

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

На правах рукопису



СТУКАЛЬСЬКА НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 637.521.47:636.52/.58-048.34

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ З
КУРЯТИНИ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ**

Спеціальність 05.18.12 – Процеси та обладнання харчових,
мікробіологічних і фармацевтичних виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Топольник Віра Григорівна

Офіційні апоненти: доктор технічних наук, доцент
Сухенко Владислав Юрійович,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України, завідувач
кафедри стандартизації та сертифікації
сільськогосподарської продукції

кандидат технічних наук
Вербицький Сергій Борисович,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України,
завідувач відділу інформаційного забезпечення
стандартизації та метрології

Захист відбудеться «14» березня 2018 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.02 Національного університету харчових технологій за адресою:

01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, корп. А, ауд. А-311

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68

Автореферат розісланий ___ лютого 2018 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради Д 26.058.02
к.т.н., доцент



С. І. Літвинчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В останні роки особливу увагу приділяють споживанню населенням м'яса птиці, а саме курятини. Воно являється корисним джерелом легкозасвоюваних білків, вітамінів і жирних кислот. За складом білка, м'ясо птиці перевершує свинину і яловичину. Курятина має переваги через наявність у ній білого м'яса, яке є смачним, низькокалорійним і поживним.

На сьогоднішній день з м'яса птиці, виготовляється великий асортимент продуктів, таких як, фарш, ковбаси, паштети, пельмені і ін. Важливо й те, що використання курячого м'яса дозволяє виробляти напівфабрикати і готові вироби з більш низькою собівартістю, тобто робить їх більш доступними для споживачів.

У харчовій промисловості при переробці птиці, а особливо при виготовленні фаршів, широко застосовують операції різання. Даний процес значною мірою впливає на рівень енергетичних витрат всього виробництва та на якість напівфабрикату і готового продукту.

Вагомий внесок в дослідження процесу подрібнення харчової сировини внесли відомі вчені: В. І. Івашков, В. Д. Косой, М.Г., О. В. Горбатов, С. О. Некоз, Є. В. Штефан, О. С. Андріанов, В.Я. Груданов, А.А. Бренч, О.Л. Желудков, А. Г. Андрущенко, М. І. Беляєв, Г. О. Винокуров, Dr. Nevil Speer, H. R. Cross, J. E. Nichols, Tom Brink, A. I. Черевко, Є. Є. Бібік, С. А. Бредіхін, Г. В., Клименко М. М., Сухенко В. Ю., Гуць В. С.

Більшість вчених зосереджували увагу на дослідженнях процесу подрібнення м'яса зі свинини, яловичини та іншої харчової сировини. Теоретичні положення процесу подрібнення м'яса курятини на сьогодні мають певні прогалини, а саме: відсутні комплексні наукові дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів на показники якості фаршів і процесу подрібнення, а саме: енергоспоживання, в'язкість, деформацію, вологзв'язуючу здатність фаршів, дисперсність, коефіцієнт неоднорідності, які впливають на якість фаршів і готової продукції.

У зв'язку з цим, вивчення впливу конструктивних параметрів м'ясоподрібнювачів на реологічні властивості отриманих фаршів з курятини є актуальним. Важливе значення має також забезпечення високих показників якості отриманих фаршів та зменшення енергетичних витрат під час процесу подрібнення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетного напрямку наукових робіт Національного університету харчових технологій, зокрема до теми: «Розроблення наукових основ тепломасообмінних та інших процесів харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв з метою створення нових високоефективних технологій та обладнання, засобів механізації та автоматизації для харчових та переробних галузей АПК» та госпдогвірних робіт Донецького національного університету економіки та торгівлі імені Михайла Туган-Барановського № 578/2010 «Обґрунтування

системи і практичне визначення показників якості технологічної обробки при виготовлення м'ясних фаршів», №602/2010 «Оптимізація показників якості свино-яловичого і курячого фаршів».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є теоретичне обґрунтування та експериментальне визначення оптимальних умов процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини для покращення якісних характеристик отриманих фаршів.

Відповідно до поставленої мети, були сформульовані наступні завдання досліджень:

- проаналізувати сучасний стан розвитку техніки і технологічних процесів подрібнення м'яса;

- експериментально дослідити вплив конструктивно-технологічних параметрів м'ясоподрібнювачів на структурно-механічні характеристики фаршу з м'яса курятини і енергоємність процесу подрібнення;

- вдосконалити робочі органи обладнання для подрібнення м'яса курятини з метою розширення діапазону їх технологічних можливостей, зниження енергоємності;

- на підставі теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтувати доцільність використання комплексного показника якості для оптимізації процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини;

- визначити оптимальні умови процесу подрібнення м'яса курятини, які забезпечують найкращі показники якості фаршів;

- здійснити комплекс заходів щодо впровадження наукових розробок у виробництво та оцінити їх економічну та соціальну ефективність.

Об'єкт дослідження - процес подрібнення м'яса курятини з різних частин тушки курки.

Предмет дослідження - конструкційні та технологічні параметри робочих органів м'ясоподрібнювача, якісні показники фаршів з м'яса курятини.

Методи дослідження: теоретичні - аналіз і синтез, моделювання, розрахунковий; експериментальні - сучасні методи визначення фізико-хімічних, структурно-механічних та інших характеристик досліджуваних фаршів; математико-статистичні - планування експерименту, обробка результатів експерименту, перевірка статистичних гіпотез; кваліметричні. Обробку експериментальних даних та розрахунки виконували в програмному прикладному пакеті Microsoft Excel, StatSoft STATISTICA 6.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано та одержано результати, які вирішують важливе науково-практичне завдання по оптимізації процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини, а саме:

- вперше знайдено закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів м'ясоподрібнювачів на реологічні властивості

фаршів з м'яса курятини;

- встановлено структуру енергетичних складових процесу подрібнення різних видів м'яса курятини, яка дозволяє науково обґрунтувати напрямки вдосконалення ріжучих робочих органів м'ясоподрібнювачів. Встановлено, що найбільш енергоємними є процеси різання продукту безпосередньо в площині контакту «ніж-решітка»;

- результатами активного експерименту доведено, що збільшення розміру м'ясних часток до $50...65 \cdot 10^{-6}$ м призводить до зменшення деформації на 50...60% та збільшення в'язкості фаршів на 7...10%;

- вперше експериментально доведено, що трьохлопатевої ніж саблевидної форми зі сталим кутом нахилу кромки ножа 30° призводить до збільшення однорідності дисперсності фаршів при подрібненні різних видів м'яса курятини, дозволяє покращити реологічні властивості фаршів і знизити енергоємність процесу подрібнення на 30...35%;

- вперше отримані математичні моделі у вигляді регресійної залежності комплексного показника якості фаршів з м'яса курятини від умов процесу подрібнення, які дозволяють оперативно прогнозувати якість кінцевого продукту;

- вперше встановлені оптимальні режими процесу подрібнення філе, м'яса гомілки та суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наданні промисловості науково-обґрунтованих рекомендацій по оптимізації процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини:

- розроблено шкали оцінювання фізико-хімічних, органолептичних, структурно-механічних та мікробіологічних показників фаршів з м'яса курятини з урахуванням вимог діючої в Україні на них нормативної документації;

- запропоновано оптимальні параметри процесу подрібнення різних видів м'яса курятини та розроблено комплект модернізованих робочих органів м'ясоподрібнюючого обладнання;

- застосування ножа нової конструкції дозволяє знизити експлуатаційні витрати за рахунок зменшення енергоємності процесу подрібнення і підвищує якість готової продукції з м'яса курятини;

- розроблено технологічні умови на фарш з м'яса курятини (ТУ У 15.1-02070938206:2016) і технологічна інструкція (ТУ У 15.1-02070938206:2016).

