

Control of the chemical composition of raw material during producing of dry-sausage by means of in line control and mathematical modelling

J. RUSZ, Czecho-Slovakian Meat Research Institute, Brno

Z. ERDŐS, Hungarian Meat Research Institute, Budapest, Hungary

In the Czecho-Slovakian Meat Research Institute a device was built and tested for non-destructive determination of the fat content in raw meat and in the emulsion. The basis of the determination of fat content is the exact evaluation of the length of a hydraulic pressed sample. In such a way the determination of fat content will be limited on the precise weighing and on the digital measuring of length of the sample. Some correction factors /such as temperature of sample/ must be taken into consideration anyway. The abovementioned device has been tested within the frame of the objective control of the production of dry-sausages in co-operation with the Hungarian Meat Research Institute. In this production-control system the results of the abovementioned equipment can be inserted in a mathematical model. The model connects the composition of raw materials, their standard deviation and the chemical composition required by the standard with one another. The solution of the model is a formule which contains also the necessary mathematic-statistical considerations. As the model brings the use of raw meat to a minimum level, also the economic importance - beside quality control - is great.

Überwachung der chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe bei der Dauerwurst-Herstellung mittels der inbetrieblichen Kontrolle und matematischer Modellierung

J. RUSZ, Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Brno, Tschechoslov.Soc.Republik

Z. ERDŐS, Ungarisches Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Budapest, Ungarn

Ein Gerät für nichtdestruktive Bestimmung des Fettgehaltes im Produktionsfleisch und Brät wurde in dem Tschechoslowakischen Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft /Brno/ gebaut und erprobt. Das Prinzip der Fettbestimmung beruht auf exakter Auswertung der Länge einer hydraulisch gepressten Probe. Die Fettbestimmung ist somit auf ein präzises Wiegen der Probe und digitale Messung der Länge der Probe beschränkt. Einige Korrekturfaktoren /wie z.B. Temperatur der Probe/ müssen allerdings berücksichtigt werden. Das erwähnte Gerät wird im Rahmen der objektiven Produktionssteuerung von Dauerwurstwaren in Zusammenarbeit mit dem Ungarischen Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft erprobt. In diesem Produktionssteuerungssystem können die Resultate einer Fettgehaltbestimmungsanlage mittels eines mathematischen Modells bearbeitet werden. Das Modell bringt die Zusammenetzung der Rohstoffe, deren Streuung sowie die der Norm entsprechend zu erreichende chemische Zusammensetzung miteinander in Verbindung. Die Lösung des Modells ist eine Rezeptur solcher Art, die also auch die nötigen mathematisch-statistischen Überlegungen enthält. Da das Modell den Aufwand des Fleischrohstoffes auf Minimalniveau bringt, ist neben der Qualitätsregelung auch die wirtschaftliche Bedeutung der Methode von grosser Wichtigkeit.

La surveillance de la composition chimique des matières premières dans le cas de la production des saucissons secs par un contrôle de fabrication et par un modèle mathématique

Z. Erdős, J. Ruzs

L'Institut Recherche sur la Viande, Budapest, Hongrie

L'Institut Recherche sur la Viande, Brno, Tchécoslovaquie

Il y a un appareil utilisant pour la détermination de teneur en saindoux dans la viande et dans la pâte qui a été construit et mis à l'épreuve à l'Institut Recherche sur la Viande, à Tchécoslovaquie /Brno/. C'est le principe de la teneur en saindoux que la longueur des échantillons, pressés hydrauliquement est définie. La détermination de saindoux se limite à une balance précise et à un appareil digital pour déterminer les longueurs des échantillons. Quelques facteurs de correction /la température des échantillons/ doivent être considérés. L'appareil mentionné est mis à l'épreuve dans le cas de la direction de fabrication objective des saucissons secs collaborant avec l'Institut Recherche sur la Viande /Budapest/. Dans ce système d'administration de la production les résultats d'un appareil déterminant la teneur en saindoux sont développés par un modèle mathématique. Le modèle montre la composition de matière première dont la dispersion, ainsi que la composition chimique correspondant à norme, sont en rapport. La résolution du modèle est une formule contenant des réglemens mathématiques-statistiques. Puisque le modèle détermine le niveau, le plus bas d'application de la viande en matière première, auprès de la réglementation de qualité, c'est même l'importance économique de la méthode, qui est très importante.

