

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Материалтану, нанотехнология және инженерлік физика» кафедрасы

Кошанова Сағыныш Бекболатқызы

«Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07109 – «Инженерлік физика және материалтану» білім беру
бағдарламасы

Алматы 2024

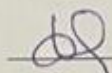
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты
«Материалтану, нанотехнология және инженерлік физика» кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқоңырова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«МНЖИФ» кафедра
меңгерушісі, PhD

 Кудайбергенов К.К.
«13» мамыр 2024ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу»

6B07109 – «Инженерлік физика және материалтану» білім беру
бағдарламасы

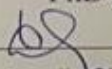
Орындаған:

Кошанова С.Б.

Ғылыми жетекші
PhD, асоц. профессор, Әл-Фараби
атындағы ҚазҰУ доцент
Мұхаметқаримов Е.С.
«10» мамыр 2024ж.



Ғылыми жетекші
PhD доктор, аға оқытушы
Кудайбергенов К.К.
«13» мамыр 2024ж.



Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Материалтану, нанотехнология, және инженерлік физика» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«МНЖИФ» кафедра
менгерушісі, PhD

Кудайбергенов К.К.

«13» маусым 2024ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Кошанова Сағыныш Бекболатқызы

Тақырыбы: «Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу»

Университет ректорының "04" желтоқсан 2023 жылғы №548-П/Ө
бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі "13" маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

- 1) Бидай сабанынан органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы целлюлоза алу.
- 2) Гидрогель дайындау және оның қасиеттерін зерттеу.

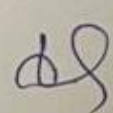
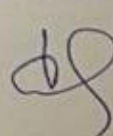
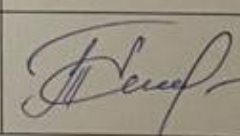
Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер:

1. МКЦ, НЦ, гидрогельге жалпы шолу.
2. Тәжірибелік жұмыс жүргізу.
3. Ұсынылған негізгі әдебиет 26 атаудан тұрады:
 1. Аутлов С. А., Базарнова Н. Г., Куньер Е. В. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения./Химия растительного сырья.
 2. Nandini Sahu, Diksha Gupta, Ujjwal Nautiyal (2020) Hydrogel: Preparation, characterization, and applications

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдеби шолу	23.02.2024-28.03.2024	
Тәжірибелік бөлім	07.04.2024-25.04.2024	
Дипломдық жұмысны алдын-ала қорғау	29.04.2024	

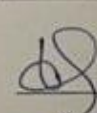
Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары (жұмысқа қарасты тараулардың нұсқаумен)


Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Әдеби шолу	Қудайбергенов К.К., PhD доктор, аға оқытушы	10.05.2024жж	
Тәжірибелік жұмыстар	Қудайбергенов К.К., PhD доктор, аға оқытушы	10.05.2024жж	
Нормоконтролер	Етиш Т.Е., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	13.05.2024жж	

Ғылыми жетекші:

Тапсырманы орындауға білім алушы:

Күні

 Қудайбергенов К.К.

 Кошанова С.Б.

«13» мамыр 2024ж

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Кошанова Сағыныш Бекболатқызы

6B07109 – «Инженерлік физика және материалтану» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу»

Кошанова Сағыныштың дипломыдық жұмыс бидай сабанынан целлюлоза және одан гидрогель алу болып табылады.

Дипломдық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен және қорытындыдан тұрады.

Дипломдық жұмыстың бірінші бөлімінде шикізатқа, микрокристалды целлюлоза, наноцеллюлоза, гидрогельге жалпылама сипаттама көрсетілген.

Дипломдық жұмыстың екінші бөлімінде органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы микрокристалды целлюлоза алу. Күкірт қышқылдық гидролиздеу арқылы наноцеллюлоза және одан гидрогель алу көрсетілген.


Дипломдық жұмыстың үшінші бөлімінде тәжірибе нәтижелерінен алынған үлгілердің морфологиясы және олардың қасиеттері зерттелген.

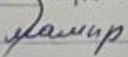
Кошанова С.Б. дипломдық жұмысы жоғары деңгейде орындалған, диплом алушы материалды толық игергенін зерттеу нәтижелерінен байқауға болады.

С.Кошанованың дипломдық жұмысы бітіруші жұмыстарына қойылатын талаптарды қанағаттандырады, ал білім алушы 6B07109 - «Инженерлік физика және материалтану» мамандығы бойынша «бакалавр» дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекші

PhD доктор, кафедра меңгерушісі

 Кудайбергенов К.К.

« 03 »  2024ж

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Кошанова Сағыныш Бекболатқызы

Тақырыбы: Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу

Жетекшісі: Кудайбергенов К.К.

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.9

Дәйексөз (35): 0

Әріптерді ауыстыру: 16

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

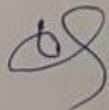
Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

27.05.2024



Кафедра меңгерушісі

Кудайбергенов К.К.

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Кошанова Сағыныш Бекболатқызы

6B07109- «Инженерлік физика және материалтану» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу»

Дипломдық жұмыс ауылшаруашылық қалдықтарынан гидрогель алу болып табылады.

Дипломдық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен және қорытындыдан тұрады.

Дипломдық жұмыстың бірінші бөлімінде шикізатқа, микрокристалды целлюлоза, наноцеллюлоза, гидрогельге жалпылама сипаттама көрсетілген.

Дипломдық жұмыстың екінші бөлімінде органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы микрокристалды целлюлоза алу. Күкірт қышқылдық гидролиздеу арқылы наноцеллюлоза және одан гидрогель алу көрсетілген.

Дипломдық жұмыстың үшінші бөлімінде тәжірибе нәтижелерінен алынған үлгілердің морфологиясы және олардың қасиеттері зерттелген.

Дипломдық жұмыс талапқа сай жасалынған және қорғауға жіберілсін.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс толығымен аяқталған құрылымды, стандартқа сәйкес келетін ғылыми еңбек болып табылады. Жоба толығымен қойылатын талаптарға сай және 90% (А-) « өте жақсы » деген бағаға лайық.

Пікір беруші:

PhD, ассоц. профессор,
Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ доцент
Мухаметкаримов Е.С
« » _____ 2024ж.

Мухаметкаримов Е.С

Қанағатбаева



АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың мақсаты: Бидай сабанынан органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы целлюлоза алу, одан гидрогель дайындау және оның қасиеттерін зерттеу.

Қазіргі уақытта ағаш емес өсімдік шикізат, атап айтқанда, ауылшаруашылық дақылдарының қалдықтары тиімді қолданылмайды, өйткені олардың көп бөлігі егістікте қалады немесе өртеп жібереді, нәтижесінде қоршаған ортаны ластайды. Бидай сабанын әртүрлі бағыттарда қолдану, соның ішінде целлюлоза өндірісі, наноцеллюлоза өнімдері және гидрогель алу қазіргі таңда өзекті. Гидрогель тамақ өнеркәсібі, медицина және фармацевтика үшін таптырмас материал болып табылады. Олардың жылдық қалдықтарының целлюлозасын органосольвентті тотығу әдіспен пероксидірік қышқылына негізделген композициямен алу мүмкіндігі зерттелді. Композицияда делигнификациялаушы реагенттің рөлін пероксидірік қышқылы атқаратыны анықталды, ал делигнификация процесі бірінші ретті реакциямен сипатталады. Ұсынылған әдіс бойынша алынған өсімдік шикізатының бір түрінен алынған техникалық целлюлозаның әртүрлі физика-химиялық сипаттамалары бар екендігі анықталды.

АННОТАЦИЯ

Цель дипломной работы: получение целлюлозы из пшеничной соломы методом органосольвентного окисления, приготовление из нее гидрогеля и изучение его свойств.

В настоящее время недревесное растение сырье, в частности остатки сельскохозяйственных культур, не используется эффективно, поскольку большая их часть остается на полях или сжигается, что в конечном итоге загрязняет окружающую среду. Использование пшеничной соломы в различных направлениях, включая производство целлюлозы, наноцеллюлозных продуктов и получение гидрогеля актуально. Гидрогель является незаменимым материалом для пищевой промышленности, медицины и фармацевтики. Исследована возможность получения целлюлозы их годовых отходов композицией на основе пероксисукусной кислоты методом органосольвентного окисления. Установлено, что роль делигнирующего реагента в составе играет пероксисукусная кислота, а процесс делигнирования характеризуется реакцией первого порядка. Установлено, что техническая целлюлоза, полученная из одного вида растительного сырья, полученного по предложенному методу, имеет различные физико-химические характеристики.

ANNOTATION

The purpose of the thesis is to obtain cellulose from wheat straw by organosolvent oxidation, prepare a hydrogel from it and study its properties.

Currently, non-wood plant raw materials, in particular crop residues, are not used effectively, since most of them remain in the fields or are burned, which ultimately pollutes the environment. The use of wheat straw in various directions, including the production of cellulose, nanocellulose products and the production of hydrogel is relevant. Hydrogel is an indispensable material for the food industry, medicine and pharmaceuticals. The possibility of obtaining cellulose from their annual waste by a composition based on peroxisacetic acid by organosolvent oxidation is investigated. It has been established that the role of the deligning reagent in the composition is played by peroxisacetic acid, and the delignation process is characterized by a first-order reaction. It has been established that technical cellulose obtained from one type of vegetable raw material obtained by the proposed method has various physico-chemical characteristics.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	10
1 ӘДЕБИ ШОЛУ	11
1.1 Бидай сабанының химиялық құрамы	11
1.1.1 Ауылшаруашылық қалдығынан целлюлоза алу	12
1.2 Микрокристалды целлюлоза	13
1.2.1 Микрокристалды целлюлозаны қолдану	14
1.2.2 Микрокристалды целлюлозаны алу әдістері	14
1.2.3 Микрокристалды целлюлозаның сипаттамаларын анықтау	15
1.3 Наноцеллюлоза	16
1.4 Өсімдік қалдықтарынан наноцеллюлозаны алудың жолдары	18
1.4.1 Өсімдік қалдықтарынан НЦ мен МКЦ алу үшін қолданылатын қышқыл гидролиз әдісі	19
1.5 Гидрогель	20
1.5.1 Гидрогельдердің қасиеттері	21
1.5.2 Гидрогельдердің жіктелуі	22
1.5.3 Гидрогельдердің түрлері	23
2 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ	25
2.1 Қолданылған материалдар	25
2.2 Бидай сабанын диірменнің көмегімен ұнтақтау	25
2.2.1 Сокслет экстракторында бидай сабанын гексанмен жуу	25
2.3 Делигнификациялаушы агентті дайындау әдісі	25
2.4 Органосольвенттік тотықтыру әдісімен бидай сабанынан МКЦ алу	27
2.5 Күкірт қышқылдық гидролиз әдісімен наноцеллюлоза алу	27
2.6 НЦ/Ат негізіндегі нано-гибридті гельді алу	27
2.7 Сканерлеуші электрондық микроскопиялық талдау әдістемесі	27
3 ТӘЖІРИБЕ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ	29
3.1 Органосольвенттік тотықтыру әдісімен алынған МКЦ-ның қасиеттерін зерттеу	29
3.2 Күкірт қышқылдық гидролиздец әдісімен алынған НЦ-ның қасиеттерін зерттеу	33
ҚОРЫТЫНДЫ	36
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	37
ҚОСЫМША	39

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

БС - Бидай сабаны

МКЦ - Микрокристалды целлюлоза

НЦ - Наноцеллюлоза

ПСҚ - Пероксисірке қышқылы

СЭМ - Сканерлеуші электронды микроскоп

КІРІСПЕ

Әлеуметтік экономиканың қарқынды дамуы адамдардың өмір сүру сапасын жақсартты, сонымен қатар экологиялық мәселе тудырды. Ең басты мәселе - ауылшаруашылық қалдықтар. Әдетте қалдықтар жапырақтардан, кебектен, сабаннан, бос күлден тұратын және өртеніп кететін немесе қоқысқа тасталатын шөпті қалдықтардан тұрады. Қалдық ретінде өңделетін шикізат түрлерінің бірі - бидай сабаны. Біріккен Ұлттар Ұйымының азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымының 2018 жылғы деректеріне сәйкес, адамзат тарапынан, әсіресе бидай, жүгері және күріш сияқты дақылдарға сұраныстың күрт өсуіне байланысты әлемдік дақылдар өндірісі қарқынды түрде өсуде. Әдебиеттерде хабарланған дақылдардың қалдықтарының ішінде бидай сабаны Еуропа, Америка және Батыс Азия континенттерінде жылына 132,59 миллион тонна өндірілетін ең көп таралған қалдықтардың бірі болып табылады [1]. Әлемдік азық-түлік өндірісінің шамамен 21% - ы бидай дақылына байланысты.

