

## Қайрбаева Айнұр Еркиновнаның

### Суық сығымдау әдісімен бақша дақылдарынан өсімдік майын алуға арналған жабдықты жасау

6D072400-Технологиялық машиналар мен жабдықтар мамандығы бойынша PhD философия докторы дәрежесін ізденуге диссертациясына

#### АҢДАТПА

**Диссертациялық зерттеу өзектілігі.** Қазақстан Республикасында жыл сайын бақша дақылдарын отырғызу ауданы ұлғаюда, тек 2016 жылы 86,8 мың гектар бөлінді. Осыған орай жыл сайын бақша дақылдарының өнімділігі артып, өсімдік текті дақылдарды өңдеуге сұраныс өсуде.

Қазақстан Республикасы статистикасының ресми мәліметтері бойынша 2015 жылы бақша дақылдарын жалпы жинау 2015 жылы 2,1 млн.т. құрады, ал 2014 жылы тек 1,9 млн.т. жиналған.

Жалпы 5 жылда республикада қауын мен қарбыздарды өндіру бір жарым еседен артық өсті. Мысалы, егер 2014 жылы бақша дақылдарына 88,8 мың га болса, 2015 жылы осы дақылдардың жалпы аудандары 94,2 мың га дейін өсті.

Осы өсімдік текті шикізатты өңдеуді механикаландыру және автоматтандыру өзекті мәселе болып табылады. Осы дақылдарды алғашқы өңдеу күрделілігімен байланысты өңдеуді механикаландыру минималды. Қазақстан Республикасында осы дақылдардың тұқымдарын тек агротехникада отырғызу материалы ретінде ғана қолданады. Бақша дақылдарының тұқымдары әлі күнге дейін өңделмейді. Сонымен бірге, қауын және асқабақ тұқымдары фармацевтикада қолданылатын өсімдік майы үшін аса құнды шикізат болып табылады. Осы дақылдардың өсімдік майы өте пайдалы, себебі құрамында максимум линол қышқылы бар, ол өз алдына ағзада жетіспейтін кез келген ПҚМҚ алмастыра алады.

Қауын және асқабақ тұқымдарынан алынған май – өте қымбат емдік өнім. Бақша дақылдарынан алынатын майды фармацевтикалық, косметикалық, тағамдық мақсатқа қолданады. Асқабақ және қауын майларының гепатопротекторлық (бауырды қорғайтын), қабынуға қарсы, жазатын, ойық жараға қарсы және аллергияға қарсы әрекеті бар. Қуық алды безі, ішек жолы, өт қабы қызметін қалпына келтіреді, бұл өтте тас жиналу ауруын алдын алу үшін маңызды.

Әрекеттегі өсімдік майларын алудың техникалық құралдары мен техникалық-әдебиетті талдау нәтижесі олардың ірі өндіріске арналғанын, энергия шығыны жоғары, технологиясы күрделі, көп жабдықты қолдану қажеттігін көрсетті. Қазақстанда бақша шаруашылығымен фермерлік шаруашылықтар айналасатындықтан, шағын көп функционалды жабдық қажет. Мұндай жабдықты қолдану тасымалдау шығындарын азайтуға және өндіріс рентабелділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғанның барлығы өсімдік майын өндіруге арналған тиімді жабдықты құру өзектілігін анықтайды, бақша дақылдары тұқымдарынан өсімдік майын өндіруге арналған шағын жабдықты жобалау өзекті болып табылады.

Жұмыс 2015-2017 жж. «Табиғи қорларды рационалды қолдану, шикізат пен өнімдерді өңдеу» 055 мемлекеттік бағдарлама шегінде «Функционалды тағайындалған өнімдерді алып қауынды жоғары технологиялық кешенді қайта өңдеу технологиясын жасау» тақырыбы бойынша және Алматы технологиялық университетінің қолданбалы зерттеулер жоспарына сәйкес орындалды.

**Зерттеу пәні:** суық сығымдау арқылы бақша дақылдарының тұқымынан өсімдік майын алуға арналған май сығымдағыш қызметінің механикалық принциптері мен заңдылықтары.

