

АННОТАЦИЯ

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертация
6D072400 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар»
мамандығы бойынша»

Велямов Шухрат Масимжанович

«Асханалық қызылшадан пектин алуға арналған жабдықты жасау»

Жұмыстың өзектілігі. Мегаполис-қалалардағы экологиялық жағдайдың нашарлауына байланысты табиғи биологиялық белсенді заттарға сұраныстың жоғары өсуі технологтар мен жобалаушылар алдында Агроөнеркәсіптік кешен өнімдерінен жоғары функционалдық қасиеттері бар нысаналы компоненттерді тиімді бөлуге мүмкіндік беретін жаңа жабдықтар жасау қажеттілігін айқындайды.

Пектиннің белгілі функционалды қасиеттері үлкен қызығушылық тудырады, сондықтан оны күнделікті тұтыну қажеттілігі пектинді (немесе пектин экстрактісін) өндіруге және онымен байытылған күнделікті тұтыну өнімдеріне жаңа рецепттер жасауға мүмкіндік беретін жаңа жабдықты енгізу арқылы дамыған жөн.

Өсімдік материалдарынан пектинді өндіруге арналған жабдықтың көптеген конструкцияларында бірқатар маңызды кемшіліктер бар, атап айтқанда құрылымдардың күрделілігі, жабдықтар мен технологиялық схемалардың күрделілігі, үлкен пайдалану шығындары. Экстракцияны жүргізуге арналған қолда бар жабдық қышқылдар мен сілтілердің агрессивті орталарын пайдалана отырып, технологияға бағдарланған, бұл оны жеміс-көкөніс өнімдерін қайта өңдеу жөніндегі кәсіпорында тікелей пайдалануды болдырмайды, ал қашықтағы жағдайлар жасау өндірушілер үшін рентабельді болып табылмайтын шикізатты алдын ала дайындау қажеттілігіне алып келеді.

Мұндай мәселені шешудің балама тәсілі – бұл пектинді биотехнологиялық жолмен алуға мүмкіндік беретін өсімдік шикізатын шығаратын жабдықты жасау, ол мүлдем қауіпсіз. Пектин (пектин экстрактісі) алудың осындай биотехнологиялық тәсілдерінің бірі қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ қызметкерлері ҚР - да әзірлеген және патенттеген - Қазақстан Республикасының №29264 патенті. Сондай - ақ, «Қызылша және сәбіз сығындысынан алынған пектин экстрактісінің концентраты» кәсіпорын стандартының жобасы әзірленді, ол «Ұлттық сараптама және сертификаттау орталығы» АҚ АФ сараптамадан өтті және № 11/1 сараптамалық қорытынды алынды, оған СТ 103847-1910-ТОО-01-2014 нөмірі берілді.

Бүгінгі таңда жоғарыда аталған отандық технологияны сәтті енгізу үшін осы технологияны механикаландыру мәселесі тұр. Оны енгізудің толыққанды мүмкіндігі үшін ферментативті экстракция процесін қарқындатуға және оны Қазақстан Республикасында 180-нен астам жеміс-жидек пен көкөністерді қайта өңдеу жөніндегі шағын және орта кәсіпорындарда пайдалануға мүмкіндік

беретін арзан жабдықты әзірлеу қажет.

Атап өту қажет, бұл бұрыннан бар жабдық үшін пектиндік заттарды ферментация жүргізу үшін экстенсивностью процесін және төмен шығатын соңғы өнім. Пектинді заттарды ферменттеуге арналған қолданыстағы жабдық қарқынды процесспен және соңғы өнімнің аз шығымдылығымен ерекшеленетінін атап өткен жөн. Өсімдік шикізаты жасушасының құрылымын құрайтын пектинді тиімді алу үшін бір ферментативті әсер жеткіліксіз. Бұрын жүргізілген тәжірибелер көрсеткендей, пектин заттарын стандартты жабдықта ферменттеу кезінде пектиннің шығуы 60% - ға жетпейді. Осыған байланысты экстракцияға арналған жабдықтың өнімділігі мен пектинді ферментативті экстракциялау процесінің қарқындылығын арттыру үшін техникалық шешімді әзірлеу өзекті болып табылады.

Зерттеу объектілері: ультрадыбыстық генератормен және жылдам жүретін араластырғышпен жабдықталған технологиялық жабдық.

Зерттеу пәні: пектинді ферментативті экстракциялау процесі, өсімдік шикізатына ультрадыбыстық әсердің әсер ету заңдылығы және пектинді ферментативті экстракция кезінде экстрагентті белсенді араластыру.

Жұмыстың мақсаты: асхана қызылшасының пектинін (пектин құрамды экстркт) ферментативті тәсілмен алу үшін өсімдік шикізаты экстракторының өнімділігі мен тиімділігін арттыру, экстрактордың әмбебап конструкциясын, ультрадыбыстық генераторды және пропеллер түріндегі жылдам жүретін араластырғышты, оны есептеу әдістемесін және қолдану жөніндегі ұсыныстар әзірлеу.