Бидай сабаны азық-түлік дақылдарын өндірудің жанама өнімі ретінде целлюлозаның жоғары деңгейіне ие (шамамен 50%) және оның ресурстарын пайдалану жағудан туындаған экологиялық проблемаларды жеңілдетуге көмектеседі [2]. Бұл қасиет оны тамақ өнеркәсібі, медицина, қағаз өндірісі, пластмасса және энергетика сияқты әртүрлі салаларда қолдануға жарамды етеді. Соңғы жылдары бидай сабанын ауылшаруашылық өнімі ретінде қолданудың әртүрлі бағыттары, соның ішінде целлюлоза өндірісі, азық-түлік қаптамасы және наноцеллюлоза өнімдері зерттелді. Олардың ішінде негізгі әдіс-бидай сабанынан гидрогель алу.

Қазіргі кезде бүкіл әлемде гидрогельдерді медициналық, фармацевтикалық және экологиялық қолдануға байланысты жан-жақты қызығушылық тудыруда. Мұндай материалдар сыртқы тітіркендіргіш ортаның концентрациясын, температурасын, рН және т.б. өзгерту арқылы басқаруға болатын өте сіңіргіш қасиеттерге ие. Биомедициналық қолдануға арналған гидрогельдердің қасиеттеріне, олардың жіктелуіне және өндірудің әртүрлі әдістеріне көп көңіл бөлінуде. Биомедицина саласында гидрогельдер дәрі-дәрмек, диагностика және оптика сияқты көптеген қолданбаларда маңызды рөл атқарады.

1 ӘДЕБИ ШОЛУ

1.1 Бидай сабанының химиялық құрамы

Бидай-әлемдегі ең көп өсірілетін үшінші дәнді дақыл. Бидай сабанының химиялық құрамында көмірсулар (лигнин, целлюлоза және гемицеллюлоза), ақуыздар, минералдар (кальций мен фосфор), кремний диоксиді, қышқыл жуғыш талшықтар бар. Бидай сабанының химиялық құрамы 1-кестеде көрсетілген. Ол сонымен қатар биологиялық белсенді қосылыстар мен дәрумендерге бай. Бидай сабанында 34-40% целлюлоза, 20-25% гемицеллюлоза және 20% лигнин бар. Бидай сабаны-жасуша қабырғасы бар күрделі құрылым. Бидай сабаны түйінаралық ($57 \pm 10\%$), түйіндер ($10 \pm 2\%$), жапырақтар ($18 \pm 3\%$), сабан ($9 \pm 4\%$) және орталық осьтен ($6 \pm 2\%$) тұрады [2]. Негізінен целлюлоза, лигнин және гемицеллюлозадан тұратын бидай сабаны ерекше назар аударуға тұрарлық. Сабан гемицеллюлозаларының негізгі полисахаридтері молекулаларында D-ксилоза қалдықтарынан түзілген және құрамында аз мөлшерде L-арабиноза мен D-глюкурон қышқылы немесе метил-В-глюкурон қышқылы бар глюкуроноксиландар болып табылады. Гидроксил функционалды топтарының көп мөлшері оны гидрогель өндірісі үшін құнды етеді [3].

1 кесте - Бидай сабанының химиялық құрамы [2].

Химиялық құрамы	Шикізат (%)
	Бидай сабаны
Экстрактивті заттар	7.62
Ыстық суда ерігіштігі	15.1
1% NaOH ерігіштігі	46.4
Лигнин	18.5
Глюкоза	34.9 ± 1.52
Смолалар, майлар, балауыздар	3,5
Жеңіл гидролизденетін полисахаридтер	30,5
Күлділігі	7.56 ± 0.03

Бидай сабанындағы құнды компоненттер және олардың артықшылықтары [4]:

- Марганец, мырыш. Сүйектер мен шеміршек тіндерін нығайтады.
- Мыс. Гемоглобиннің темірден синтезделуіне көмектеседі.

- Күкірт. Дәнекер ұлпаларды қалпына келтіруге қатысады.
- Калий. Бұлшықеттерді күшейтеді.
- Хлор. Тәбетті арттырады және асқазан сөлінің секрециясын күшейту арқылы ас қорытуды ынталандырады.
- Фосфор, кальций. Тістер мен сүйектерге күш қосыңыз.
- Кремний, магний. Кальцийдің жақсы сіңуіне көмектеседі.

1.1.1 Ауылшаруашылық қалдығынан целлюлоза алу

Целлюлоза-бұл гидрофобты, иіссіз, жаңартылатын және биологиялық ыдырайтын. Ол суда және көптеген органикалық еріткіштерде ерімейді, бұл оның реактивтілігі мен қайта өңдеуге жарамдылығының шектелуіне әкеледі. Целлюлоза, жердегі барлық жерде жаңартылатын табиғи биополимер, биосферада түзілетін ең маңызды органикалық қосылыстардың бірі болып саналады. Ол өсімдіктерден, теңіз жануарларынан, бактериялар мен саңырауқұлақтардан бастап тірі организмдердің тұтас сериясымен биосинтезделеді. Ол биоүйлесімді және экологиялық таза материалдар мен өнімдерге өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру үшін таусылмайтын шикізат көзі ретінде қарастырылады [5].

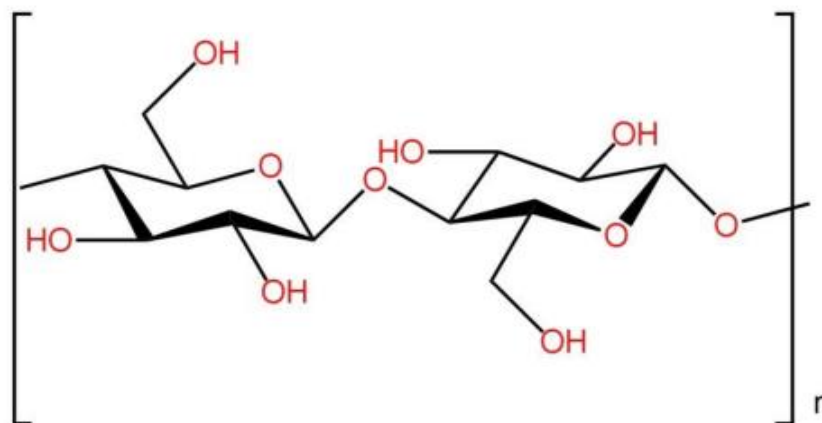
Целлюлозаны мақта, қызылша, қауыз немесе сабан сияқты өсімдіктерден алуға болады. Алайда, бөлу процесі көбінесе қоршаған ортаның ластануына әкелетін қатты химиялық заттарды қолданумен байланысты болып келеді. Осылайша, целлюлоза өнеркәсібінің қарқынды дамуы адамның пайдалануы үшін қолжетімді және ұзақ мерзімді өнімдерді қамтамасыз еткенімен, ол қоршаған ортаға да қиындықтар туғызды. Бидай мен күріш сабаны сияқты ауылшаруашылық қалдықтары қоршаған ортаның ластануына ықпал ететін ішкі құндылығы төмен болып көрінетіндіктен жиі тасталады немесе өртеледі. Алайда, іс жүзінде бұл қалдықтар жаңартылатын лигноцеллюлоза биомассасының бай және арзан көзі бола алады [6].

Целлюлоза гидрогельдері суды сіңірудің жоғары тиімділігіне, зарядталған топтарына және кеуекті құрылымына байланысты тамаша материал ретінде ерекшеленеді. Целлюлоза гидрогельдерін дайындау сабанды қолданудың зерттеулерін ұсынғанымен, бар лигнин мен гемицеллюлозаның көп бөлігін кетіру үшін алдын ала өңдеуді қажет етеді.

Целлюлозаның құрылымдық немесе химиялық модификациясының өзекті бағыттарының бірі медицина мен фармацевтикада, атап айтқанда фармацевтикалық және дәрілік заттарды шығару үшін тасымалдаушы ретінде пайдалану үшін биологиялық белсенді материалдарды алу болып табылады. Ерекше қызығушылық тудыратын және перспективалық функционалдық қасиеттері бар целлюлоза материалдарының қатарына гибридті материалдар мен оның негізіндегі нанокөмірдік гидрогельдер жатады.

1.2 Микрокристалды целлюлоза

Микрокристалды целлюлоза (МКЦ)-тазартылған заттан алынған табиғи зат. МКЦ кристалдық дәрежесі бастапқы целлюлозаның құрылымдық ерекшеліктерімен, микрокристалиттердің ақауымен және әр түрлі декструкция тұрақтылығымен анықталады [7]. МКЦ-ның химиялық құрылымы (1 сурет) мен қасиеттері, оны дәстүрлі талшықты және ұнтақты целлюлозадан ерекшелендіреді. Қазіргі уақытта МКЦ целлюлозаның әртүрлі көздерінен өндіріледі. Ағаш пен мақта целлюлоза талшықтарының негізгі өнеркәсіптік көздері болып табылады және осылайша МКЦ өндірісінде қолданылатын ең маңызды шикізат болып табылады [8]. Дегенмен қағаз өнеркәсібі, құрылыс өнімдерін өндіру, сондай-ақ энергия үшін ағаш жағу және тоқыма өнеркәсібінде мақтаны пайдалану сияқты көптеген салалар арасындағы бәсекелестік оларға барлық салаларды қолайлы бағамен қажетті мөлшерде ағаш пен мақтамен қамтамасыз ету қиынға соғады. Сонымен қатар, ағаш пен мақта көптеген аймақтарда қол жетімді емес, бұл ағаш целлюлозасын қолдануға мәжбүр етеді. Осылайша, басқа көздерге шөптесін өсімдіктер, дәнді дақылдар, су өсімдіктері және олардың жанама өнімдері ретінде үлкен қызығушылық тудырды. Бұл ағаш емес өсімдіктерде әдетте ағашқа қарағанда лигнин аз болады. Осылайша, ағарту әдістері химиялық заттар мен энергияға аз талап етеді. МКЦ-ның басқа целлюлоза материалдарынан айырмашылығы, полимерленудің шекті дәрежесіне, кристалдылық пен тығыздықтың максималды дәрежесіне ие, табиғи целлюлозаның ең таза талшықты емес түрі болып табылады. Микрокристалды целлюлозаны әртүрлі көздерден алу өте маңызды, өйткені МКЦ-ның жалпы сипаттамалары осыған байланысты болып келеді [9].



1 сурет - Микрокристалды целлюлозаның химиялық құрамы [9]

Микрокристалды целлюлоза суда ерімейді, бірақ ісінеді. Ол гель күйін құрайды және сұйылтылған натрий гидроксиді ерітіндісінде ериді. МКЦ -5-

тен -6°C -қа дейінгі температурада 8-10% NaOH сулы ерітіндісінде еруі мүмкін. МКЦ жоғары кристалдылықпен сипатталады және әдетте 55% және 80% арасында болады [10].

1.2.1 Микрокристалды целлюлозаны қолдану

Микрокристалды целлюлозаны фармацевтика өнеркәсібінде қолдану [11]:

- Таблеткалар мен капсулалардағы компоненттерді олардың тұрақтылығы мен ұсақталуын қамтамасыз ету үшін байланыстыру;
- Пробиотиктер мен пробиотикалық өнімдерді өндірудегі көмекші құрал;
- Дәрілік заттардың биожетімділігі мен сіңімділігін жақсарту;
- Ылғалдан қорғау және олардың сыртқы түрін жақсарту үшін таблеткаларды жабу ретінде пайдалану.

Косметикалық және дерматологиялық өнеркәсіпте микрокристалды целлюлозаны қолдану [12]:

- Текстурасы мен консистенциясын жақсарту үшін косметикалық және тері өнімдеріне қосымша;
- Косметикалық формулалардағы белсенді ингредиенттердің тұрақтылығы мен дисперсиясын қамтамасыз ету;
- Ылғалдандыратын қасиеттеріне байланысты теріні ылғалдандыру және жұмсарту;
- Ультракүлгін сәулеленуден қорғаудың тиімділігін жақсарту үшін күн қорғанысында қолдану.

Құрылыс материалдары өнеркәсібінде микрокристалды целлюлозаны қолдану [13]:

- Түсқағаздар мен бояуларға олардың адгезиясы мен беріктігін жақсарту үшін қоспа;
- Гипс және бетон қоспаларының қасиеттері мен сипаттамаларын жақсарту;
- Құрылыс материалдарындағы су өткізбейтін қасиеттерді және шаңнан қорғауды арттыру;
- Ауа ұстау қабілетінің арқасында материалдардың жылу оқшаулау қасиеттерін жақсарту.

1.2.2 Микрокристалды целлюлозаны алу әдістері

Әр түрлі табиғи көздердегі целлюлозаның мөлшері өсімдіктің түріне және жасына байланысты өзгеруі мүмкін. Табиғатта лигноцеллюлоза-целлюлозаның, гемицеллюлозаның, лигниннің және экстрактивті заттардың наноөлшемді домендерінің қосындысы нәтижесінде пайда болатын биокөмбіозит. Технологиялық тұрғыдан алғанда, лигнин құрамын бағалау таза

целлюлоза массасын алу үшін қажетті алдын ала өңдеу процесін оңтайландырудың маңызды параметрі болып табылады. Химиялық, физикалық, биологиялық және аралас процестерді пайдалана отырып, өсімдіктерден целлюлозаны алудың әртүрлі әдістері бар. Бұл процестер көбінесе МКЦ өндірісінде гидролиз процедурасын жеңілдету үшін алдын ала өңдеу ретінде пайдаланылды [14].

