

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, Vorstand: Prof. Dr. L. Kotter und der Zentralen Röntgenstation der Chirurgischen Tierklinik der Universität München, Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. M. Westhues.

Anwendungsmöglichkeiten von Röntgenaufnahmen für die Überwachung der Produktion von Fleischerzeugnissen.

W. Kreuzer, W. Zedler und R. Weilhäuser

Die zunehmende Automatisierung bei der Fleischwarenherstellung verlangt eine kontinuierliche Überwachung der Produktionsvorgänge und zwar sowohl im Hinblick auf die notwendige Qualitätskontrolle als auch im Hinblick auf den Ausschluß von Fehlfabrikaten. Der Einsatz von Röntgenstrahlen schien uns diesbezügliche Möglichkeiten zu erweitern.

Ausgehend von der Überlegung, daß Röntgenstrahlen Gemenge von tierischen Weichteilen auch in größeren Dimensionen zu durchdringen vermögen, und daß Unterschiede in Dichte und Ordnungszahl im Ausgangsmaterial trotz technologischer Einflüsse während der Herstellung im Endprodukt im wesentlichen erhalten bleiben, wurde fürs erste untersucht, ob Röntgenaufnahmen bei der Beurteilung von Roh-, Brüh- und Kochwürsten weiterhelfen können. Die Eindringtiefe elektromagnetischer Strahlen in Materie verhält sich zur Energie proportional und zur Wellenlänge umgekehrt proportional. Die relativ langwelligeren Licht- und UV-Strahlen dringen demnach kaum, γ -Strahlen infolge ihrer hohen Energie tief in Materie ein, ohne wie erstere bereits an der Oberfläche oder in den noch oberflächennahen Schichten absorbiert zu werden. γ -Strahlen schwärzen Filme und photographische Platten bei vergleichbarer Strahlendichte stärker als UV- und Licht- oder Röntgenstrahlen und ergeben deshalb wegen der geringen Kontrastunterschiede keine verwertbaren Röntgenbilder (auf konventionellen Filmen). Die auch im elektromagnetischen Strahlenspektrum zwischen UV- und γ -Strahlen gelegenen Röntgenstrahlen nehmen zwischen beiden eine Mittelstellung ein. Ihre Absorption ist so wirksam, daß Nuancen in der Absorption auf dem Film oder der photographischen Platte Schwärzungsunterschiede bedingen, die Rückschlüsse auf die Zusammensetzung

des durchstrahlten Gegenstandes erlauben. Die Darstellung auf dem Film oder Schirm ist im wesentlichen von Dicke, Dichte sowie Ordnungszahl des Materials abhängig. 45 bis 50 cm dicke Weichteilgewebeschichten bilden einerseits die Grenze der röntgenologischen Differenzierbarkeit für tierische Gewebe. Andererseits kann die Dichte von organischem Material nie so groß sein, daß ein völlig homogenes Röntgenbild entsteht, wie man es beispielsweise beim Durchstrahlen von Metall erhält, also von durch und durch homogenem Material. Die Ordnungszahlen biologischer Weichteilgewebe unterscheiden sich nur wenig. Grundsätzliche Unterschiede in der Darstellung auf dem Röntgenbild ergeben sich nur dann, wenn diese, wie z.B. bei Kalk-einlagerungen in Weichteilgewebe, stark differieren. Da die zur Wursterstellung verwendeten Gewebeteile in den Ordnungszahlen nur geringfügige Unterschiede aufweisen, war es zweifelhaft, ob von diesen brauchbare, entsprechend konturierte Bilder zu erhalten sind. Da aber Röntgenstrahlen tierische Weichteile von der Stärke von Würstchen zu durchdringen vermögen, und selbst geringfügige Unterschiede in Dichte und Ordnungszahl des Ausgangsmaterials im Endprodukt im wesentlichen erhalten bleiben, wurde doch erwartet, daß im Röntgenbild eine gewisse Differenzierung möglich ist.

Die ionisierende Wirkung von Röntgenstrahlen ist im Vergleich mit der von γ -Strahlen gering, so daß bei Würstchen kaum mit einer strahleninduzierten Beeinflussung der Qualität zu rechnen ist.

