

CONTINUOUS COOKING PROCESS FOR FARCE OF BOILED SAUSAGE (e.g. LIVER-SAUSAGE)

HANS-JOERG RAEUBER, ROLF LUBADEL and HEINRICH HERRMANN

Technical University of Dresden and Dresden Combined Meat Works, GDR

The up to now usually applied process of cooking farce is realized after filling into casings, that means batchwise.

Because heat transfer in resting farce is rather slow, in laboratory experimental work was tried to accelerate it by stirring while heating.

By consistometric and biochemical investigations was determined an equivalent degree of readiness.

In a pilot plant (vertical stirrer, low pressure steam with 103° C) for producing liver-sausage, black-pudding and potted meat-sausage, which were filled then into mugs, resulted sensoric and microbial suitable products.

Productivity raised to 140 %, energy consumption was reduced.

The process was patented.

PROCEDE DE CUIR CONTINUU POUR LE FARCE (p.e. SAUCISSON DE FOIE)

HANS-JOERG RAEUBER, ROLF LUBADEL et HEINRICH HERRMANN

Université Technique de Dresde et Abattoir et Charcuterie de Dresde, R.D.A.

Le procédé de cuir de farce aujourd'hui est réalisé dans le boyau, c'est à dire en discontinu.

Parce que le transfert de la chaleur dans le farce, qui est en reste, est très lentement, on a essayé d'accélérer le procédé de cuir par agitation pendant l'échauffage.

Les investigations consistométriques et biochimiques ont servi de la destination d'un degré de finissage équivalent.

Une installation pilote (agitateur verticale, vapeur à basse pression de 103° C) pour la production de la saucisson de la foie, de la boudin et de la viande en gelée, versé en cobelets, a faite des produits utiles conformes aux demands sensoriques et microbielles.

La productivité est augmenté à 140 %. la consommation d'énergie est diminuée.

Le procédé est breveté.

E4:2

KONTINUIERLICHES GAREN VON KOCHWURSTBRÄT

HANS-JÖRG RAEUBER, ROLF LUBADEL und HEINRICH HERRMANN

Technische Universität Dresden und VVB Fleischkombinat Dresden, DDR

Das bisher übliche Garen von Kochwurstbrät wird in der Wursthülle durchgeführt und damit zwangsläufig diskontinuierlich.

Da die Wärmeübertragung im ruhenden Brät langsamer erfolgt als bei Bewegung, wurde im Labormaßstab versucht, durch Rühren beim gleichzeitigen Erhitzen den Garprozeß zu beschleunigen.

Konsistometrische und biochemische Untersuchungen dienten der Bestimmung eines äquivalenten Garegrades.

Kleintechnische Versuche (Vertikalrührwerk, Niederdruckdampf mit 103⁰C) zur Herstellung von Leberwurst, Blutwurst und Sülzwurst, die danach in Becher abgefüllt wurden, ergaben sensorisch und mikrobiell brauchbare Produkte.

Die Arbeitsproduktivität steigt auf 140 %, der spezifische Energieverbrauch sinkt.

Das Verfahren wurde patentiert.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ПРОЦЕСС ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФАРША ВАРЕНОЙ КОЛБАСЫ (НАПР. ЛИВЕРНОЙ КОЛБАСЫ)

ХАНС-ЙОРГ РАЙБЕР, РОЛЬФ ЛУБАДЕЛЬ и ХЕЙНРИХ ХЕРРМАНН

Технический университет Дрездена и Дрезденский мясокOMBинат, ГДР

До сих пор употребляемая варка фарша вареной колбасы осуществляется в оболочке и следовательно непрерывно реализуется. В лабораторном масштабе старались ускорить процесс варки посредством смешивания, потому что в недвижущемся фарше скорость теплопередачи значительно меньше.

Консистометрическими и биохимическими исследованиями определили эквивалентную степень готовности продукта.

Сделанные в производственном масштабе (вертикальная мешалка, пар низкого давления и 103 °C) опыты изготовления ливерной, кровяной и студнеобразной колбасы, которые были расфасованы в кубки, показали качественную продукцию по органолептическому и микробиологическому признакам. Производительность труда повышается на 40 %, расход энергии уменьшается. Способ патентован.

