

ЕРМЕКОВ ЕРНАЗ ЕРМЕКОВИЧТЫҢ

«Крахмал негізінде жаңа биодырайтын пленкалы материалдарды әзірлеу»

Ермеков Ерназ Ермековичтің 8D07201 – "Тамақ өнімдерінің технологиясы" мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысына

АННОТАЦИЯ

Жұмыстың өзектілігі. Тамақ өнеркәсібі заманауи экономикада шешуші орынды алады, ал орау материалдары азық-түлік өнімдерінің сақталуын, қауіпсіздігін және сапасын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Пластикалық қаптама ылғалға төзімділік, механикалық беріктік және герметикалық сияқты қасиеттеріне байланысты нан өнімдерін, сүт өнімдерін, мұздатылған тағамдар және сусындарды орау үшін кеңінен қолданылады. Зерттеулер көрсеткендей, пластикалық қалдықтардың шамамен 40% тамақ пен сусындардың қаптамасымен байланысты. Дегенмен, мұнай негізіндегі пластик қаптамаларды пайдалану оның ұзақ ыдырау уақытына және жеткіліксіз қайта өңдеуге байланысты қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіреді. Зерттеулерге сәйкес, орау қалдықтарының едәуір бөлігі қоршаған ортаға түсіп тұрақты даму мен азық-түлік қауіпсіздігіне кедергілер жасайды. Жыл сайынғы пластмасса өндірісі 2060 жылға қарай 1,1 миллиард тоннаға жетеді деп күтілуде, ал ыдырамайтын пластик қалдықтарының дүние жүзінде жинақталған мөлшері 2050 жылға қарай 12 миллиард тоннаға жетеді, бұл теңіз және жердегі экожүйелердің айтарлықтай бұзылуына әкеп соғады. Тамақ өнеркәсібінде пластмасса ең алдымен тамақ өнімдерін сақтау және қорғау үшін қолданылатындықтан мұндай материалдар қоршаған ортаға ерекше қауіп төндіреді. Пластик деградациясының жанама өнімдерінің бірі - микропластик экожүйенің барлық қабаттарында, соның ішінде тамақ өнімдерінде кездеседі. Бұл пластикалық бөлшектер ластанған су, топырақ және ауа арқылы тамақ тізбегіне еніп, адам денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Микропластиктер теңіз өнімдері, көкөністер және тұз сияқты азық-түлік өнімдеріне ең үлкен қауіп төндіреді. Бұл өнімдерді тұтыну организмде улы заттардың, соның ішінде пестицидтер мен ауыр металдардың жиналуына әкелуі мүмкін. Бұл синтетикалық пластиктерге биологиялық ыдырайтын баламаларды жасауды ұлттық және жаһандық ғылым алдында тұрған маңызды міндеттердің біріне айналдырады.

Биологиялық ыдырайтын орау материалдарына қойылатын талаптар жағдайында Қазақстан биологиялық ыдырайтын қаптамаларды өндірудің өзіндік технологияларын әзірлеу қажеттілігіне тап болып отыр. Ұсынылып отырған жұмыс Қазақстанның тамақ өнеркәсібі үшін пластикалық ластану проблемасын шешу және оқшаулаудың жоғары үлесі бар отандық биологиялық ыдырайтын материалдарды құру жағдайында өзекті. Атап

айтқанда, бұл жұмыста қауіпсіз компоненттерге ыдырай алатын материалдарды жасау үшін жаңартылатын шикізатты - астық крахмалын пайдалануға баса назар аударылады.

Диссертация С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университетінде «Агроөнеркәсіптік кешенді тұрақты дамыту» басымдық бағыты ішінде, 101 «Ғылыми зерттеулерді грантпен қаржыландыру» бюджеттік ішкі бағдарламасы бойынша АР08857439 «Крахмал негізінде жаңа биоыдырайтын пленкалы материалдарды әзірлеу» (2020-2022 ж.) жобасы аясында жасалды.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты тағам өнеркәсібінде пайдалану үшін биоыдырайтын пленкаларды алу үшін бидай крахмалы негізінде композициялық түйіршіктерді жасау.

Мақсатқа сәйкес келесі міндеттер қойылды:

1. Нативті және модификацияланған бидай крахмалының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.

2. PCL – поли-(ε- капролактон) модификацияланған крахмал композициялары негізінде түйіршіктер мен биологиялық ыдырайтын пленка алу үшін оңтайлы композицияларды анықтау.

3. Алынған пленкалардың биоыдырағыштық қасиеттерін зерттеу

4. Биологиялық ыдырайтын материалдарды алу технологиясын жасау

Зерттеу объектілері: Нативті жүгері крахмалы; бидай крахмалы; картоп крахмалы, бидайдың модификацияланған А және В крахмалынан және PCL- ден тұратын композициялық биологиялық ыдырайтын пленка үлгілері , таза PCL-ден жасалған пленкалар түріндегі бақылау үлгілері.

