

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

На правах рукопису

МИХАЙЛОВ ВАЛЕРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СМАЖЕННЯ М'ЯСНИХ  
СІЧЕНИХ ВИРОБІВ

Спеціальність 05.18.12 - Процеси, машини та агрегати  
харчової промисловості

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового  
ступеня кандидата технічних наук

Харків 1994

АВ 29.988

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв Харківського інституту громадського харчування.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент, академік Української Академії наук національного прогресу ЧЕРЕВКО Олександр Іванович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор ПАХОМОВ Павло Леонідович  
кандидат технічних наук, доцент ПОПЕРЕЧНИЙ Анатолій Микитович

Провідна організація: Харківський м'ясокомбінат

Захист відбудеться "5" травня 1994 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.131.07.01 в Харківському інституті громадського харчування за адресою: 310051, м. Харків, вул. Клочківська, 333

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського інституту громадського харчування за адресою: 310051, м. Харків, вул. Клочківська, 333

Автореферат розісланий "4" квітня \_\_\_\_\_ 1994 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д.131.07.01, кандидат технічних наук, доцент

О.І.Червко

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00810500 (E)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В сучасних умовах важливим економічним завданням є прискорення науково-технічного прогресу на основі широкого використання досягнень науки у виробництві, підвищення якості продукції і продуктивності праці.

Серед основних технологічних процесів виробництва продуктів харчування важливе місце займає процес смаження м'ясних січених виробів. Вони характеризуються різноманітністю рецептур і технологій приготування, які відрізняються видом і сполученням м'ясних продуктів і наповнювачів.

Аналіз традиційних процесів під час виробництва м'ясних січених виробів виявив ряд істотних недоліків:

- недосконалість складу і технології паніровки /недостатня міцність зчеплення частин паніровочного шару з поверхнею продукту, що приводить до їх обсіпання, а також склеювання напівфабрикатів /;
- велика тривалість теплової обробки;
- значна втрата маси при тепловій обробці;
- зниження якості виробів за рахунок прилипання до поверхні для смаження;
- псування жиру при його нагріванні в тонкому шарі.

В цій ситуації проблема досконалення технологій і процесів смаження м'ясних січених виробів є актуальним завданням науки про процеси і апарати харчових виробництв. Актуальність і народногосподарське значення проблеми дало привід для вибору теми дисертації "Удосконалення процесу смаження м'ясних січених виробів".

Мета і завдання досліджень. На основі аналізу недоліків, притаманних традиційним процесам під час виробництва м'ясних січених виробів, сформульовані основна мета і завдання досліджень. Основна мета досліджень полягає в теоретичному й експериментальному дослідженні процесу смаження панірованих м'ясних січених виробів, удосконаленні апаратурного оформлення процесу.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати ряд взаємозв'язаних між собою завдань:

- дослідити вплив паніровки на тепло- і масообмін під час смаження м'ясних січених виробів;
- вивчити вплив паніровки і матеріалу поверхні для смаження на адгезійні властивості;
- дослідити стан вологості в м'ясних січених виробках;
- дослідити зміну жирів під час нагрівання їх у тонкому шарі;

- розробити нові технології виробництва м'ясних січених виробів з різними наповнювачами та їх паніровки;
- вивчити хімічний склад і харчову цінність м'ясних січених виробів, виготовлених за новою технологією;
- на базі одержаних даних розробити конструкції нових апаратів для смаження м'ясних січених виробів;
- впровадити результати досліджень у практику.

Наукова новизна роботи полягає в:

- теоретичному та експериментальному обґрунтуванні впливу паніровки на тепло- і масообмінні процеси;
- вивченні впливу матеріалу поверхні для смаження і паніровки на адгезійні властивості м'ясних січених виробів;
- вивченні впливу матеріалу поверхні для смаження на хімічні зміни жирів, які нагріваються в тонкому шарі;
- розробці і дослідженні способів підвищення якості м'ясних січених виробів;
- комплексному дослідженні фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей м'ясних січених виробів.

Практична цінність роботи полягає в:

- раціональному використанні м'ясних ресурсів, що дозволяє розширити асортимент м'ясних січених виробів з наповнювачами;
- розробці нових видів паніровки м'ясних січених виробів;
- розробці конструкцій сковороди для смаження м'ясних виробів без жиру і обладнання для теплового оброблення харчових продуктів.

Апробація роботи. Результати роботи обговорювалися і одержали схвалення на:

- Всесоюзній науковій конференції "Проблеми впливу теплової обробки на харчову цінність продуктів харчування" /Львів, 1990 р/;
- наукових конференціях професорсько-викладацького складу Харківського інституту громадського харчування /1990...1993 рр/;
- неодноразових дегустаціях робітниками м'ясної промисловості і масового харчування / м. Львів, Київ, 1990...1993 рр./.

Публікації. Результати роботи знайшли відображення у 8 публікаціях, у тому числі одержано одне авторське свідоцтво і один патент на винахід.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури і додатків. Робота викладена на 187 сторінках машинописного тексту, містить 23 таблиці, 24 малюнки. Список літератури включає 150 джерел.

на захист виносяться:

- теоретичні та експериментальні дослідження впливу паніровки на тепло- і масообмінні процеси;
- нові апарати для смаження харчових продуктів;
- результати досліджень впливу матеріалу поверхні для смаження на хімічні зміни жирів і адгезійні властивості;
- нові технології панірованих м'ясних січених виробів.

### ЗМІСТ РОБОТИ

У вступній частині з'ясована актуальність теми дисертаційної роботи.

В першому розділі проаналізовані технології виробництва м'ясних січених виробів у масовому харчуванні і харчовій промисловості, їх фізико-хімічні властивості, технологічна суть процесу смаження і тепло-масообмінні процеси, які відбуваються при його проведенні, а також конструкції апаратів для смаження. Встановлено, що процес смаження м'ясних січених виробів відбувається за складними тепло- і масообмінними закономірностями і нині є маловивченим. Існуючі технології виробництва м'ясних січених виробів і апарати, які використовуються для їх смаження, мають ряд істотних недоліків, що сприяють зниженню їх якості. Аналіз фізико-хімічних властивостей м'ясних січених виробів дозволив визначити основні напрямки по удосконаленню їх технології і апаратурного оформлення, спрямовані на підвищення якості готової продукції. На основі огляду літератури сформульовані основна мета і часткові завдання досліджень.