KONTINUIERLICHES GAREN VON KOCHWURSTBRÄT

HANS-JÖRG RAEUBER, ROLF LUBADEL und HEINRICH HERRMANN

Technische Universität Dresden und VEB Fleischkombinat Dresden, DDR

0. PROBLEM UND ZIELSTELLUNG

Diskontinuierlich ablaufende Prozeßstufen ermöglichen nur eine bedingte Steigerung der Effektivität und eine begrenzte Mechanisierung der Produktionsprozesse /1/. Andererseits zwingt die Notwendigkeit der Produktionsintensivierung, zur kontinuierlichen Verarbeitung von Fleischprodukten überzugehen, d.h. moderne, vorwiegend kontinuierliche Verfahren zu entwickeln und schrittweise in die Produktion einzuführen. Eine Voraussetzung dazu ist die Überwindung der alten, empirisch entstandenen und über einen langen Zeitraum relativ konstant gebliebenen handwerklichen Produktionsverfahren. Es kommt also der wissenschaftlichen Durchdringung des Produktionsprozesses und somit der Verfahrensführung in den einzelnen Prozeßstufen eine besondere Bedeutung zu. Überprüft man in dieser Hinsicht die Herstellungsprozesse von Kochwürsten an Hand von Modelldarstellungen /2/, so ist festzustellen, daß das Garen der Brätmasse im Darm technologisch zur Erzielung einer homogenen Struktur, Abtötung von vegetativen Keimen und Erreichung einer definierten Konsistenz notwendig ist. Das Garen und selbstverständlich auch die anschließende Kühlung sind aber an die verfahrenstechnisch bedingte äußere Form des Produktes gebunden. Damit bietet sich die Möglichkeit, für die Prozeßstufen "Garen" und "Kühlen" der Brätmassen vor dem Abfüllprozeß nach effektiveren Formen zu suchen.

1. ZU EINIGEN THEORETISCHEN GRUNDLAGEN DER VERÄNDERUNG DER VERFAHRENSFÜHRUNG BEIM GAREN

Betrachtet man die Formen der Wärmeübertragung beim

- Garen der Würste (Brät in Darmhülle) im Wasserbad (Kochkessel) und beim
- Garen der Brätmasse in einem Rührbehälter,

so erkennt man, daß beim Garen unter Bewegung im Brät die Wärmeübertragung zwischen den Brätteilchen hauptsächlich durch erzwungene Konvektion erfolgt, wo hingegen bei ruhendem Gut die Wärmeleitung dominiert.

Allgemein gilt für die übertragene Wärmemenge bei reiner Wärmeleitung

$$Q_e = \lambda \cdot F \frac{T_0 - T_1}{l} \cdot t \quad (1)$$

Die Formel (1) gilt im streng mathematischen Sinne nur, wenn der Wärmestrom Q/t sich in Richtung nicht verändert, d.h., der wärmeleitende Körper muß isoliert sein. Die örtlichen Temperaturen des leitenden Mediums bleiben unverändert. Im Falle des Kochens der Wurst handelt es sich um einen nichtstationären Vorgang, da sich der Wärmestrom und das Triebkraftgefälle infolge Temperaturveränderung eines bestimmten Ortes (Wasser, Wurst) verändern.

Für die Modelldarstellung (siehe Bild 1 - Garprozeß der Brätmasse im Darm) wären theoretisch als Voraussetzungen für die vier hintereinandergeschalteten Wärmetransportvorgänge (Gefäßwand, Wasser, Darmhülle, Brätmasse) zu gewährleisten:

- ebene Heizfläche
- gleichgroße Heizflächen F an den Grenzstellen
- unveränderter Wärmestrom Q/t .

Die Wärmemengen für die angegebenen Transportvorgänge lassen sich mit den dafür erforderlichen Werten (siehe Bild 2 - Wärmedurchgang Behälterwand - Brätmasse im Darm) nach der Beziehung (1) berechnen.

Für die benötigte Zeit t_{ges} gilt

$$t_{ges} = t_{Wand} + t_{Wasser} + t_{Darmhülle} + t_{Brät} \quad (2)$$

und für die Temperaturdifferenz des Gesamtvorganges

$$T_{ges} = T_{Wand} + T_{Wasser} + T_{Darmhülle} + T_{Brät} \quad (3)$$

Infolge der unterschiedlichen Heizflächen an den Grenzstellen, nichtkonstanter Wassertemperatur und auftretender Wärmeverluste kann für die Zeit t_{ges} nur mit der Näherung

$$t_{ges} = \frac{Q_{Wand}}{F_{Wand} \cdot T_{ges}} \left(\frac{1_{Wand}}{Wand} + \frac{1_{Wasser}}{Wasser} + \frac{1_{Darmhülle}}{Darmhülle} + \frac{1_{Brät}}{Brät} \right) \quad (4)$$

E 4:4

gerechnet werden.