Контроль химического состава сырья при производстве сыро-копченых колбас, контроль в процессе производства и с помощью математической модели.

З.ЕРДЕШ.

Государственный исследовательский институт мясной промышленности, г.Будапешт, Венгрия.

Й.РУС.

Чехословацкий исследовательский институт мясной промышленности, г.БРНО, Чехословакия.

Чехословацкий исследовательский институт мясной промышленности разработал и испытал прибор для неструктивного определения жира сырого мяса и эмульсий. Сущность метода заключается в том, что определяют точную длину сжатого образца. Таким образом, определение жира сводится к точному определению веса и к измерению длины образца. Следует учитывать некоторые коррекционные факторы /напр. температура образца/.

Совместно с венгерским Государственным исследовательским институтом мясной промышленности данный прибор испытали в связи с объективным регулированием производства сыро-копченых колбас.

Применяя эту систему управления производством, результаты определения жира, данные прибором, могут быть использованы с помощью математической модели. Модель связывает химический состав сырья со стандартным химическим составом готовой продукции.

Решением модели является рецептура производства, содержащая необходимые математико-статистические факторы.

Поскольку модель даёт минимальную потребность сырья, поэтому кроме регулировки качества она имеет и большое экономическое значение.

Überwachung der chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe bei der Dauerwurst-Herstellung mittels der innbetrieblichen Kontrolle und mathematischer Modellierung

JOSEF RUSZ und ZOLTÁN ERDŐS

Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Brno, Tschechoslowakische sozialistische Republik

Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Budapest, Volksrepublik Ungarn

Einführung

Die quantitative Zusammensetzung von Fleisch und daraus erzeugten Fleischerzeugnissen wird dringend erfordert, wenn man eine Produktion nach vorgeschlagenen Standards produzieren soll.

Wenn es noch heute häufig der Fall ist, dass man erst die Endprodukte kontrolliert und diese chemisch analysiert, kann man auf diese Weise die Produktion nur indirekt beeinflussen. Es ist daher dringend erforderlich eine innbetriebliche chemische Kontrolle der verarbeiteten Rohstoffe durchzuführen um an Hand dieser Angaben die Wursterstellung steuern zu können.

Die chemische Zusammensetzung des Haupt-Rohstoffes-Fleisch- weist grosse Schwankungen aus und aus diesem Grunde ist eine präzise Einhaltung der chemischen Zusammensetzung der Fertigprodukte kein leichtes Problem.

Die grösste Variabilität bei Produktionsfleisch kann man beim Fettanteil feststellen, während der Wasser- und Eiweissgehalt in einem bestimmten Verhältnis (durch die Federsche Zahl ausgedrückt) zueinander stehen. Wenn uns also der Fettgehalt im Fleisch bekannt ist, können wir uns auch gut über den Wasser- und Eiweissgehalt orientieren.

Für die Standardisation der Qualität der Wurstwaren, vom Standpunkt der chemischen Zusammensetzung gesehen, ist daher eine innbetriebliche Schnellbestimmung des Fettgehaltes im Produktionsfleisch von grosser Bedeutung. Durch schnelle Auswertung dieser Angaben können wir die chemische Zusammensetzung des Fertigproduktes noch im Laufe des technologischen Prozesses beeinflussen.

Im tschechoslowakischen Forschungsinstitut der Fleischindustrie wurde für diesen Zweck ein Gerät für die Schnellbestimmung des Fettgehaltes im Fleisch entwickelt und mit einer mathematischen Modellierung des ungarischen Forschungsinstitut der Fleischwirtschaft in eine geeignete Steuerungsmethode vereinigt.

Im mathematischen Modell wird die chemische Zusammensetzung der Rohstoffe berücksichtigt, sowie die Standardabweichungen der einzelnen Fleischbestandteile und die chemische Zusammensetzung des Fertigproduktes in Kauf genommen.

Das Ziel des gebrauchten Modells entspricht einem minimalen Rohstoffbedürfnis und gleichzeitig der Einhaltung der festgelegten chemischen Zusammensetzung des Fertigproduktes.