В другому розділі охарактеризовані матеріали і методи досліджень, дані методики проведення досліджень і розглянуті експериментальні установки. Матеріалами досліджень були: напівфабрикати котлет січених, які приготовлені за традиційними і запропонованими рецептурами і технологіями, а також готові вироби з них; свиний топлений жир; рафіноване рослинне масло; різні види конструкційних матеріалів поверхні для смаження / чавун СЧ-15, нержавіюча сталь марки ІХХ17, сталь марки Ст.3, алюміній АД1М, залізо луджане харчовим оловом ОІ, фторопласт-4 /.

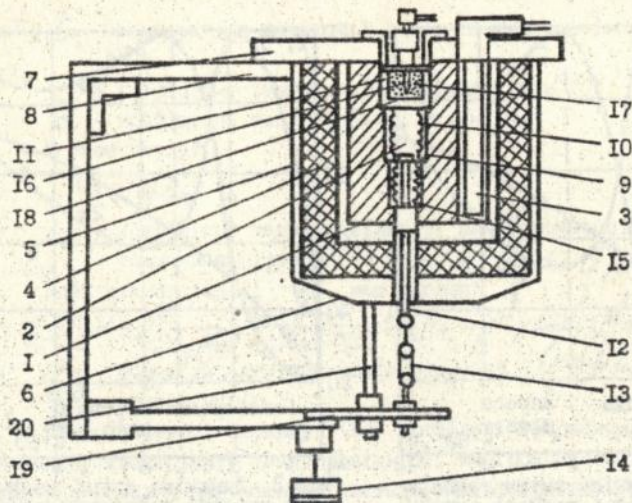
Органолептична оцінка проводилася за модифікованою методикою Д.С.Тільгнера; вміст сухих речовин - ваговим методом; білка - за методом К'ельдаля; ліпідів - метанол-хлороформним методом; золи - мінералізацією навіски за загальноприйнятою методикою; кальцію і магнію - трилонометричним методом; калію і натрію - фотометричним методом; заліза, кобальту, фосфору - колориметричним мето-

дом; цинку, міді, марганцю - атомно-абсорбційною спектрофотометрією; сірки - ваговим методом по Бенедикту-Денісу; тіаміну - флюорометричним методом; рибофлавіну - методом прямої флюометрії; ніацину - колориметричним методом; вітаміну Е - азотнокислим методом; свинцю - по ГОСТ 26932-86; кадмію - по ГОСТ 26933-86; амінокислотний склад білків - на автоматичному аміноаналізаторі ААА-884; жирнокислотний склад - в газорідному хроматографі "Хром-5"; хімічні зміни жирів - по окисним і гідролітичним змінам титруванням. Ступінь подрібнення м'яса визначали методом гравітаційного осідання частинок. Структурно-механічні властивості оцінювали за ступенем penetрації на пенетрометрі ПМД. Температуру вимірювали за допомогою хромель-копелевих термопар з діаметром електродів  $5 \cdot 10^{-3}$  м. Для дослідження адгезійних властивостей був сконструйований на основі аналітичних терезів адгезіометр, в якому замість лівої чаші підвішується спеціально сконструйоване пристосування, яке складається із змінних металевих пластин, прикріплених до блоку електронагрівників.

Стан вологи у виробх вперше було вивчено ділатометричним методом, застосованим на дослідженні об'ємних ефектів, викликаних зміною температури. На мал. 1 зображений ділатометричний блок, який є основним вузлом експериментальної установки. Робота ділатометра оснований на тому, що в процесі заморожування зразка, який вміщений у вимірювальну капсулу, проходить зміна його об'єму, викликана фазовим переходом вологи, яка міститься в ньому. Зміна об'єму приводить до стиснення сильфонної вставки і вертикального переміщення з'єднаної з нею тяги, яке реєструється датчиком лінійних переміщень, що дозволяє провести розрахунок змін об'єму досліджуваного зразка в різних температурних інтервалах. По зміні об'єму при криоскопічній температурі і в більш низькому температурному інтервалі можна робити висновок про співвідношення вільної та зв'язаної вологи. При цьому для визначення вмісту води виведена наступна залежність:

$$m = \frac{S_{эф} \cdot \Delta h \cdot \rho_k}{(\rho_w / \rho_l) - 1}, \text{ кг} \quad (1)$$

де  $S_{эф}$  - площа ефективного січення сильфонної вставки,  $\text{м}^2$ ;  
 $\Delta h$  - зміна висоти сильфонної вставки під час заморожування зразка, м;  
 $\rho_w, \rho_l$  - відповідно щільність води і льоду,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

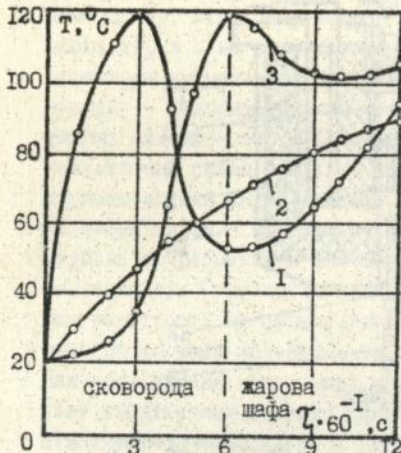


Мал. 1. Будова ділатометричного блоку:

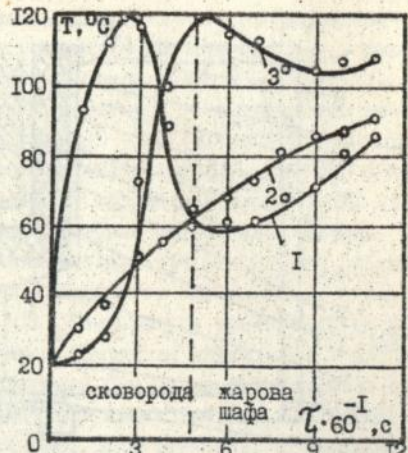
1 - мідний теплообмінник; 2 - ділатометрична комірка; 3 - електричний нагрівник; 4 - теплоізоляція; 5 - металевий кожух; 6, 7 - нижній і верхній фланці; 8 - опорна плита; 9 - металевий циліндр; 10 - сифонна вставка; 11 - вимірювальна капсула; 12 - тяга; 13 - шарніри; 14 - система навантаження; 15 - ділатометрична рідина; 16 - датчик температури; 17 - досліджувальний зразок; 18 - гумова мембрана; 19 - підойма; 20 - аретир.