Зерттеулердің ғылыми жаңалығы:

– ультрадыбыстық генератормен және жоғары жылдамдықты пропеллер түріндегі жылдам жүретін араластырғышпен жабдықталған экстрактордың оңтайлы құрылымдық параметрлерін есептеуге мүмкіндік беретін өсімдік шикізатынан пектинді ферментативті алу процесінің математикалық моделі жасалды.

– асхана қызылшасының сығындысы мысалында өсімдік шикізатынан пектинді ферментативті экстракция процесінің негізгі кинетикалық заңдылықтары анықталды;

– дайын өнімді алу процесін қарқындатуға бағытталған қайталама өсімдік шикізатын - асханалық қызылшаны сығындысын қайта өндеудің ресурс үнемдеуші технологиясын жасау қағидаттары әзірленді;

Жұмыстың практикалық құндылығы. №33150 өнертабысқа ҚР патентімен қорғалған өсімдік шикізаты экстракторының конструкциясы әзірленді.

Пектинді ферментативті жолмен алуға арналған ультрадыбыстық генератормен және жоғары жылдамдықты араластырғышпен жабдықталған өсімдік шикізатын экстракторды есептеу әдісі жасалды.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 12 мақала жарияланды, оның ішінде 5 - халықаралық конференция материалдарында, 5 - ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған басылымдарда, 2 - РФДИ деректер базасына кіретін басылымдарда, 1 –

«Ауылшаруашылық және биологиялық ғылымдар» бағыты бойынша 38 - перцентиль (квартиль-Q3) бар Skopus - Bulgarian Journal of Agricultural Science халықаралық ғылыми журналдар базасында индекстелетін басылымда, 1-ҚР өнертабысына патент.

Мақала материалдары диссертацияның негізгі мазмұнын қамтиды, зерттеудің негізгі бағытынан басқа, жұмыс «тағам технологиясы», «биотехнология», «ауылшаруашылық шикізатын қайта өңдеу» және жұмыстың негізгі нәтижелері жарияланған журналдар алынған білімді тиімді тарату үшін таңдалған.

Кіріспеде шешілетін ғылыми проблеманың қазіргі жай-күйіне баға, тақырыпты әзірлеу үшін негіздеме және бастапқы деректер, ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі, диссертацияны әзірлеудің жоспарланып отырған ғылыми-техникалық деңгейі және метрологиялық қамтамасыз ету туралы мәліметтер берілген, тақырыптың өзектілігі мен жаңалығы, осы жұмыстың басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы, мақсаты, объектісі мен пәні, зерттеу міндеттері, әдіснамалық база, қорғауға шығарылатын ережелер, практикалық құндылық және практикалық нәтижелерді апробациялау.

Бірінші бөлімде функционалды тамақтануда пектинді өндіру және қолдану технологиясы мен техникасының қазіргі жағдайы мен даму тенденциялары зерттелген.

Егер елде шикізаттың қажетті мөлшері болса, асхана қызылшасынан пектинді ферментативті алу процесін жүзеге асыруға арналған жабдықты әзірлеу мағынасы бар, деректерді талдау Қазақстанда соңғы жылдары өсіп келе жатқан асханалық қызылшаның тұрақты өндірісі дамып келе жатқанын көрсетті, яғни республика осы салада жоғары шикізаттық әлеуетке ие.

Өсімдік шикізатынан пектинді алуға арналған жабдықты жасау кезінде заманауи күшейту әдістерін қолдану қажет, өйткені қызылша асханасында пектиннің жиналуы туралы мәліметтер көрсеткендей, оның көп бөлігі механикалық әсер ету арқылы жойылуы керек жасуша құрылымына тікелей байланысты.

Өсімдік шикізатына арналған экстракторлардың қолданыстағы конструкцияларына жүргізілген талдау Қазақстанда мұндай әзірлемелерде аналогтар жоқ екенін, ал барлық қолданыстағы конструкциялардың қандай да бір кемшіліктері бар, неғұрлым елеулі болып табылатындығын көрсетті: пектиннің ферментативті экстракциясының қарқындылығын арттыра алатын элементтердің болмауы; құрылымның күрделілігіне байланысты үлкен материал сыйымдылығы мен энергия сыйымдылығы, бұл машиналардың өзіндік құнына әсер етеді, бұл өз кезегінде оларды шағын өңдеу кәсіпорындарында пайдалану үшін тиімсіз (қымбат) етеді; отандық және шетелдік жабдықтардың қымбаттығы;

Пектинді алу процесін күшейтуге мүмкіндік беретін аппараттық құралмен экстракторды жасау үшін өсімдік материалдарынан биологиялық белсенді заттарды алу процесінің қарқындылығын арттырудың қолданыстағы әдістеріне талдау жасалды. Нәтижесінде өсімдік шикізатынан мақсатты

компоненттердің шығуын күшейтудің ультрадыбыстық әдісі ең заманауи болып табылатыны анықталды, бірақ қосымша тәуелділік зерттеулерін қажет етеді. Өсімдік жасушасына ультрадыбыстық әсерді қолдану өсімдік материалының жасушасында кавитация әсерін тудырады, бұл оның бұзылуына әкеледі, осыған байланысты экстрактор дизайнында ультрадыбыстық генераторды қолдануды зерттеуге мағынасы бар.