Результати роботи впроваджені на підприємствах м. Донецька та м. Київ: ООО «Дилемма» (акт від 10.12.2010 р.), ООО «СЕВЕН ГЛАС» (акт від 10.04.2013 р.), ООО «Магрис» (акт від 05.06.2013 р.), ООО «Данин Центр» (акт від 02.07.2013 р.), ООО «АМТТ Билдинг» (акт від 16.08.2013 р.).

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів полягає в аналізі літературних джерел з наукової проблеми, складанні

загальної схеми експериментальних досліджень, плануванні активного експерименту, проведенні аналітичних досліджень, математико-статистичній обробці і аналізу результатів експерименту, підготовці до публікації матеріалів досліджень, формулюванні висновків і рекомендацій, проведенні заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та були схвалені на 7 науково-практичних конференції, у т.ч.: чотирьох міжнародних VI Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 2008 р.), VII Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств», (Могилев, 2010 р.); Четверта міжнародна науков-технічна конференція «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції» (Київ, НУХТ 2015 р.); 83 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution (Kyiv, NUFT 2017); двох всеукраїнських 74-ої Наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XX столітті» (Київ, НУХТ 2008 р.); 75-ї Наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XX столітті», (Київ, НУХТ 2010 р.); одній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку та впровадження систем управління якістю в регіоні» (Донецьк, ДонНТУ 2007 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 19 наукових праць, у тому числі: 10 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 2 стаття у закордонному виданні, 7 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 256 найменувань. Роботу викладено на 163 сторінках, містить 41 рисунок, 25 таблиць та 9 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обгрунтована актуальність теми, показано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, сформульовано мету та основні завдання досліджень, наведено наукова новизна, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, інформацію про апробацію результатів дисертації та основні публікації.

У першому розділі «Аналітичний огляд сучасного стану подрібнення м'яса» проведено аналіз науково-технічної вітчизняної та зарубіжної літератури про перспективи розширення застосування м'яса курятини в м'ясопереробній промисловості, особливості його структури, складу та будов

з поділом на види. Проаналізовано наукові розробки щодо вдосконалення обладнання для покращення якості процесу подрібнення м'ясної сировини. Обґрунтовано систему показників, які впливають на якість процесу подрібнення і якість готової продукції. Проаналізовано перспективи використання кваліметрії в наукових дослідженнях щодо покращення якості продукції січеної групи в цілому.

Проведений аналіз дозволив зробити висновок про доцільність наукових досліджень спрямованих на оптимізацію процесу подрібнення м'ясної сировини з курятин з метою покращення якості фаршів, що зменшить енерговитрати на процес. Узагальнення відомостей, викладених у цьому розділі, дозволило сформулювати задачі дослідження, які спрямовані на досягнення мети дисертаційної роботи.

У другому розділі «Предмети, матеріали та методи досліджень» сформульовано експериментальні й організаційні напрямки реалізації програми дослідження.

Для проведення активного експерименту по оптимізації процесу подрібнення різної м'ясної сировини з курятини розроблено дослідну установку, що наведено на рис. 1.

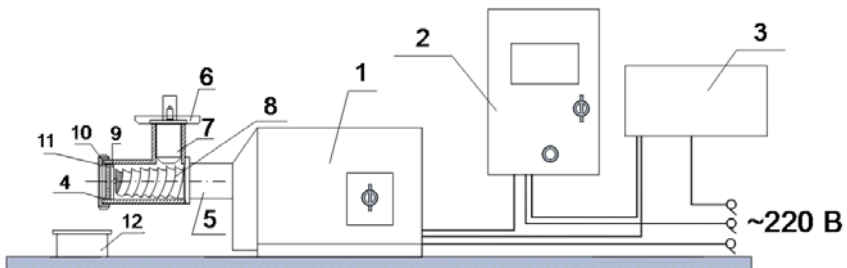


Рис. 1 – Принципова схема дослідної установки

1 –привід ; 2 – перетворювач частоти «Lenze»; 3 – потенціометр; 4 – упорне кільце; 5 – корпус м'ясоподрібнювача; 6 – завантажувальна чаша; 7 – штовхач; 8 – шнек; 9 – ніж; 10 – решітка; 11 – затискна гайка; 12 – прийомна тара.

Контрольним зразком обрано фарш з м'яса курятини виготовлений за ТУ У 15.1-32516492-003:2007.

Дослідження показників якості проводили сучасними методами, зокрема: вміст вологи - висушуванням у сушильній шафі до постійної маси при температурі 105 °С за ГОСТ 9793-74, масову частку жиру – методом Сосклетта, білок – методом К'ельдаля. Структурно-механічні властивості вивчали на ротаційному віскозиметру «Реотест-2»; вологозв'язуючу здатність – за методикою М.Б. Коган; дисперсний склад часток фаршу було визначено методом мікроскопуванням; якість подрібнення визначалася з урахування середніх розмірів часток шляхом розбивання їх на розмірні класи і

розрахунку ефективного діаметру. Для виміру енергетичних показників ріжучих механізмів та механізмів подачі застосовували потенціометр К-50.

В якості параметрів оптимізації, що характеризують енергетичну ефективність процесу та якість фаршу, прийняті: y_1 – енергоспоживання (Q), Дж/кг; y_2 – загальна деформація (γ), %; y_3 – в'язкість (η), Па·с; y_4 – вологов'язуюча здатність фаршу (B33), %; y_5 – дисперсний склад м'ясних часток ($0,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$) ($B_{m.n.}$), %; y_6 – дисперсний склад м'ясних часток ($1 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$) ($B_{m.n.}$), %; y_7 – дисперсний склад м'ясних часток ($10 \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$) ($B_{c.n.}$), %; y_8 – коефіцієнт неоднорідності подрібнення фаршу (K), %.

Чинники, що впливають на вказані параметри оптимізації: x_1 – швидкість обертання шнеку, об/хв; x_2 – діаметр отворів решітки, $\text{м} \cdot 10^{-3}$; x_3 – сила подачі сировини, Н; x_4 – кут нахилу кромки ножа, °.

Оптимізацію процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини проведено з використанням методу дробового факторного експерименту Бокса-Уілсона, типу 2^k . Комплексний показник якості (K) визначено за допомогою шкали Харрінгтона.