В третьому розділі подані результати теоретичних і експериментальних досліджень процесу смаження. Важливе місце в праці займає дослідження впливу паніровки на тепло- і масоперенесення під час смаження м'ясних січених виробів. При цьому використовувалися наступні види паніровок: 1 варіант - паніровочні сухарі; 2 варіант - пшеничне борошно; 3 варіант - суміш паніровочних сухарів і пасерованого при температурі 120 °С пшеничного борошна в співвідношенні 1:1; 4 варіант - суміш паніровочних сухарів і пасерованого при температурі 120 °С пшеничного борошна в співвідношенні 1:1 з наступною обробкою напівфабрикатів гострим паром протягом 20...25 с. і витриманням при кімнатній температурі протягом 5...10 хв.

Результати досліджень теплоперенесення у виробх з першими трьома варіантами паніровок не дозволили виявити істотної різниці і показані на мал. 2 по середніх результатах. На мал. 3 показані результати досліджень теплоперенесення у виробх з паніровкой по 4 варіанту.



Мал.2. Динаміка зміни температури котлети в процесі смаження - паніровки 1, 2, 3 варіант /1, 3 - поверхня, 2 - центр/



Мал.3. Динаміка зміни температури котлети в процесі смаження - паніровка 4 варіант /1, 3 - поверхня, 2 - центр/

Як видно з мал. 2 і 3 смаження на відкритій гріючій поверхні приводить до створення великої нерівномірності температурного поля на поверхні і в середині продукту. Прогрівання верхнього шару в виробках з паніровкой по 4 варіанту проходить більш інтенсивніше і скорочується приблизно на 30 с. Це сприяє також більш швидкому прогріванню внутрішніх шарів і скороченню тривалості теплової обробки в середньому на 8 %. Це пояснюється досить високою теплопровідністю паніровки 4 варіанту, що сприяє зниженню термічного опору.

Для підтвердження сказаного вище пропозиції розглянуто рішення крайової задачі нестационарної теплопровідності у напівфабрикаті в процесі смаження для II першої стадії, тобто до перевертання, бо на цій стадії початковий розподіл температури в продукті є рівномірним, зміну теплофізичних властивостей продукту ще можна вважати незначною, а тепловіддачу з протилежної поверхні можна не враховувати в зв'язку з малою різницею температур.

Прийнявши спрощені допущення /напівфабрикат є пластина товщиною  $\delta$ , в якій перенесення теплоти проходить тільки в одному напрямі - упродовж осі X/, крайова задача нагрівання напівфабрикату формується таким чином:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}, \quad 0 \leq \tau \leq \tau_1, \quad 0 \leq x \leq \delta, \quad t(x, 0) = t_0 = t_f, \quad (2)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{a}{\lambda} [t_c - t(0, \tau)], \quad \frac{\partial t}{\partial x} \Big|_{x=\delta} = 0,$$

де  $t_b, t_c$  - температура повітря і поверхні для смаження відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\alpha$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\lambda$  - коефіцієнт тепловіддачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

У свою чергу:

$$\alpha = \lambda / \delta_n \quad (3)$$

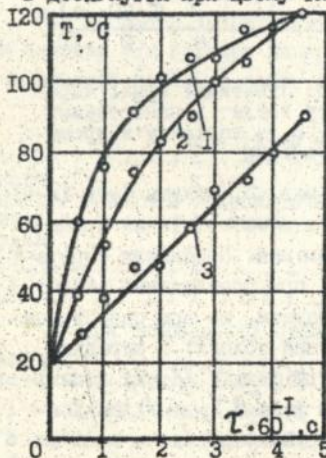
де  $\lambda_n$  - коефіцієнт теплопровідності паніровочного шару,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  
 $\delta_n$  - товщина паніровочного шару,  $\text{м}$  ( $\delta_n \ll \delta$ ).

Розв'язання задачі (2) має вигляд:

$$\theta = \frac{t_c - t(x, \tau)}{t_b - t_c} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n} \cos \mu_n \left( \frac{\delta - x}{\delta} \right) \cdot \exp(-\mu_n^2 F_0) \quad (4)$$

де  $\mu_n$  - корні характеристичного рівняння  $(\text{ctg } \mu = \frac{\mu}{\text{Bi}})$ ;  
 $\text{Bi} = \frac{\lambda \cdot \delta}{\alpha \cdot b}$  - критерій Біо.

Використовуючи формулу (4) проведені теоретичні дослідження впливу коефіцієнту теплопровідності паніровочного шару  $\lambda_n$  на темп прогрівання центральної частини напівфабрикату /при  $X = \frac{\delta}{2}$ / на першій стадії процесу смаження, які добре узгоджуються з експериментальними результатами, що наведені вище і підтверджують припущення про визначну роль теплопровідності паніровочного шару в досягнутій при цьому інтенсифікації процесу смаження.

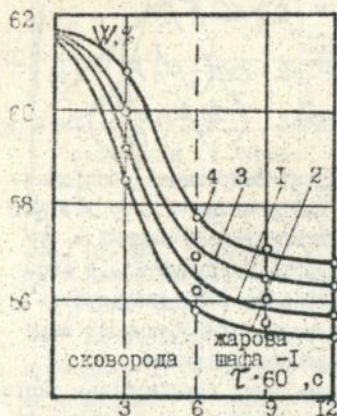


Мал. 4. Динаміка зміни температури при двобічному обсмажуванні котлет - 1, 2 - відповідно нижня і верхня поверхні; 3 - центр

Одним з можливих шляхів більш раціонального використання тепла й інтенсифікації процесу є забезпечення двобічного підводу тепла. На мал. 4 подані результати досліджень зміни температури у виробках, нагрівання яких здійснювалося від поверхні для смаження та ІЧ-нагрівників, що установлені в кришці обладнання, які забезпечували щільність теплового потоку  $8000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . Одержані дані свідчать про скорочення часу доведення виробів до готовності на 62,5 %. При цьому вихід виробів підвищується на 6,5 %, що обумовлено зустрічним напрямком потоків тепла і вологи, а також скороченням тривалості теплової обробки.

Вихід готової продукції, втрата харчових речовин в основному визначається процесами масоперенесення. При досліджен-

ні зміни вологості і жирності котлет в процесі смаження /мал.5, 6/ встановлено, що з видів паніровок, які тут розглядаються, найкращі волого- і жиротримуючі властивості має паніровка 4 варіанту. Її використання сприяє підвищенню виходу виробів на 2,4...3,2% що пояснюється досить високою міцністю даного паніровочного покриття, яке формується за рахунок набухання зволоженої паніровки і заповнення порот, які є між частинками.



