

ЕТТАРТҚЫШТЫҢ КЕСУ МЕХАНИЗМІНІҢ ҚҰРЫЛМАСЫН ЖЕТІЛДІРУ

А.Б. БАКИЕВА , М.М. ТАШЫБАЕВА* ,
А.К. КАКИМОВ , Г.А. ЖУМАДИЛОВА 

(«Шәкәрім университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071412, Семей қ., Глинка көш., 20А)

Автор - корреспонденттің электрондық поштасы: marzhan06081990@gmail.com*

Ет өнімдерін өндіру саласында ет шикізатын механикалық ұсақтауға арналған жабдықтар кеңінен қолданылады, олардың ішінде еттартқыштар негізгі орын алады. Ұсақтау процесінің тиімділігі мен кинетикалық заңдылықтары шикізатты тасымалдау және кесу тораптарының конструкциялық элементтері арасындағы өзара әрекеттесу жағдайларына, сондай-ақ өңделетін еттің физика-химиялық қасиеттеріне тәуелді болып келеді. Зерттеу нысаны ретінде ет шикізатын ұсақтауға арналған эксперименттік қондырғының кесу жүйесі (тор) және әртүрлі ет шикізаттары, атап айтқанда сыыр, қой, жылқы, шошқа және тауық еттері таңдап алынды. Зерттеу жұмыстары барысында ет шикізатының химиялық құрамы талданып, ұсақтау нәтижесінде алынған фарштың гранулометриялық құрамының өзгеру заңдылықтары анықталды. Сонымен қатар эксперименттік қондырғының технологиялық көрсеткіштері — өнімділігі мен энергия шығынына әсер ететін қуат көрсеткіштерінің өзгерісі зерттелді. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты – еттартқыштың кесу механизмі құрылымын жетілдіру арқылы ет шикізатын ұсақтау процесін тиімділеу. Зерттеу еттің құрылымдық-механикалық қасиеттерінің ұсақтау процесінде қалай өзгередінін және процестің технологиялық параметрлерін анықтауға негізделген. Қазіргі қолданылатын еттартқыштардың кесу механизмдері талданып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Осы талдауға сүйене отырып, еттартқыштың торлық құрылымын жетілдіру үшін жасалған тор ұсынылды. Зерттеу барысында кесу процесінің теориялық негіздері қарастырылып, эксперименттік жұмыстар жүргізілді. Хаген–Пуазейль теңдеуі қолданылып, волчок торының өткізу қабілеті есептелді, ұсақталған өнімнің гранулометриялық құрамы зерттелді. Сонымен қатар, шикізаттың ылғалдылығы, май және күл мөлшері анықталды. Бұл көрсеткіштер еттартқыштың жұмыс тиімділігін бағалауда маңызды фактор болып саналады.

Негізгі сөздер: еттартқыш, кескіш тор, кесу механизмі, ет шикізатын ұсақтау, гранулометриялық құрам, өткізу қабілеті, ұсақтау тиімділігі, өнімділік.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО МЕХАНИЗМА МЯСОРУБКИ

А.Б. БАКИЕВА, М.М. ТАШЫБАЕВА*,
А.К. КАКИМОВ, Г.А. ЖУМАДИЛОВА

(НАО «Шәкәрім университет», Республика Казахстан, 071412, г. Семей, ул. Глинка, 20А)

Электронная почта автора-корреспондента: marzhan06081990@gmail.com*

В области производства мясных продуктов широко применяется оборудование для механического измельчения мясного сырья, среди которого мясорубки занимают одно из ведущих мест. Эффективность и кинетические закономерности процесса измельчения зависят от условий взаимодействия конструктивных элементов транспортирующих и режущих узлов, а также от физико-химических свойств перерабатываемого мясного сырья. В качестве объектов исследования были выбраны режущая система экспериментальной установки для измельчения мясного сырья (ножевая решетка) и различные виды мясного сырья, а именно говядина, баранина, конина, свинина и мясо птицы. В ходе исследований был проанализирован химический состав мясного сырья и установлены закономерности изменения гранулометрического состава фарша, полученного в результате измельчения. Кроме того, были исследованы технологические показатели экспериментальной установки — производительность и изменение потребляемой мощности, оказывающее влияние на энергозатраты процесса. Основной целью данной работы является повышение эффективности процесса измельчения мясного сырья путем совершенствования конструкции режущего механизма мясорубки. Исследование основано на изучении

изменений структурно-механических свойств мяса в процессе измельчения и определении основных технологических параметров процесса. Проведен анализ режущих механизмов современных мясорубок, выявлены их преимущества и недостатки. На основании проведенного анализа предложена усовершенствованная конструкция ножевой решетки мясорубки. В ходе исследования рассмотрены теоретические основы процесса резания и выполнены экспериментальные исследования. С использованием уравнения Хагена–Пуазейля рассчитана пропускная способность решетки волчка и исследован гранулометрический состав измельченного продукта. Кроме того, были определены массовые доли влаги, жира и золы в исследуемом сырье. Установлено, что данные показатели являются важными факторами при оценке эффективности работы мясорубки.

Ключевые слова: мясорубка, режущая решетка, режущий механизм, измельчение мясного сырья, гранулометрический состав, пропускная способность, эффективность измельчения, производительность.

ENHANCEMENT OF THE MEAT GRINDER CUTTING MECHANISM DESIGN

A.B. BAKIYEVA, M.M. TASHYBAYEVA*,
A.K. KAKIMOV, G.A. ZHUMADILOVA

(NJSC «Shakarim University», Republic of Kazakhstan, 071412, Semey, Glinka st., 20A)

Corresponding author e-mail: marzhan06081990@gmail.com*

In the meat processing industry, equipment for the mechanical comminution of meat raw materials is widely used, with meat grinders being among the most important types of processing equipment. The efficiency and kinetic characteristics of the grinding process depend on the interaction between the structural elements of the conveying and cutting units, as well as on the physicochemical properties of the processed meat raw materials. The objects of this study were the cutting system of an experimental meat-grinding unit (cutting plate) and various types of meat raw materials, namely beef, lamb, horse meat, pork, and poultry meat. During the study, the chemical composition of the meat raw materials was analyzed, and the patterns of changes in the particle-size distribution of minced meat obtained after grinding were determined. In addition, the technological performance indicators of the experimental unit, including productivity and power consumption affecting the energy efficiency of the process, were investigated. The main objective of this work was to improve the efficiency of the meat-grinding process through the enhancement of the meat grinder cutting mechanism design. The study focused on determining the changes in the structural and mechanical properties of meat during grinding and on identifying the key technological parameters of the process. The cutting mechanisms of modern meat grinders were analyzed, and their advantages and disadvantages were identified. Based on this analysis, an improved cutting plate design for the meat grinder was proposed. The theoretical foundations of the cutting process were examined, and experimental studies were carried out. Using the Hagen–Poiseuille equation, the throughput capacity of the grinder plate was calculated, and the particle-size distribution of the ground product was investigated. In addition, the moisture, fat, and ash contents of the raw materials were determined. These parameters were found to be important factors in evaluating the operational efficiency of the meat grinder.