Таким чином, багатокритеріальна задача оптимізації має наступний вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(n, d, F, \alpha) \rightarrow \min \\ \gamma(n, d, F, \alpha) \rightarrow \min \\ \eta(n, d, F, \alpha) \rightarrow \max \\ B33(n, d, F, \alpha) \rightarrow \max \\ \text{Втг.п}(n, d, F, \alpha) \rightarrow \min \\ \text{Вм.п.}(n, d, F, \alpha) \rightarrow \max \\ \text{Вс.п.}(n, d, F, \alpha) \rightarrow \min \\ K(n, d, F, \alpha) \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (1) \quad \left\{ \begin{array}{l} 70 \leq n \leq 150; \\ 3 \leq d \leq 6; \\ 5 \leq F \leq 15; \\ 30 \leq \alpha \leq 90. \end{array} \right. \quad (2)$$

Представлена модель являє собою інтелектуально-експертну систему (ІЕС) призначену для визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів м'ясоподрібнювачів.

У третьому розділі «Аналіз взаємозв'язку параметрів процесу подрібнення м'яса курятини» розглянуто вплив і взаємозв'язок конструктивних параметрів м'ясоподрібнювача і фізико-хімічних властивостей сировини на структурно-механічні показники фаршів і енергоємність процесу подрібнення.

Досліджено вплив діаметру отворів ножової решітки на деформаційну поведінку фаршів під дією напруги з філе, м'яса гомілки та суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1 (рис. 2 а, б, в).

Встановлено, що найменше деформування усіх видів фаршу з м'яса курятини відбувається при використанні ножових решіток з діаметрами отворів $6 \cdot 10^{-3}$ м, а саме повна кінетика деформації фаршу з філе зменшується на 43%, фаршу з м'яса гомілки на 39% та на 70% деформування зменшилося у фарші з суміші філе+м'ясо гомілки у співвідношенні 1:1 у порівнянні з діаметрами отворів ножової решітки $3 \cdot 10^{-3}$ м.

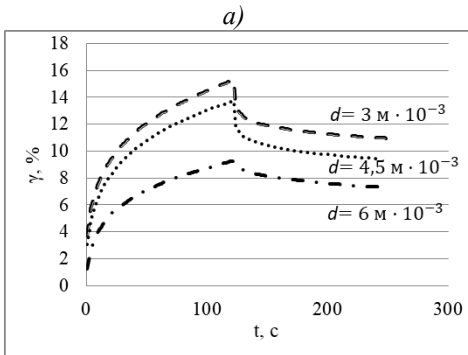
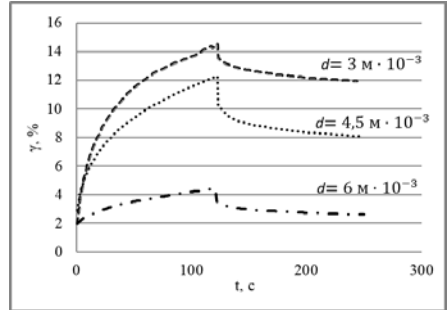
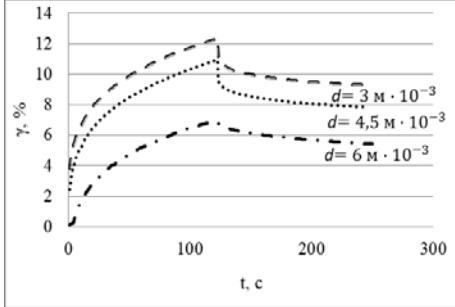


Рис. 2 - Кінетика деформацій фаршів з філе (а), з м'яса гомілки (б), з суміші філе+м'ясо гомілки (в) при дії постійного напруження 50 Па

Це обумовлено розміром отриманих часток фаршу. Під час дії напруги на фарш відбувається зрушення часток в площині. Під час руху частки фаршу труться одна об одну,

що обумовлено підвищенням температури в товщі фаршу. З великим вмістом дрібних часток в фарші підвищення температури відбувається швидше, це призводить до порушення структури і денатурації білку, що спонукає збільшенню деформації структури фаршу.

Встановлено, що зі збільшенням швидкості обертання шнеку в'язкість фаршів з м'яса курятини збільшується (рис. 3 а, б, в). Найбільше зростання в'язкості в межах 6,4...7,6 % у фарші з філе курятини досягається при швидкості обертання шнеку (n) – 150 об/хв і куті нахилу кромки ножа (α) – 90° (рис. 3 а, б, в).

Це також обумовлено розміром часток фаршу. Підвищення швидкості обертання шнеку призводить до збільшення середнього розміру часток

фаршу, які спонукають підвищенню в'язкості, а саме відбувається набуханням м'язових волокон і абсорбція ними води.

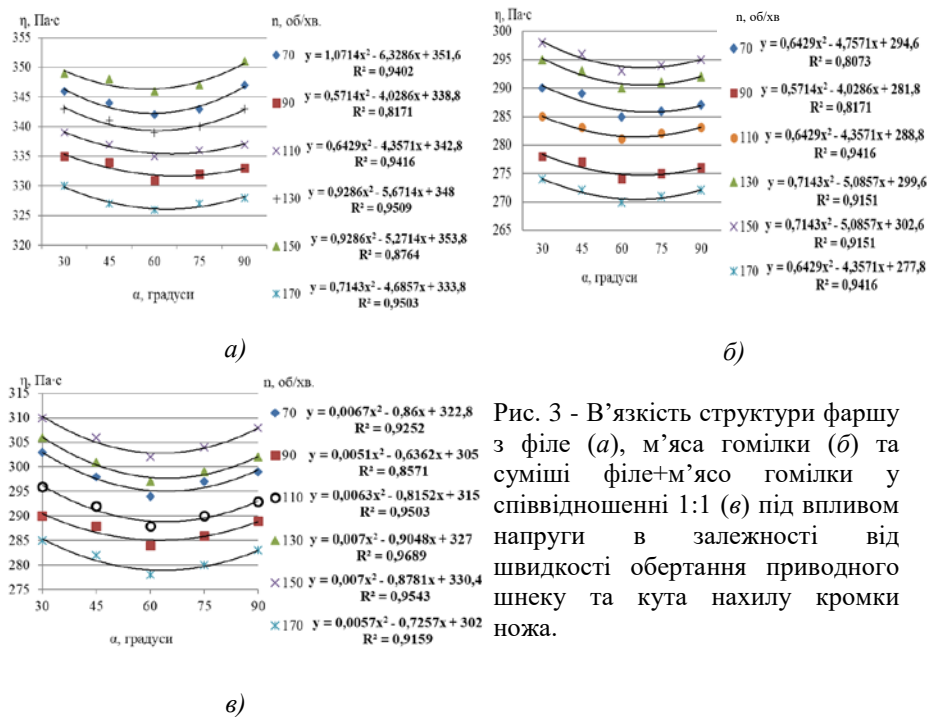


Рис. 3 - В'язкість структури фаршу з філе (а), м'яса гомілки (б) та суміші філе+м'ясо гомілки у співвідношенні 1:1 (в) під впливом напруги в залежності від швидкості обертання приводного шнеку та кута нахилу кромки ножа.