Мал.5. Кінетичні криві вологості котлет з паніровками 1, 2, 3, 4 варіанту в процесі смаження



Мал.6. Кінетичні криві жирності котлет з паніровками 1, 2, 3, 4 варіанту в процесі смаження

Залежності  $W(\tau)$ , які наведені на мал. 5, можуть бути інтерпретовані на основі ідеалізованої картини масообмінних процесів у напівфабрикаті при даних умовах смаження. Приймавши спрощені допущення, аналогічні тим, що прийняті при розгляданні задачі нестационарної теплопровідності, можна вважати, що при односторонньому нагріванні буде мати місце перенесення вологи: в середині продукту - механізмом термодифузії в рідкій фазі / $J_{vol}$ /; в паніровочному шарі - шляхом дифузії в рідкій фазі / $J_{lip}$ /; на зовнішній поверхні паніровочного шару - випаруванням вологи в сб'єм апарату для смаження / $J_{out}$ / . При квазістационарному характері процесу зменшення вологи в продукті всі три величини потоків вологи однакові:  $J_{vol} = J_{lip} = J_{out}$ . В цьому випадку швидкість зменшення маси вологи з часом може бути представлена виразом:

$$-\frac{d m_0}{d \tau} = \gamma_{\text{вун}} = \text{const.} \cdot \exp \left[ \frac{\Delta H_{\text{вун}}}{R} \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right] = \text{const.} \cdot e^{-\frac{\Delta H_{\text{вун}}}{RT}} \quad (5)$$

де  $\Delta H_{\text{вун}}$  - ентальпія випаровування, кал/моль;  
 $R$  - універсальна газова постійна, кал/(моль·К).

Для швидкості зміни вологості продукту з часом одержуємо:

$$-\frac{dW}{d\tau} = \text{const.} \cdot \exp \left( -\frac{\Delta H_{\text{вун}}}{RT} \right) = K_n \cdot \exp \left( -\frac{\Delta H_{\text{вун}}}{RT} \right) \quad (6)$$

де  $K_n$  - коефіцієнт, який залежить від властивостей паніровочного шару,  $\text{с}^{-1}$ .

Після приведення залежності (6) до лінійного виду шляхом логарифмування і відповідної побудови вказаних залежностей за даними мал. 5 з використанням методу графічного диференціювання, а також наведених вище залежностей температури від часу для відкритої поверхні напівфабрикату одержані чисельні значення  $K_n$ . Для паніровки 4 варіанту  $K_n \approx 400 \text{ с}^{-1}$ . Це нижче, ніж для інших паніровок, що стверджує висловлену вище пропозицію. Таким чином, властивості паніровочного шару кількісно характеризуються значеннями двох параметрів -  $\lambda_n$  і  $K_n$ , які можуть бути використані для порівняння різних технологій паніровки.

При смаженні негативний вплив на якість виробів має адгезія, яка виникає між гришкою поверхнею і продуктом. Результати досліджень адгезії подані в табл. 1 і на мал. 7.

Таблиця 1

Адгезійний тиск, Па						
Зразки з паніровок варіанту №	Алюміній	Нержавіюча сталь	Сталь-3	Чавун	Луджене залізо	
1	2	3	4	5	6	
при температурі субстрата 20 °C						
Котлетна маса	146±3,60	140±3,50	184±4,60	136±3,40	130±3,30	
1	2,0±0,05	0,6±0,02	1,0±0,02	0,6±0,02	0,3±0,01	
2	16,0±0,40	12,0±0,35	28,0±0,74	8,0±0,20	7,0±0,20	
3	2,8±0,07	1,2±0,03	4,0±0,10	0,8±0,02	0,5±0,01	
4	1,8±0,05	1,0±0,05	2,0±0,05	0,7±0,02	0,3±0,01	
при температурі субстрата 100 °C						
Котлетна маса	314±7,9	320±8,0	360±9,0	330±8,3	260±6,6	

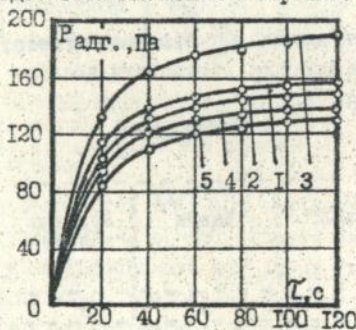
Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
1	235 $\pm$ 5,9	190 $\pm$ 4,8	235 $\pm$ 5,9	189 $\pm$ 4,8	176 $\pm$ 4,4
2	316 $\pm$ 7,9	270 $\pm$ 6,8	310 $\pm$ 7,8	260 $\pm$ 6,5	188 $\pm$ 4,7
3	244 $\pm$ 6,1	256 $\pm$ 6,4	282 $\pm$ 7,0	240 $\pm$ 6,0	170 $\pm$ 4,3
4	235 $\pm$ 5,9	240 $\pm$ 6,0	230 $\pm$ 5,8	245 $\pm$ 6,1	216 $\pm$ 5,4

при температурі субстрата 200 °C

Котлетна маса	1	2	3	4	5	6
	255 $\pm$ 6,4	235 $\pm$ 5,9	290 $\pm$ 7,3	270 $\pm$ 6,8	235 $\pm$ 5,9	
1	137 $\pm$ 3,4	120 $\pm$ 3,0	196 $\pm$ 4,9	170 $\pm$ 4,3	143 $\pm$ 3,6	
2	162 $\pm$ 1,6	168 $\pm$ 1,2	220 $\pm$ 5,5	184 $\pm$ 4,6	157 $\pm$ 3,9	
3	170 $\pm$ 4,3	180 $\pm$ 4,5	230 $\pm$ 5,8	196 $\pm$ 4,9	104 $\pm$ 2,6	
4	130 $\pm$ 3,3	182 $\pm$ 4,6	196 $\pm$ 4,9	164 $\pm$ 4,1	140 $\pm$ 3,5	

З даних табл. 1 видно, що паніровочний шар сприяє значному зниженню адгезії між продуктом і металевою поверхнею. Найкращі антиадгезійні властивості відмічені у паніровок 1 та 4 варіантів, найгірші - у 2 варіанті, що пов'язано з високою клейстеризуючою здібністю пшеничного борошна. Із конструкційних матеріалів найкращі антиадгезійні властивості має лужене залізо і чавун, найгірші - сталь-3. Встановлено, що при контактній температурі 200 °C величина адгезійного тиску нижче, ніж при 100 °C, що пов'язано, напевно, з більш інтенсивним витопленням жиру при досить високій температурі і зникненням хімічних зв'язків.