Chemische Rohstoffauswertung

Die Methoden der Schnellbestimmung des Fettgehaltes im Fleisch können wir in 2 Gruppen eingliedern. Die erste Gruppe umfasst Methoden der "direkten Bestimmung" (chemische Separation des Fettes von Nichtfetten des Fleisches und weitere Analyse des gewonnenen Fettes nach der Dichte, Gewicht, Volumen usw.). Zur zweiten Gruppe gehören "indirekte Methoden", bei denen der Fettgehalt durch die Messung einer charakteristischen Eigenschaft des Fleisches, welche in enger Korrelation mit dem Fettgehalt ist, ausgewertet wird.

Die klassische Methode der Fettbestimmung nach Soxhlet, welche auf der Fettextraktion mit Äthylether beruht, ist sehr zeitraubend und daher als Schnellmethode nicht geeignet.

Eine Verkürzung des Extraktionsprozesses und Automatisierung der Analysenauswertung des Fettgehaltes nach der Dichte des Extraktes sind die Grundideen des dänischen Analysengerätes FOSS-LET der Firma FOSS ELECTRIC (1,2). Die Analyse einer Probe dauert ca 5 Minuten.

Grosse Aufmerksamkeit wurde den butyrometrischen Methoden der Fettbestimmung gewidmet. Diese Methode war ursprünglich für die Fettbestimmung in Milch und Milchprodukten ausgearbeitet. Eine Reihe von Modifikationen dieser Methode für die Fettbestimmung im Fleisch und Fleischerzeugnissen ist auch bekannt (3-5). Eine Abänderung der butyrometrischen Methode sind verschiedene Modifikationen der Babcock-Methode (6,7).

Die Schnellmethode SI-MO-FAT dient zur gleichzeitigen Wasser- und Fettbestimmung in Fleisch und Fleischerzeugnissen (8). Eine verbesserte Extraktionsapparatur ist mit einem Heizmantel versehen, sodass nach der Extraktion eine schnelle Verdampfung des Extraktionsmittels aus der Extraktionspatrone gelingt und der Rest des Lösungsmittels in einem Vakuum-Ofen in 10-15 Minuten verdampft wird.

Davis u. Ockerman (8) haben gute Korrelation ($r = 0,995$) zwischen der Extraktion nach Soxhlet und der SI-MO-FAT Methode festgestellt.

Eine Verbesserung des Extraktions- und Trocknungsprozesses und der Auswertung der Resultate bei der Analyse von Fleisch und Fleischwaren wird auch beim Analysensystem Ultra X der Firma A. GRONERT vorgesehen (9,10). Die komplette chemische Fleischanalyse (Wasser-, Fett-, Eiweiss- und Aschegehalt) dauert ca 40 Minuten.

Zur Methoden der indirekten Fettbestimmung in Fleisch gehört u. a. das kommerzielle Gerät Anyl-Ray der amerikanischen Firma Anyl-Ray Corporation (11,12). Prinzip dieser Methode beruht auf der Durchstrahlung einer 8 kg Fleischprobe mittels X-Strahlen, welche durch das Fett besser durchdringen als durch den Muskelanteil des Fleisches.

Casey und Mitarbeiter haben den Fettgehalt im Fleisch mittels der NMR-Methode ermittelt (13). Diese Methode eignet sich wegen der komplizierten Apparatur eher für wissenschaftliche und Forschungszwecke (14).

Ein weiteres Gerät der indirekten Fettbestimmung bietet die amerikanische Firma EMME Co. an (15). Es handelt sich um ein elektronisches Messgerät, welches vor allem für die Fettbestimmung im verpackten Fleisch vorgesehen ist. Prinzip dieser Methode beruht auf der Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Probe, welche sich mit dem Fettgehalt ändert.

Eine Reihe von Arbeiten befasst sich mit der Fettbestimmung des Rohfleisches, die auf der Ermittlung des spezifischen Gewichtes der Fleischprobe beruht (6, 16-19).