Da sich die Ordnungszahlen biologischer Weichteilgewebe sehr wesentlich von der des kristallisierten Calciums unterscheiden, können außerdem Knochensplinter sowie verkalkte tierische Parasiten in Weichteilen festgestellt werden. Im Röntgenbild können Parasiten zwar nicht differenziert werden, ein gehäuftes Auftreten entsprechend großer Aufhellungen gibt jedoch hinreichend Verdachtsmomente zu weiteren Untersuchungen, was bei Rohwürsten Bedeutung erlangen kann, da - allerdings in Abhängigkeit von Salz- bzw. Wassergehalt - noch invasionsfähige Trichinen in verkalkten Kapseln vorliegen können.

II.

Über die Anwendung von Röntgenstrahlen bei der Lebensmittelbeurteilung ist bisher für eingedoste Nahrungsmittel (4,2,3), speziell für Dosenwürstchen (5 und 6) und für frische Kochwürste (1,2) berichtet worden. Bombagen und ungenügende Füllung der Dosen sowie darin enthaltene Fremdkörper sollen mittels "Durchleuchtung" auch bei Kistenverpackten Konservendosen zu ermitteln sein (4). P l e v a und S e v e d i n a (6) sowie M a l d i und R a p i e (5) halten die Röntgenuntersuchung von Dosenwürstchen für eine ausgezeichnete Möglichkeit technologische Fehler nachzuweisen. Ungenügender Lakeaufguß (zu großer Kopfraum, Herausragen der Würstchen aus der Lake) sowie Länge, Dicke und Struktur der Würstchen sind auf dem Röntgenbild eindeutig zu erkennen. Die Struktur der Würstchen erscheint auf dem Röntgenbild infolge ihrer Poren feinschwammig. Gasblasen, besonders zwischen Wursthülle und Füllgut, können auf beginnende Verderbnis hindeuten (5). Die Röntgenuntersuchung eignet sich demnach sehr gut, um auch Dosen zu erfassen, deren Inhalt sich unter Gasbildung bereits zu zersetzen beginnt, ohne daß schon Anzeichen einer Bombage vorliegen.

Selbst hirsekorngroße Knochenpartikel und Fremdkörper können im Würstgut noch entdeckt werden (5,2). Bei "Kochwürsten" offenbar handelte es sich um Erzeugnisse, die wir als "Brühwürste" bezeichnen - läßt die Röntgenuntersuchung nach C a r e v i c (1) nicht nur die Struktur des Fertigproduktes beurteilen, sondern auch Luft einschüsse, gröbere Sehnenstückchen, Knochen splitter, Metallteile oder andere Fremdkörper erfassen (5,2).

Über die Anwendung von Röntgenstrahlen bei der Beurteilung von Rohwürsten liegen noch keine Angaben vor. Ihr geringer Wassergehalt läßt sie jedoch für derartige Untersuchungen besonders geeignet erscheinen. Eine periodische Überwachung während des Herstellungsvorganges wäre hierbei angesichts der komplizierten Reifungsvorgänge besonders erwünscht.

III.

Zur Durchstrahlung von Roh-, Brüh- und Kochwürsten stand uns ein 6-Ventilapparat vom Typ "Tridoros 4" (Firma Siemens und Reiniger, Erlangen) mit "Bucky-Tisch" zur Verfügung. Als Aufnahmematerial wurde in der Regel der folienlose Agfafilm "Sina" verwendet (leicht anwendbar und bei geringer Trägerdichte gut zu gebrauchen). Vergleichsaufnahmen auf Agfa "Radiolix" Kassettenfilm mit "Rubinfolie" und "Bucky-Streustrahlenblende" ergaben trotz dessen feinerer Körnigkeit auch bei Würsten mit höherem Wassergehalt ($> 50\%$) keine erheblich verbesserte Bildschärfe, da die "Bucky-Streustrahlenblende" entsprechende Streustrahlung weitgehend eliminiert.