Зерттеу әдістері. Қойылған ғылыми міндеттерге сәйкес теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Эксперименттік зерттеулерге физикалық-химиялық әдістер, микробиологиялық әдістер, биотехнологиялық әдістер, технологиялық эксперименттер жасалды. Зерттеу нәтижелері статистикалық талдау және математикалық оңтайландыру әдістерімен өңделді.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы. Отандық тәжірибеде алғаш рет жақсартылған механикалық және тосқауылдық қасиеттерді, сондай-ақ биодеградацияның жоғары дәрежесін қамтамасыз ететін модификацияланған бидай А және В крахмалы және поли(ε- капролактон) (PCL) негізінде биологиялық ыдырайтын пленкалық материалдарды алу технологиясы әзірленді.

Автордың жеке үлесі. Ізденуші зерттеу әдістерін әзірлеуге, эксперименттерді құрастыруға және жүргізуге, әзірленетін технологияны әзірлеуге және оңтайландыруға, сондай-ақ алынған орау материалының физика-химиялық және механикалық зерттеулері

бойынша зертханалық мәліметтерді алуға тікелей қатысушы, автор сонымен қатар деректерді математикалық өңдеуді жүзеге асырды және алынған нәтижелерді бірлескен автор ретінде жария етті.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:

- Биобидырайтын материалдарды өндіруге арналған шикізат ретінде нативті және модификацияланған бидай крахмалының А және В түрлерінің морфологиялық, термодинамикалық және физика-химиялық қасиеттері негізделді, олардың алмастыру дәрежесі, ерігіштігі, ісінуі және термопластикалық өңдеуден өту қабілеті бойынша айырмашылықтары анықталды.

- Ацетилденген бидай крахмалы мен поли(ε-капролактон) негізіндегі композициялық түйіршіктер мен пленкалардың механикалық, тосқауылдық және технологиялық қасиеттерін жақсартуды қамтамасыз ететін биополимерлі материалдардың композициялары әзірленді және оңтайландырылды.

- Компосттау жағдайында пленкалық материалдардың биодеградациясының заңдылықтары белгіленді және модификацияланған крахмалдың құрамы мен түріне байланысты пленкалардың ыдырауының жоғары дәрежесі (43,75%-ға дейін) расталды, бұл олардың экологиялық қауіпсіздігін көрсетеді.

- Модификация, түйіршіктеу және қалыптау кезеңдерін қоса, модификацияланған крахмал және PCL композициялары негізінде биологиялық ыдырайтын пленкаларды өндіру технологиясы әзірленді.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы.

Әзірленген пленкаларды дәстүрлі пластикалық қаптамаға балама ретінде пайдалануға болады. Эксперименттік деректер олардың жеткілікті механикалық және тосқауылдық қасиеттерін, сондай-ақ биологиялық ыдыраудың жоғары дәрежесін растайды. Қолданылатын технология өндіріс процесін өнеркәсіптік масштабқа бейімдеуге мүмкіндік береді және экологиялық тұрақты орама материалы үшін тиімді шешім ұсынады.

Ацетилденген крахмал мен PCL қоса алғанда, крахмал-полимерлі пленкалардың оңтайлы құрамдары таңдалды және негізделді, композициялық пленкалар құрамының олардың беріктігіне әсерінің контурлық карталары жасалды, бұл механикалық беріктіктің 15-тен 30 МПа-ға дейінгі оңтайлы тепе-теңдікке қол жеткізуге мүмкіндік берді.

Құрылымның біртектілігін қамтамасыз ететін және пайдалану сипаттамаларын арттыратын пленкаларды алудың ұтымды технологиялық режимдері әзірленді және эксперименталды түрде расталды. 30% ацетилденген бидай крахмалы А және В бар пленкалар компосттау жағдайында 10 күн ішінде 35,92–43,75% ыдырайтыны анықталды, бұл олардың экологиялық қауіпсіз пайдалануға жарамдылығын растайды.

Жұмысты апробациялау. «СП Ұлы Дала» ЖШС-де биоыдырайтын пленкалық материалды алудың әзірленген технологиясына тәжірибелік өнеркәсіптік сынақ жүргізілді.

Басылымдар. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 6 ғылыми жұмыс жарияланды: Scopus деректер базасында индекстелген шетелдік басылымда 1 мақала, ҚР МНВО КОКСВО ұсынған басылымдар тізімінен журналда 5 мақала, сонымен қатар № 7307 «Ацетилденген крахмал алу әдісі» пайдалы модельге патент 29 шілде 2022 ж. алынды.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертация кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Әдебиеттер тізімі 239 атаудан тұрады. Диссертация мәтіні 28 кесте және 25 суретпен көркемделген.