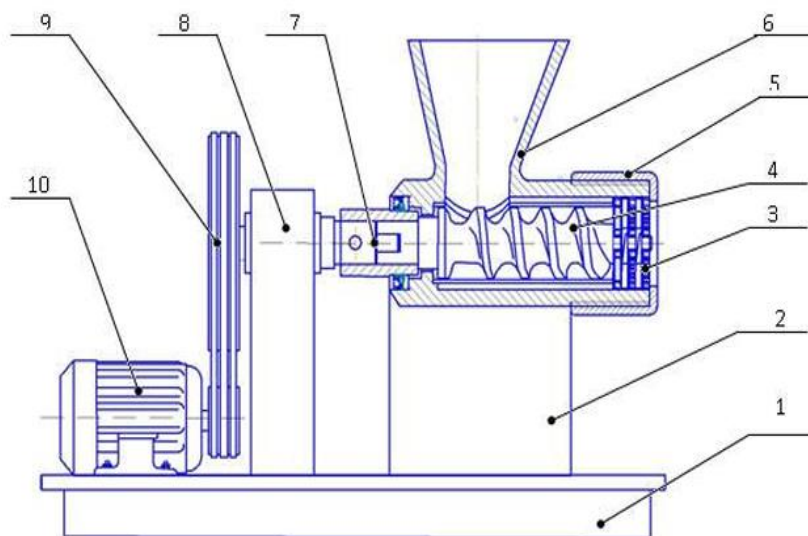
Keywords: meat grinder, cutting plate, cutting mechanism, meat raw materials, particle size distribution, throughput capacity, grinding efficiency, productivity.

Kіpіcne

Ұсақтау – бұл өңделетін шикізаттың құрылымдық тұтастығының кесу, қысу және ығыстыру күштерінің әсерінен бұзылуы нәтижесінде оның бастапқы өлшемдерінің кішірейіп, ұсақ бөлшектерге бөлінуімен сипатталатын технологиялық өңдеу процесі. Кесу процесі мен ет шикізатын ұсақтау режимдерін теориялық және эксперименттік зерттеу негізінде еттартқыштың кесу механизмінің құрылымын жетілдіру. Ет шикізатын ұсақтауға арналған қолданыстағы еттартқыштың кесу механизміне талдау, пышақтар мен торлардың

конструкциялық ерекшеліктерін, олардың жұмыс режимдерін және еттің құрылымдық-механикалық қасиеттерімен өзара байланысын анықтауға бағытталады. Хаген–Пуазейль теңдеуі негізінде волчок торының өткізу қабілетін анықтау, гранулометриялық құрамын зерттеу.

Эксперимент нәтижелерінің сәйкестігін тексеру үшін аналитикалық зерттеулер шикізаттың «шнек – пышақ – тор» жүйесімен өзара әрекеттесу күштерін зерттеуге негізделген [1-3]. Еттартқыштың құрылымы мен жұмыс істеу принципі 1-ші суретте көрсетілген.



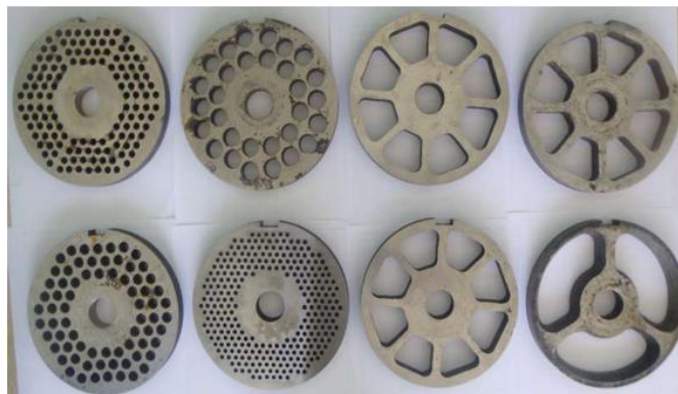
Сурет 1. Қондырғының жалпы көрінісі

1 – тірек рамасы; 2 – жұмыс корпусы; 3 – кесу механизмі; 4 – шнек; 5 – бекіту гайкасы; 6 – жүктеу бункері; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – белдік беріліс механизмі; 10 – электрқозғалтқыш.

Еттартқыш жұмысы электр қозғалтқыштың белдік беріліс арқылы редукторға беретін айналу моментімен басталады. Редуктор шнекті қажетті айналу жылдамдығына жеткізеді. Шнек айнала отырып, бункерге салынған ет шикізатын ұсақтау құрылғысына бағыттайды. Ұсақтау құрылғысы белгілі бір ретпен орналасқан торлар мен пышақтардан тұрады. Торлар саптамаға орнатылып, тығындармен бекітілген. Пышақтар шнектің алдыңғы бөлігіне бекітіліп, шнекпен бірге айналады. Шнектің айналу нәтижесінде ет шикізаты пышақтар арқылы кесіліп, кейін ірі тесіктері бар тор арқылы өтеді. Шикізаттың 40 мм-ге дейінгі кесектері бункерге салынады, оларды шнек іліп алып ұсақтау құрылғысына жеткізеді. Ұсақтау процесі қозғалмайтын торлар мен айналмалы пышақтардың әсерінен жүреді. Шнек электрқозғалтқыш арқылы сынабелдік беріліс пен редуктордан қозғалыс алады.

Жұмыс камерасында өнімді алға жылжыту, оны пышаққа жеткізу және торлар арқылы өткізу үшін **бірқалыпты орам қадамы бар айналмалы шнек** қызмет атқарады. Шнектің ерекшелігі – ет шикізатын алдын ала ұсақтау және оны сығымдамай, құрамындағы сұйық фазасын сақтай отырып, режуші механизм арқылы өткізу үшін жеткілікті қысым жасауында [4-6].