Гидролизбен өңдеу әдетте бейтараптандыру, жуу және кептіру процестерімен жүреді. Қазіргі уақытта жалпы қабылданған өндіріс процесі целлюлоза гидролизі процесі нәтижесінде алынған бейтараптандырылған суспензияны бұрку, кептіру арқылы жүзеге асырылады. Негізгі тауарлық сорттарға кептіру кезеңдерін бақылау арқылы қол жеткізіледі, бұл бөлшектердің мөлшерін, ылғалдылығын, байланыстырушы қабілетін және т.б. дәл реттеуге мүмкіндік береді. Мұздатып кептіру, сұйық қабат, микротолқынды пеш және классикалық пеште кептіру сияқты басқа кептіру әдістерін қолдануға болады.

1.2.3 Микрокристалды целлюлозаның сипаттамаларын анықтау

МКЦ құрылымы мен қасиеттерін зерттеу үшін көптеген зерттеушілер әртүрлі қосымша әдістерді қолданды. Мұндай талдауларға Фурье түрлендіретін инфрақызыл спектроскопия, гелге енетін хроматография, термиялық талдау және электронды микроскопия әдістері кіреді [15].

Фурье түрлендіретін инфрақызыл спектроскопия (FTIR) - бұл үлгінің ИҚ-сәулеленуін сіңіру қарқындылығы мен толқын ұзындығын өлшеу. Қазіргі кезде лигноцеллюлоза қосылыстарының химиялық құрылымы мен функционалдық топтарын бақылау үшін Фурье түрлендіретін инфрақызыл спектроскопия кеңінен қолданыла бастады. Мысалы, биологиялық, биохимиялық және тамақ өнеркәсібіне арналған әртүрлі қолданбалар $4000-400\text{ см}^{-1}$ ортаңғы аймақта кеңінен қолданылады, мұнда жолақты сіңіру молекуланың тербелмелі энергетикалық күйлері мен айналмалы субстраттары арасындағы ауысуларды қамтиды. Фурье түрлендіретін инфрақызыл спектрлерінде $3400-3500\text{ см}^{-1}$ немесе $3000-3600\text{ см}^{-1}$ кезінде кең сіңіру жолағы болады, бұл күріш қабығы, бұршақ қабығы, мақта, майлы пальма сияқты әртүрлі биомассадан МКЦ химиялық құрылымын талдау кезінде целлюлозадан созылатын тербелістердің болуын көрсетеді

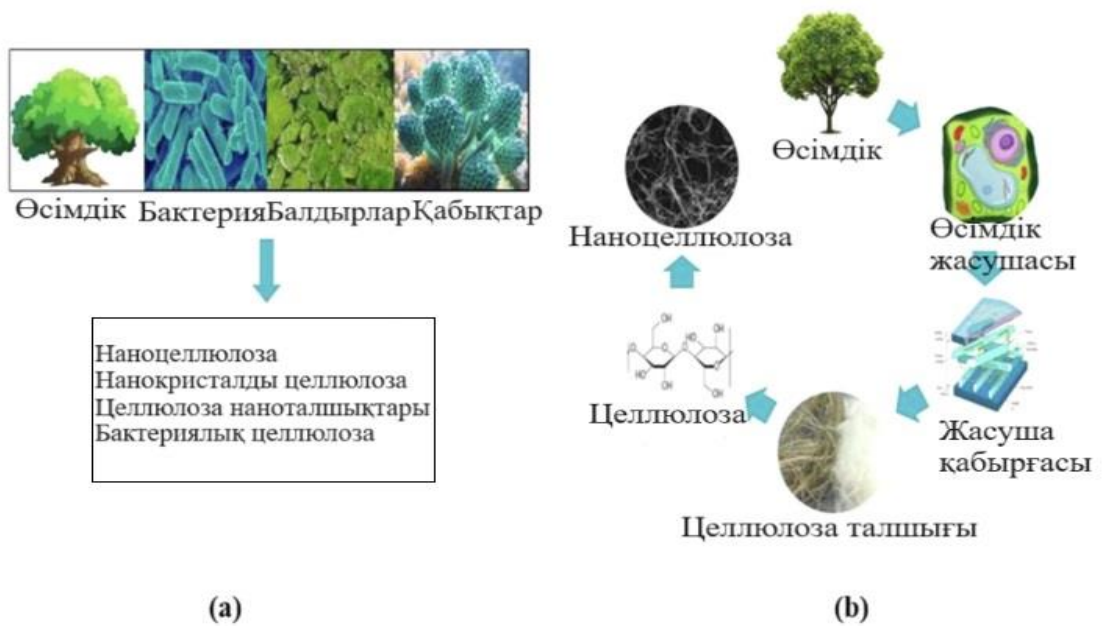
Гельге енетін хроматография (GPC) - бұл целлюлозаның молекулалық-массалық таралуы және салыстырмалы молекулалық салмағы туралы толық ақпарат беретін әдіс. Целлюлоза молекулалық массасы екі түрмен сипатталуы мүмкін. Табиғи түрде кездесетін целлюлозаның полимерлеу дәрежесі шамамен 10000 құрайды. Оқшаулау әдісіне байланысты целлюлоза полимерінің орташа полимерлеу дәрежесі 300-3000, сондықтан орташа молекулалық салмағы $50000-500000\text{ г моль}^{-1}$ болады. Гидролиз процесінде тізбектің үзілуіне байланысты МКЦ молекулалық салмағы бастапқы

целлюлозамен салыстырғанда төмендейді және бұл төмендеу 30000-нан 50000 г моль⁻¹ аралығында болады.

Термогравиметриялық талдау (TGA) әдетте целлюлоза үлгісінің термиялық және ыдырау қасиеттерін зерттеу үшін қолданылады. Әдетте, МКЦ термогравиметриялық талдау қисықтары үлгінің массасының жоғалуын көрсететін ыдыраудың екі кезеңін көрсетеді. Екінші кезең целлюлозадағы гликозилді бірліктердің дегидратациясына ыдырауына қатысты. МКЦ-да кристалды аймақтың болуы қалдық салмақтың жоғарылауына әкеледі, бұл МКЦ-ның отқа төзімді кристалды домендердің көп болуымен байланысты. Келтірілген талқылауды ескере отырып, МКЦ қызықты ыстыққа төзімділікке ие және биокомпозиттерді, тамақ тұрақтандырғыштарын және фармацевтикалық қосылыстарды өндіруде маңызды үміткер болып табылады деген қорытындыға келді

1.3 Наноцеллюлоза

Наноцеллюлоза (НЦ)-бұл ағашта кездесетін целлюлоза талшықтарынан алынған наноөлшемді целлюлоза тізбектерінің жиынтығы [16]. НЦ жоғары бетінің ауданына, кристалдылығына, механикалық беріктігіне және сутегі байланыстарын құру қабілетіне байланысты құнды материал болып саналады. Сондықтан оның композициялық материалдарға қосылуы су буы мен оттегінің өткізгіштік қасиеттеріне баса назар аудара отырып, арматуралық және тосқауыл компоненті ретінде кеңінен зерттеледі. Дегенмен, осы қасиеттер мен әлеуетті мүмкіндіктердің барлығына қарамастан, өсімдік көздерінен НЦ алу (2 сурет) минералды қышқылдар мен энергияны жоғары тұтынуға және алынған төмен өнімділікке байланысты қиын міндет болып табылады. Наноцеллюлоза дәрілік заттарды нанобөлшектер, микробөлшектер, наноцеллюлоза сияқты дәрі-дәрмектерді жеткізу жүйелерінде таблеткаларда, аэрогельдерде, гидрогельдерде, сондай-ақ дәрілік заттарды өндіруге арналған мембраналық жүйелерді жасауда кеңінен қолданылады [17].



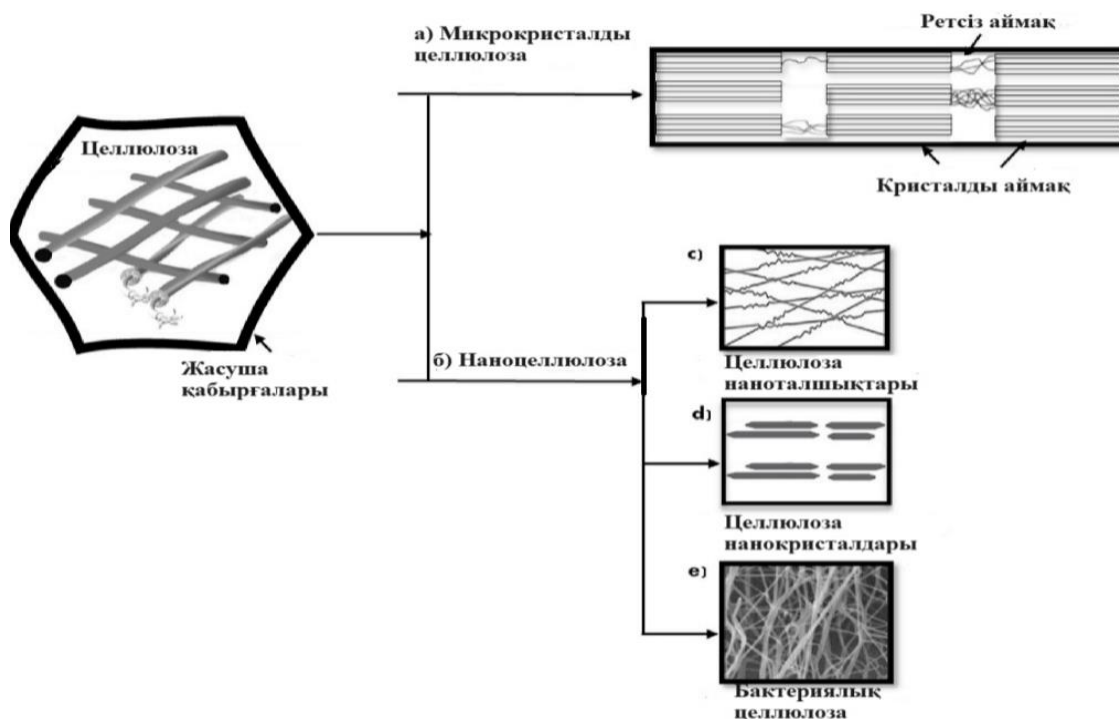
2 сурет - (а) Целлюлозаның әртүрлі көздері және (б) Наноцеллюлозаны синтездеу [17].

НЦ целлюлоза нанокристалдың, целлюлоза наноталшықтың және бактериялық наноцеллюлозаның мөлшеріне, морфологиясына және дайындау әдістеріне сәйкес бөлінеді [18].

Целлюлоза нанокристалдары-қысқа шыбықтар. Бұл бөлшектер ағаш, мақта сияқты целлюлоза материалдарының қышқыл гидролизі нәтижесінде түзіледі. Олардың көптеген қасиеттері бар, мысалы, бетінің үлкен ауданы, жоғары созылу беріктігі, қаттылығы және коллоидтық тұрақтылығы. Оның кристалдылығы 60-тан 90% - ға дейін өзгереді, ұзындығы 100-400 нм және диаметрі 3-50 нм құрайды.

Бактериялық наноцеллюлозаны бактериялар сияқты микроорганизмдер жасушадан тыс шығарады. Бұл наноцеллюлоза жоғары тазалығымен ерекшеленеді, өйткені оның құрамында гемицеллюлоза мен лигнин жоқ, созылу беріктігі, қалыптау қабілеті және суды едәуір ұстау қабілеті жоқ. Орташа алғанда, оның ұзындығы 100-1000 нм, ал диаметрі 20-100 нм, кристалдылығы 50-60% [19].

Целлюлозадан өнеркәсіпке қызығушылық тудыратын әртүрлі туындыларды алуға болады. Олардың екеуі наноцеллюлоза (НЦ) мен микрокристалды целлюлоза (МКЦ) (3 сурет).