Für die Konvektion gilt

$$Q_K = d \cdot F \cdot (T_0 - T_1) \cdot t \quad (5)$$

Für die Brätmasse ergibt sich nach (5)

$$Q_{\text{Brät}} = \alpha_{\text{Brät}} \cdot F_{\text{Wand}} \cdot \Delta T_{\text{Brät}} \cdot t_{\text{Brät}} \quad (6)$$

und für die Wärmeleitung in der Behälterwand nach der Modellvorstellung (siehe Bild 3 - Garprozeß von Brätmasse im Behälter und Bild 4 - Wärmedurchgang Behälterwand - Brätmasse im Rührwerk)

$$Q_{\text{Wand}} = \frac{\lambda_{\text{Wand}} \cdot F_{\text{Wand}}}{l_{\text{Wand}}} \cdot \Delta T_{\text{Wand}} \cdot t_{\text{Wand}} \quad (7)$$

Werden auftretende Wärmeverluste vernachlässigt, so läßt sich die Gesamtzeit des Garvorganges nach

$$t_{\text{ges}} \approx \frac{Q_{\text{Wand}}}{F_{\text{Wand}} \cdot \Delta T_{\text{ges}}} \left(\frac{l_{\text{Wand}}}{\lambda_{\text{Wand}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{Brät}}} \right) \quad (8)$$

berechnen, wobei $\Delta T_{\text{ges}} = \Delta T_{\text{Wand}} + \Delta T_{\text{Brät}}$ ist.

Vergleicht man die Zeiten nach Formel (4) und (8) bei sonst vergleichbaren Bedingungen, so ergibt sich die kürzere Zeit nach Formel (8) infolge

- Wegfalls des Wasserbades und der Darmhülle, d.h. kürzerer Weg für den Wärmestrom
- erzwingener Konvektion durch Rühren des Brätes, d.h. erhöhtes örtliches Triebkraftgefälle.

Daraus folgt, daß die Wärmeübertragung im Rührbehälter wesentlich effektiver vonstatten geht, also prinzipiell zur Verfahrensintensivierung vorzuziehen ist.

Für den Zusammenhang zwischen Temperatur und Zeit gilt

$$T_{L2} = T_0 - (T_0 - T_{L1}) \cdot e^{-\frac{K \cdot F}{m \cdot c}} \quad (9)$$

2. VORBEREITUNG, DURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE VON VERSUCHEN IM LABORMAßSTAB

2.1. Vorbereitung und Durchführung

Zur Überprüfung der theoretischen Überlegungen wurden zunächst Versuche im Labormaßstab (600 g) durchgeführt. Sie dienten dem Ziel, den Verlauf der prozeßdeterminierten Zustandsgröße Temperatur als Funktion der Zeit zu erfassen sowie Aussagen über einen hinreichenden Gareffekt (Konsistenz des Fertigproduktes), einer Reduzierung der Keimzahl im Brät (Haltbarkeit des Fertigproduktes) und der Realisierung eines guten Mischgütegrades (Fettverteilung im Fertigprodukt) zu erhalten.

Als Gar- und Kühlgerät diente der temperierbare Rühr- und Knetbehälter eines Brabender-Farinographen, dessen Schaufeln über eine Drehmomentenmessung Rückschlüsse auf die Gutskonsistenz gestatten, wobei zusätzlich an den temperierbaren Rühr- und Knetbehälter eine Temperaturmeßanlage (Thermoelemente) mit schreibenden Geräten angebaut wurde.