Еттартқыштың **кесу аспабы** торлар мен айналмалы пышақтардан тұрады. Еттартқыштың кесу элементтері қозғалмайтын пышақтардан, дөңгелек, трапеция тәрізді тесіктері бар дискілік торлардан тұрады, олар айналмалы пышақтармен жұптасып жұмыс істейді. Қондырғыда төрт түрлі диаметрлі торлармен 2 - ші суретте (5×10^{-3} м, 8×10^{-3} м, 16×10^{-3} м, 25×10^{-3} м) және бірнеше кескіш пышақтармен 3-ші суретте (үш крест тәрізді және екі қанатты) жабдықталған [7, 8].



Сурет 2. Еттартқыштың торлары



Сурет 3. Еттартқыштың пышақтары

Пышақтар мен торлар шнектің алдыңғы шетіне бұралып бекітілген болат саусаққа параллель қыры арқылы орнатылады. Пышақтың орталық тесігі шнек саусағының сыртқы пішініне сәйкес келеді, сондықтан шнектің айналу қозғалысы пышаққа беріледі. Торлар шнектің саусағына бос отырғызылады, ал олардың айналуына жол бермеу үшін еттартқыш корпусының ішіне мықтап бекітілген шпонка қолданылады. Пышақтар мен торлардың жұмыс беттерінің бір-біріне тығыз жанасуы қыспақ гайканың көмегімен жүзеге асырылады. Классикалық конструкцияда қолданылатын крест пішінді пышақтар төрт қанаттан тұрады, олардың кесу қырлары ось бойымен бағытталған. Пышақтың алдыңғы бөлігі кесу қырына перпендикуляр орналасқан тікбұрышты жазық бет түрінде орындалған [9-11].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Хаген–Пуазейль теңдеуі негізінде еттартқыш торының өткізу қабілеті. Еттартқыш торының теориялық өнімділігін немесе өткізу қабілетін жұмыс органы жағдайына сүйене отырып Хаген - Пуазейль теңдеуі арқылы анықтауға болады. Гидравлика ғылымында белгілі болғандай, аталған теңдеу сұйықтың шығын мөлшері мен қысымы арасындағы тәуелділікті сипаттайды. Қысымның әсерінен сұйықтық бір немесе бірнеше саңылау арқылы ағып өтеді, ал ағын қарқындылығы олардың конструкциялық сипаттамаларына, яғни саңылаудың радиусы (немесе диаметрі) мен ұзындығына, сондай-ақ сұйықтықтың тұтқырлық қасиеттеріне тікелей байланысты. Шнек тудыратын қысымның әсерімен еттартқыштың жұмыс органында сұйықтық емес, ет шикізаты қозғалғанына қарамастан, еттартқыш торларының өткізгіштік қабілетін теориялық тұрғыдан бағалау үшін Хаген–Пуазейль теңдеуін қолдануға мүмкіндік бар [12, 13].

Есептеу және тәжірибелік-зерттеу жү-

мыстарында бастапқы параметрлерге байланысты берілген қысым мәні үшін сұйықтықтың шығыны анықталады.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot l} \cdot \frac{P}{\eta_{\text{ЭФ}}} = \frac{\pi R^4}{8 \cdot l} \cdot \frac{P}{\eta_{\text{ЭФ}}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

мұнда: d немесе D – диаметрі, м; R – радиусы, м; P – қысым, Па; $\eta_{\text{ЭФ}}$ – тұтқырлық, Па·с; l – ұзындығы, м.

Немесе белгілі шығын кезінде Хаген–Пуазейль теңдеуін өнімнің тесіктерден ығыстырылып шығуына сәйкес келетін қысымды немесе қысымдар айырымын табу үшін пайдалануға болады.

$$P = \Delta P = \frac{8 \eta_{\text{ЭФ}} \cdot l \cdot Q}{\pi R^4} = \frac{128 \eta_{\text{ЭФ}} \cdot l \cdot Q}{\pi D^4}, \text{ Па} \quad (2)$$

Мұндағы R – радиусы, м.

Теңдеуді түрлендіру нәтижесінде еттартқыш торы тесіктерінің геометриялық параметрі анықталады. Диаметрлері бірдей тесіктері бар тор үшін бұл параметр келесі түрде өрнектеледі:

$$k_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot R^4}{8 \cdot l} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot l}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

мұндағы: d, R – диаметрі немесе радиусы, м; l – ұзындығы, м.

Өртүрлі диаметрлі тесіктері бар тор үшін геометриялық коэффициент келесі түрде анықталады:

$$k_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot (d_1^4 + d_2^4 + d_3^4)}{128 \cdot l}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

Тордың теориялық өткізгіштігін анықтау үшін Хаген–Пуазейль теңдеуіне негізделген келесі тәуелділік пайдаланылады:

$$M = k_z z \rho \frac{P}{\eta_{\Phi}} \kappa z / c \quad (5)$$

мұндағы: $k\Gamma$ – геометриялық параметрі, м³;

z – тесіктер саны;

ρ – тығыздығы;

η_{Φ} – тұтқырлығы;

P – қысым, Па.

Гранулометриялық құрамды анықтау.

Ет тіндерінің мөлшерлік қалдығын анықтау және әрі қарай гранулометриялық құрамға талдау жүргізу үшін ет фаршының бөлшектерін олардың өлшемдері бойынша сұрыптайды. Бұл ретте бөлшектерді ұсақталу дәрежесіне қарай <5; 5; 8; 12; >12 мм шектерінде бөледі. Ол үшін өнім сынамаларын дәлдігі 0,01 г болатын аналитикалық таразыларда өлшейді.

Бөлшектердің үлесін (%) мына формула бойынша анықтайды:

$$x_2 = m_1 \cdot 100 / m_0, \quad (6)$$

мұндағы: m_0 – сынаманың жалпы массасы, г; m_1 – өлшемдері бойынша бөлінген ет тіндерінің бөлшектерінің массасы, г.

Жалпы химиялық құрамды анықтау сынаманы бір ілу әдісімен жүргізілді. Бұл әдіс ет пен сүт өнімдерінің ылғалдылығы мен майлылығын жеделдетілген әдіспен анықтауға арналған құрылғыны пайдалана отырып, өнімнің бір суспензиясында ылғал, май және ақуыз құрамын дәйекті түрде анықтаудан тұрады.