Мал. 7. Динаміка міцності адгезії котлетної маси до пластин: з алюмінію/1/, нержавіючої сталі/2/, сталі-3/3/, чавуна/4/, луженого заліза/5/ при тиску попереднього контакту  $P = 240$  Па і температурі 200 °C

Аналіз динаміки міцності адгезії /мал. 7/ показує, що найбільший ріст міцності адгезії спостерігається в перші 20 с, що пов'язано з формуванням площі контакту. Після 60 с міцність адгезії практично не змінюється.

Проведені дослідження по виявленню впливу наповнювачів і способів подрібнення м'яса на стан вологи і вихід готових виробів. Результати досліджень стану вологи подані в табл. 2.

Таблиця 2

## Стан вологи в котлетах і м'ясних фаршах

назва виробів	:Кількість вільної води, %	: Кількість зв'язаної води, %
Котлети:		
з хлібом	66,0±0,6	34,0±0,4
з пшеничним борошном	59,3±0,6	40,7±0,4
з гречневим борошном	48,3±0,5	51,7±0,5
з борошном із квасолі	56,3±0,5	43,7±0,5
М'ясні фарші, одержані при подрібненні м'яса в:		
околюженому стані	62,5±0,6	17,5±0,2
підмороженому до температури -3...-4 °C стані	76,6±0,7	23,4±0,2

Отже, використання круп'яних наповнювачів, які мають крохмаль у нативному стані, приводить до підвищення водозв'язувальної здатності м'ясних фаршів. Це зв'язано з більшою високою гідрофільністю нативного крохмалю. Подрібнення м'яса на вовчку в підмороженому стані також сприяє підвищенню водозв'язувальної здатності м'ясного фаршу, що обумовлено більшим ступенем його подрібнення /як показали дослідження в середньому на 12 %/. Результати досліджень втрапи маси виробів при теплової обробці показали, що використання круп'яних наповнювачів, які мають нативний крохмаль, дозволяє підвищити вихід виробів на 4,1...7,3 %, а подрібнення м'яса в підмороженому стані - на 4,9...6,0 %.

Проведені дослідження впливу матеріалу поверхні для смаження на зміну жирів при їх нагріванні тонким шаром, результати яких подані в табл. 3.

Встановлено, що більші інтенсивні зміни жирів виникають на чавунній поверхні, менш інтенсивні - на поверхні з нагріваючої сталі і, нарешті, на алюмінієвій з фторопластовим покриттям. Частково, це пов'язано з тим, що захисні покриття, які утворені на металевій поверхні, перешкоджають контакту жиру з металами, які в активних каталізаторами окислення жирів. Одержані результати свідчать про істотні якісні зміни жирів за невеликий проміжок часу, на що надає вплив не тільки матеріал поверхні для смаження, а й велика нерівномірність її температурного поля, велика штовхаюча сила контакту жиру з нагрітою поверхнею і повітрям. Це викликає необхідність розробки нових апаратів для смаження виробів без використання жиру.

Таблиця 3

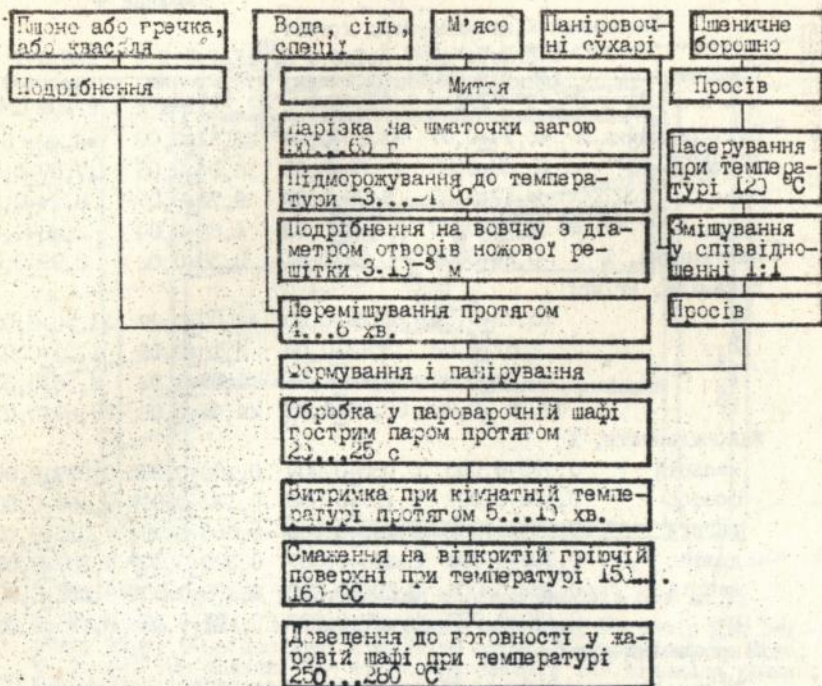
Зміна жирів при нагріванні в тонкому шарі

Час на- гріван- ня, хв.	Масло рослинне, $t = 160^{\circ}\text{C}$			Жир свиний, $t = 180^{\circ}\text{C}$		
	Чавун	нержавію- ча сталь	Галюміній : з фторо- : пластовим: : покриттям	Чавун	нержавію- ча сталь	алюміній : з фторо- : пластовим: : покриттям
	Кислотне число, мг КОН					
0	0,40±0,02	0,40±0,02	0,40±0,02	0,51±0,03	0,51±0,03	0,51±0,03
15	0,48±0,02	0,47±0,02	0,41±0,02	0,59±0,03	0,54±0,03	0,53±0,03
30	0,59±0,03	0,50±0,03	0,43±0,02	0,81±0,04	0,74±0,04	0,75±0,04
45	0,65±0,03	0,60±0,03	0,51±0,03	1,16±0,05	1,03±0,06	0,92±0,05
60	0,80±0,04	0,73±0,04	0,58±0,03	1,42±0,07	1,33±0,07	1,23±0,06
	Перекисне число, % $J_2$					
0	0,07±0,01	0,07±0,01	0,07±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01
15	0,08±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01	0,32±0,02	0,16±0,01	0,24±0,01
30	0,10±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01	0,52±0,03	0,21±0,01	0,31±0,02
45	0,12±0,01	0,12±0,01	0,11±0,01	0,63±0,03	0,29±0,02	0,36±0,02
60	0,13±0,01	0,13±0,01	0,13±0,01	0,75±0,04	0,37±0,02	0,39±0,02

В четвертому розділі наведена нова технологічна схема виробництва панірованих м'ясних січених виробів /мал. 8/, яка розроблена на основі приведених вище результатів досліджень. Її відмінні особливості такі: як наповнювачі використовуються подрібнене шпоно, або гречка, або квасоля; подрібнення м'яса на вовчку виробляється в підмороженому до температури  $-3...-4^{\circ}\text{C}$  стані; паніровка напівфабрикатів проводиться в суміші паніровочних сухарів і прогрітого при температурі  $120^{\circ}\text{C}$  пшеничного борошна у співвідношенні 1:1, після чого проводиться обробка напівфабрикатів протягом 20...25 с гострим паром і витримування їх при кімнатній температурі протягом 5...10 хв. При цьому паніровка щільно і рівномірно покриває основний продукт, не обсыпається і не склеє напівфабрикати між собою.

