of the Republic of Kazakhstan, 3 articles in the materials of international scientific conferences, 4 patents, 2 articles in international journals, 3 copyrights, 1 monograph.