3 сурет - Өсімдік қалдықтарынан алынған целлюлоза материалдарының түрлері [18]. а) Микрокристалды целлюлоза. б) Наноцеллюлоза: с) Наноталшықтар, д) Нанокристалдар, е) Бактериялық целлюлоза

1.4 Өсімдік қалдықтарынан наноцеллюлозаны алудың жолдары

Лигноцеллюлоза материалдарынан наноцеллюлозаны алудың басқа химиялық әдістері бар [9]. Осы әдістер төменде сипатталған:

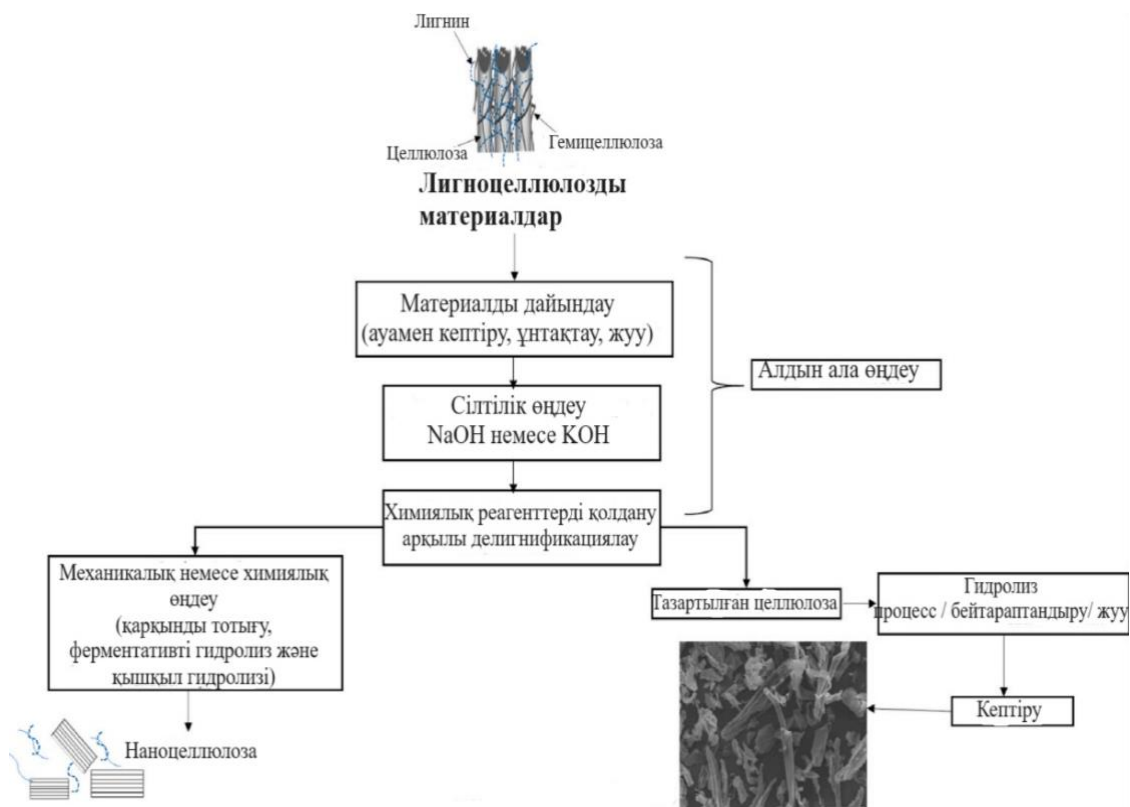
Электрайналдыру-диаметрі 0,01-ден 10 мкм-ге дейінгі талшықтарды алу үшін әртүрлі электростатикалық күштер қолданылатын наноталшықтарды жасау әдісі. Оған үш негізгі компонент қажет: жоғары кернеу көзі, коллектор және ине мен сорғы сияқты инъекция жүйесі. Ерітіндінің электр өткізгіштігі, беттік керілу және тұтқырлық сияқты қасиеттері, кернеу, ине мен коллектор арасындағы қашықтық, ағын жылдамдығы және температура мен ылғалдылық сияқты қоршаған орта сияқты процесс параметрлері наноталшықтардың пайда болуы мен мөлшерін өзгерте алады. Электрайналдыру өзін кең ауқымды наноталшықтарды жасаудың тиімді, жан-жақты, қарапайым және арзан әдісі ретінде көрсетеді.

Ультрадыбыстық зерттеу - бұл целлюлоза талшығын дефибрилляциялау үшін қолданылатын ультрадыбыстық гидродинамикалық күштерді қолдану арқылы целлюлоза наноталшықтарын алу үшін қолданылатын механикалық процесс. Мұндай өңдеу кезінде катализатор ретінде, натрий бромиді (NaBr) және натрий гипохлориті (NaOCl) қолданылатын тотығу жүйесі арқылы алынады. Тотығу тиімділігі ультрадыбыстық сәулеленудің әсерінен тотығу

кезінде айтарлықтай артады. Бұл әдістің артықшылығы-фибрилляцияның жоғары деңгейі және алынған наноцеллюлозаның шығымы.

1.4.1 Өсімдік қалдықтарынан наноцеллюлоза талшықтары мен микрокристалды целлюлозаны алу үшін қолданылатын қышқыл гидролиз әдісі

Лигноцеллюлоза талшықтарынан МКЦ және НЦ алу үшін жиі қолданылатын әдіс (4 сурет) бірнеше өңдеуді қажет етеді [18].



4 сурет - Лигноцеллюлоза талшықтарынан наноцеллюлоза мен микрокристалды целлюлозаны алу әдісі [18].

Бірінші кезең талшық бөлшектерінің мөлшерін азайту, жанасу бетін ұлғайту және реактивтер орнату қабырғасымен әрекеттесуі үшін кейінгі өңдеулердің әсерін жақсарту үшін ұнтақтаудан тұрады. Ұнтақтау-бөлшектердің біркелкі мөлшері бар ұнтақты алудың және талшықтардың суда ісіну қабілетін жақсартудың шешуші кезеңі. Содан кейін ісінген талшықтар еритін қоспаларды кетіру үшін тазартылған сумен жуылады. Егер бұл кезең жеткіліксіз болса, жуылған талшықтар пигменттерді кетіру үшін бензол, этанол қоспаларымен экстракцияланады.

Екінші кезеңде талшықтар натрий гидроксиді (NaOH) немесе калий гидроксиді (KOH) сілтілі ерітіндісімен өңделеді. Бұл кезеңде гемицеллюлоза

ішінара ериді, ал қалдық пектин, табиғи майлар жойылады. Белсенді талшық орталықтарында жасырылған бұл компоненттер мен гидроксил топтары полимер матрицаларында талшықтарды біріктіруге арналған гидрофобты блок болып табылады.

Делигнификация немесе ағарту деп аталатын үшінші кезеңде лигнин целлюлоза талшықтарынан алынады. Бұл өңдеу лигниннан наноцеллюлозаны алу және қалдық гемицеллюлозаны кетіру үшін қажет. Әдетте оның екі жолы бар. Олардың бірінде талшықтар қышқыл жағдайда хлорланған қосылыстарды қолдана отырып ағартылады, ал екіншісінде талшықтар сілтілі жағдайда сутегі асқын тотығымен (H_2O_2) өңделеді. Қышқыл гидролизі лигнинді жою үшін ең тиімді болып саналады. Қышқылдың түрі мен концентрациясы, реакция уақыты мен температурасы гидролиз кезінде бақыланатын ең маңызды параметрлер болып табылады.

Ағартылған лигноцеллюлоза талшықтарында тазартылған целлюлозаның жоғары пайызы шамамен 60-98% бар. Бұл тазартылған целлюлоза қышқыл жағдайда гидролизденеді, кристалдылық пайызы 50-80% құрайды. Алайда, 70% кристалдылығы бар МКЦ алу үшін сілтілі жағдайда сутегі асқын тотығымен дәйекті ағарту сияқты басқа әдістер қолданылады [20].

1.5 Гидрогель

Гидрогель - бұл өзінің беріктілігі мен икемділігін сақтай отырып, құрылымында ылғалдың көп мөлшерін сіңіруге және сақтауға қабілетті материал. Гидрогельдің полимерлі торлары оған қаттылық береді, ал гидрогельдің сулы фазасы тасымалдаушылардың тез диффузиясын қамтамасыз етеді, бұл гидрогельдердің сұйық тәрізді тасымалдау қасиеттеріне ие екендігін көрсетеді. Осы қасиеттердің арқасында көптеген гидрогельдер биоүйлесімді, икемді, сезімтал және жұмсақ болып табылады, бұл оларды биоүйлесімді материалдарда, дәрі-дәрмектерді жасауда, медициналық таңғыштарда және т.б. қолдануда тиімді етеді. Полисахаридтер табиғи ыдырауына, экономикалық тиімділігіне және биоүйлесімділігіне байланысты гидрогельдер үшін тамаша материалдар болып саналады. Оларды әртүрлі бастамалардан, соның ішінде жануарларды, өсімдіктерді және микроорганизмдерді (мысалы, полисахаридтер, пептидтер және ақуыздар) тазарту арқылы алуға болады, бұл оларды өнеркәсіптік өндіріске жарамды етеді [21].

Табиғи және синтетикалық көптеген материалдар гидрогельдердің анықтамасына жатады. Табиғи гидрогельдер біртіндеп синтетикалық гидрогельдермен алмастырылды, олардың қызмет ету мерзімі ұзақ, суды сіңіру қабілеті және гелдің беріктігі жоғары. Синтетикалық полимерлер әдетте нақты анықталған құрылымға ие, оны жеке ыдырау мен функционалдылықты қамтамасыз ету үшін өзгертуге болады. Гидрогельдерді

таза синтетикалық компоненттерден синтездеуге болады. Ол сондай-ақ температураның күрт және күшті ауытқуы жағдайында тұрақты болады.

1.5.1 Гидрогельдердің қасиеттері

Биомедициналық қолдануда гидрогельдерді синтездеу үшін құрамында гидрофильді суспензия топтары бар полимерлерді (табиғи немесе синтетикалық) пайдалану өте тиімді, өйткені бұл гидрофильді топтар судың жеткілікті сіңуіне ықпал етеді. Әдетте, толығымен ісінген гидрогельдер тұтқыр серпімді, жұмсақ және дене сұйықтықтарымен байланыс бұрышы төмен, бұл теріс иммундық реакцияның ықтималдығын азайтады. Осы факторлардың барлығы гидрогельдердің биоүйлесімділігіне ықпал етеді. Гидрогельдер әдетте қолданылатын айқаспалы байланыс түріне байланысты әртүрлі дәрежеде ыдырайды [22].

Сонымен қатар, гидрогельдер ісіну қасиетіне ие, бұл олардың өмір сүру кезеңінде ең маңызды болып табылады. Гидрогельдердің ісінуі үш кезеңде жүреді:

- Судың гидрогель торына диффузиясы (кіретін су бастапқы байланысқан су деп аталады);
- Полимер тізбектерінің релаксациясы (судың көбірек түсуі екінші байланысқан су деп аталады);
- Гидрогель торының кеңеюі (кіретін қосымша су бос су деп аталады).

Механикалық қасиеттері

Гидрогельдердің механикалық беріктігі фармацевтикалық және биомедициналық қолдану үшін өте маңызды. Гидрогельдердің механикалық беріктігін бағалау биомедициналық қолдану, сіңірлер мен байламдарды қалпына келтіру, шеміршекті ауыстыру, жараларды таңу және дәрі-дәрмектерді жеткізу матрицасы сияқты әртүрлі аспектілерде дұрыс физиологиялық жұмыс үшін қажет және маңызды. Сонымен қатар, гидрогельдер өзін-өзі қалпына келтіру қабілетіне ие, бұл тозуға болатын және портативті электронды құрылғылар үшін маңызды элемент. Өзін өзі қалпына келтіру немесе зақымдануды басқару қабілеті құрылғыларды ақылды және жеңіл электроника үшін өте қолайлы етеді. Гидрогельдердің механикалық қасиеттерін бағалау қысу және созылу талдауы сияқты көптеген әдістермен жүзеге асырылуы мүмкін, оны зондтың шектеулі немесе шектеусіз жергілікті депрессиясы немесе динамикалық механикалық талдауды қолдана отырып жиілікті сынау арқылы жасауға болады [23].

Гидрогельдің техникалық сипаттамалары

Идеал гидрогель материалының функционалдық сипаттамаларын келесідей тізімдеуге болады [24]:

- Тұзды ерітіндідегі ең жоғары сіңіру қабілеті (максималды тепе-теңдік ісінуі);

- Қолдану талаптарына байланысты қажетті сіңіру жылдамдығы (бөлшектердің қолайлы мөлшері мен кеуектілігі);
- Жүктеме кезіндегі ең жоғары сіңіргіштік;
- Еритін зат пен қалдық мономердің ең аз мөлшері;
- Ісіну жағдайында және сақтау кезінде ең жоғары беріктік пен тұрақтылық;
- Ыдырау нәтижесінде улы заттар түзілмей биологиялық ыдыраудың ең жоғары қабілеті;
- Суда ісінгеннен кейін бейтарап рН деңгейі;
- Түс, иіс және абсолютті уыттылық болмауы;
- Фото тұрақтылық;
- Қайта сулау қабілеті (қажет болған жағдайда) гидрогель сіңірілген ерітіндіні қайтаруға немесе сақтауға қабілетті болуы керек.