Сондай - ақ, пектиннің ферментативті экстракциясын күшейту үшін төмен тұтқырлығы бар экстрагент ортасында жылу және масса алмасу процестерінің біркелкілігін қамтамасыз ету қажет, осыған байланысты тұтқырлығы төмен сұйықтықтарды қарқынды араластыру үшін пайдаланылатын пропеллер араластырғыштары, бөлшектердің мөлшері 0,15 мм-ге дейін 10% - ға дейін қатты фазадан тұратын лайланған тұнбалар мөлшері экстрагентті араластыру үшін жеткілікті тиімді.

Жүргізілген талдау негізінде зерттеудің міндеттерін белгілеу жүзеге асырылды.

Екінші бөлімде өсімдік шикізатының массасына және экстрагенттің көлеміне сүйене отырып, экстрактордың жалпы өлшемдерін анықтау үшін есептелген тәуелділіктер келтірілген. Өсімдік шикізатының экстракторының геометриялық сипаттамалары мен аппараттық жабдықталуын есептеу әдістемесінің негіздемесі ұсынылған.

Бұл әдіс өсімдік шикізатын тиеу үшін қуат бөлімінің көлемін, экстрагент үшін ваннаның қажетті көлемін, негізгі жабдықтың орналасуы, сондай-ақ экстрактордың басқа да қажетті геометриялық сипаттамаларын есептеуге мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, араластырғыш құрылғының, ультрадыбыстық сәулелендіргіштің және ҚЭЖ –тың қуатын есептеу әдістері ұсынылған.

Үшінші бөлімде ультрадыбыстық генератор мен механикалық араластырғышты пайдалану кезінде өсімдік шикізатына арналған экстрактордың жұмыс режимдерін зерттеу әдістері мен негіздемесі берілген.

Экстрактордың аппараттық жабдықтарының негізгі сипаттамаларына эксперимент жүргізу жоспары анықталды (ультрадыбыстық қарқындылығы және араластыру жиілігі). Өсімдік шикізатынан пектинді ферментативті алу процесін жүргізу, алынған пектин экстрактісінің негізгі функционалды көрсеткіштерін зерттеу әдістері ұсынылған. Эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ «Биотехнология, сапа және тағам қауіпсіздігі» ғылыми-зерттеу зертханасының белгіленген тәртіппен тексерілген аспаптары пайдаланылды.

Эксперименталды түрде ультрадыбыстық генератормен және қалақ араластырғышпен жабдықталған өсімдік шикізатын шығарғыштың рационалды жұмыс режимдері негізделген. Атап айтқанда, УД өсімдік шикізатына әсері және экстрагентті белсенді араластыру асхана қызылшасынан пектинді алу кинетикасына әсері зерттелді. Жүргізілген тәжірибелер өсімдік шикізаттарынан пектинді ферментативті алу кезінде ультрадыбыстық генератор мен қалақ араластырғышты қолданудың жоғары тиімділігін көрсетті.

Ферментативті экстракция процесін көп факторлы статистикалық талдау

нәтижесінде әсер ету УД көмегімен ферментативті экстракция режимінің кіріс параметрлерінің өзгеру диапазонын оңтайландыру және экстракторды пропеллер түріндегі пышақты араластырғышпен белсенді араластыру мәселесі алғаш рет шешілді: араластырғыш құрылғының айналу жиілігі - $3,3...16,6 \text{ с}^{-1}$; ультрадыбыспен әсер ету қарқындылығы - $50...150 \text{ кВт/м}^2$; экспозиция (процестің ұзақтығы) - $3,6 \cdot 10^3 \dots 18,0 \cdot 10^3 \text{ с}$.

Төртінші бөлімде экстрактордың құрастырылған жобасында ағып өтетін пектиннің ферментативті экстракциясы процесінің математикалық моделі келтірілген.

Пектинді ферментативті экстракциялау процесіне талдау жасалды. Ультрадыбыстық өрісте кең көлемді акустикалық токтармен қатар, фазалардың шекараларында жылдамдықтың маңызды градиенттерімен, энергияның диссипациясымен және сұйықтықтың жергілікті қызуымен сипатталатын ұсақ көлемді құйынды ағындар пайда болады. Бұл факторлар турбулентті диффузия және ерітіндінің тұтқырлығын төмендету нәтижесінде макромолекулалардың диффузиясын тездетеді.