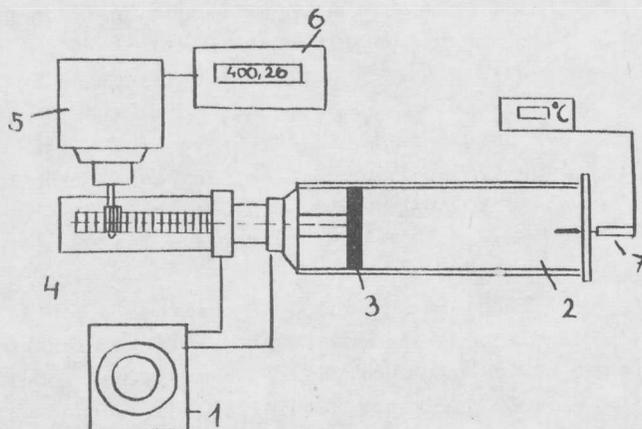
Die bekanntesten Geräte, welche auf diesem Prinzip beruhen, sind das dänische Gerät Fettkomat (17) und der Digital Fat Controller (DFC) der Firma Honeywell (18). Eine weitere Entwicklung und Verbesserung dieser Messmethode, die sich gut für die innbetriebliche Kontrolle in der Fleischindustrie eignet, verläuft weiter.

Messgerät MH-2 für die Schnellbestimmung des Fettgehaltes im Rohfleisch

Das Prinzip des tschechoslowakischen Messgerätes für nichtdestruktive Fettbestimmung im Produktionsfleisch beruht auf einer schnellen und präzisen Auswertung der Länge einer Probe von konstanter Waage nach seiner hydraulischen Pressung. Da die Länge der Fleischprobe direkt proportional dem Fettgehalt ist, beschränkt sich die Fettbestimmung auf eine präzise, digitale Längemessung (bei Berücksichtigung bedeutsamer Korrekturfaktoren, wie Temperatur der Probe, Fleischsorte u.a.).

Ein Blockschema des Messgerätes MH-2 ist im Bild Nr. 1 dargestellt.

Die Hauptbestandteile des Messgerätes sind eine hydraulische Einheit (1), die Presseinrichtung mit dem Zylinder (2), in welchem sich ein Kolben (3) mit einer Kolbenzahnstange (4) bewegt. Beim Pressen bewegt sich die Kolbenzahnstange in einem Zahntrieb eines inkrementalen Rotations-Messfühlers (5), der mittels eines digitalen Auswertungsgerätes (6) die genaue Länge der gepressten Probe angibt.



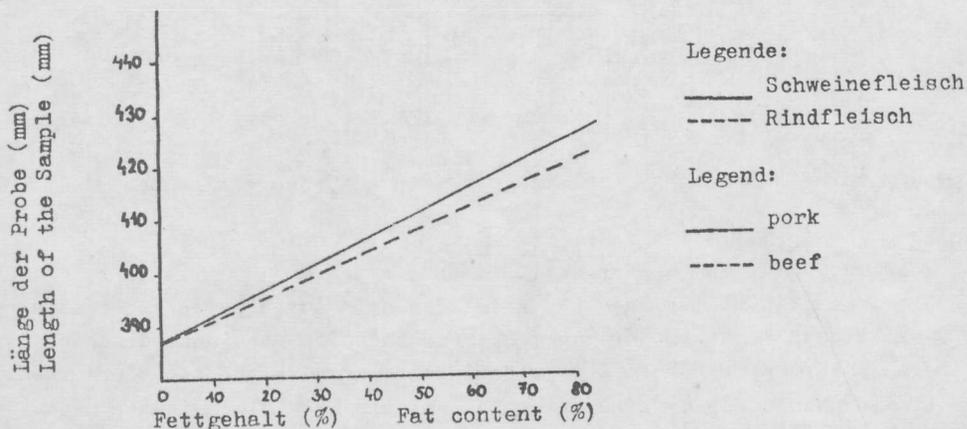
Die Fettbestimmung im Rohfleisch verläuft folgendermassen: Eine Probe von gut homogenisiertem grob geschnittenem oder gemahlenem Fleisch wird in eine perforierte Hülle von \varnothing 75 mm eingefüllt und auf ein Gewicht von 1800 g adjustiert, und dann in den Messzylinder eingelegt. In die Fleischprobe wird ein Temperaturfühler eingestochen und nach seiner Fixation wird die Probe hydraulisch gepresst. Das Ergebnis der Länge wird im Auswertungsgerät digital mit einer Präzision von 0,01 mm angegeben. Diese Angabe wird in prozentualen Fettgehalt grafisch oder nach einer linearen Gleichung umgewandelt, wobei wichtige Korrekturfaktoren berücksichtigt werden (Temperatur der Probe, Fleischsorte, Salzgehalt). Temperaturfühler siehe Nr. 7 im Blockschema.