Целлюлоза негізіндегі гидрогельдерді қалыптастырудың бірнеше әдістері бар:

- Дайын гидрогель формасына бактериялық синтез кезінде модификацияланбаған бактериялық целлюлозаның түзілуінде. Алайда, гидрогель синтезінде бактериялық целлюлозаны қолдану оны алудың жоғары құнымен, полимерленудің жоғары деңгейімен және молекулааралық сутегі байланыстарының күшті өзара әрекеттесуіне байланысты қарапайым еріткіштерде ерімейтіндігімен шектеледі.
- Модификацияланбаған целлюлоза нанофибрлерін, микрофибриллярлы целлюлозаны қолданғанда, олар күшті ауысу кернеулерінің әсерінен (жоғары жылдамдықты механикалық ыдырау немесе ультрадыбыстық әсер ету кезінде) және судағы төмен концентрацияларда және бірқатар органикалық еріткіштерде тұрақты мөлдір гидрогельдер түзеді.
- Целлюлоза еріткіштерде еріген кезде (мысалы, кальций тиоцианаты, NaOH ерітіндісі–су немесе иондық сұйықтықтар), содан кейін еріткішті сумен немесе алкогольмен, сондай-ақ басқа тұндырғышпен ауыстырады.
- Сулы ерітінділерде метилцеллюлоза, гидроксипропилметилцеллюлоза, этилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, натрий карбоксиметилцеллюлоза эфирлерін айқастыру.

1.5.2 Гидрогельдердің жіктелуі

Гидрогельдерді әртүрлі факторларға байланысты жіктеуге болады. Гидрогельдердің жіктелуі қолданылатын материалдарға, полимерлердің көзіне, олардың иондық зарядына байланысты болып келеді. Гидрогельдердің құрамына кіретін полимерлер табиғи, синтетикалық немесе табиғи және синтетикалық полимерлердің қосындысы болып табылады. Бұл полимерлер гомополимерлі гидрогельдер, сополимерлі гидрогельдер, блок-сополимерлі гидрогельдер, терполимерлер және т.б. түрінде гидрогельдер түзе алады.

Сонымен қатар, гидрогельдерді иондық зарядқа байланысты катиондық, аниондық және бейтарап гидрогельдерге де жіктеуге болады [25].

Сыртқы түріне негізделген жіктеу

Гидрогельдердің матрица, пленка немесе микросфера түрінде пайда болуы пісіру процесінде қолданылатын полимерлеу технологиясына байланысты болып келеді.

Гидрогельдерді өзара байланысқан тізбектерде орналасқан электр зарядының болуы немесе болмауы негізінде төрт топқа бөлуге болады:

- Иондық емес (бейтарап);
- Иондық (анионды немесе катионды қоса);
- Құрамында қышқыл және негізгі топтар бар амфотериялық электролит (амфолитикалық);
- Әрбір қайталанатын құрылымдық бірлікте аниондық және катиондық топтары бар цвиттериондық.

1.5.3 Гидрогельдердің түрлері

Полимерлі тізбектер мен гидрогельдер арасындағы өзара байланыс күштерінің түріне негізделген гидрогельдерді химиялық гидрогельдерге, физикалық гидрогельдерге және бір мезгілде өзара байланыстыру арқылы екеуінің қосылысына жіктеуге болады (гибрид). Егер полимер тізбектерінің өзара байланысы сутегі байланыстары, иондық күштер сияқты ковалентті емес күштер арқылы жүрсе, осы өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болатын гидрогельдер физикалық гидрогельдер ретінде жіктеледі. Олар сыртқы тітіркендіргіштерге ұшыраған кезде ретсіз, нәзік және механикалық әлсіз болады. Әлсіз өзара әрекеттесулерге байланысты физикалық гидрогельдер әдетте қыздырылған кезде органикалық еріткіштер мен суда ериді, ал тұрақты гидрогельдер деп те аталатын химиялық гидрогельдердің түзілуі полимер тізбектері арасындағы коваленттік байланысты қамтиды. Бұл гидрогельдер қоршаған ортада ерімейді, сондықтан макромолекулалық тізбектер арасында күшті коваленттік байланыстың болуына байланысты физикалық гидрогельдер сияқты қайтымды реакцияны көрсетпейді [26].

Гидрогель жараларды күтудің көптеген түрлерінде маңызды компонент ретінде қарастырылады. Себебі таңғыштардың бұл түрлері жараның бетіндегі ылғалды сақтауға, жараны тазарту, сіңіру және емдеу процесін жеделдету үшін тиімді органы қамтамасыз етеді. Жарадағы ылғалдылық пациенттің ауырсынуын жеңілдету үшін де маңызды, ал гидрогельдер өте тыныштандырады және салқындатады. Поливинил спирті (PVA) негізіндегі гидрогельдер биоүйлесімді, улы емес және сұйықтықтың үлкен мөлшерін сіңіре алады. Гидрогельдер гидрофильді полимерден тұрады, ол ерімей көп суды (немесе дене сұйықтықтарын) ісінетін және ұстайтын үш өлшемді торды құрайды [21].

Композиттік гидрогель құрамында кем дегенде екі компонент болатын, олардың әрқайсысы белгілі бір функцияларды орындайтын жаңа материал. Композиттік гидрогельдің сипаттамалары жеке компоненттердің физика-химиялық қасиеттеріне ғана емес, сонымен қатар материалдың құрылымына да байланысты.

Нанокompозиттік гидрогель-гидрогельдегі нанобөлшектерді дисперсиялау арқылы алынған нанокompозиттік материалдың бір түрі және нанобөлшектер негізінен гель түзілу кезінде тор құрылымына қатысу үшін олардың беткі қасиеттеріне немесе қанықпаған байланыстарына сүйенеді, бұл айқаспалы тығыздықты арттырады, осылайша гелдің беріктігі мен серпімділігін айтарлықтай арттырады. Өйткені нанокompозиттік гидрогельдер гидрогельді суды сіңірудің бірегей сипаттамаларына және наноматериалдардың функцияларына ие болып қана қоймайды, сонымен қатар жоғары механикалық беріктікке, жоғары беріктікке, тамаша термиялық тұрақтылыққа, оңай қалпына келтіруге және т.б. сипаттамаларға ие және олар дәрілік заттардың, катализаторлардың, сенсорларды қолданудың салаларында кең перспективаларын көрсетеді.

Композиттер механикалық қаттылық пен беріктікті арттыру үшін енгізілді. Композиттерді материалдың көлемдік үлесін, морфологиясын және физика-химиялық сипаттамаларын реттеу арқылы қолданудың механикалық және физиологиялық талаптарына сәйкес құрастыруға болады. Соңғы онжылдықта композиттік материалдар үлкен қызығушылық тудырды және целлюлоза талшықтарын биомедициналық қолданбалар үшін олардың жақсы биоүйлесімділігіне байланысты құрастырушы элементтер ретінде пайдалануға ерекше назар аударылды. Осы мақсатта қолайлы механикалық қасиеттері мен керемет ісіну қабілеті бар поливинил спирті негізіндегі нанокompозиттік гидрогельдерді алудың сенімді және қарапайым әдісі жасалды [26].

2 ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

Бұл бөлімде бастапқы шикізат пен қолданылған химиялық реагенттердің сипаттамасы және негізгі зерттеу әдісі көрсетілген. Қолданылған зерттеу әдістерінің негізгі сипаттамалары қарастырылған.

2.1 Қолданылған материалдар

Тәжірибелерді орындау үшін бидай сабаны, күкірт қышқылы (H_2SO_4) 98%, сутек асқын тотығы (H_2O_2) 15%, сірке қышқылы (CH_3COOH) $\geq 55\%$, гексан (C_6H_{14}) 99%, сүзгі қағазы (MEM CT 12026-76), дистилденген су (MEM CT 6709-72) пайдаланылды.

2.2 Бидай сабанын диірменнің көмегімен ұнтақтау

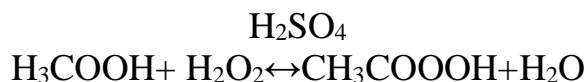
Органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы целлюлоза дайындау және одан гидрогель алуға арналған шикізат көзі ретінде - бидай сабаны қолданылды. Бидай сабанын жұмыс жасауға дайындап алу үшін, жуып, кептіріп, ұсақтап кесіп алынып арнайы аналитикалық диірмен арқылы ұнтақтау жүзеге асырылады.

2.2.1 Сокслет экстракторында бидай сабанын гексанмен жуу

Бидай сабанындағы шаң - тозаңнан арылу үшін сокслет экстракторына ұнтақталған бидай сабанын сүзгі қағазына салып, 260мл гексанмен 120 минут бойы жуылады. Жуылған бидай сабанын кептіргіш шкафта 70°C температурада гексаннан толық арылғанша 6 сағат бойы кептіріледі.

2.3 Делигнификациялаушы агентті дайындау әдісі

Делигнификациялаушы агент – Пероксисірке қышқылын (ПСК) алу үшін сірке қышқылын (58,0% кем) $20\pm 5^\circ\text{C}$ температурада сутегі асқын тотығымен (15,0%) 1,5:1 ($\text{V}_{\text{мл}}/\text{V}_{\text{мл}}$) қатынаста араластыру арқылы алынды. Катализатор ретінде концентрлі күкірт қышқылы қолданылды. Тепе-теңдік реакциясы:



500г ПСК алу үшін келесідей есептеулер жүргізіледі:

ПСК алу үшін қажетті сірке қышқылының $m_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ теориялық мөлшері:

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60 * 500 / 76 = 394,7\text{г}$$

Реагенттердің эквимольярлы мөлшерімен (1:1) 197,4 г сірке қышқылы қажет, ал қатынасы 1,5:1 болғанда сірке қышқылының мөлшері көбірек болады. Яғни:

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 394,7 \cdot 1,5 = 592,1 \text{ г.}$$

Сірке қышқылының көлемі ($V_{\text{CH}_3\text{COOH}}$, мл) тығыздығы мен концентрациясын ескере отырып есептеледі:

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = m_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot 100 / C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot \rho_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

мұндағы $\rho_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ – сірке қышқылының тығыздығы (1,06 г/см³).

Сутегі асқын тотығының қажетті мөлшерін есептеу үшін біз ұқсас қатынастарды қолданамыз:

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = 34 \cdot 500 / 76 = 223,7 \text{ г}$$

Сутегі асқын тотығының көлемі ($V_{\text{H}_2\text{O}_2}$, мл) ерітіндінің тығыздығы мен концентрациясын ескере отырып есептеледі:

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{O}_2} &= m_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot 100 / C_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}_2} \\ V_{\text{H}_2\text{O}_2} &= 223,7 \cdot 100 / 1,5 \cdot 1,136 = 1313 \text{ мл} \end{aligned}$$

мұндағы $\rho_{\text{H}_2\text{O}_2}$ – сутегі асқын тотығының тығыздығы (1,136 г/см³).

Күкірт қышқылының массасы сутегі асқын тотығы мен сірке қышқылының массасының 2% құрайды:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = (592,1 + 223,7) \cdot 0,02 = 16,3 \text{ г}$$

Күкірт қышқылының көлемі ($V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$, мл) ерітіндінің тығыздығы мен концентрациясын ескере отырып:

$$\begin{aligned} V_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot 100 / C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} \\ V_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= 16,3 \cdot 100 / 95,4 \cdot 1,811 = 9,5 \text{ мл} \end{aligned}$$

мұндағы $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ – күкірт қышқылының тығыздығы (1,811 г/см³);

$C_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ – күкірт қышқылының концентрациясы, тығыздығына (95,4%) байланысты анықтамалық бойынша анықталды.

Сірке қышқылының қажетті көлемін цилиндрмен өлшеп, көлемі 500 мл колбаға құйылды. Үстіне қажетті мөлшерде күкірт қышқылы қосылды. Алынған қоспаға сутегі асқын тотығының қажетті көлемін бюреткадан тамшылата отырып, қосылды.

2.4 Органосольвенттік тотықтыру әдісімен бидай сабанынан МКЦ алу

Бидай сабанынан микрокристалды целлюлоза алу үшін 10 г шикізатты пероксидірік қышқылымен (шикізат/ПСК, г/мл) сәйкесінше: 1/12, 1/14, 1/16 қатынастары алынды. МКЦ алу – айналмалы суытқышы бар қолбада шикізат пен ПСК-ын 100⁰С температурада 120 минут бойы үздіксіз интенсивті араластыра отырып, қайнату арқылы жүргізілді. Алынған МКЦ-ны 25⁰С температураға дейін суытылып, сүзгі қағаз көмегімен сүзіліп, дистилденген сумен рН ортасы 7 болғанша жуылып, бейтарапталды. Бейтарапталған МКЦ 80⁰С температурада 6 сағат бойы массасы тұрақталғанша кептірілді.

2.5 Күкірт қышқылдық гидролиз әдісімен наноцеллюлоза алу

Наноцеллюлоза алу үшін микрокристалды целлюлоза: күкірт қышқылдық г/мл тиімді гидролиздеу қатынасы анықталды. Ол үшін бастапқы МКЦ 1г өлшеп, 67% H₂SO₄-мен МКЦ:H₂SO₄ қатынасын 1/15 г/мл алынып, 0-5⁰С температурада H₂SO₄ араластыру арқылы біртіндеп қосады. Целлюлоза мен қышқыл толық араласып, гель тәрізді болғанда, 25 мл дистилденген су қосамыз. Су моншасында 40⁰С температурада 1 сағат интенсивті түрде араластыра отырып, қыздырады. Алынған НЦ-ның рН ортасы 6-7 болғанша жуылып, бейтарапталды.