Результати досліджень впливу швидкості обертання шнеку на вологов'язуючу здатність (ВЗЗ) усіх видів фаршу з м'яса курятини (рис. 4) свідчать, що зі зростанням (n) до 120 об/хв ВЗЗ фаршів зменшується, а при

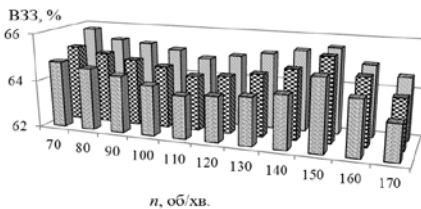


Рис. 4 - Залежність вологов'язуючої здатності фаршів від швидкості обертання шнеку

подальшому збільшенні (n) до 150 об/хв досягається максимального значення, а саме: для фаршів з філе - 65,8%, для фаршу з м'яса гомілки - 65% та для суміші філе+м'ясо гомілки - 65%. Але подальше збільшення n до 170 об/хв. призводить до різкого зменшення ВЗЗ, що обумовлено підвищенням тиску в зоні різання. Велика швидкість обертання шнеку порушує цілісність процесу

подрібнення. Збільшується денатурація білку, відбувається надмірне руйнування м'язових волокон, що спонукає зменшенню в'язкості фаршів.

Найбільшу ВЗЗ має фарш з філе, що обумовлено великим вмістом білків, які зв'язують вологу за рахунок утворення гідратної оболонки та за рахунок адсорбції.

Визначено структуру енергетичних складових процесу подрібнення різних видів м'яса курятини, яка дозволяє визначити пріоритетні напрямки вдосконалення робочих органів м'ясоподрібнювача (рис. 5 – а, б, в).

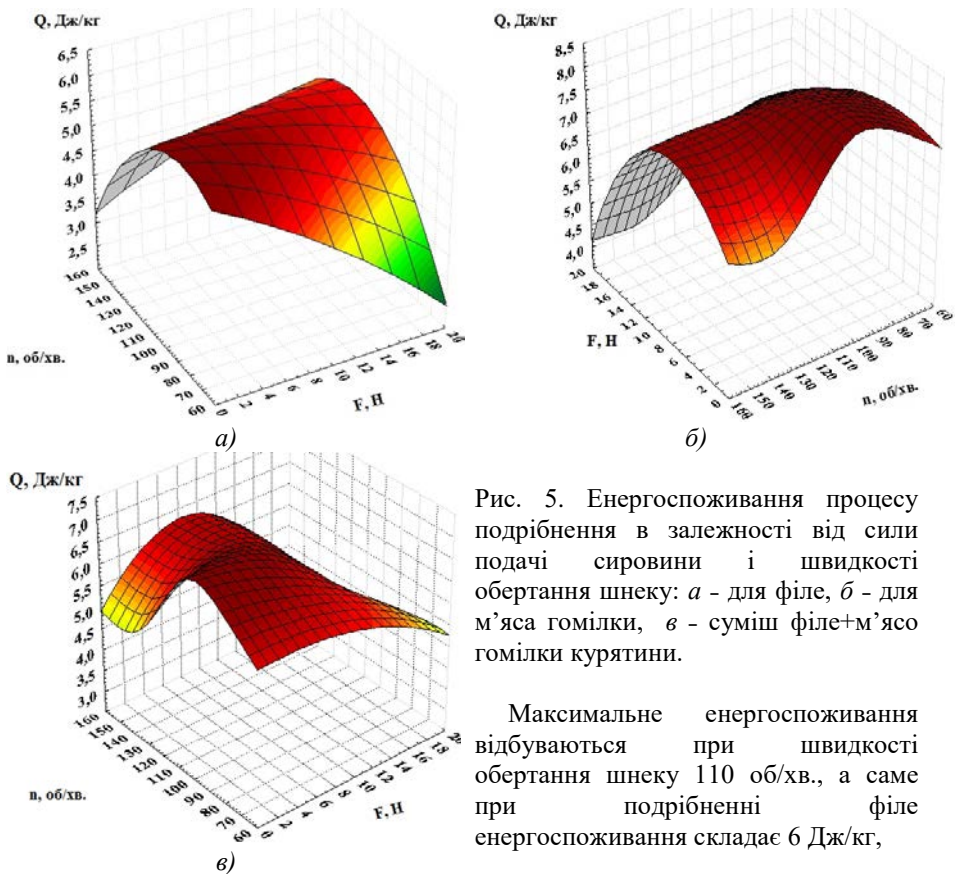


Рис. 5. Енергоспоживання процесу подрібнення в залежності від сили подачі сировини і швидкості обертання шнеку: а - для філе, б - для м'яса гомілки, в - суміш філе+м'ясо гомілки курятини.

Максимальне енергоспоживання відбуваються при швидкості обертання шнеку 110 об/хв., а саме при подрібненні філе енергоспоживання складає 6 Дж/кг,

для м'яса гомілки - 8 Дж/кг, а для суміші філе+м'ясо гомілки - 7 Дж/кг. Мінімальне енергоспоживання процесу досягається при швидкості обертання шнеку - 150 об/хв. і силі подачі сировини - 20 Н. Під час подрібненні фаршу при даних умовах енергоспоживання процесу зменшуються, а саме: фаршу з філе на 23,4 %, фаршу з м'яса гомілки на 38 % та при подрібненні фаршу з

суміші філе+м'ясо гомілки на 33 %. Це відбувається за рахунок того, що при збільшенні обертання шнеку м'ясна сировина швидше проштовхується в середині робочої камери м'ясоподрібнюючого обладнання і утворюється оптимальний тиск, який дозволяє краще подрібнювати м'ясо курятини.

Найбільш енергоємними є процеси різання продукту безпосередньо в площині контакту «ніж-решітка» та транспортуванні, їх сумарний питомий вміст при подрібненні філе, м'яса гомілки та суміші філе+м'яса гомілки у співвідношенні 1:1 складає 50...75%.

Результати досліджень впливу діаметру отворів ножової решітки і кута нахилу кромки ножа на дисперсний склад фаршів свідчать, що у всіх фаршах з м'яса курятини присутні частки, середній розмір яких більше діаметру отворів ножових решіток. При подрібненні з діаметрами отворів 3, 4,5 та $6 \cdot 10^{-3}$ м спостерігаються частки фаршу з діаметрами $35 \cdot 10^{-6}$ м складають 23%, $50 \cdot 10^{-6}$ м – 19% і $65 \cdot 10^{-6}$ м – 11% відповідно у фарші з філе; фарш з м'яса гомілки частки даної фракції складають 13%, 15% і 14%, а для суміші філе+м'ясо гомілки вміст часток даної фракції – 16%, 17% і 18%.

На дисперсний склад істотно впливає і кут нахилу кромки ножа. При використанні ножів з (α) 90° вміст фракцій розміру часток менше середнього розміру зростає, а м'ясні частки фракції, що мають великий середній розмір зменшується. У фарші з філе відсотковий вміст часток менше середнього розміру складає 45%, у фарші з м'яса гомілки – 38% і для фаршу з суміші філе+м'ясо гомілки – 43%. Це обумовлено зміною руйнуючого впливу різучих органів ножа.