Дослідження структурно-механічних властивостей м'ясних фаршів із даними наповнювачами дозволили запропонувати конкретні рецептури. Був вивчений хімічний склад запропонованих виробів, який поданий у табл. 4.

Аналіз хімічного складу запропонованих виробів свідчить про високий вміст сухих речовин, білка, вітамінів, мінеральних речовин, а також всіх незамінних амінокислот, що характеризує їх високу харчову і біологічну цінність.



Мал. 8. Технологічна схема виробництва панірованих м'ясних січених виробів

У 1'ятому розділі подано опис нових конструкцій розроблених нами апаратів для смаження. Сковорода для смаження м'ясних виробів без жиру /мал.9/ розроблена з метою інтенсифікації процесу і збереження якості жиру. Вона має такі відмінні особливості:

- дните чаши, покриті шаром фторопласту, виконане з ухилом до центру, де є канавка й отвір для стікання жиру в жировідстійник. Це забезпечує збереження якісних показників жиру, який виділяється при смаженні виробів, виключає його додаткові витрати;

- на герметично закриваючій кришці встановлені 14-нагрівники з індивідуальними відбивачами. Це забезпечує двобічний підвід тепла і смаження виробів під надлишковим тиском, обумовленим випаровуванням вологи, яка виділяється з продуктів.

Розроблені технічні вимоги до сковороди, при її проектуванні сформульовано технічне завдання та виконані необхідні розрахунки.

Порівняльні техніко-експлуатаційні і техніко-економічні показники сковороди СССМ-0,2 та сковороди для смаження м'ясних виробів

Таблиця 4

Загальний хімічний склад котлет				
Показники	Котлета по :36 рец. №55 : /контроль/	Котлета з : пшоняним : борошном	Котлета з : гречаним : борошном	Котлета з : квасолевим : борошном
Сухі речовини, %	42,94 $\pm$ 0,07	43,80 $\pm$ 0,09	43,31 $\pm$ 0,09	44,42 $\pm$ 0,08
Вілок, %	16,20 $\pm$ 0,05	16,36 $\pm$ 0,05	16,54 $\pm$ 0,06	17,07 $\pm$ 0,06
Жир, %	8,17 $\pm$ 0,06	9,79 $\pm$ 0,07	9,72 $\pm$ 0,07	8,14 $\pm$ 0,06
Зола, %	1,70 $\pm$ 0,03	1,80 $\pm$ 0,03	1,88 $\pm$ 0,04	2,26 $\pm$ 0,05
Клітковина, %	0,24 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,01	0,30 $\pm$ 0,02	0,99 $\pm$ 0,03
Вітаміни, мг/кг:				
Е	15,75 $\pm$ 0,04	26,25 $\pm$ 0,05	42,00 $\pm$ 0,07	31,50 $\pm$ 0,06
В <sub>1</sub>	1,87 $\pm$ 0,03	3,12 $\pm$ 0,04	2,18 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,02
В <sub>2</sub>	0,78 $\pm$ 0,01	0,78 $\pm$ 0,01	1,57 $\pm$ 0,02	2,36 $\pm$ 0,03
РР	54,35 $\pm$ 0,08	60,87 $\pm$ 0,09	24,45 $\pm$ 0,06	29,89 $\pm$ 0,07
Макроелементи, %				
кальцій	0,095 $\pm$ 0,005	0,085 $\pm$ 0,004	0,100 $\pm$ 0,005	0,097 $\pm$ 0,005
фосфор	0,175 $\pm$ 0,009	0,157 $\pm$ 0,008	0,192 $\pm$ 0,009	0,166 $\pm$ 0,008
магній	0,027 $\pm$ 0,002	0,030 $\pm$ 0,002	0,063 $\pm$ 0,004	0,035 $\pm$ 0,003
калій	0,338 $\pm$ 0,008	0,256 $\pm$ 0,007	0,300 $\pm$ 0,007	0,337 $\pm$ 0,008
натрій	0,182 $\pm$ 0,006	0,204 $\pm$ 0,007	0,178 $\pm$ 0,005	0,232 $\pm$ 0,009
сірка	0,156 $\pm$ 0,007	0,167 $\pm$ 0,007	0,191 $\pm$ 0,008	0,175 $\pm$ 0,008
Мікроелементи, мг/кг:				
мідь	сл.	сл.	сл.	0,242 $\pm$ 0,007
кобальт	0,040 $\pm$ 0,002	0,021 $\pm$ 0,001	0,028 $\pm$ 0,001	0,043 $\pm$ 0,002
марганець	0,302 $\pm$ 0,007	0,274 $\pm$ 0,005	0,897 $\pm$ 0,009	0,977 $\pm$ 0,009
цинк	9,732 $\pm$ 0,009	11,000 $\pm$ 0,009	14,720 $\pm$ 0,010	17,000 $\pm$ 0,010
залізо	11,020 $\pm$ 0,050	12,710 $\pm$ 0,060	14,060 $\pm$ 0,070	11,860 $\pm$ 0,050
свинець	0,059 $\pm$ 0,003	0,043 $\pm$ 0,002	0,043 $\pm$ 0,002	0,051 $\pm$ 0,005
кадмій	0,008 $\pm$ 0,001	0,010 $\pm$ 0,001	0,012 $\pm$ 0,001	0,013 $\pm$ 0,001