2.6 НЦ/Ат негізіндегі нано-гибридті гельді алу

Гельді алу үшін альгинаттың алдын-ала есептелген мөлшері сірке қышқылының 3% ерітіндісінде ерітіледі. Бұл ерітіндіге НЦ дисперсиясының белгілі бір көлемі қосылады және толық араластыруды қамтамасыз ету үшін 1-2 сағат ішінде орташа жылдамдықта араластырылады. Ерітінді петри табақшасына ауыстырылады және 5-6 сағат ішінде 60-70⁰С температурада электр пешіне орналастырылады. Соңында, гель әрі қарай пайдалану үшін контейнерде сақталады.

2.7 Сканерлеуші электрондық микроскопиялық талдау (СЭМ) әдістемесі

Зерттелетін үлгіміздің микроқұрылымы мен микроанализдік нәтижелерін білу мақсатында СЭМ қондырғысында анықталды. Бұл зерттеу әдісі бастапқы электрондар ағынының зерттелетін зат материалымен өзара әрекеттесуінен туындайтын сәулеленудің барлық түрлерін қолдана отырып кескін қалыптастыруға қабілетті, вольфрам термиялық катодты электронды және галлий сұйық металлдық ион көзі бар жиынтық жүйе. Электрондарды анықтау режимінде бейне монитор экранындағы белгілі бір нүктенің

жарықтығы сәулеленген үлгі бетіндегі нүктенің көлбеу бұрышымен анықталынады. Алынған контраст топографиялық контраст деп аталады, сонымен қатар зерттелетін үлгіміздің рельефі туралы ақпарат береді.

3 ТӘЖІРИБЕ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

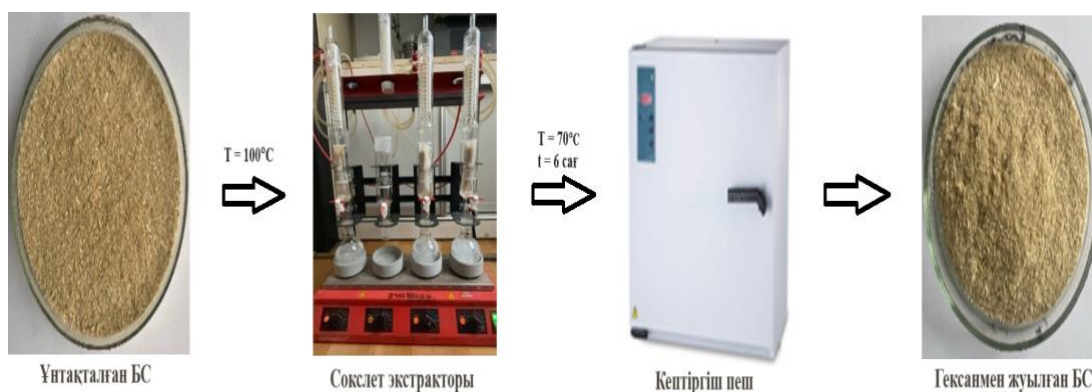
3.1 Органосольвенттік тотықтыру әдісімен алынған МКЦ-ның қасиеттерін зерттеу

Диірменнің көмегімен бидай сабаны ұнтақталды (5 сурет). Ұнтақталған бидай сабанының массасы 100г құрайды.



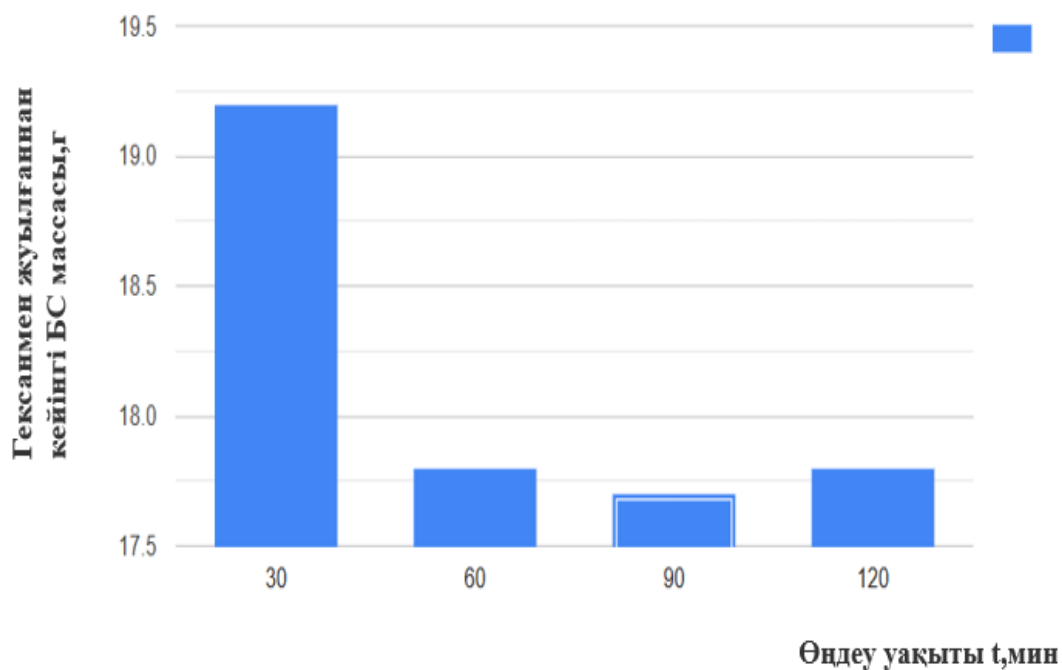
5 сурет - Бидай сабанын ұнтақтау процесі

Бидай сабанындағы шаң - тозаңнан арылу үшін сокслет экстракторында 99% гексанмен шайылды (6 сурет).



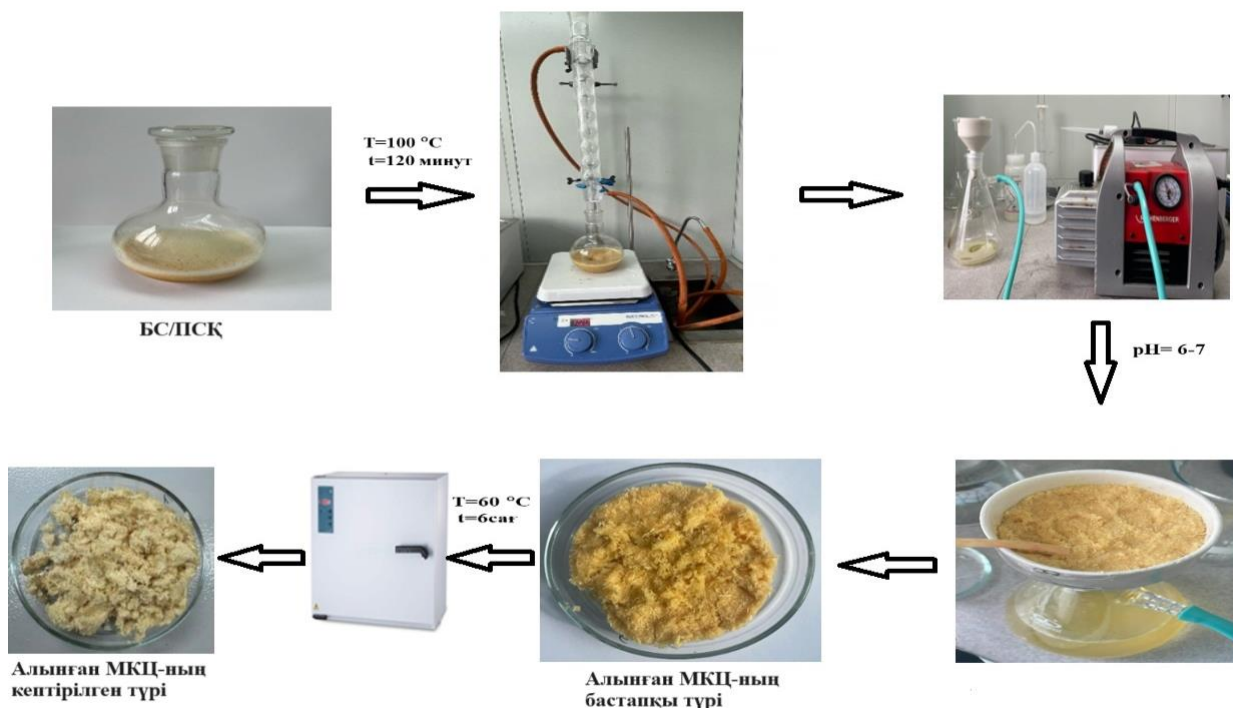
6 сурет - Сокслет экстракторында бидай сабанын гексанмен жуу процесі

20г бидай сабаны 99% гексанмен жуылғаннан кейін ең тиімді өңдеу уақыты 90 минутты құрап, шығымы аз масса өзгерісі 2,3г болып табылады.



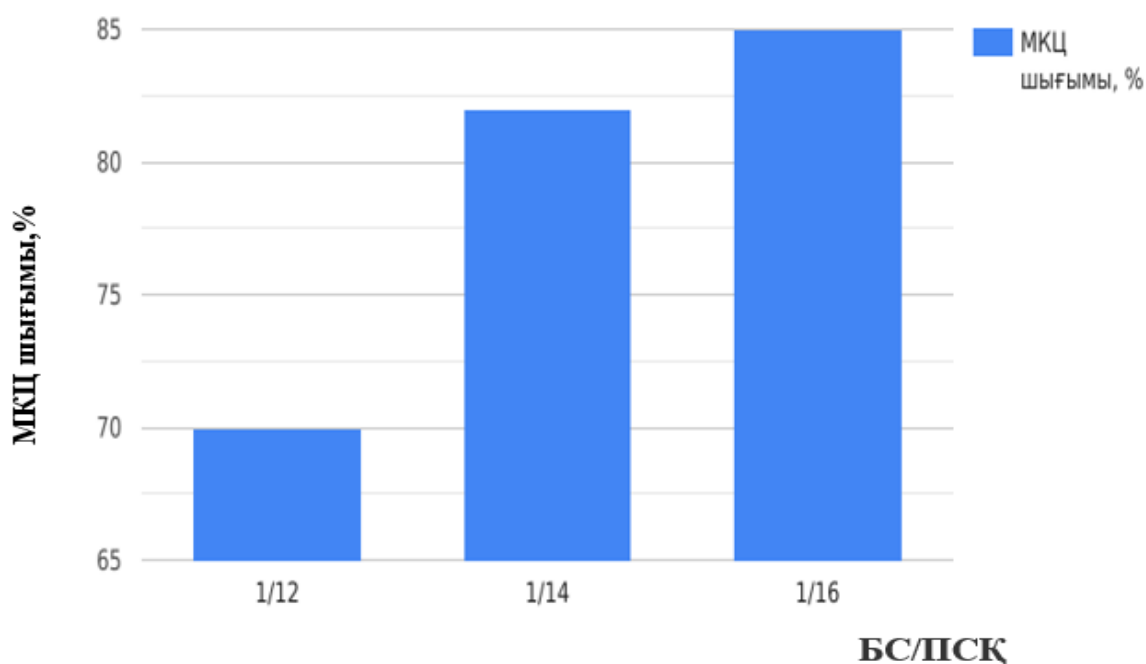
7 сурет - 20г БС 99% гексанмен шаю кезіндегі масса өзгерісі

Бұл жұмыста бидай сабаны жұмсақ жағдайдағы органосольвенттік тотықтыру арқылы шикізат пен пероксидің қышқылы 1/12, 1/14, 1/16 қатынастарында МКЦ алынды (8 сурет).



8 сурет - Органосольвенттік тотықтыру әдісімен МКЦ алу сызбанұсқасы

Органосольвенттік тотықтыру әдісі арқылы алынған МКЦ шығымына бидай сабаны мен пероксисірке қышқылымен өңдеу кезінде ең тиімді қатынас 1/12 болып табылады.