Визначено характер коефіцієнта неоднорідності фаршів від кута нахилу кромки ножа. Отримання фаршів з однорідною структурою забезпечується ножом з кутом нахилу кромки 30° для фаршу з м'яса гомілки та суміші філе+м'ясо гомілки у співвідношенні 1:1 та 90° для фаршу з філе курятини (рис. 6).

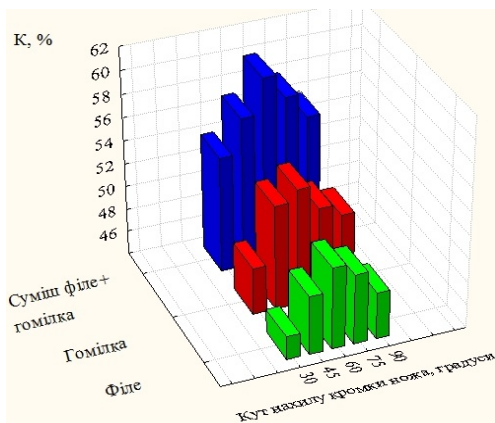


Рис. 6. Значення коефіцієнту неоднорідності в залежності від кута нахилу кромки ножа.

Однорідність фаршів при даних умовах збільшується на 9...12 %. Використання під час процесу подрібнення ножів з кутами нахилу кромки ножа 60 та 75 градусів призводить до збільшення неоднорідності фаршів. Ефективність різання даних ножів невисока, що спонукає накопиченню

неподрібненої сировини на кінцях кромки ножа, яка ущільнюється, перетирається, розривається, що призводить до збільшення денатурації білків, значній втраті осматично-зв'язаної вологи та неоднорідності фаршів.

Встановлено, що при подрібненні м'яса курятини з діаметром отворів решітки $6 \cdot 10^{-3}$ отриманий фарш за своєю структурою більш однорідний (рис. 7).

Усі види фаршів з м'яса курятини мають найбільший коефіцієнт неоднорідності при застосуванні решіток з діаметрами отворів $4,5 \cdot 10^{-3}$.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що фізико-хімічний склад м'яса курятини та умови перебігу процесу подрібнення, а саме $n - 70$ та 150 об/хв., $d - 3$ і $6 \cdot 10^{-3}$ м, $F - 5$ і 15 Н та $\alpha - 30$ і 90 градусів впливають на структурно-механічні показники якості отриманих фаршів та фарші набувають найкращих реологічних властивостей і в процесі подрібнення енергоспоживання мінімальне у порівнянні з іншими параметрами процесу.

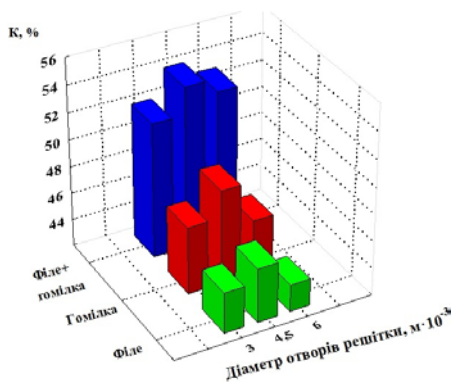


Рис. 7. Значення коефіцієнту неоднорідності подрібнення від діаметру отворів решітки.

Для визначення оптимальних умов процесу подрібнення, які забезпечують високу якість кінцевого продукту був спланований активний експеримент. Під час якого було розраховано математичні моделі кожного параметру оптимізації в залежності від варійованих чинників.

Встановлено, що практично для кожного параметру оптимізації стабільно всі фактори статистично значущі. Але знайдені математичні моделі не дають повного уявлення об оптимізації процесу подрібнення м'яса курятини в залежності від якості сировини. Для кожного виду сировини факторний простір впливає по різному, тому однозначного висновку по руху зробити неможливо.

Для вирішення цих питань було використано комплексний показник, який характеризує якість кожного параметру з характерною для нього вагомістю.

У четвертому розділі «Комплексний показник якості об'єктів процесу подрібнення» на принципах кваліметрії для кількісної характеристики узагальненого параметра оптимізації запропоновано комплексний показник якості. Обґрунтування вузлових значень (перехід із одного рівня якості в

інший) виконано з урахуванням вимог до фаршів згідно з ДСТУ 46.020-2002. Сформована і структурована система показників комплексного показника якості досліджуваних в роботі об'єктів, що беруть участь в процесі подрібнення м'яса курятини.

Для перетворення розмірних значень показників у безрозмірні використана функція Харрингтона. Розроблені шкали вузлових значень для цієї функції. Вказані в ДСТУ 46.020-2002 обмеження на значення показників якості за цією шкалою мають вузлове значення, що відповідає оцінці 0,37, значення, що задовольняють вимогам стандартів мають оцінки: «задовільно» - 0,37...0,63; «добре» - 0,63...0,80; «відмінно» - 0,80...1,00.

Комплексний показник якості фаршів визначали за формулою:

$$K = \prod_{i=1}^n K_i^{m_i}, \quad (3)$$

де K_i - оцінка одиничного показника; m_i - коефіцієнт ваговитості показника.

При розгляді середньозважених геометричних показників якості фаршу із філе курятини комплексний показник знаходиться в межах $K=0,650...740$, що відповідає оцінці «добре». В залежності від умов процесу подрібнення комплексний показник фаршу з м'яса гомілки курятини 0,639... 0,676, що відповідає оцінці «добре». Для фаршу із суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1 при розгляді середньозважених арифметичних показників комплексний показник знаходиться в межах 0,691...0,791, що відповідає оцінці «добре».

Математичні моделі у вигляді узагальненого параметра оптимізації від умов процесу подрібнення різних видів м'яса курятини при виробництві фаршів представлені у вигляді регресійних рівнянь:

для філе:

$$K_{\phi} = 0,12447 + 0,00361n + 0,00742d + 0,01231F + 0,0113\alpha - 0,00087nF - 0,00002n\alpha + 0,00251F\alpha; \quad (4)$$

для м'яса гомілки:

$$K_{\zeta} = 0,71531 + 0,00041n + 0,01000d - 0,15688F - 0,00398\alpha + 0,00006nF + 0,00001n\alpha - 0,00225F\alpha; \quad (5)$$

для суміші філе+м'ясо гомілки у співвідношенні 1:1:

$$K_{\text{суміш } \phi+\text{м.г.}} = 0,31242 + 0,00215n + 0,03021d - 0,07453 F - 0,00039\alpha + 0,00055nF - 0,00002n\alpha + 0,00135F\alpha, \quad (6)$$

де n – швидкість обертання шнеку (об/хв.); d – діаметр отворів решітки (м·10⁻³);

F – сила подачі сировини (Н); α – кут нахилу кромки ножа, $^{\circ}$.

Дані моделі придатні для прогнозування якості кінцевого продукту і управління процесом подрібнення.