**Жұмыстың мақсаты:** суық сығымдау арқылы мұнаймай сапасын жақсартуды қамтамасыз ететін май сығымдағыштың құрылымын құрастыру.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды:

1. Қауын мен асқабақтың тұқымдарының құрылымдық-механикалық, жылулық, реологиялық-химиялық қасиеттерін зерттеу; сығу үрдісінің ұтымды рационалды технологиялық режимдерін анықтау.

2. Режим параметрлерінің өзгеруінің кең ауқымында бақша дақылдарының тұқымдарын суық басу үрдісінің негізгі кинетикалық және гидродинамикалық заңдылықтарын зерттеу (зерттелетін үрдіс барысында бастапқы температура, қысым және т.б. өсімдік майының сапасына әсер ету).

3. Дайын өнімнің сапасы, өнімділігі және нақты энергия шығыны арасындағы тұрақтылыққа байланысты бақша тұқымдарын суық сығымдау тәсілі бойынша энергия үнемдеудің ғылыми және тәжірибелік тәсілдерін әзірлеу.

4. Суық басу әдісімен бақша дақылдарын өндеудің технологиялық үдерістер тиімділігін арттыратын жабдықтарға арналған жаңа жобалық шешімдерді әзірлеу.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:**

– Математикалық моделдеу әдістерін қолданып, нақты жағдайларға тән әртүрлі шектік шарттар мен сызықтық емес жағдайда дисперсті материалдан сұйық фазаны бөліп алу мәселесі сипатталды және шешілді;

– Шнекті сығымдағышта сығымдау үдерісінің негізгі параметрлерін оңтайландыру жүргізілді. Шнекті сығымдағыштың үлгісін әзірлеу нәтижесінде кез-келген өнімділікке және оңтайлы параметрлермен сығымдағыштарды жобалау мүмкіндігі алынды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде бақша дақылдары дәндеріне арналған шнекті сығымдағыштың жаңа құрылысы жасалды;

– Қауын және асқабақ дәндерінің аэродинамикалық қасиеттері зерттелді;

– Дайын өнімді алуды қарқындатуға, материалды және энергетикалық қорларды рационалды қолдануға бағытталған суық сығымдау әдісімен қауын дәндерін ресурс сақтайтын қайта өндеу қағидалары жасалды;

– Суық сығымдау әдісімен қауын дәндерін сығымдау үдерісінің негізгі кинетикалық және гидродинамикалық заңдылықтары орнатылды;

– Майлы дақылдар дәндерінен май бөліп алу үшін май сығымдағыштың негізгі құрылымдық параметрлерін есептеуге мүмкіндік беретін, бір шнекті май сығымдағышта майлы шикізатты сығымдау үдерісінің математикалық моделі жасалды;

– Термодинамикалық үдерістерді эксергетикалық талдау әдісімен суық сығымдау әдісімен қауын және асқабақ дәндерін өңдеудің ұсынылатын өзара байланысты үдерістерін энергетикалық жетілдіру жолдары көрсетілді.

**Зерттеудің теориялық маңызы.** Жұмыс параметрлері өзгерістерінің кең ауқымында бақша дақылдарының тұқымдарын суық сығымдау үдерісі заңдылықтары теориялық және эксперименттік зерттеулерге негізделген, суық сығымдау арқылы майлы дақылдардан май алуға арналған май сығымдағышты есептеу әдістемесі ғылыми түрде негізделген.

**Жұмыстың тәжірибелік құндылығы.** Диссертациялық жұмыстың жаңалығы №2827 «Сығымдау жабдығының шнек құрылысы» және №3094 «Бақша дақылдарынан өсімдік майын алуға арналған май сығымдағыш» атты 2 ҚР инновациялық патенттерімен қорғалған.

**Зерттеу тақырыбы бойынша басылымдар.** Диссертацияның негізгі жағдайлары 16 баспа жұмыстарында жарияланды, оның ішінде 4 ККСОН ұсынған баспа басылымдарында жарияланған, 2 патент пайдалы модельге алынды, 1 мақала Scopus базасында индекстелетін журналда, 7 басылым ХГТК материалдарында жарияланған.