Ылғалдылықты анықтау. Салмағы (2-3) г, 0,001 г дейін дәлдікпен алынған екі рет ұсақталған өнімнің сынамасын ілу 150 °C температурада кептіру шкафында шыны таяқшасы бар металл бюксте 1 сағат бойы кептірілді. МЕСТ 9793-74 және МЕСТ Р 51479-99 сәйкес ылғалдылық формула бойынша есептелген:

$$x_1 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m), \quad (7)$$

мұндағы: x_1 – ылғал мөлшері, %; m_1 – кептіруге дейінгі бюксамен бірге навеска массасы, г; m_2 – кептіргеннен кейінгі бюксамен бірге навеска массасы, г; m – бос бюкстың массасы, г.

Май мөлшерін анықтау. Ылғал анықталғаннан кейін кептірілген үлгі бюкске ауыстырылды және (10-15) мл еріткіш (этил эфири) құйылды. Майды алу (3-4) минут ішінде 4-5 рет қайталады.

Процесс кезінде үлгі араластырылып, әр экстракциядан кейін еріткішпен алынған

майлы сығынды жойылды. Соңғы еріткіш алынғаннан кейін оның қалдығы ауада буландырылды. Майсыздандырылған үлгі салынған бюкса 105 °C температурада 10 минут кептірілді.

Май мөлшері МЕСТ 23042-86 стандартына сәйкес келесі формула арқылы есептеледі:

$$x_2 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_0, \quad (8)$$

мұндағы: x_1 – май мөлшері, %; m_1 – майсыздандыруға дейінгі кептірілген үлгі бар бюкстың массасы, г; m_2 – майсыздандырылған үлгі бар бюкстың массасы, г; m_0 – үлгінің массасы, г.

Күлдің мөлшерін анықтау. Майсыздандырылғаннан кейінгі бюкстің ішін алдын ала қыздырылып, өлшенген тигельге салды. Бюкстің қабырғаларында қалған навеска қалдықтарын аз мөлшердегі еріткішпен жуды, кейін оны су моншасында қыздыру арқылы кетірді.

Құрғақ майсыздандырылған навескасы бар тигельге 1 мл магний ацетатын қосып, электр плиткасында көмірлендірді. Содан кейін муфель пешіне (температурасы 500–600 °C) 30 минутқа қойды. Дәл осылай 1 мл магний ацетаты ерітіндісін минералдады.

Күлдің мөлшерін мына формула бойынша есептеді:

$$x_3 = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_0, \quad (9)$$

мұнда:

x_3 – күлдің мөлшері, %;

m_1 – күл массасы, г;

m_2 – магний ацетаты ерітіндісін минералдаудан алынған магний оксидінің массасы, г;

m_0 – ілмек массасы, г.

Ақуыз мөлшерін анықтау. МЕСТ 25011-81 стандартына сәйкес ақуыз мөлшері есептеу келесі формула бойынша анықталады:

$$x = 100 - (x_1 + x_2 + x_3), \quad (10)$$

мұндағы: x – ақуыз, %; x_1 – ылғал, %; x_2 – май, %; x_3 – күл, %.

Нәтижелері және оларды талқылау

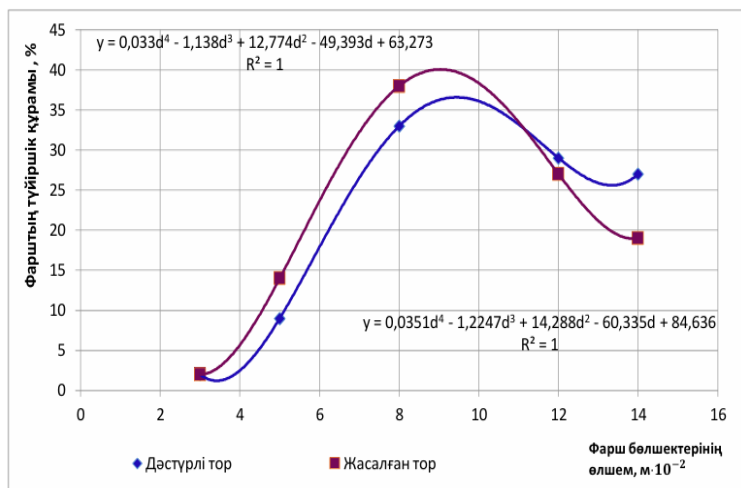
Ет шикізатының химиялық құрамын зерттеу. Еттің химиялық құрамы оның құрамындағы ылғал, май, күл және ақуыз мөлшерімен сипатталады [14, 15].

Кесте 1. Өртүрлі ет түрлерінің химиялық құрамы, %

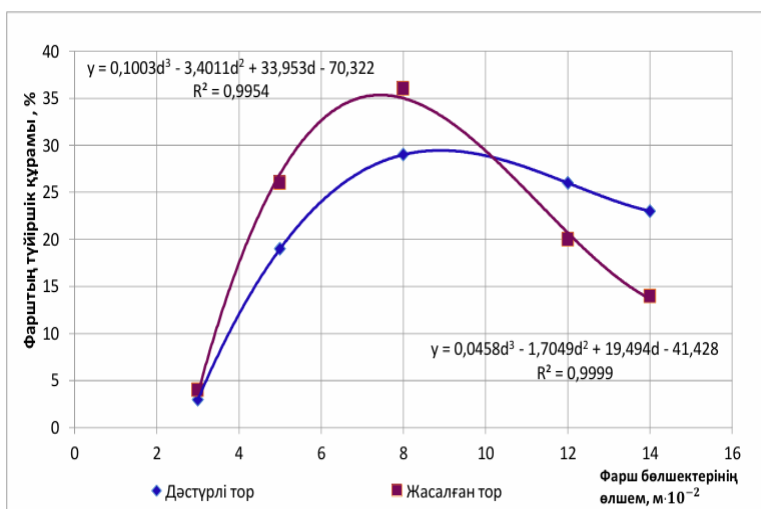
Еттің атауы	Массалық үлес мөлшері, %			
	Ылғал	Май	Күл	Ақуыз
Сиыр еті	63,9	16	1,3	18,8
Жылқы еті	71	8,7	2,2	18,1
Тауық еті	71,4	6,1	1	21,5
Қой еті	61,5	20,5	1,6	16,4
Шошқа еті	53,7	21,7	1,4	23,2

1-кестеден май мен ақуыздың мөлшері бойынша қой еті мен шошқа еті басқа ет түрлерінен асып түсетіні байқалады. Май мен ақуыздың жоғары мөлшері етті әртүрлі өнімдер өндіруге қолайлы шикізат етеді. Сонымен қатар, еттің ылғалдылығының көп болуы оны

алғаннан кейін бірден өңдеуді немесе бұзылу процестерін болдырмайтын немесе тежейтін жағдайларда сақтауды қажет етеді: 2 °С–тан 6 °С–қа дейінгі температурада – 24 сағаттан артық емес; 12 °С - та – 1 айға дейін; 18 °С-та – 2 айдан артық емес.