9 сурет - МКЦ шығымына БС/ПСҚ өңдеу қатынасының әсері

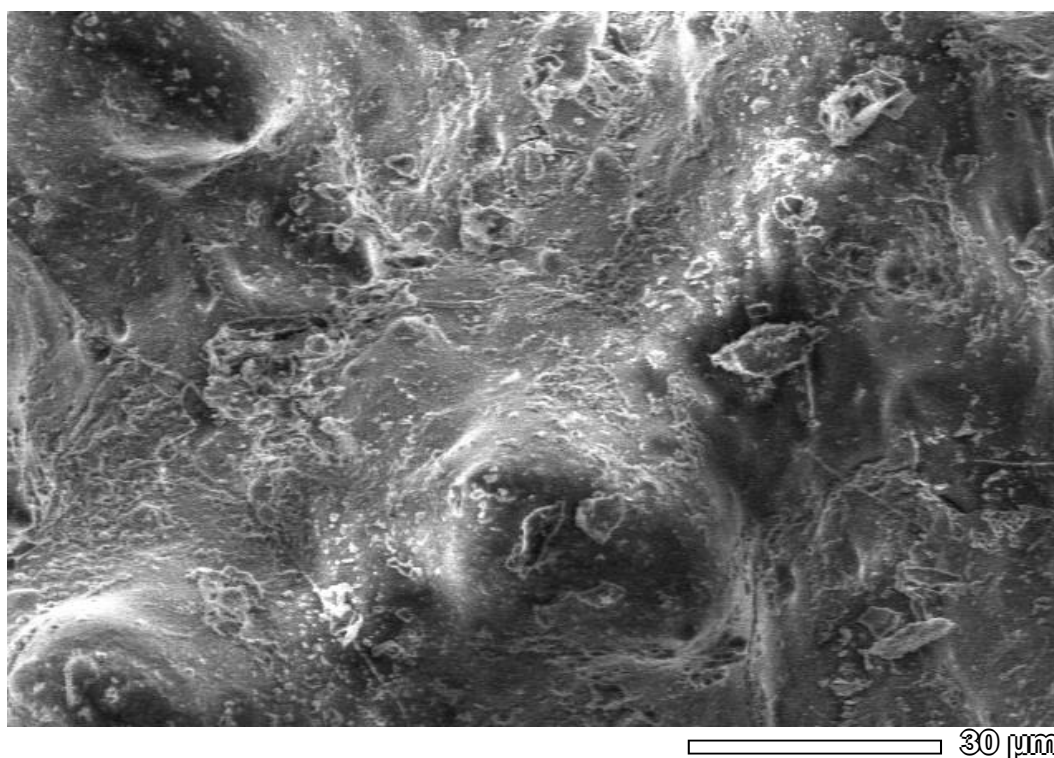
10 суретте бастапқы бидай сабаны мен бидай сабанынан алынған МКЦ көрсетілген. Делигнификациядан кейінгі бидай сабанынан алынған МКЦ-ның түсі сарғыш, таза болып келеді.



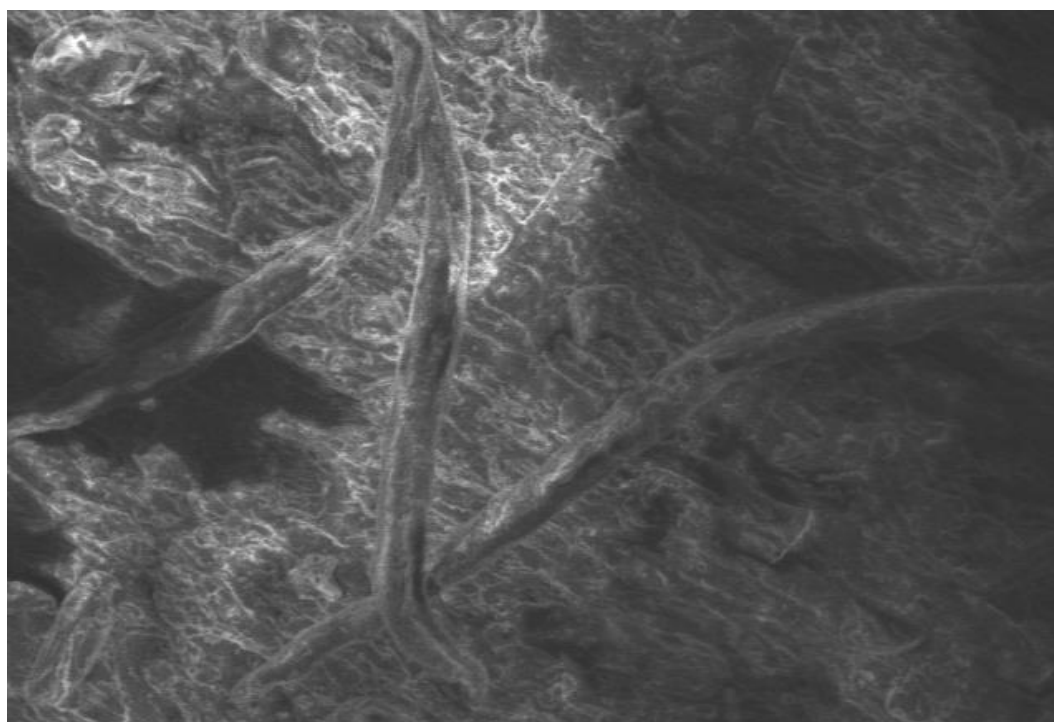
10 сурет - (а) Бастапқы бидай сабаны; (б) Бидай сабанынан алынған МКЦ

Бұл әдістің басты артықшылығы жоғары температура мен қысымды қажет етпейді, керекті қондырғылар мен реактивтер қол жетімді болып табылады. Хлорлы ағартқыштарды қолданбай шығымы жоғары МКЦ алуға болады.

Құрылымын толық анықтау үшін беткі құрылымын сканерлеуші электронды микроскоп арқылы анықталды. 11 суретте бастапқы бидай сабанының суреті көрсетілсе, 12 суретте бидай сабанынан алынған микрокристалды целлюлозаның суреті көрсетілген. Алынған микрокристалды целлюлозаның құрылымы пероксисірке қышқылымен өңделгеннен кейін $d = 7-8$ мкм болатын талшық тәрізді бөлшектер түзілгені анықталды.



11 сурет - Бидай сабанын сканерлеуші электронды микроскоп көмегімен алынған сурет

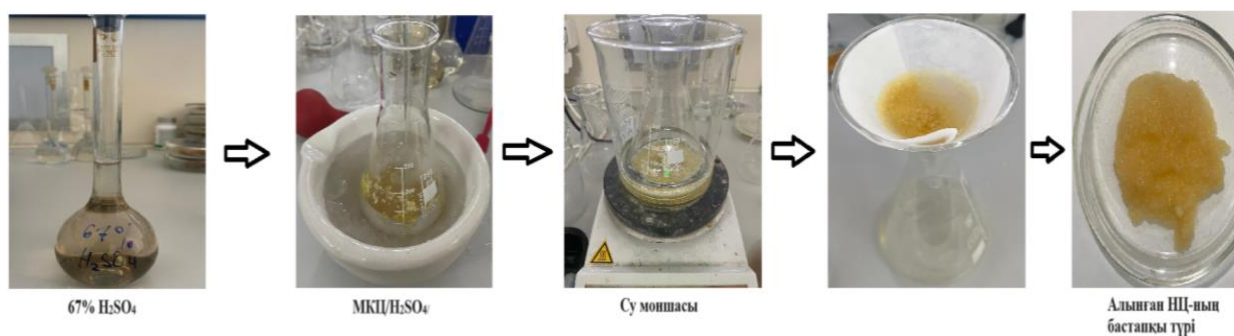


30 μm

12 сурет - МКЦ сканерлеуші электронды микроскоп көмегімен алынған сурет

3.2 Күкірт қышқылдық гидролиздеу әдісімен алынған НЦ-ның қасиеттерін зерттеу

Күкірт қышқылдық гидролиздеу әдісімен МКЦ мен күкірт қышқылы 1/15г/мл 63% H_2SO_4 , 1/15г/мл 65% H_2SO_4 , 1/15г/мл 67% H_2SO_4 , 1/10г/мл 15% H_2SO_4 , 1/10г/мл 20% H_2SO_4 қатынастарында НЦ (13 сурет) алынды.



13 сурет - Күкірт қышқылдық гидролиз әдісімен НЦ алу сызбанұсқасы



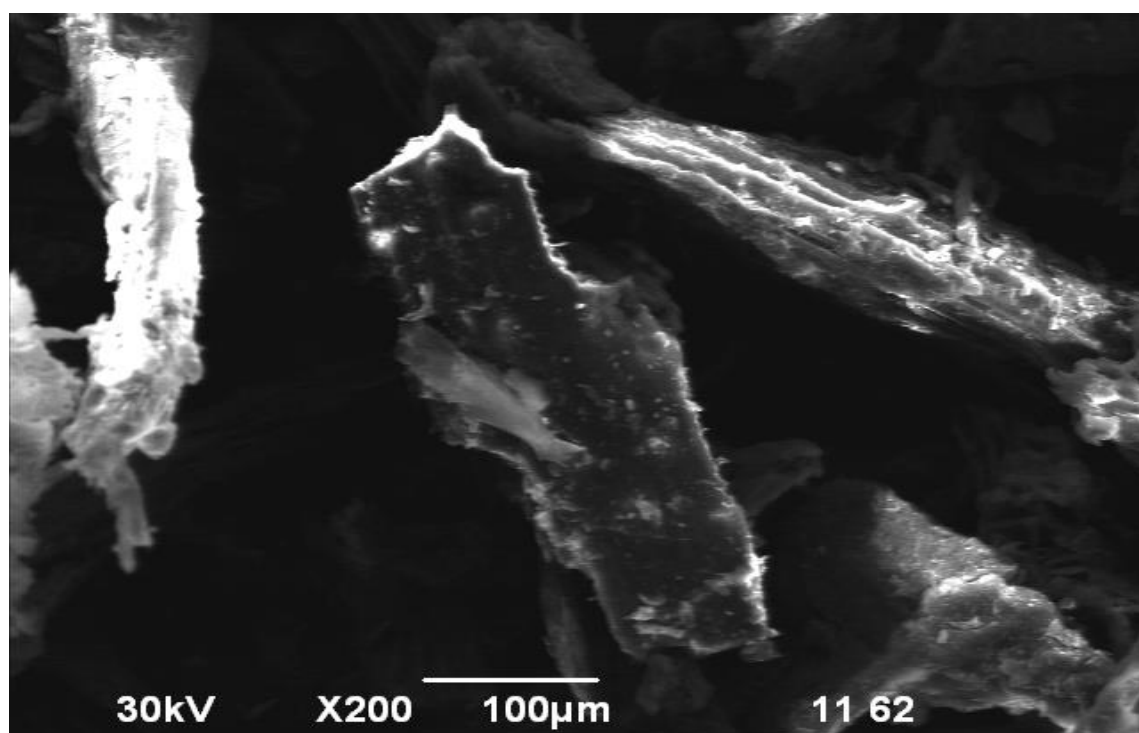
а



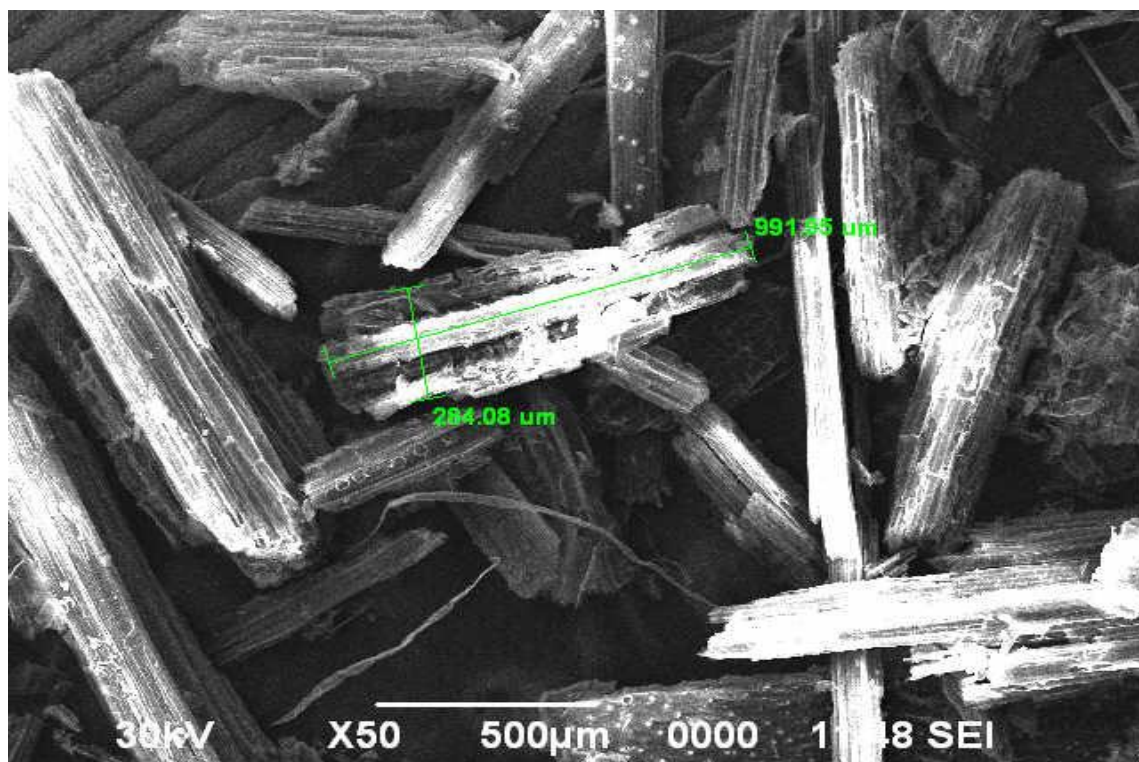
б

14 сурет – Күкірт қышқылдық гидролиздеу әдісімен алынған НЦ:
(а) 1/15г/мл 67% H_2SO_4 және (б) 1/10г/мл 20

Алынған наноцеллюлозаның құрылымының айқын рельефі көрсетілген. Ұнтақ ұзындығы бойынша жүздеген мкм-ден бірнеше мм-ге дейін және ені бойынша ондаған мкм-ден жүздеген мкм-ге дейін тән өлшемдері бар ұзартылған бөлшектерден (пластиналардан) тұрады (15 – 16 сурет).