**Кіріспеде** шешілетін ғылыми мәселенің заманауи күйіне баға берілді, тақырыпты әзірлеу үшін негіз бен бастапқы мәліметтер, диссертацияны әзірлеудің жоспарланатын ғылыми-техникалық деңгейі мен метрологиялық қамтамасыз етуі туралы мәліметтер, зерттеу мақсаты, объектісі мен мәні, зерттеу міндеттері, әдістемелік база, қорғауға шығарылатын қағидалар, тәжірибелік құндылығы мен тәжірибелік нәтижелердің апробациясы келтірілген.

**Бірінші бөлімде** бақша дақылдарын өңдеуде ресурс сақтайтын технологиялары мәселелерін шешудің заманауи күйі берілген. Бұл ретте бақша дақылдарын өңдеуге арналған, қайта өңдеуге дайындауға арналған жабдықтарға шолу, әрекеттегі бақша дақылдары дәндерінен өсімдік майларын сығымдау әдістері мен технологиясын талдау жүргізілді және зерттеу мақсаттары қойылды.

**Екінші бөлімде** әртүрлі сұрыпты қауын мен асқабақ дәндерінің физика-механикалық қасиеттерін анықтау әдістемесі, өсімдік майларын сығымдау кезінде жүретін үдерістерді эксперименталдық зерттеу, «Алматы технологиялық университет» АҚ азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалау бойынша ғылыми-зерттеу зертханасының орнатылған тәртіпте тексерілген аспаптарын қолданып, дәндер мен өсімдік майын химиялық талдау келтірілген.

**Үшінші бөлімде** зерттеу нәтижелері сипатталды:

Қауын және асқабақ дәндерінің физикалық және механикалық сипаттамаларын, дәндерді қайта өңдеуге дайындау үшін механикалық жабдықты жасау немесе таңдау кезінде ескеру қажет.

Қауын және асқабақ дәндерінен алынған майдың сапа көрсеткіштері, май шығымы және май шығымына әсер ететін параметрлер. Қауыздылығы мен ылғалдылығына байланысты май шығымында дәндердің қауыздылығы көбірек рөл атқаратыны орнатылды, асқабақ пен қауын дәндерінің қауыздылығының рационалды диапазоны анықталды. Сондай-ақ майдың ылғалдылық пен шнек камерасындағы қысымға байланысты шығымы тәуелділігі анықталды. Шнектің айналу жиілігінің, шикізаттың бастапқы ылғалдылығының, қауыздылығының, езінді температурасының әсеріне сығымдау үдерісіндегі меншікті энергия шығындарының; күнжараның қалдық майлылығының тәуелділіктері анықталды.

Регрессиялық теңдеу коэффициенттері анықталды. Барлық теңдеулер үшін  $R^2$  көрсеткіші бірге жақын, ол теңдеу сенімділігінің жоғары дәрежесін білдіреді.

Зеерлі камера бойымен «еркін» майдың тағайындау тәуелділігі:

$$\tilde{N}(z) = C_0 \cdot \exp \left[ \frac{K \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \cdot (1 - e^{az}) \right] \quad (1)$$

Фильтрлеу зона шығысындағы өнім концентрациясы:

$$\tilde{N}(L_f) = C_0 \cdot \exp \left[ \frac{K \cdot (P_f - P_K)}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \right] \quad (2)$$

Зеерлі камераның кез-келген нүктесіндегі фильтрленген майдың концентрациясы анықталды:

$$\tilde{N}_\delta(z) = C_0 \cdot \left( 1 - \frac{e^{-\frac{k \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \cdot e^{az}}}{e^{\frac{k \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a}}} \right) \quad (3)$$

Фильтрленген май концентрациясының орта мәні келесіні құрайды:

$$\tilde{N}_\delta = \tilde{N}_0 \left\{ 1 - \frac{e^{-\frac{K \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a}}}{L_f \cdot a} \cdot \left[ \tilde{A} \left( 0, \frac{K \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \right) - \tilde{A} \left( 0, \frac{\hat{E} \cdot P_K}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \right) \right] \right\} \quad (4)$$