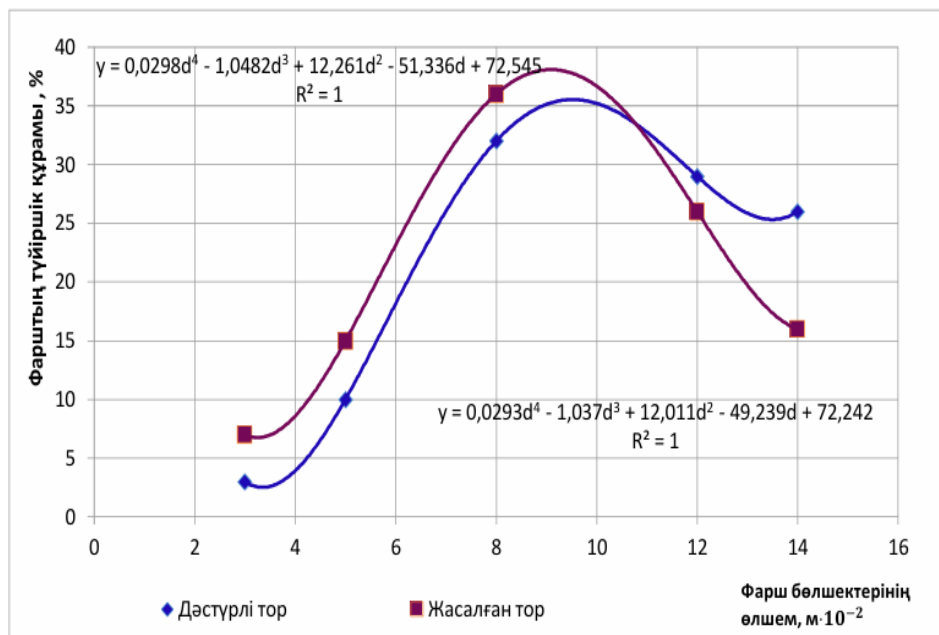
Сурет 4. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты сиыр еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі



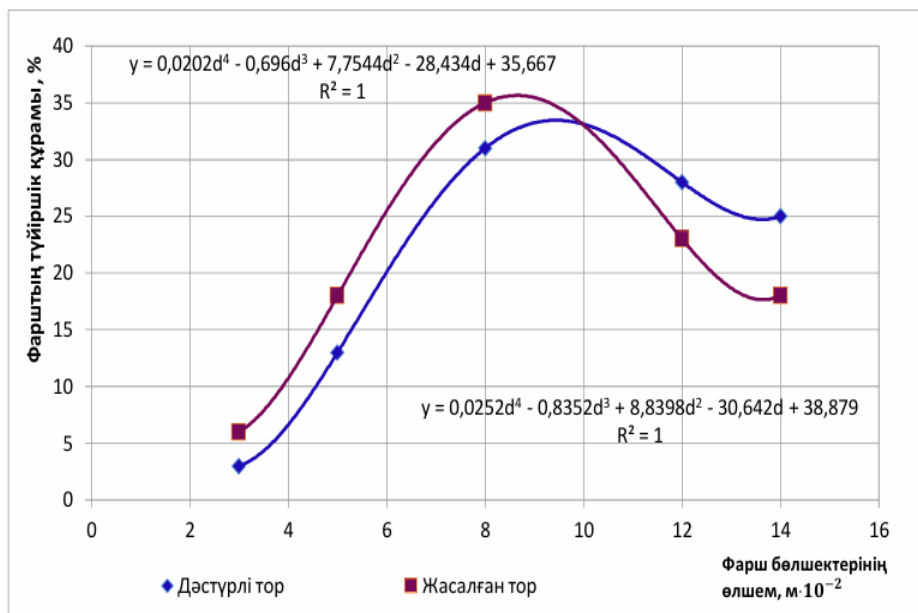
Сурет 5. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты қой еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі

Осылайша, жүргізілген зерттеулер әртүрлі ет шикізатының химиялық құрамын анықтауға мүмкіндік берді. Ол тиісті өңдеуден

кейін адам ағзасына қажетті және пайдалы элементтерге бай ет өнімдерін өндіруге негізгі шикізат ретінде пайдаланылуы мүмкін.



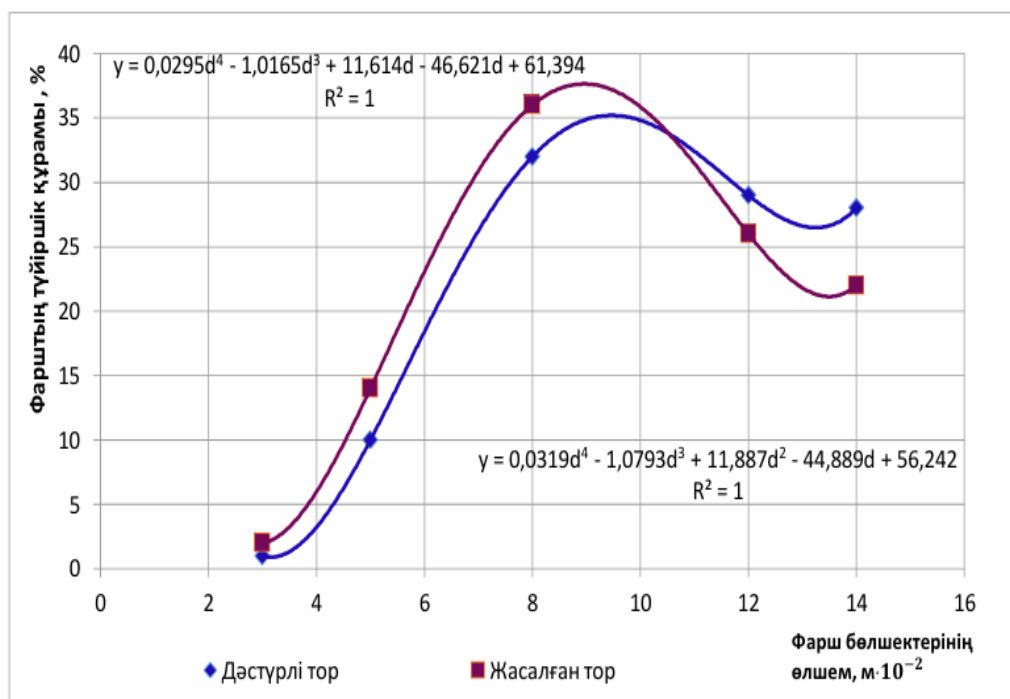
Сурет 6. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты тауық еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі



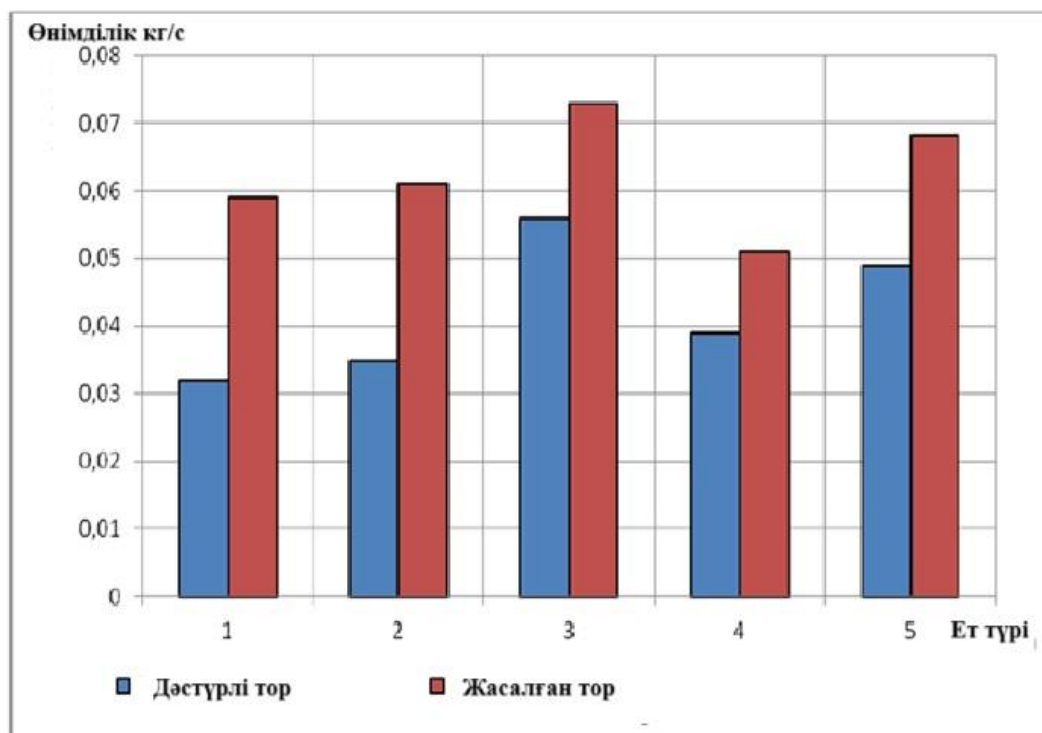
Сурет 7. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты жылқы еті фаршының гранулометриялық құрамының өзгеруі

Әртүрлі ет фаршының түйіршік құрамының мәндерінің өзгеруін анықтау үшін бөлшектердің өлшемдері кескіш механизмнің

құрылысына байланысты график түрінде көрсетілді (4 – 8 суреттерге сәйкес).



Сурет 8. Ет тартқыштың кесу механизмінің конструкциясына байланысты шошқа еті фаршының гранулометрическая құрамының өзгеруі



Сурет 9. Зерттелген кесу механизмі конструкциясын және ет шикізаты түрін қолданғанда эксперименттік қондырғының өнімділігінің өзгеруі
1 – сиыр етінен тартылған фарш, 2 – жылқы етінен тартылған фарш, 3 – тауық етінен тартылған фарш, 4 – қой етінен тартылған фарш, 5 – шошқа етінен тартылған фарш.

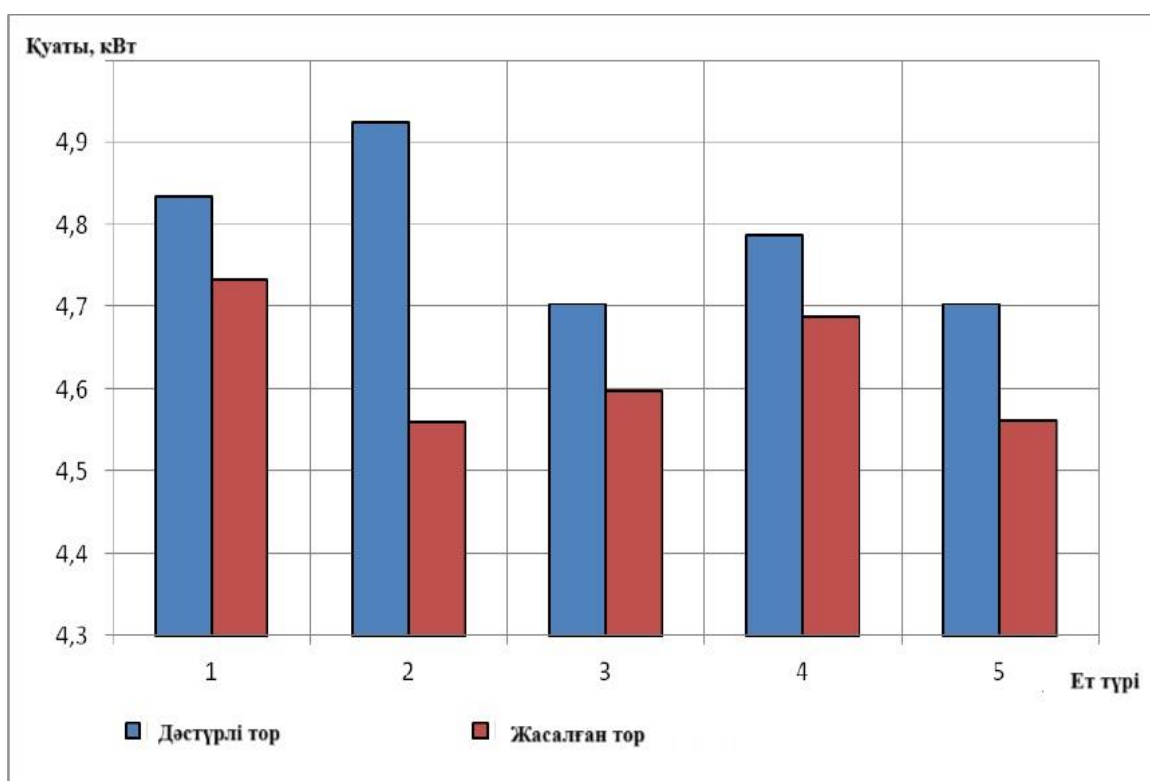
Зерттеу барысында кескіш механизмнің 2 түрі қолданылды: дәстүрлі және жасалған. Ет фаршының түйіршік құрамын анықтау үшін бөлшектер өлшемдері бойынша сұрыпталды. Фарштың үлгілері дәстүрлі (қабылдағыш тор, айқыш пішінді пышақ, тесігінің диаметрі 12 мм тор) және жасалған (қабылдағыш тор, айқыш пішінді пышақ, тесіктерінің диаметрі әртүрлі тор) кескіш механизмдерді пайдалана отырып алынған. Бұл жағдайда бөлшектер ұсақталу дәрежесіне қарай 3-тен 14 мм-ге дейінгі аралықта бөлінді.