Для знаходження оптимальних значень використовували метод крутого сходження з застосуванням багатofакторного експерименту. Даний метод дозволив знайти оптимальні параметри процесу подрібнення:

- для філе курятини: частота обертання шнеку – 150 об/хв, діаметр отворів решітки – $4,9 \cdot 10^{-3}$ м, сила подачі сировини – 14 Н, кут нахилу кромки ножа – 80° ;

- для м'яса гомілки курятини: частота обертання шнеку – 150 об/хв, діаметр отворів решітки – $5,3 \cdot 10^{-3}$ м, сила подачі сировини – 8,8 Н, кут нахилу кромки ножа – 30° ;

- для фаршу з суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1: частота обертання шнеку – 150 об/хв, діаметри отворів решітки – $5,7 \cdot 10^{-3}$ м, сила подачі сировини – 13,2 Н та кут нахилу кромки ножа – 32° .

Відповідно знайденим оптимальним параметрам процесу подрібнення різних видів м'яса курятини було розроблено трьохлопатевий ніж для м'ясоподрібнювача зі сталим кутом нахилу кромки $\alpha=30^{\circ}$ (рис.8 а).

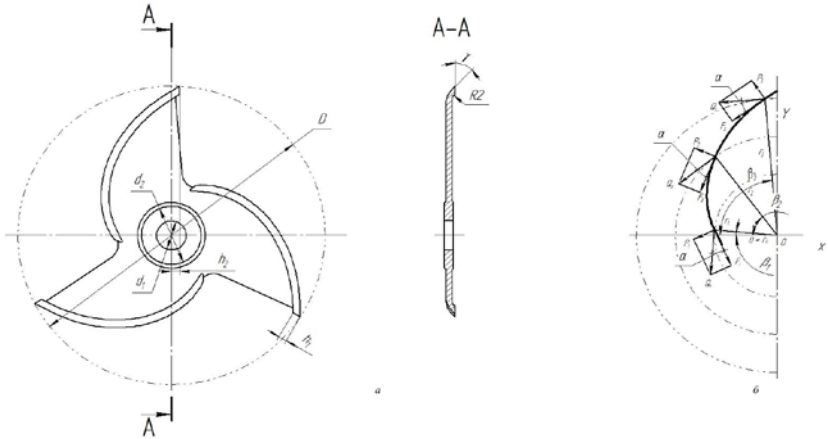


Рис. 8 – Модернізований ніж м'ясоподрібнювача

а – загальний вигляд ножа; б – графік відображення розподілу сил на кромці ножа.

Сталий кут нахилу є властивістю логарифмічної спіралі, яка в параметричній формі описується наступними рівняннями:

$$\begin{cases} x(\beta) = r \cdot \cos \beta = a \cdot e^{b\beta} \cdot \cos \beta \\ y(\beta) = r \cdot \sin \beta = a \cdot e^{b\beta} \cdot \sin \beta \end{cases} \quad (7)$$

де r – радіус-вектор при $\beta=0$, $a=r_0$ ($r=a \cdot e^{b\beta}$); a – початковий радіус витка; b – коефіцієнт, що характеризує відстань між сусідніми витками, $b=-ctg(90^\circ+\alpha)$ при $\alpha=30^\circ$; β – кут нахилу радіус-вектора.

Зусилля різання Q співпадає з вектором швидкості в кожній точці ріжучої кромки леза ножа (рис. 8 б).

При цьому ланійна швидкість визначається рівнянням:

$$v = r \cdot \omega = \frac{2\pi r}{T} \cdot a \cdot e^{b\beta}, \quad (8)$$

де r – радіус-вектор; ω – кутова швидкість обертання; T – період обертання.

Отже, в наслідок зміни величини радіус-вектора, швидкість різання змінюється в залежності від початкового радіус-вектора a , коефіцієнта b , кута нахилу радіус-вектора β та періоду обертання T , що представлено у вигляді функції:

$$v = f(a, b, \beta, T) \quad (9)$$

Використання ножа зі сталим кутом у порівнянні зі стандартними ножами дозволяє покращити реологічні властивості фаршів і знизити енергоспоживання на 30...35%.

У п'ятому розділі «Економічна ефективність та впровадження результатів досліджень у виробництво»

Проведено оцінку зміни собівартості виробництва фаршевої продукції з різних видів м'яса курятини при використанні модернізованого ножа. В результаті було визначено, що економічна ефективність (ціни на 01.12.2017) на 1 тону м'яса гомілки курятини від впровадження модернізованого ножа для м'ясопобірювача складає 1832,04 грн. та для фаршу з суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1 становить 2069,7 грн.

Результат досліджень опрабовано та впроваджено у виробництво в закладах ресторанного господарства та м'ясопереробних підприємствах, а саме: ООО «СЕВЕН ГЛАС» (акт від 10.04.2013 р.), м. Київ; ООО «Магрис» (акт від 05.06.2013 р.), м. Київ; ООО «Данин Центр» (акт від 02.07.2013 р.), м. Київ; ООО «АМТТ Билдинг» (акт від 16.08.2013 р.), м. Київ. Сумарний економічний ефект від впровадження результатів роботи на вищезазначених підприємствах складає 266 тис. грн.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу досліджень процесу подрібнення м'яса курятини, результатів власних експериментальних досліджень, обґрунтовані та одержані важливі результати, які вирішують актуальну науково-практичну задачу по оптимізації процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини на основі комплексного показника якості. Сукупність одержаних нових даних дозволяє сформулювати наступні висновки та узагальнення.

1. Розроблено методику визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів процесу подрібнення м'яса курятини. Запропоновано задачу оптимізації, що полягає у визначенні конструктивно-технологічних параметрів, які забезпечують найкращі реологічні властивості фаршів з м'яса курятини та зниження енергоємності процесу подрібнення.

2. На основі комплексних досліджень зразків різних видів м'яса курятини визначено в'язкість, деформацію, вологозв'язуючу здатність, дисперсність та коефіцієнт неоднорідності досліджуваних зразків.

3. Встановлено, що дослідження в'язкості та деформації фаршів з м'яса курятини необхідно проводити при напруженні 50 Па. При інших величинах напруження відбувається руйнація структури фаршу, що не дозволяє визначити кінетичні криві деформації та в'язкості.

4. Встановлено вплив конструктивно-технологічних параметрів м'ясоподрібнювачів на показники якості фаршів. Визначено, що при зміні діаметру отворів від 4,5 до $3 \cdot 10^{-3}$ м деформація фаршів зменшується на 5 ... 10 %, однорідність фаршів збільшується на 5 ... 8 %, розмір м'ясних часток збільшується на 3 ... 5 %. Застосовуючи під час процесу подрібнення ножа з кутом нахилу кромки ножа від 60 до 90 градусів коефіцієнт неоднорідності фаршів зменшується від 3 до 6 %, в'язкість збільшується на 5 ... 6 %.

5. Встановлено вплив конструктивно-технологічних параметрів м'ясоподрібнюючого обладнання на енергетичні показники процесу подрібнення м'яса курятини. Визначено, що при подрібненні м'яса гомілки та суміші філе+м'ясо гомілки у співвідношенні 1:1 використання трьохлопатевого ножа зі сталим кутом нахилу кромки ножа зменшує енергоємність процесу подрібнення на 30...35%.