Die Kalibration des Gerätes erfolgt mittels exakter chemischen Analysen (Fettbestimmung nach Soxhlet) von Messproben mit verschiedenem Fettanteil.

Der Zusammenhang zwischen der Probenlänge und den Fettgehalt ist aus folgendem Bild ersichtlich.

Bild Nr. 2: Zusammenhang zwischen der Länge einer Fleischprobe und dem Fettgehalt

Fig. N^o. 2: Relation between Length of the Sample and its Fat Content.



Die Genauigkeit dieser Methode wird nach vorläufigen Ergebnissen auf $\pm 1,2$ % Fettgehalt geschätzt. Weitere Messungen sind noch im Gange und eine präzisere Auswertung des Instrumentes MH-2 folgt später.

Die Ausnutzung des Gerätes MH-2 in der Praxis ist durch eine Reihe von Voraussetzungen bedingt.

Vor allem muss man die Vorbereitung des Produktionsfleisches verändern, damit eine repräsentative Probeentnahme von den einzelnen Rohfleisch-Chargen möglich wäre. Von grundsätzlicher Wichtigkeit wird daher eine grobe Zerkleinerung und Homogenisation der Rohstoffe nach dem "Preblending-System" sein.

Die Optimierung der Zusammensetzung des Brätes ist weiter von einer mathematischen Programmierung bedingt, wobei alle Faktoren, welche die chemischen Merkmale des Endproduktes beeinflussen, berücksichtigt werden müssen.

Verarbeitung der Analysenangaben

Auf Grund der Schnellbestimmung des Fettgehaltes im Rohfleisch und anderen Angaben ist es möglich die chemische Zusammensetzung des Fertigproduktes zu regulieren.

Für diesen Zweck ist es notwendig ein mathematisches Modell auszuarbeiten, welches nicht nur die Anfangs- und Endparameter vereinigt, sondern auch die mathematisch-statistischen Aspekte berücksichtigt.

Aus der Qualitätsnorm können wir ein praktisches Merkmal ausrechnen, welches typisch wie für das Brät im rohen Zustand, als auch für das Fertigprodukt ist, und zwar das Verhältnis Eiweiss/Fett = "R":

$$R = \frac{P}{F} \cdot \frac{N}{N}, \text{ wobei} \quad \begin{array}{l} P \dots \text{Eiweissgehalt} \\ F \dots \text{Fettgehalt} \\ N \dots \text{Qualitätsnorm.} \end{array}$$

Der Koeffizient R ist unabhängig vom Wassergehalt, der im Brät nicht berücksichtigt sein muss, denn während des Trocknungs- und Reifungsprozesses können wir diesen regulieren und den gewünschten Endstand erreichen.

Auf Grund der mathematischen Voraussetzung wird angenommen, dass 95 % des Endproduktes mit der genormten Qualität übereinstimmen soll und darum müssen wir an Stelle des genannten Verhältnisses "R" einen vergrösserten Wert "R + ΔR" anwenden. Bei diesen Bedingungen wird auf Grund der Abweichungen die Kennzahl "R" um den Mittelwert "R + ΔR" schwanken. Wenn wir den Eiweiss- und Fettgehalt aller Rohstoffe in Betracht nehmen und voraussetzen, dass wir Fleisch und Speck im Verhältnis a : b mischen, bekommen wir die folgende Gleichung:

$$a = \frac{S [(R + R) F_{SP} - P_{SP}]}{P_{FL} - P_{SP} + (R + R) [F_{SP} - F_{FL}]}, \quad (1)$$

wobei a = Fleischmenge, S = Summe, F = Fettgehalt, P = Eiweissgehalt, FL = Fleisch, SP = Speck.