Ет фаршының бөлшектерінің өлшемдері бойынша гранулометриялық құрамының графиктерінен көрініп тұрғандай, бөлшектердің

ірі-кішілігіне қарай таралуын ескерсек, әртүрлі ет түрлерін үккіштеу үшін ең тиімдісі – әртүрлі диаметрлі тесіктері бар торы бар жетілдірілген кесу механизмі болады.

Етті ұнтақтау процесінің энергетикасы кесу, қысым және үйкеліс күштерін жеңуге жұмсалатын белсенді қуат арқылы анықталады. Бастапқы кезеңде қозғалтқыштың белсенді қуаты ең жоғары болып, жүктеме артқан сайын ұлғайып отырады. Тұрақты жұмыс режимінде ұнтақтау қуатын N төмендегі формула бойынша анықтауға болады [16, 17].

$$N = 3 \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$



Сурет 10. Ет шикізатының түріне және кесу механизмі конструкциясына байланысты эксперименттік қондырғының қуатының өзгеруі.

1 – сиыр етінен тартылған фарш, 2 – жылқы етінен тартылған фарш, 3 – тауық етінен тартылған фарш, 4 – қой етінен тартылған фарш, 5 – шошқа етінен тартылған фарш.

Қорытынды

Еттартқыштың кесу құралы қозғалмайтын торлар мен айналмалы пышақтардан тұрады. Қозғалмайтын торлар дөңгелек және трапеция тәрізді тесіктері бар дискілер ретінде жасалып, айналмалы пышақтармен жұптасып, кескіш элементтерді құрайды. Еттартқыш төрт түрлі диаметрлі торлармен жабдықталған – 5, 8, 16 және 25 мм, сонымен қатар үш секторлы және бір қиғаш кескіш тор және үш крест тәрізді, екі екіқанатты пышақ қолданылады.

Еттартқыш торының теориялық өнімділігі немесе өткізу қабілеті жұмыс органы жағдайына сүйене отырып Хаген–Пуазейль теңдеуі арқылы есептелді. Гидравликадан белгілі болғандай, бұл теңдеу сұйықтық шығыны мен оның қысымы арасындағы байланысты сипаттайды. Еттің химиялық құрамы оның құрамындағы ылғал, май, күл және ақуыз мөлшері арқылы сипатталады. Бұл көрсеткіштер еттің тағамдық құндылығын, сапасын және өңдеу процесіндегі ерекшеліктерін анықтауға мүм-

кіндік береді. Зерттеу барысында екі түрлі кескіш механизм қолданылды: дәстүрлі және жаңадан әзірленген. Ет фаршының түйіршік құрамын анықтау үшін алынған бөлшектер өлшемдері бойынша сұрыпталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А.Г. Конников Справочник по производству колбасных изделий и мясных полуфабрикатов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 296 с.
2. Патент 156979 РФ, МПК В02С 18/36 (2006.01), опубл. 20.11.2015.
3. В.В. Кафаров, В.Л. Перов, В.П. Мешалкин. Принципы математического моделирования химико-технологических систем (Введение в системотехнику химических производств). – М.: Химия, 1974. – 344 с.
4. В.В. Кафаров Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 2-е изд., 1971. – 496 с.
5. А.Б. Бакиева, М.М. Акимов, Б.А. Лобасенко, Н.К. Ибрагимов Устройство для определения консистенции вязкопластичных материалов. //Вестник Государственного университета имени Шакарима города Семей № 2(90)2020. – С. 173-175.
6. А.К. Мустафаева, Б.Б. Кабулов, А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева, П.А. Жаппаров. Анализ оборудования для измельчения мясокостного сырья. /Сборник материалов XX международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». – Барнаул, АлтГТУ, 14.03.2019. – С. 244-246.
7. Ж.С. Есимбеков Разработка технологии комбинированных мясных продуктов функционального назначения на основе мясного сырья. Диссертация на соискание ... PhD. – Семей: 2017 г., 148с.
8. A. Bakieva, B. Kabulov, Zh. Imangalieva, E. Dick, S. Arslanbekova, L. Tukhvatullina, E. Murzina, G. Peshcherov, A. Ovsyannikova. Engineering methods of technological calculation of meat grinders. In the ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN (N): 1819-6608; Issue 14, November 2019
9. A. Bakieva, M. Akimov, G. Abdilova, N. Ibragimov, G. Bekesheva «Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat» International Journal of Mechanics and Production. Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (N): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 6, December 2019, 377-390
10. М.М. Акимов, Б.Б. Кабулов, А.К. Мустафаева, А.Б. Бакиева, М.М. Ташыбаева Способ измельчения замороженного мясного сырья. /Сборник материалов IX-ой Международной научно-технической конференции «Казахстан-холод 2019». – Алматы, 20-21.02.2019. – С. 87-89.
11. К.С. Бекбаев Совершенствование процесса измельчения с применением ножей. Диссертация на соискание к.т.н. Семей – 2007 г. –126с.