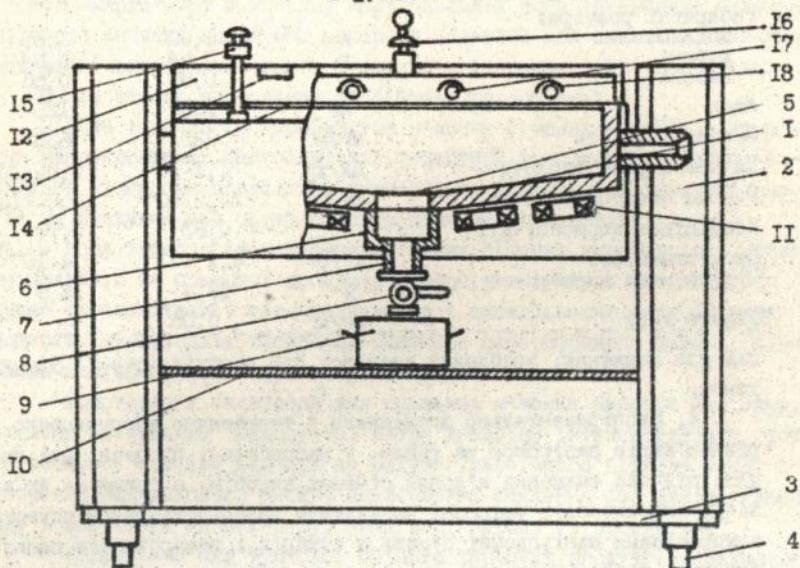
без жиру наведені в табл. 5.

В розділі описано також розроблене з метою поширення технологічних можливостей устаткування обладнання для теплової обробки харчових продуктів. Воно призначене для приготування широкого асортименту кулінарних виробів: рідких і напіврідких блюд; шашликів; м'ясних січених виробів; борошняних кондитерських виробів.

В роботі відображені дані про соціально-економічну ефективність досліджень.

#### В И С Н О В К И

1. На основі аналізу недоліків, які властиві технологіям приготування м'ясних січених виробів, технологіям їх паніровки, апарату-



Мал. 9. Сковорода для смаження м'ясних виробів без жиру:

1- чаша; 2- тumba; 3- зварена рама; 4- ніжки; 5- отвір для сті-  
 нання жиру; 6- відстійник для збиру жиру; 7- патрубок; 8- кран;  
 9- бачок; 10- полиця; 11- електронагрівачі; 12- відкидна кришка;  
 13- ручка; 14- гумова прокладка; 15- притисуючі болти; 16- па-  
 ровий клапан; 17-14-нагрівники; 18- індивідуальні відбивачі

Таблиця 5

Порівняльні техніко-експлуатаційні і техніко-економічні  
 показники сковорода СЕСМ-0,2 та сковорода для смаження

Показники	м'ясних виробів без жиру		Сковорода	
	Одиниця вимірюван- ня	СЕСМ-0,2	для смаження м'я- них виробів без жиру	
Площа завантажуючої чаші	м <sup>2</sup>	0,2	0,2	
Повна місткість чаші	дм <sup>3</sup>	36	25	
Потужність:				
в період розігріву	Вт	6 · 10 <sup>3</sup>	5,1 · 10 <sup>3</sup>	
при стаціонарному періоді	Вт	4,5 · 10 <sup>3</sup>	4,0 · 10 <sup>3</sup>	
Співвідношення потужності за ступенями нагріву	-	4:3:1	5:2	
напруга	В	360/220	360/220	
Час розігріву до робочої тем- ператури	хв.	20	20	

	1	2	3	4
Габаритні розміри:				
довжина	м		1,05	1,05
ширина	м		0,84	0,84
висота	м		0,86	0,86
Маса	кг		185	126
Метадомісткість	кг/м <sup>2</sup>		925	630
Питома втрата теплоти	Дж/кг		1,1 · 10 <sup>6</sup>	0,56 · 10 <sup>6</sup>
Питома енергомісткість	Вт/м <sup>2</sup>		22,5 · 10 <sup>3</sup>	20,2 · 10 <sup>3</sup>
Коефіцієнт корисної дії			0,63	0,70
Продуктивність	кг/с		4,1 · 10 <sup>-3</sup>	5,4 · 10 <sup>-3</sup>
Втрата маси виробами	%		19,4	12,9
Витрата жиру	кг/кг		0,06	-

там для смаження, зроблений висновок про необхідність їх удосконалення.

2. Експериментально досліджено і теоретично обґрунтовано вплив різних видів паніровок на тепло- і масообмінні процеси, які проходять під час смаження м'ясних січених виробів, а також на їх адгезійні властивості. Одержані результати дозволяють рекомендувати для використання паніровочні суміші з сухарів і пасерованого пшеничного борошна, зволожені паром, які сприяють збільшенню виходу виробів на 2,4...3,2 %, скороченню тривалості теплової обробки на 8 % і мають високі антиадгезійні властивості.

3. Досліджено вплив матеріалу поверхні для смаження, температури і часу контакту на величину адгезії м'ясних січених напівфабрикатів, в результаті чого встановлено:

- найкращі антиадгезійні властивості з досліджуваних матеріалів мають дужене залізо і чавун, найгірші - сталь-3;

- для зниження адгезії при смаженні м'ясних січених виробів доцільно напівфабрикати класти на попередньо розігріту до температури 150...160 °C поверхню;

- найбільший ріст міцності адгезії спостерігається в перші 20 с, після 60 с міцність адгезії практично не змінюється, що свідчить про необхідність припідняття напівфабрикатів через 20...30 с після того, як їх поклали на поверхню для смаження.

4. Істотний вплив на водоутримуючу і водозбираючу властивість м'ясних фаршових виробів виявляють наповнювачі і технологія подрібнення м'яса. Використання запропонованих круп'яних наповнювачів дозволяє підвищити вихід готових виробів на 4,1...7,3 %. Розроблена технологія подрібнення м'яса дозволяє додатково підвищити вихід виробів на 4,9...6,0 %.

5. Нагрів жиру в тонкому шарі викликає його інтенсивне окислення, на що значний вплив має матеріал поверхні для смаження. Найкращі антиокисні властивості мають поверхні з фторопластовим покриттям.

6. на основі проведених досліджень розроблені:

- нова технологія виробництва м'ясних січених виробів з круп'яними наповнювачами. Запропоновані рецептури дозволяють зменшити закладання м'яса при підвищенні харчової та біологічної цінності виробів, не знижуючи при цьому органолептичних показників;

- нова технологія паніровки м'ясних січених виробів, яка дозволяє одержати на поверхні продукту рівномірне і міцне покриття, що сприяє інтенсифікації теплопідведення і сповільненню масообмінних процесів, перешкоджає обсіпання частинок паніровочного шару і склеюванню напівфабрикатів при зберіганні;

- конструкція сковороди для смаження м'ясних виробів без жиру, захищена авторським свідоцтвом, котра дозволяє інтенсифікувати процес теплової обробки виробів за рахунок двобічного підводу тепла і утворення надлишкового тиску, здійснювати смаження без використання жиру і зберігати якість жиру, який виділяється із продуктів;

- обладнання для теплової обробки харчових продуктів, захищене патентом на винахід, яке дозволяє виготовляти широкий асортимент січених виробів, борошняних кондитерських виробів, рідких блюд, шашликів.