Die konsistometrischen Bestimmungen zur Qualität des Fertigproduktes erfolgten nach der in /3/ beschriebenen Methode mit einem automatischen Penetrometer AP 4. Zur Bestimmung des notwendigen Temperatur-Zeit-Regimes des Prozesses wurden hinsichtlich des Gareffektes chemische und biochemische Analysenverfahren angewendet. Insbesondere wurden der Gesamtstickstoffgehalt sowie der lösliche Stickstoffgehalt nach Kjeldahl unter Verwendung der Halbmikro-Destillationsapparatur nach Konrad sowie der Reststickstoffgehalt bestimmt. Weiterhin erfolgte eine Verfolgung des Verlaufes der Enzymaktivität auf der Basis von Peroxydase (besonders hitzestabil) mittels Benzinreagenz sowie als Parallelbestimmung mittels p-Phenylendiaminhydrochlorid. Die bei Anwesenheit von Peroxydase eintretenden Farbreaktionen wurden verfolgt und mit einer Vergleichsskala hinsichtlich ihrer Intensität verglichen.

An technologischen Parametern wurde die Temperatur des Heiz- und Kühlmediums sowie die "Haltezeit" (Garzeit) und die Abfülltemperatur (unter besonderer Berücksichtigung der Verhinderung des Fettabsatzes) variiert.

2.2. Versuchsergebnisse

In den Bildern 5 bis 7 sind die Versuchsergebnisse in konzentrierter Form dargestellt (Bild 5 - Mittlere Aufheiz- und Abkühlkurve für Leberwurstbrät, fein; Bild 6 - Zusammenhang zwischen Konsistenz und Garzeit (Landleberwurst und Thüringer Rotwurst); Bild 7 - Zusammenhang zwischen Enzymtätigkeit, löslichem N-Anteil, Gesamt- und Rest-N-Anteil in %).

2.3. Diskussion und Schlußfolgerungen

Wie aus den graphischen Darstellungen der Versuchsergebnisse eindeutig hervorgeht, ist ein Garen und Kühlen des Kochwurstbrätes in einem Gar- und Kühlgerät unter ständiger Bewegung des Gargutes möglich und auf Grund des effektiveren Wärmeüberganges ökonomisch günstig. Die konsistometrischen Untersuchungen (Bild 6) zeigen eine weitestgehende Übereinstimmung hinsichtlich der Penetrationswerte für die nach dem herkömmlichen Verfahren hergestellten Kochwurstzeugnisse in Kunstdarmverpackung ($PW = 201 \text{ m}^{-2}$) und für die nach der neuen Verfahrensführung hergestellte Kochwurst ($PW = 172 \text{ m}^{-2}$ bei 5 min Haltezeit bei 85°C und $PW = 162 \text{ m}^{-2}$ bei 10 min Haltezeit bei 85°C).

Die relativ geringfügige Differenz der Konsistenzwerte von 29 bzw. 39 Einheiten ist bedingt durch die Druckabfüllung des Kochwurstbrätes in den Kunstdarm vor dem Garen und Kühlen (herkömmliche Verfahrensführung), wodurch eine Verdichtung der Brätteilchen erfolgt. Dieser Effekt trat während der Versuche bei den nach dem neuen Verfahren hergestellten Wurstsorten nicht auf, da Becher als Verpackungsmittel zum Einsatz kamen und das Brät nicht mit Druck abgefüllt wurde. Bei Abfüllung des verzehrfertigen Brätes in Kunstdarmverpackungen wird die o.g. Differenz der Konsistenzwerte ausgeglichen.

Neben der objektiven Konsistenzbestimmung erfolgte die Bewertung der Qualität der Kochwurstzeugnisse nach der subjektiven sensorischen Methode.

Aus den Ergebnissen ist eine gute Übereinstimmung der Qualität der Fertigerzeugnisse abzuleiten. Wie aus Bild 6 weiter zu erkennen ist, sinkt bei einer zeitlichen Verlängerung der Temperatureinwirkung im Bereich von ca. 85°C die Gutskonsistenz weiter ab und steigt nach ca. 20 min Haltezeit der Temperatur wieder an. Diese Erscheinung kann durch Denaturierungsvorgänge innerhalb der Bindegewebeisseiweiße erklärt werden, wobei hypothetisch geschlossen wird, daß nach 20 min Haltezeit bei 85°C die Denaturierung des Kollagens vollständig abgeschlossen ist und auf Grund der sich bildenden Leimstoffe es zu einer Verfestigung (Verklebung) im Gefüge des Fertigerzeugnisses kommt.