12. А.К. Какимов Научные основы технологических процессов обработки комбинированных мясных продуктов с добавлением костного сырья. Диссертация на соискание ... докт. техн. наук. – Алматы: АТУ, 2007. – 286с.

13. М.М. Акимов, А.К. Мустафаева, А.Б. Бакиева, Г.Б. Бекешова Современное состояние реологии мясных и молочных продуктов. Монография. – Семей: ГУ им. Шакарима г. Семей, 2018. – 249 с.

14. А.И. Пелеев Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. - М.: Пищепромиздат, 1963. - 685 с

15. А.В. Горбатов и др. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 176 с.

16. A. Bakieva, A. Yerengaliyev, A. Kakimov, G. Zhumadilova, G. Abdilova, E. Serikov, A. Suychinov, R. Turagulov, Zh. Yessimbekov Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency. Processes 2024, 12, 1808. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

17. А.Б Бакиева Разработка конструкции режущего механизма волчка с целью совершенствования режимов измельчения пищевого сырья. Дисс. PhD, Семей – 2021 г. –110с.

REFERENCES

1. A.G. Konnikov Spravochnik po proizvodstvu kolbasnyh izdelij i mjasnyh polufabrikatov [Handbook on the production of sausage products and semi-finished meat products]. Moscow: Pishchepromizdat, 1960. 296 p. (In Russian)
2. Patent 156979 RF, IPC B02C 18/36(2006.01), published on 11/20/2015. (In Russian)
3. V.V. Kafarov, V.L. Perov, V.P. Meshalkin. Principy matematicheskogo modelirovaniya himiko-tehnologicheskikh sistem (Vvedenie v sistemotekhniku himicheskikh proizvodstv). [Principles of mathematical modeling of chemical and technological systems (Introduction to the system engineering of chemical industries)]. Moscow: Khimiya, 1974. 344 p. (In Russian)
4. V.V. Kafarov Metody kibernetiki v himii i himicheskoy tehnologii. [Methods of cybernetics in chemistry and chemical technology]. Moscow: Khimiya, 2nd ed., 1971. 496 p. (In Russian)
5. A.B. Bakieva, M.M. Akimov, B.A. Lobasenko, N.K. Ibragimov Ustrojstvo dlja opredelenija konsistencii vjaskoplastichnyh materialov. [A device for determining the consistency of viscoplastic materials]. Scientific journal Bulletin of the Shakarim State University of Semey No. 2(90)2020, pp. 173-175. (In Russian)
6. A.K. Mustafaeva, B.B. Kabulov, A.B. Bakieva, M.M. Tashybaeva, P.A. Zhapparov Analiz oborudovaniya dlja izmel'cheniya mjasokostnogo syr'ja. [Analysis of equipment for grinding meat and bone raw materials]. Collection of materials of the XX international scientific and practical conference "Modern problems of technology and technology of food production". Barnaul, AltSTU,

03/14/2019, pp. 244-246. (In Russian)

7. Zh.S. Esimbekov Razrabotka tehnologii kombinirovannyh mjasnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya na osnove mjasnogo syr'ja. [Development of technology for combined functional meat products based on meat raw materials]. Dissertation for a PhD. – Semey: 2017, p. 148 (In Russian)

8. A. Bakieva, B. Kabulov, Zh. Imangalieva, E. Dick, S. Arslanbekova, L. Tukhvatullina, E. Murzina, G. Peshcherov, A. Ovsyannikova. Engineering methods of technological calculation of meat grinders. In the ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN (N): 1819-6608; Issue 14, November 2019

9. A. Bakieva, M. Akimov, G. Abdilova, N. Ibragimov, G. Bekesheva «Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat» International Journal of Mechanics and Production. Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (N): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001 Vol. 9, Issue 6, December 2019, 377-390

10. M.M. Akimov, B.B. Kabulov, A.K. Mustafaeva, A.B. Bakieva, M.M. Tashybaeva Sposob izmel'cheniya zamorozhennogo mjasnogo syr'ja. [The method of grinding frozen meat raw materials]. Collection of materials of the ixth International Scientific and Technical Conference "Kazakhstan-cold 2019", Almaty, 20-21.02.2019, pp. 87-89. (In Russian)

11. K.S. Bekbaev Sovershenstvovanie processa izmel'cheniya s primeneniem nozhej. [Improvement of the grinding process using knives]. Dissertation for the Candidate of Technical Sciences Semey – 2007, pp. 18-26 (In Russian)

12. Kakimov A.K. Nauchnye osnovy tehnologicheskikh processov obrabotki kombinirovannyh

mjasnyh produktov s dobavleniem kostnogo syr'ja. [Scientific foundations of technological processes for processing combined meat products with the addition of bone raw materials]. Dissertation for a PhD. Technical sciences. – Almaty: ATA, 2007. – 286 p. (In Russian)

13. M.M. Akimov, A.K. Mustafaeva, A.B. Bakieva, G.B. Bekeshova Sovremennoe sostojanie reologii mjasnyh i molochnyh produktov [The current state of rheology of meat and dairy products] Monograph. – Semey: GU im. Shakarima G. Semey, 2018. – 249 p. (In Russian)

14. A.I. Peleev Tehnologicheskoe oborudovanie predpriyatij mjasnoj promyshlennosti [Technological equipment of meat industry enterprises] - M.: Pishchpromizdat, 1963. - 685 p. (In Russian)

15. A.V. Gorbatov i dr. Gidravlika i gidravlicheskie mashiny dlja plastichno-vjazkih mjasnyh i molochnyh produktov [Hydraulics and hydraulic machines for plastic-viscous meat and dairy products]. – M.: Agropromizdat, 1991. – 176 p. (In Russian)

16. A. Bakieva, A. Yerengaliyev, A. Kakimov, G. Zhumadilova, G. Abdilova, E. Serikov, A. Suychinov, R. Turagulov, Zh. Yessimbekov Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency. Processes 2024, 12, 1808. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

17. A.B Bakieva Razrabotka konstrukcii rezhu-shhego mehanizma volchka s cel'ju sovershenstvovaniya rezhimov izmel'cheniya pishhevogo syr'ja. [Development of the design of the cutting mechanism of the spinning top in order to improve the modes of grinding food raw materials] Diss. PhD, Semey – 2021, p. 110. (In Russian)