Шығарылған теңдеулер негізінде шнекті пресс өнімділігінің жұмыс формуласы анықталды:

$$\tilde{N}_i = \frac{K \cdot (P_K - P_f)}{\mu \cdot h \cdot a} \cdot b \cdot \tilde{N}_0 \left\{ 1 - e^{-\frac{K \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a}} \cdot \left[ \tilde{A} \left( 0, \frac{K \cdot P_f}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \right) - \tilde{A} \left( 0, \frac{\hat{E} \cdot P_K}{\mu \cdot h^2 \cdot V_{zcp} \cdot a} \right) \right] \right\} \quad (5)$$

Экспериментті жоспарлау әдістерімен қауын және асқабақ дәндерін сығымдау үдерісінің рационалды параметрлері анықталды.

Алынған мәліметтер қауын жемістерін механикалық өңдеу үшін технологиялық үдерістер мен жабдықтарды есептеу үшін қолданылуы мүмкін.

**Төртінші бөлім** бақша дақылдары дәндерінен алынған өсімдік майын сығымдаудың математикалық моделін құруға арналған. Майлы дақылдарды сығымдау кезінде жылу масса алмасу механизмі зерттелді.

Сығымдау үдерісінің кинетикасы бойынша зерлі камерадағы пластиналар арасындағы алшақтық 0,15 ... 0,3 мм болуы керек деп табылды. Эксперименттік деректерді өңдеу нәтижесінде алынған өсімдік майының қышқыл санын анықтау үшін келесі теңдеуді алуға мүмкіндік берді:

$$K.ч. = 0,31 e^{-0,05M} + K.ч.0 \quad (6)$$

Сығымдау үдерісін жан-жақты және толық түрде сипаттайтын регрессияның нақты және адекватты теңдеуі:

$$y = 27,9 - 0,1x_1 - 1,94x_2 - 0,89x_3 - 0,75x_1x_2 - 1,25x_1x_3 + 0,42x_2x_3 - 0,67x_1^2 - 2,5x_2^2 - x_3^2 \quad (7)$$

Есептеу эксперименті нәтижесінде шнектің әртүрлі айналу жылдамдығында  $P_F$  сүзу аймағына кірісінде қысымға байланысты ұзына бойы жылдамдық арнасының қимасы бойынша орташа мәндер алынды.

**Бесінші бөлімде** эксперименталдық қондырғының құрылымы келтірілген және негізделген, сығымдау үдерісінің кинетикасы зерттелді. Шнектің құрылымы және май сығымдағыш есебі келтірілген.

Бақша дақылдарынан алынатын өсімдік май өндірісінің жылу технологиялық жүйесін бағалау эксергиялық ПӘК бойынша өткізілді:

$$\eta_{экс} = \frac{\sum_{k=1}^l e_i^3}{\sum_{i=1}^n e_i^3} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^3 - \sum_{j=1}^m D_j}{\sum_{i=1}^n e_i^3} \quad (8)$$

Эксергетикалық талдау әдісімен бақша дақылдары дәндерінен өсімдік майын сығымдау үдерісінің энергетикалық ағындарын жетілдіру қарастырылады. Жаңа техника мен технологияны өндіріске енгізу тиімділігінің экономикалық есебі келтірілген. Есептеулер таңдалған жабдықтың рентабелділігін көрсетеді.

**Қорытындыда** диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша қысқаша қорытындылар, қойылған мақсаттарды шешу толықтығын бағалау берілген, нәтижелерді нақты қолдану бойынша ұсыныстар мен бастапқы мәліметтер жасалды. Осы салада ең үздік жетістіктермен салыстырыла орындалған жұмыстың ғылыми деңгейі мен енгізу тиімділігінің техника-экономикалық бағасы берілген.

**Шартты белгілер:**  $K$  – дақыл формасына және оның беттік қасиеттеріне байланысты ауа кедергісі коэффициенті;  $e$  – меншікті термиялық эксергия, кДж/кг;  $a$  – меншікті жұмыс, Дж/кг;  $\mu$  – Пуассон коэффициенті;  $d$  – шнек білігінің диаметрі, м;  $\xi$  – жабдықтың ішкі көлем қатынасын анықтайтын кедергі коэффициенті.