Wenn wir a ausrechnen, bekommen wir auch b aus der folgenden Gleichung:

$$a + b + c = 1, \quad (2)$$

wobei c = Salz- und Gewürzgehalt im Brät.

Die erwähnten Gleichungen (1, 2) werden noch durch weitere Gleichungen ergänzt, welche ermöglichen Verarbeitung von mehreren Rohstoffsorten und verschiedenen Zutaten. Im Rahmen dieses Vortrages können wir leider diese Einzelheiten nicht erwähnen.

In Gleichungen, von der mathematisch-statistischen Hinsicht gesehen, sind die Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe, die Korrelation des Eiweiss- und Fettgehaltes u. a. Faktoren enthalten. Die so erhaltenen Werte ΔR werde neben der "R"-Werte in die früheren Gleichungen eingetragen (Gleichungen für die Auswertung von ΔR können wegen Platzmangel auch nicht publiziert werden).

System der Gleichungen muss man zuerst ohne der Abweichungen lösen, denn die Werte a und b sind auch in den Gleichungen für das Ausrechnen von ΔR enthalten. Wenn wir dann ΔR mittels der ersten a- und b Werte ausrechnen und diese zurück in die Grundgleichungen einsetzen, bekommen wir durch Iteration die Endwerte.

Diese Systeme der Gleichungen kann man nur mit Hilfe von Computern oder programmierten Tischkalkulatoren lösen (Canon Canola, Hewlet Packard, EMG-666).

Die Rezeptur einer Wurstsorte ist durch die a-, b- und c-Werte definiert und kann sehr einfach mittels eines aufgezeichneten Programmes ermittelt werden. Diese Programme enthalten noch weitere Angaben, wie z. B. Preise der einzelnen Rohstoffe, chemische Zusammensetzung des Rohproduktes (Brät), Rezeptur umgerechnet auf die gewünschte Charge usw.

Die praktische Einführung der innbetrieblichen Schnellbestimmung des Fettgehaltes in Rohstoffen, verbunden mit der Auswertung der Resultate nach vorbereiteten Programmen, bringt wahrscheinlich noch viele organisatorische Probleme im Betrieb mit sich, die gelöst werden müssen.

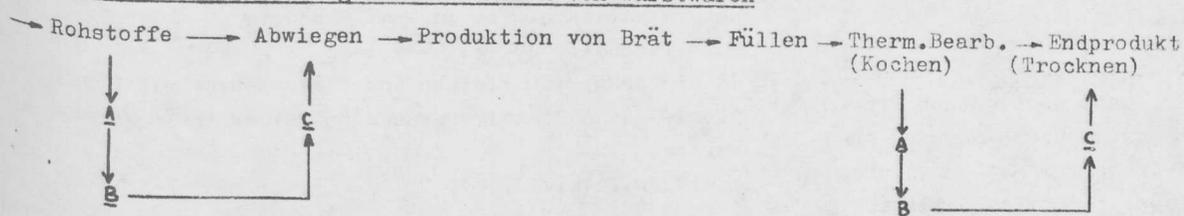
Vorschlag der praktischen Steuerung der Qualität bei der Dauerwurst-Herstellung

Die Erhöhung des technischen und technologischen Niveaus der Fleischindustrie wird Hand in Hand mit immer höheren Ansprüchen an die Qualität der Endprodukte fortgesetzt.

Soll man dafür optimale Bedingungen in der Produktion schaffen, werden neue Methoden der Leitung der Produktion unentbehrlich.

Der Zyklus "Leitung der Produktion" ist einem Regulationskreis ähnlich und kann in 3 Elemente eingegliedert werden (Siehe Blockschema Nr. 2).

Blockschema Nr. 2: Leitung der Produktion von Wurstwaren



Unter A versteht man Ermittlung von Grundinformationen, unter B die Verarbeitung der Informationen und unter C die Steuerungsmassnahmen. In unserem Fall bedeutet A die Probenentnahme, Vorbereitung der Proben und innbetriebliche Analyse. Die Verarbeitung der Informationen bedeutet die Anpassung eines geeigneten mathematischen Modells, z. B. Modifikation der Materialbilanz und ihre Optimierung mit Hilfe der linearen Programmierung. Die Steuerungsmassnahmen umfassen die Durchführung der nötigen Eingriffe in der Technologie, z. B. Änderungen der Rohstoffzusammensetzung, Dauer der Trocknung usw.