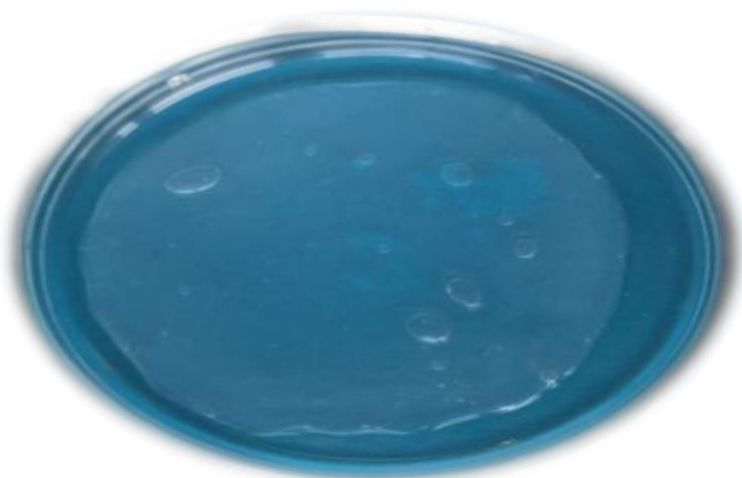


15 сурет – 1/15г/мл 67% H_2SO_4 НЦ-ның сканерлеуші электронды микроскоп нәтижесі



16 сурет – 1/10г/мл 20% H_2SO_4 НЦ-ның сканерлеуші электронды микроскоп нәтижесі

Бидай сабанынан алынған наноцеллюлоза және альгинат (Ат) нано-гибридті гель (16 сурет) алу үшін қолданылады. Гельді алу үшін альгинаттың алдын-ала есептелген мөлшері сірке қышқылының ерітіндісінде ерітіледі. Бұл ерітіндіге НЦ дисперсиясының белгілі бір көлемі қосылады және толық араластыруды қамтамасыз ету үшін 1-2 сағат ішінде орташа жылдамдықта араластырылады. Ерітінді петри табақшасына ауыстырылады және 5-6 сағат ішінде 60-70°C температурада электр пешіне орналастырылады.



16 сурет – Нано-гибридті гель

ҚОРЫТЫНДЫ

Диірменнің көмегімен бидай сабаны ұнтақталды. Ұнтақталған БС-ны Сокслет экстракторында 99 % гексанмен 2 сағат шайылды, өңдеу уақыты 60 минут.

Микрокристалды целлюлоза алу мақсатында гексанмен шайылған үлгіні пероксисірке қышқылымен өңдегеннен кейін МКЦ-ның шығымы 85% болды.

Алынған МКЦ-ның морфологиясы сканерлеуші электронды микроскоп көмегімен зерттеліп, пероксисірке қышқылымен өңделгеннен кейін $d = 7-8$ мкм болатын талшық тәрізді бөлшектер түзілгені анықталды. Күкірт қышқылдық гидролиздеу арқылы алынған НЦ-ның құрылымы ұзартылған бөлшектерден тұрады.

Бидай сабанынан алынған целлюлоза наноталшықтары және альгинат нано-гибридті гель алу үшін қолданылды.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Adrian Chun Minh Loy, Hatem Alhazmi, Serene Sow Mun Lock, Chung Loong Yiin, Kin Wai Cheah, Bridgid Lai Fui Chin, Bing Shen How, Suzana Yusup Life-cycle assessment of hydrogen production via catalytic gasification of wheat straw in the presence of straw derived biochar catalyst
2. Tabussam Tufail, Farhan Saeed, Muhammad Afzaal, Huma Bader Ul Ain, Syed Amir Gilani, Muzzamal Hussain, Faqir M. Anjum (2020) Wheat straw: A natural remedy against different maladies
3. Huang, Guolin Варка целлюлозы из рисовой и пшеничной соломы
4. Сейтмагзимов А.А., Сейтмагзимова Г.М., Севастьянова Ю.В. Влияние паровзрывной обработки соломы пшеницы на ее прочностные характеристики. / Труды III Международной конференции, посвященной памяти проф. Комарова В.И. «Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов» // САФУ, Архангельск, Россия. – сентябрь, 2015
5. Торгашов В.И., Зубец О.В., Герт Е.В., Капуцкий Ф.Н. Сравнительное исследование надмолекулярной структуры целлюлозы из лиственной древесины, стеблей ржи, рапса и сои // Химия растительного сырья. 2012
6. Chongfeng Gao, Jie Yang, Lujia Han (2021) Systematic comparison for effects of different scale mechanical-NaOH coupling treatments on lignocellulosic components, micromorphology and cellulose crystal structure of wheat straw
7. Аутлов С. А., Базарнова Н. Г., Куньер Е. В. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения.// Химия растительного сырья.
8. Щербаков, А. А. Получение фурфурола из сельскохозяйственных отходов и растительных материалов / А. А. Щербаков, Ю. К. Юрьев // Прикладная химия.
9. Yiming Liu, Xu Qin, A.V. Rogachev, A.A. Rogachev, I.I. Kontsevaya, A.E. Pyzh, Xiaohong Jiang, V.A. Yarmolenko, A.S. Rudenkov, M.A. Yarmolenko (2021) Structure and properties of microcellulose-based coatings deposited via a low-energy electron beam and their effect on the properties of onto wound dressings
10. Shahriar Dastjerdi, Fatemeh Naeijianb, Bekir Akgöz, Ömer Civalc (2021) On the mechanical analysis of microcrystalline cellulose sheets
11. Ardizzone S., Dioguardi F.S., Mussini T., Mussini P.R., Rondinini S., Vercelli B., Vertova A. Cellulose
12. В. С. Болтовский (2021) Способы получения микрокристаллической целлюлозы
13. Жуков А.Н., Батуренко Д.Ю., Чернобережский Ю.М., Лоренцон А.В. Электропроводность и электрокинетический потенциал частиц микрокристаллической целлюлозы в водных растворах HCl и NaOH // Коллоидный журнал.

14. Баттиста О. Микрокристаллическая целлюлоза./Целлюлоза и ее производные: в 2 т. пер. с англ. / под ред. З.А. Роговина. М.
15. Акбарова С.Р., Балтаева М.М., Сарымсаков А.А., Рашидова С.Ш. Исследование возможности получения наноразмерных частиц микрокристаллической целлюлозы с гелеобразующими свойствами./Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы II Всероссийской конференции 2005 г. Барнаул, Книга I
16. Lee, H., Hamid, S., Zain, S. 2014. Conversion of lignocellulosic biomass to nanocellulose: structure and chemical process. The Scientific World Journal, 2014
17. N. Raghava, Manishita R.Sharmaa, John F.Kennedy (2021) Nanocellulose: A mini-review on types and use in drug delivery systems
18. Youssef Habibi, Lucian A. Lucia, Orlando J. Rojas Cellulose nanocrystals: Chemistry, self-assembly, and applications
19. D. Bagheriasl, P. J. Carreau, C. Dubois, and B. R. (2018). Effect of cellulose nanocrystals (CNCs) on crystallinity, mechanical and rheological properties of polypropylene / CNCs nanocomposites Effect of cellulose nanocrystals (CNCs) on crystallinity, mechanical and rheological properties of polypropylene (2015)
20. Sagnite Ventura-Cruz, Alberto Tecante (2021) Nanocellulose and microcrystalline cellulose from agricultural waste: Review on isolation and application as reinforcement in polymeric matrices
21. Nandini Sahu, Diksha Gupta, Ujjwal Nautiyal (2020) Hydrogel: Preparation, characterization, and applications
22. Ana Luiza P, Queiroz, Brian M. Kerins, Jayprakash Yadav, Fatma Farag, Waleed Faisal, Mary Ellen Crowley, Simon E. Lawrence, Humphrey A. Moynihan, Anne-Marie Healy, Sonja Vucen, Abina M. Crean (2020) Investigating microcrystalline cellulose crystallinity using Raman spectroscopy
23. Biological study of skin wound treated with Alginate/Carboxymethyl cellulose/chorion membrane, diopside nanoparticles, and Botox A
24. Yang Zhou, Changjin Wan, Yongsheng Yang, Hui Yang, Shancheng Wang, Zhendong Dai, Keju Ji, Hui Jiang, Xiaodong Chen and Yi Long (2019) Highly Stretchable, Elastic, and Ionic Conductive Hydrogel for Artificial Soft Electronics
25. В. Н. Павлюченко, С. С. Иванчев Композиционные полимерные гидрогели
26. Jimena S. Gonzalez, Leandro N. Ludueña, Alejandra Ponce, Vera A. Alvarez Poly (vinyl alcohol)/cellulose nanowhiskers nanocomposite hydrogels for potential wound dressings

ҚОСЫМША

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты
Горно-металлургический институт им. О. А. Байконурова

**«ЭКОНОМИКАНЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
МИНЕРАЛДЫҚ-ИНДУСТРИЯЛЫҚ МЕГАКЕШЕНДЕГІ
РЕСУРС ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР»
Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
ЕНБЕКТЕР ЖИНАҒЫ
14-15 наурыз 2024**

**СБОРНИК ТРУДОВ
Международной научно-практической конференции
«РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В МИНЕРАЛЬНО-ИНДУСТРИАЛЬНОМ МЕГАКОМПЛЕКСЕ
В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ»
14-15 марта 2024**

**PROCEEDINGS
International Scientific and Practical Conference
«RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES
IN THE MINERAL-INDUSTRIAL MEGA-COMPLEX
IN CONDITIONS OF SUSTAINABLE ECONOMY DEVELOPMENT»
14-15 of March, 2024**

Алматы 2024

Экономиканың тұрақты дамуы жағдайындағы минералдық-индустриялық мегакешендегі ресурс үнемдеуші технологиялар халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының баяндамалар жинағының титулдық беті

БИОМАССАДАН МИКРОКРИСТАЛДЫ ЦЕЛЛЮЛОЗА АЛУ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Л.Е.Абдрахманова¹, С.Б.Қошанова¹, Б.У.Рахимова², Е.А.Алтынов¹, Ү.Е.Жантیکеев¹, К.С.Бексейтова^{1,2},
К.К.Құдайбергенов¹

¹Satbaev University, Алматы қ, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ, Қазақстан

Қазіргі кезде целлюлозалық материалдардың қол жетімділігі, биоүйлесімділігі және биологиялық ыдырауға бейімділігі, оларды әртүрлі салада жиі қолданудың негізгі факторы болып табылады. Күріш және бидай биомассаларының майларынан арылу үшін Соклет экстракторымен жуылды. Ұнтақталған биомассаны сүзгі қағазы арқылы, гексанмен жуып, экстракцияланған биомасса кептірілді. Жуылғанға дейін және жуылғаннан кейін, кептірілген биомассаның материалының массалары өлшенді. Делигнификациялаушы агент – пероксидірік қышқылы (ПСК) алу үшін сірік қышқылымен (58,0%) сүтегі асқын тотығын біркелкі араластыру арқылы дайындалды. Биомассадан микрокристаллды целлюлоза (МКЦ) алу үшін 10 г шикізатты пероксидірік қышқылымен (шикізат/ПСК, г/мл) 1:14 қатынасымен алынып, айналмалы суытқышы бар колбада 100^oС 2 сағат бойы біркелкі араластырылды. Алынған МКЦ-ны 20 ± 5^oС температураға дейін суытып, Бюхнер сүзгісі арқылы рН=6-7 болғанша дейін дистилденген сумен бірнеше рет жуылды.

Today, the availability, biocompatibility and susceptibility of cellulosic materials to biodegradability are a major factor in their frequent use in various fields. To get rid of fats of rice and wheat biomass, washed with Soxlet extractor. The crushed biomass was washed through filter paper, hexane, and the extracted biomass was dried. Before and after washing, the masses of the material of the dried biomass were measured. It was prepared by uniform mixing of hydrogen peroxide with acetic acid (58.0%) to obtain a delignifying agent – peroxyacetic acid (PAA). To obtain microcrystalline cellulose (MCC) from biomass, 10 g of raw materials were taken with peroxyacetic acid (raw materials/PSK, g/mL) in a ratio of 1:14 and mixed evenly for 2 hours in a flask with a rotating cooler 100 °C. The resulting MCC was cooled to a temperature of 20±5 °C and washed several times with distilled water through a Buchner filter until ph=6-7.

Түйінді сөздер: биомасса, целлюлоза, микрокристаллды целлюлоза, сүтегі асқын тотығы, пероксидірік қышқылы.

Экономиканың тұрақты дамуы жағдайындағы минералдық-индустриялық
мегакешендегі ресурс үнемдеуші технологиялар халықаралық ғылыми-
тәжірибелік конференциясындағы баяндама тезисі