6. Вперше використано для узагальнення одиничних параметрів оптимізації процесу подрібнення м'яса курятини комплексний показник якості, який дозволив визначити оптимальні конструктивно-технологічні параметри процесу подрібнення різних видів м'яса курятини:

- для фаршу з філе курятини $n = 150$ об/хв, $d = 4,9 \cdot 10^{-3}$ м, $F = 14$ Н, $\alpha = 80^\circ$, який має комплексну оцінку 0,74, що відповідає оцінці «добре»;
- для фаршу з м'яса гомілки курятини $n = 150$ об/хв, $d = 5,3 \cdot 10^{-3}$ м, $F = 8,8$ Н, $\alpha = 30^\circ$ має комплексну оцінку 0,68, що відповідає оцінці «добре»;

- для фаршу з суміші філе+м'ясо гомілки курятини у співвідношенні 1:1 $n = 150$ об/хв, $d = 5,7 \cdot 10^{-3}$ м, $F = 13,2$ Н, $\alpha = 32^{\circ}$ та має комплексну оцінку 0,79, що відповідає оцінці «добре».

7. На основі багатокритеріальної задачі оптимізації запропоновано трьохлопатовий ніж зі сталим кутом нахилу ріжучої кромки ножа $\alpha=30^{\circ}$, який у порівнянні зі стандартним ножем покращує реологічні властивості фаршів та знижує енергоємність на 30...35%. Впровадження запропонованої конструкції ножа здійснено на ООО «СЕВЕН ГЛАС» (акт від 10.04.2013 р.), м. Київ; ООО «Магрис» (акт від 05.06.2013 р.), м. Київ; ООО «Данин Центр» (акт від 02.07.2013 р.), м. Київ; ООО «АМТТ Билдинг» (акт від 16.08.2013 р.), м. Київ. Сумарний економічний ефект від впровадження результатів роботи на вищезазначених підприємствах складає 266 тис. грн.

8. Розроблено проект нормативної документації ТУ У 15.1-02070938206:2015 «Фарш з м'яса курятини». Розрахункова економічна ефективність (ціни на 01.12.2017 р.) на 1 тону м'яса гомілки курятини – 1832,04 грн. та для суміші філе+м'ясо гомілки курятини – 2069,7 грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Іванова, Н. М. Новітні розробки технологічного обладнання для сучасних технологій переробки м'яса / Н. М. Іванова // Вісник Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського (серія «Технічні науки») : наук. журн. – Донецьк : ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2007. – № 1 (33). – С. 101-108. *(Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).*

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка статті до публікації.

2. Топольник, В. Г. До питання вибору робочого органу для подрібнення м'ясної сировини з низькими якісними характеристиками / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (серія «Технічні науки») : наук. журн. – Донецьк : ДонДУЕТ імені Михайла Туган-Барановського, 2008. – № 1 (37). – С. 110-116. *(Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).*

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка статті до публікації.

3. Топольник, В.Г. Обґрунтування системи показників якості процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини / В.Г. Топольник, Н.М. Іванова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (серія «Технічні науки») : наук. журн. – Донецьк : ДонДУЕТ імені Михайла Туган-Барановського, 2009. – № 1 (41). –

С. 106-112. *(Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).*

Особистий внесок: теоретичне обґрунтування системи показників якості процесу подрібнення м'ясної сировини з курятини, розробка ієрархічної структури властивостей процесу подрібнення і підготовка статті до публікації.

4. Топольник, В. Г. Обґрунтування експерименту для оптимізації процесу подрібнення м'яса курятини / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Наукові праці Одеської національної академії харчових виробництв (серія «Технічні науки»), 2009. – №35, том 2. – С. 126-129. *(Науково-теоретичний журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).*

Особистий внесок: обґрунтування плану експерименту по оптимізації процесу подрібнення м'яса курятини, підготовка статті до публікації.

5. Топольник, В. Г. Деформація фаршів під дією напруги / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (серія «Технічні науки») : наук. журн. – Донецьк : ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського, 2010. – № 1 (45). – С. 119-124. *(Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).*

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, обробка результатів досліджень, підготовка матеріалів до публікації.

6. Топольник, В. Г. Визначення оптимальних умов процесу подрібнення білого м'яса курятини (філе) для зменшення енергетичних показників процесу подрібнення / В. Г. Топольник, Н. М. Стукальська // Наукові праці Одеської національної академії харчових виробництв (серія «Технічні науки»), 2012. – №42, том 2. – С. 499-504. *(Науково-теоретичний журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України).*

Особистий внесок: експериментальні дослідження, статистична обробка результатів експерименту, підготовка матеріалів до публікації.

7. Топольник, В. Г. Методика комплексної кількісної оцінки якості процесу подрібнення червоного м'яса курятини / В. Г. Топольник, Н. М. Стукальська, О.В. Кузьмін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2012. – №42(183), ч. 1. – С. 281-286. *(Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України).*

Особистий внесок: розроблення методики комплексної кількісної оцінки якості подрібнення, статистична обробка результатів, підготовка матеріалів до публікації.

8. Топольник, В. Г. Математичне моделювання показників якості процесу подрібнення білого м'яса курятини (філе) / В. Г. Топольник, Н. М. Стукальська, О.В. Кузьмін // Збірник наукових праць Харківського державного університету харчування та торгівлі «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». – Харків, 2012. – Вип. 1(15). – С. 398-405. (*Науковий журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України*).

Особистий внесок: проведення розрахунків, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

9. Топольник, В. Г. Визначення оптимальних умов процесу подрібнення суміші білого і червоного м'яса курятини для збільшення вологов'язуючої здатності фаршів/ В. Г. Топольник, Н. М. Стукальська // Збірник наукових праць Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського «Обладнання харчових виробництв». – Донецьк, 2013. – Вип. 1(45). – С. 400-406. (*Тематичний збірник наукових праць включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України*).

Особистий внесок: експериментальні дослідження, статистична обробка результатів експерименту, підготовка матеріалів до публікації.

10. Стукальська, Н. М. Методика комплексної кількісної оцінки якості процесу подрібнення філе курятини // Збірник наукових праць SWorld. - Випуск 1. Том 9. Іваново, 2014. – С. 3-9. (*Міжнародне наукове видання; індексація РИНЦ*).

Особистий внесок: проведення розрахунків, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації

11. Стукальська, Н. М. Комплексна кількісна оцінка якості процесу подрібнення курятини // Сборник научных докладов «Научная и техническая информация в планировании и осуществлении научных исследований и реализации проектов». – Варшава, 2014. – Ч. 7. – С. 26-32. (*Збірник наукових доповідей; індексація РИНЦ*).

Особистий внесок: проведення розрахунків, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації

12. Стукальська, Н. М. Методика комплексної кількісної оцінки якості процесу подрібнення м'яса курятини / Н. М. Стукальська // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – Львів, 2015. - Т. 17, № 1(61). - С. 101-107. (*Науковий вісник включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з ветеринарних, сільськогосподарських та технічних наук*).

Особистий внесок: проведення розрахунків, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації

13. Топольник, В. Г. Кваліметрична оцінка технологічного обладнання / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Проблеми розвитку та упровадження систем управління якістю в регіоні : четверта наук.-практ. конф., 30 травня 2007 р. : тези доп. – Донецьк : ДонНТУ, 2007. – С. 157-162.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка до публікації.