Perspektive der Anwendung des erwähnten Systems

Wir gehen von der Voraussetzung aus, dass in der Zukunft nicht nur das Vorschneiden, Mischen und Analysieren der Rohstoffe in der Fleischindustrie eingeführt wird, sondern auch eine Vorratslagerung der getesteten Rohstoffe (für 24 - 48 Std.) stattfindet. Der Computer wird alle Angaben über die gelagerten Rohstoffe besitzen und auch die Bedürfnisse der Produktion bekommen und hat zu entscheiden, welche Produkte in welcher Menge optimal herzustellen sind.

Diese Bedingungen, so sehr sie auch noch heute utopistisch scheinen, sind unserer Meinung nach ein Weg zur Verbesserung der heutigen Technologie in der Wurstherstellung, um in den Fertigwaren einen gewünschten Eiweissgehalt und Nährwert zu sichern.

Literaturverzeichnis

1. NILSSON, R., KOCAR, K.: A rapid Method for the Determination of Fat in Meat and Meat Products.
Europ. Fleischkongress, Paris (1973), S. 525
2. USHER, C.D., GREEN, C.J.: The rapid Estimation of Fat in various Foods using the FOSS-LET Density Apparatus
J. Fd. Technol., 8, (1973), 429
3. - Measures Fat in Meat
Food Engng., 45, (1973), 6, 47
4. GROSSKLAUS, D.: Über die Verwendbarkeit einer Butyrometer-Schnellmethode zur Bestimmung von Fett in Fleisch und Fleischwaren
Europ. Fleischkongress, Sandefjord (1966)
5. MÜLLER, W.D., RUSCHMANN, R.: Fettgehalt in Hackfleisch und Nachweissmöglichkeiten
Fleischw., 57, 1977, 1629, 1812, 2184
6. WHITEHEAD, R.C.: Rapid Fat Determination
Proceed. of the Meat Ind.Res.Conference AMIF, (1966)
7. HORWITZ, W.: Methods of Analysis of the AOAC
Assoc. of OAC, Washington (1975)
8. DAVIS, C.E., OCKERMAN, H.W.: A rapid approximate analytical Method for simultaneous Determination of Fat in Meat Products
Food Technol., 20, (1966), 1475
9. FLEISCHMANN, O.: Untersuchung von Fleisch und Fleischwaren mit Hilfe der Ultra-X-Schnellanalysenwaage und eines neuen Veraschungsgerätes
Fleischw., 46, (1966), 956
10. RUSZ, J. : Prüfung einiger Laborgeräte des Ultra-X-Analysen-Systems
Forschungsbericht des Inst. f. Fleischwirtschaft, Brno (1978)
11. GORDON, A. : Anyl-Ray determines Lean/Fat Ratio.
Food Process. Ind., 42, (1973), 495, 49
12. - : USDA Instrument measures Fat in Meat
Chem. and Engng. News, 51, (1973) 25, 24
13. CASEY, J.C. u. a. : Determination of Fat Content of Meat using Nuclear Magnetic Resonance
J. Sci. Fd. Agric., 25 (1974), 1155
14. BALTES, W. : Anwendung moderner Verfahren in der lebensmittelchemischen Analyse.
Dtch.Lebensmit. Rdsch., 67, (1971), 396
15. - : In-line lean Meat Measurer
Food Trade Rev., 42, (1972), 8, 32
16. WHITEHEAD, R.C. : The Determination of Fat Content of ground Meat on the Basis of Specific Gravity.
Food Technol., 24, (1970), 469
17. - : Fettbestimmungsanlage Fettkomat
Prospektmaterial der Firma Lynggaard, Dänemark (1972)
18. - : Prospektmaterial der Firma KOCH Suppl. Inc.
Nat. Provis., 168, (1973), 22, 24
19. - : Instrument Analyses Fat Content of ground Meat
Food Technol., 27, (1973), 10, 46.