Zur endgültigen Festlegung der Zeitdauer der Haltephase der Temperatur zur Erzielung eines ausreichenden Gareffektes bei gleichzeitiger Inaktivierung der Enzymtätigkeit wurden die chemischen und biochemischen Analyseergebnisse herangezogen (Bild 7). Wie aus dem Verlauf der Enzymaktivität hervorgeht (Peroxydasetest), kann nach 10 min Haltezeit bei 85°C keine Enzymtätigkeit (Reagenz: p-Phenylendiaminhydrochlorid) bzw. nur eine äußerst schwache Tätigkeit mit Benzidinreagenz nachgewiesen werden.

Der Anteil des löslichen Stickstoffes erreichte nach 5 min Haltezeit bei 85°C seinen konstanten Wert (Denaturierung der Eiweiße). Deshalb wurde eine Haltezeit von 10 min bei ca. 85°C zur Erreichung einer guten Produktqualität als optimal erachtet. Die Abfülltemperatur des verzehrfertigen Brätes muß im Bereich zwischen $28...32^\circ\text{C}$ liegen, um Absatzprozesse des Fettes zu verhindern.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen, wurden für die neue Verfahrensführung eine Variante A (quasikontinuierlich) und eine Variante B (kontinuierlich) bezüglich des Gar-, Kühl- und Massierprozesses entwickelt (siehe Bild 8 - Prinzipschema der neuen Verfahrensführung).

3. ÜBERPRÜFUNG DER LABORERGNISSE IM KLEINTECHNISCHEN MAßSTAB

Um die Ergebnisse der Laborversuche in der Praxis zu überprüfen, wurden die Prozeßstufen Garen und Kühlen mittels eines doppelwandigen Rührwerkes in Verbindung mit einer quasikontinuierlich arbeitenden Brätlinie realisiert. Dabei wurde die Maßstabsvergrößerung von 600 g auf 45 kg vorgenommen. Als Heizmedium diente ND-Dampf mit $p = 0,5 \text{ at}$ Ü und $T = 106^\circ\text{C}$. Zum Kühlen fand Leitungswasser ($T = 11^\circ\text{C}$) Verwendung.

Aus dem Bild 9 - Temperaturverlauf zum Garen des Wurstbrätes - Behälter und Darm (Landleberwurst) ist der Temperaturverlauf in der Brätmasse in Abhängigkeit von der Zeit für die herkömmliche und neue Verfahrensführung aufgetragen.

E 4:6

Gegenüberstellung der Zeitaufwendungen für das alte und neue Verfahren

Zustandsänderung	alte Verfahrensführung	neue Verfahrensführung
Aufheizen und Garen	40...150 min	20...40 min
Abkühlen	60... 90 min	20...35 min
Massieren	30 min	-
Lufttrocknen der feuchten Oberfläche	60 min.	-
	Σ 190...330 min	Σ 40...75 min

Für die so hergestellten Produkte (Leberwurst fein, Landleberwurst, Thüringer Rotwurst und Sülzwurst), wovon Abfüllungen in Darm bzw. Bechern vorlagen, wurden eine sensorische und eine mikrobielle Analyse durchgeführt.

Die Ergebnisse spiegeln die Brauchbarkeit des Verfahrens eindeutig wider.

Formelzeichen

Q /kcal/	- Wärmemenge	α / $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h grad}}$ /	- Wärmetübergangszahl
λ / $\frac{\text{kcal}}{\text{h m grad}}$ /	- Wärmeleitzahl	K / $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h grad}}$	- Wärmedurchgangszahl
F /m ² /	- Fläche	m /g/	- Masse
T /°C/	- Temperatur	c / $\frac{\text{kcal}}{\text{kg grad}}$	- spezifische Wärme
l /m/	- Wanddicke		
t /h/	- Zeit		

Literatur

- /1/ Lubadel, R., H.-J. Raeuber: Möglichkeiten der Kopplung kontinuierlich und periodisch arbeitender Ausrüstungen
Die Lebensmittelindustrie 22 (1975) H.6, S.250-253
- /2/ Lubadel, R.: Untersuchungen zur erzeugnisspezialisierten Gestaltung der Kochwurstherstellung
Fleisch 25 (1971) H.4, S.94-99
- /3/ Blüher, G., H. Herrmann, H.-J. Raeuber, J. Wolf: Zum Zusammenhang zwischen der konsistenzäquivalenten Kenngröße "spezifische Gestaltänderungsarbeit" und Penetrometermessungen
Die Lebensmittelindustrie 10 (1973) Nr.4, S.163-165