Экстракция жылдамдығының артуы шекара қабатының диффузиялық кедергісінің өзгеруімен түсіндіріледі, оның тұтқырлығы алынатын макромолекулалардың ерігіштігіне және олардың молекулааралық өзара әрекеттесуіне байланысты.

Экстрагентті араластыру тордағы өсімдік шикізатынан «шайып кетуіне» байланысты пектиннің өнімділігінің артуына әсер етеді. Араластыру белсенділігінің артуымен сыртқы диффузия күрт артады (өсімдік шикізаты бөлшегінің бетінен экстрагентке масса беру).

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде пектиннің максималды шығуын қамтамасыз ететін пектинді ферментативті алу үшін экстрактордың режимдік параметрлерінің мәндері (УЗ қарқындылығы және араластыру жиілігі) анықталды - ферменттерлерді пайдалана отырып, стандартты әдіске 19-21% тиімдірек және 2 сағатқа жылдам.

Ультрадыбыстық және белсенді араластырудың кешенді әсеріне ұсынылған жабдықта өсімдік шикізатынан пектинді экстракциялау процесін сипаттау үшін физика-математикалық модель негізделген.

Түрдің критериялды теңдеуі ұсынылған:

$$Nu_d = 0,08Re^{0,5} \cdot Pr_d^{0,33} \cdot Te^{0,21} \cdot Us^{0,01},$$

экстрагирлеу қарқындылығын сипаттайтын (Т-Ж жүйесіндегі масса беру қарқындылығы). Оң жағын есептей отырып, біз Нуссельт критерийінің (Nu_d) көлемін анықтаймыз. Nu_d -ны біле отырып, масса беру коэффициентін анықтаймыз β . Содан кейін заттың (пектиннің) алынған мөлшерін экстрагентке масса беру теңдеуімен есептейміз.

Алынған нәтижелер ферментативті экстракция кезінде пектиннің шығуына жеке факторлардың әсерін анықтауға мүмкіндік береді және оларды жобалау мен оңтайландыру кезінде қолдануға болады.

Бесінші бөлімде «Түрген Эко-Продукт» ЖШС жағдайында 1 кг өсімдік шикізатына және 15 литр экстрагентке есептеудің әзірленген әдістемесі негізінде жиналған экстрактордың тәжірибелік-өнеркәсіптік моделінің өндірістік сынақтарының нәтижелері келтірілген. Экстрактор 1 ауысым (9 сағат) бойы үздіксіз жұмыс істеген кезде 32 литр пектин құрамды экстракт өндірілді. Экстрактінің жалпы көлеміндегі пектиннің концентрациясы - 5,4 г/л құрады. Алынған экстракт көлемі 160 л байытылған жеміс-көкөніс шырынын өндіру үшін жеткілікті, ал экстрактордың ұсынылған моделі табиғи жеміс-көкөніс шырындарын өндіру бойынша шағын және орта кәсіпорындар үшін өзінің жарамдылығын көрсетті.

Әзірленген жабдықта алынған пектин экстрактісі үлгілерінің функционалдық қасиеттері зерттелді. *In vitro* жағдайында асханалық қызылшадан алынған төмен этерификацияланған пектин антиоксиданттық әсері бар дәрілік препарат - эмоксипинге қарағанда анағұрлым айқын қалпына келтіру қасиеттеріне ие, бұл алынған пектин экстрактісін тағамға ББҚ ретінде пайдалану мүмкіндігін растады.

Әзірленген жабдықта алынған пектин экстрактісі үлгілерінің негізгі физика-химиялық көрсеткіштері мен қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді. Пестицидтердің, улы элементтердің және патогендік микроорганизмдердің құрамы анықталмады немесе көрсеткіштер рұқсат етілген норма шегінде болады, бұл алынған өнімнің қауіпсіздігін растайды.

Ұсынылған жабдықты енгізудің экономикалық тиімділігінің есебі келтірілген. Қайталама шикізатты қайта өңдеуге арналған жабдықты енгізу ассортиментті кеңейту есебінен қайта өңдеуші кәсіпорындардың кірісін 4 386 222,88 теңгеге ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Қорытындыда диссертациялық зерттеулердің нәтижелері бойынша қысқаша тұжырымдар, қойылған міндеттердің шешімдерінің толықтығын бағалау, нәтижелерді нақты пайдалану бойынша ұсынымдар мен бастапқы деректер әзірленді, енгізудің техникалық-экономикалық тиімділігіне және осы саладағы үздік жетістіктермен салыстырғанда орындалған жұмыстың ғылыми деңгейіне баға берілді.