Қойылған міндеттерді шешудің толықтығын бағалау. Алынған мәліметтер диссертациялық жұмыстың мақсатына сәйкес келеді және барлық тапсырмалар келесідей сәтті орындалды деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

1. А- және В-крахмалдарының физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Амилозаның, липидтердің, белоктардың, минералдардың құрамы, морфологиясы, термодинамикалық және тұтқырлық қасиеттері анықталды. Бидайдың А- және В-крахмалдары биополимерлі пленкаларды түзуге жарамдылығын қамтамасыз ете отырып, оңтайлы физика-химиялық, термодинамикалық және реологиялық сипаттамаларға ие екендігі анықталды. Картоп крахмалы жоғары гидрофильділік пен төмен термиялық тұрақтылықты көрсетті, бұл оны биологиялық ыдырайтын пленкалар үшін негіз ретінде пайдалануға жарамсыз етеді. Бидайдың А- және В-крахмалдарының химиялық модификациясы ацетилдеу және пропиондау әдістерін қолдану арқылы жүргізілді. Ацетилденудің оңтайлы шарттары анықталды: крахмалдың сірке ангидридіне қатынасы 1-ден 7-ге дейін, реакция уақыты 40 минут. Алынған модификацияланған крахмалдардың ылғалға сезімталдығы төмендеді, бұл олардың поли(ε-капролактон) (PCL)-мен үйлесімділігін арттырады және крахмалдың гидрофильділігі мәселесін шешеді. Түрлі пластификаторлардың (глицерин, поливинил спирті) пленкалардың механикалық қасиеттеріне әсері бағаланды. Поливинил спиртімен салыстырғанда глицерин пленкалардың жоғары серпімділігін қамтамасыз ететіні анықталды. Глицериннің оңтайлы концентрациясы крахмалдың құрғақ массасына 10% құрайды. Пластификатордың құрамын 15% -дан жоғары арттыру пленкалардың беріктігінің төмендеуіне әкеледі.

2. Модификацияланған бидай крахмалдары мен PCL негізіндегі түйіршіктер мен пленкалардың оңтайлы композициялары әзірленді. Крахмал, глицерин және кальций карбонаты құрамының пленкалардың механикалық қасиеттеріне әсерін анықтау үшін үш факторлы тәжірибелік жоба қолданылды. Құрамында 30–50% ацетилденген крахмал бар

композициялардың беріктігі 15–30 МПа болатынын көрсету үшін композициялық пленкалардың құрамдарына беріктік тәуелділігінің контурлық карталары жасалды, бұл мұнай өнімдері негізіндегі орауыш материалдармен қарайлас. Сканерлі электронды микроскоппен пленка құрылымын талдау ацетилденген бидай крахмалын қосу пленкалардың түйіршікті бетінің пайда болуын көрсетті. Бұл бақыланатын биодеградацияға ықпал ететін полимер матрицасында крахмал түйіршіктерінің біркелкі таралуын көрсетеді. Термодинамикалық сипаттамаларды зерттеу ацетилденген крахмалы бар пленкалардың ыдырау температурасының жоғары екендігін және ылғалға төзімділігін көрсетті.

3. Биодырағыштық тәжірибе жүзінде расталды. 30% ацетилденген крахмал бар композициялық пленкалар компосттау жағдайында 10 күн ішінде 35,92–43,75% ыдырайды. Бидайдың В-крахмалы бар пленкалар ең жоғары ыдырау жылдамдығын көрсетті. Бұл оның жоғары реактивті бетімен және микроорганизмдер үшін жақсырақ қолжетімділігімен түсіндіріледі. Экоотоксикологиялық зерттеулер топырақ микроорганизмдеріне токсикалық әсердің жоқтығын растады.

4. Биологиялық ыдырайтын пленкаларды өндірудің технологиялық схемасы әзірленді. Оңтайландырылған технологиялық параметрлер сақтау кезінде көрсетілген қасиеттері мен жоғары тұрақтылығы бар материалдарды алуға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеулер негізінде пленканың оңтайлы құрамдары таңдалды. А типті 30% ацетилденген крахмалы бар пленкалар жоғары беріктікті және орташа бу өткізгіштігін қажет ететін орау материалдары үшін оңтайлы болып табылады. Сонымен қатар, 40% ацетилденген В- крахмалы бар пленкалар ылғалдылығы жоғары және су буының қажетті жоғары өткізгіштігі жағдайында пайдалануға жақсырақ. Практикалық сынақтар пленкаларды тамақ өнеркәсібінде пайдалану мүмкіндігін растады. Биологиялық ыдырайтын пленкаларды өндіру құнына талдау жүргізілді. 1 кг орау материалының өзіндік құны 15 405,18 теңгені құрайтыны, нарықтағы бағасы 33 000 - 40 000 теңге аралығында өзгеретіні анықталды. Есептеулер ұсынылып отырған технологияның рентабельділігі жоғары (28%) және дәстүрлі пластик орау материалдарымен салыстырғанда экономикалық жағынан тиімді екенін көрсетті. Жүргізілген зерттеулер модификацияланған бидай крахмалы мен поли(ε-капролактон) (PCL) негізінде биологиялық ыдырайтын пленкаларды алудың ғылыми негізделген технологиясын жасауға мүмкіндік берді. Әзірленген пленкалар жоғары механикалық беріктікке, тұрақтылыққа және биодеградацияның жоғары дәрежесіне ие. Практикалық сынақтар мен экономикалық талдаулар ұсынылған технологияны өнеркәсіптік енгізу мүмкіндігін растайды.