14. Топольник, В. Г. Дослідження впливу конструктивних параметрів м'ясорубок на процес подрібнення м'яса / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 74-а наук.-практ. конф., 21-22 квітня. – 2008р. : тези доп. – Київ : НУХТ, 2008. – С. 241-242.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка тез до публікації.

15. Топольник, В. Г. Влияние конструктивных параметров мясорубок на степень измельчения мясного сырья / В. Г. Топольник, Н. Н. Иванова // Техника и технология пищевых производств : VI междунар. науч. конф., 24-25 апреля 2008 г. : тезисы докл. – Могилев, 2008. – С. 63.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка тез до публікації.

16. Топольник, В. Г. Вплив діаметру отворів решітки на деформацію фаршів з м'яса курятини / В. Г. Топольник, Н. М. Іванова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : збірний тез доповідей 76-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 19-20 квітня 2010 р. – К. : НУХТ, 2010. – С. 59.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел і підготовка тез до публікації.

17. Топольник, В. Г. Математическое моделирование процесса измельчения мяса курятины / В. Г. Топольник, Н. Н. Иванова // Техника и технология пищевых производств : VII междунар. науч. конф., 22-23 апреля 2010 г. : тезисы докл. – Могилев, 2010. – С. 75.

Особистий внесок: експериментальні дослідження, статистична обробка результатів експерименту, підготовка матеріалів до публікації.

18. Стукальська, Н. М. Вплив швидкості обертання приводного валу м'ясорубки на вологозв'язуючу здатність фаршів з м'яса курятини / Н. М. Стукальська // Перспективи розвитку м'ясної, молочної та оліє жирової галузей у контексті євроінтеграції: тези доп. IV Міжнар наук.-техн. конф. – К.: НУХТ, 2015 – С. 43.

Особистий внесок: експериментальні дослідження, статистична обробка результатів експерименту, підготовка матеріалів до публікації.

19. Stukalska, N. Optimization of the chicken raw meat chopping process based on a comprehensive quality index / Natalia Stukalska // Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution: Thesis add. 83

International scientific conference of young scientists and students. – K.: NUFT, 2017. С. 166.

Особистий внесок: математико-статистична обробка даних, визначення оптимальних умов проведення процесу подрібнення м'яса курятини, підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЯ

Стукальська Н. М. Оптимізація процесу подрібнення м'ясої сировини з курятини на основі комплексного показника якості. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2018.

Дисертацію присвячено оптимізації процесу подрібнення м'ясої сировини з курятини на основі комплексного показника якості. Визначено вплив конструктивно-технологічних параметрів обладнання для реалізації процесу подрібнення на показники якості фаршевих продуктів, а також на енергоспоживання процесу подрібнення.

В результаті досліджень встановлені оптимальні умови процесу подрібнення різних видів м'яса курятини, які гарантують відповідність фізико-хімічним вимогам НД, а також найкращі реологічні показники.

Оптимальні режими процесу подрібнення м'яса курятини обґрунтовані на підставі узагальненого параметра, для отримання якого були розроблені методичні питання комплексної кількісної оцінки якості. Отримана математична модель залежності комплексного показника, придатна для прогнозування якості фаршів, зменшення енергоспоживання й управління процесом подрібнення різних видів м'яса курятини.

Результати досліджень впроваджені у виробництво. Розроблено проект нормативної документації ТУ У 15.1-02070938206:2015 «Фарш з м'яса курятини».

Ключові слова: *курятини, фарш, м'ясоподрібнювач, реологічні властивості, вологозв'язуюча здатність, комплексна кількісна оцінка якості.*

ANNOTATION

Stukalska N.M. Optimization of grinding raw meat chicken in an integrated Quality Score. - Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.12 - processes and equipment of food, microbiological and pharmaceutical industries. - National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kiev, 2018.

The paper is devoted to the scientific task solution of the chicken raw meat chopping process optimizing by improving the rheological parameters of minced meat and reducing the energy consumption of the grinding process, based on theoretical and experimental research. To conduct an active experiment, an installation for optimizing quality indicators was developed.

Influence of the design parameters of the meat-chopper on the quality indicators of the minced meat, as well as on the energy intensity of the grinding process were experimental researched.

The influence of the inclination angle of the edges of knives and holes of knife grids on deformation, viscosity, dispersed composition, and the coefficient of heterogeneity of grinding were determined. The influence of the screw rotational speed and the feed force on the viscosity of minced meat, the moisture-binding capacity, and the energy intensity of the process were determined experimentally.

Based on the obtained dependences of the equipment design parameters influence for the implementation of grinding processes on the energy performance of these processes and the quality indicators of the minced meat, modernized cutting tools for the meat-grinder with sharp edges of the knives cutting edges were developed. Using of cutting tools with a sharp grinding angle and an angle of inclination of the knife edge of 30° in comparison with standard working elements allows to reduce the energy consumption of the grinding process by 30 ... 35% and extends the range of functionality of these shredders.

Rational parameters of grinding processes of different types of chicken meat were developed and justified.

It is established that the value of the complex quality index of minced meat from chicken meat is increased in accordance with the change in the speed of rotation of the screw, the diameters of the holes of the knife grate, the feed force of the raw material and the angle of inclination of the knife edge.

The chicken fillet stuffing has a complex score of 0,74, which corresponds to the evaluation of "good", provided that the screw speed is 150 rpm, the diameter of the grid holes is $4,9 \cdot 10^{-3}$ m, the feed force is 14 N and the angle Tilt of the edge of the knife - 80° .

Chicken drumstick minced meat provided that screw speed is 150 rpm, the diameter of the grid holes is $5,3 \cdot 10^{-3}$ m, the feed force is 8,8 N, the blade angle of the blade is 30° has a complex evaluation of 0,68, which corresponds to the assessment of "good".

The minced meat of the fillet mix + chicken drumstick 1:1 has the best rheological and physicochemical properties provided: screw speed is 150 rpm, the diameter of the grill holes is $5,7 \cdot 10^{-3}$ m, the feed force is – 13,2 N, the angle of the knife edge is 32° and has a complex score of 0,79, which corresponds to the "good" estimate.

Complex implementation of scientific developments into production by developing, manufacturing and approbation of the modernized working parts of the

meat-grinder in the production conditions of food enterprises and meat-processing shops were done. The results of the thesis are implemented at the enterprises of LLC "Dilemma", LLC "SEVEN GLAS", LLC "Magris, LLC" Danin Center ", LLC" AMTT Building "with a total economic effect of 266 thousand UAH.

The project of normative documentation TU U 15.1-02070938206: 2015 "Minced meat from chicken meat" is developed. Estimated economic efficiency (prices as of 01.12.2017). For 1 ton of chicken fillet is 2281.28 UAH., For chicken leg meat - 1832.04 UAH. and for a mixture of fillet + leg meat - 2069.7 UAH.

Key words: chicken, rheological properties, water binding capacity, a comprehensive quantitative assessment of the quality.