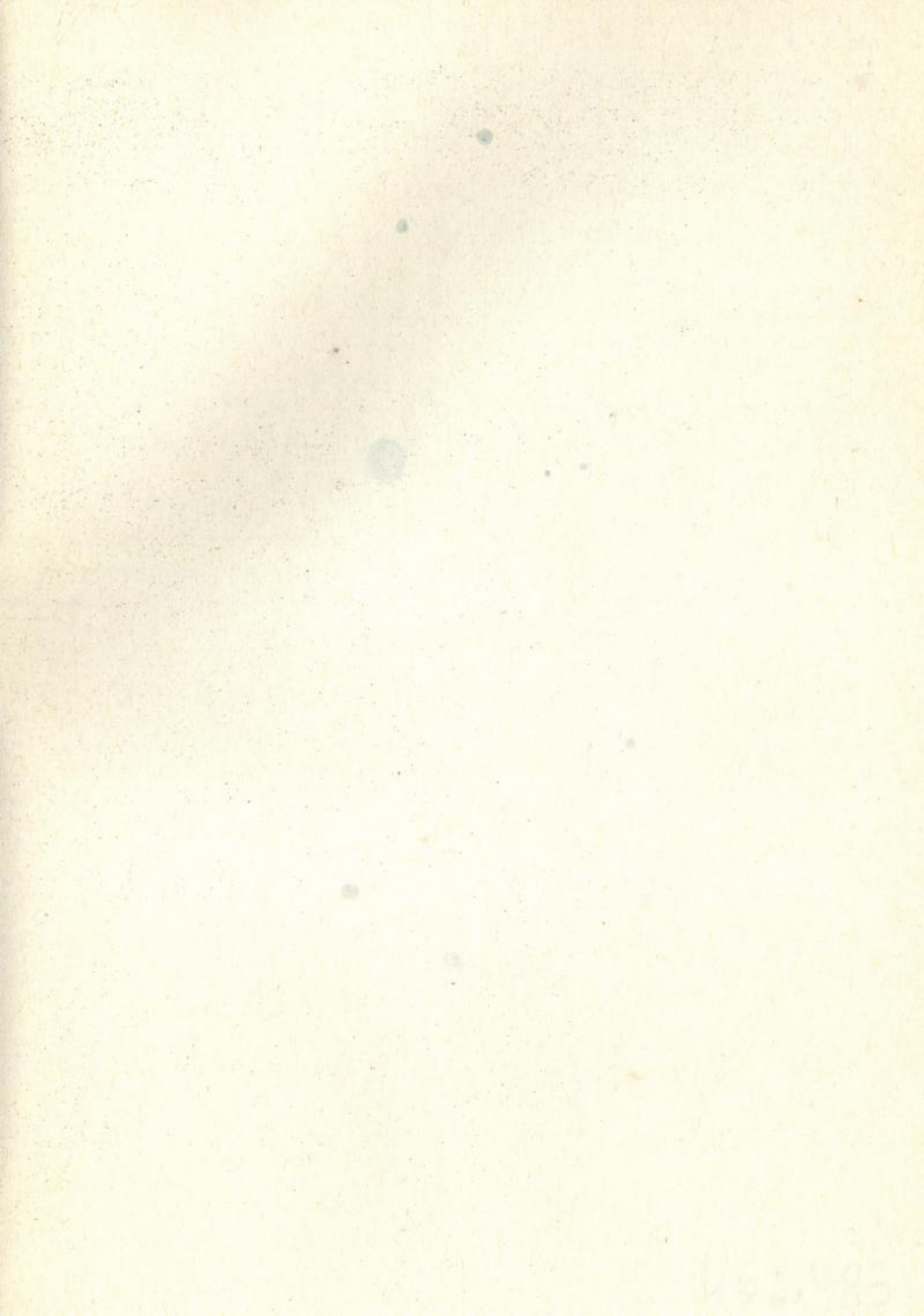
Основні положення дисертації надруковані в таких роботах:

1. Черевко А.И., Михайлов В.М. Влияние паніровки на массоперенос при жарке котлет//Экономика и технология прод. товаров: Сб. науч. тр./Харьк. ин-т обществ. питания.- Харьков, 1991.- С.196-201
2. Черевко А.И., Михайлов В.М. Влияние паніровочного слоя и материала жарочной поверхности на адгезионные свойства мясных рубленых полуфабрикатов//Прогрес. технологии и формирование рыночных отношений в обществ. питании:Сб. науч.тр./Харьк.ин-т обществ.питания.- Харьков, 1992.- С.54-57
3. Черевко А.И., Михайлов В.М., Кравченко Э.Ф. Физические изменения жиров при нагреве в тонком слое// Там же.- С.7-10
4. Черевко А.И., Михайлов В.М. Технологія котлет з круп'яними наповнювачами// Харчова і переробна промисловість.-1994.-№ 3.-С.16
5. Черевко А.И., Михайлов В.М. Новая паніровка для котлет//Питание и общество.- 1993.-# 5.- С.41
6. Черевко А.И., Михайлов В.М. Интенсификация жарки мясных изделий// Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф./Харьк. ин-т обществ.питания,- Харьков, 1990.- С.452-453
7. А.С. 1766134 СССР, МКИ А 47 J 37/04. Сковорода для жарки мясных изделий без жира/ А.И.Черевко, В.М.Михайлов
8. Пат. 1771416 СССР, МКИ А 47 J 37/04. Устройство для тепловой обработки пищевых продуктов/ А.И.Черевко, В.М.Михайлов, И.В.Бабкина

Підписано до друку 26.03.94. Формат 60х84 1/16  
Папір для множ. апаратів. Друк офсет. Ум. друк. 1,1  
Облік-вид. л. 1,0. Тираж 100 прим. Замов. № 622

---

ОП ХОУС. Харків-2, вул. маршала Бажанова, 28



1875  
1876  
1877  
1878  
1879  
1880  
1881  
1882  
1883  
1884  
1885  
1886  
1887  
1888  
1889  
1890  
1891  
1892  
1893  
1894  
1895  
1896  
1897  
1898  
1899  
1900

462983

**AB 29.988**