Aufgrund entsprechender Vorversuche wurde von einer Wurstuntersuchung am Leuchtschirm Abstand genommen, da - abgesehen von der langen Adaptionszeit für das Auge des Beobachters - auf dem Leuchtschirm keine Feinheiten zu erkennen waren und die erforderlichen langen Expositionszeiten hohe Dosen und damit unter Umständen unerwünschte Qualitätsbeeinflussungen bedingt hätten. Die "Durchleuchtung" am Schirm strapaziert zudem das Auge des Beobachters und führt infolge fehlender Vergleichsmöglichkeit und schneller Ermüdung leicht zu Fehlurteilen. Außerdem ist der Untersucher am Leuchtschirm in starkem Maße der schädlichen Streustrahlung ausgesetzt. Schließlich bietet die "Durchleuchtung" auch keine Dokumentationsmöglichkeit.

Die Aufnahmespannung schwankte in Abhängigkeit vom Kaliber der Würste zwischen 55 und 65 KV bei durchschnittlich 18 mas, 300 mA und einem Focus-Filmabstand von 120 cm. Die durchschnittliche Expositionszeit betrug 0,06 sec, die Oberflächendosis - gemessen mit dem Stephen-Quarz-Fiber-Dosimeter ~~und~~ im Nomogramm ermittelt - 0,0815 rad und die Austrittsdosis bei Würsten mit einem Durchmesser von 50 mm 0,084 rad. Die verabreichten Strahlendosen lagen damit praktisch um den Faktor 500 bis 1000 unter dem in der Bundesrepublik Deutschland für Kontroll- und Meßzwecke rechtlich tolerierten Dosislimit von 10 rad.

Untersucht wurden bevorzugt Roh- und Brühwürste, daneben auch Kochwürste. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag bei Rohwurst, da deren komplizierter Reifungsvorgang am ehesten einer Überwachung bedarf.

Röntgenaufnahmen von schnellgereiften und luftgetrockneten Rohwürsten, die nach Herstellungsart, Kaliber und Körnung sehr unterschiedlich waren, ließen kleinere und größere Poren sowie Risse und Spalten einwandfrei als mehr oder minder große dunkle Stellen ("Aufhellungen") erkennen (Abb. 1 und 2), und zwar bei Rohwürsten mit höheren Wasserabgaben besonders deutlich. Knochen-, Knorpel- und Sehnteilchen die Versuchswürsten eigens zugesetzt worden waren, traten scharf umrissen, hellgrau bis weiß in Erscheinung. Bei Knochengewebe waren die "Verschattungen" am hellsten, bei Knorpelgewebe am dunkelsten. Schwartenzusätze waren weder roh noch gekocht deutlich zu erkennen.

Das Röntgenbild läßt nach unseren laufenden Studien während der Rohwurstreifung insbesondere bei Wiederholung in gewissen Zeitabständen Riß-, Spalten-, Poren- und Hohlraumbildung rechtzeitig erkennen. Luft einschüsse beim Abfüllen sind über Röntgenaufnahmen direkt nach dem Füllen einfach zu diagnostizieren und treten quer zur Längsachse der Wurst in Erscheinung (Abb. 2). Das Röntgenbild gibt außerdem insbesondere bei wasserarmen Rohwürsten (15-16 %) Aufschluß über die Gehalte an Fett und Fleisch und deren Verteilung. Fleischpartikelchen erscheinen in stark abgehangenen Würsten wesentlich heller als Fetteilchen.

Da ionisierende Strahlen Oxydationsvorgänge fördern, und bestrahltes Fettgewebe in Gegenwart von Sauerstoff zu schnellerem Ranzigwerden neigt, wurden ergänzende Untersuchungen vorgenommen. Die Jod-, Peroxyd- und Thiobarbitursäurezahlen der in diesen Untersuchungen bestrahlten Würste weisen darauf hin, daß selbst eine vierfache Strahlendosis die Fettoxydation weder induziert noch beschleunigt. Die im Fettanteil bestimmten Gehalte an freien Fettsäuren, berechnet als Ölsäure, waren jedoch nach Verabreichung der doppelten und vierfachen Strahlendosis offenbar infolge einer strahleninduzierten Hydrolyse signifikant (um 0,93 bzw. 1,68 %) erhöht. Gleichlaufende organoleptische Untersuchungen ergaben keine Unterschiede.

Da ionisierende Strahlen die erwünschte Flora der Rohwurst schädigen könnten, werden auch diesbezügliche Ergänzungen angezeigt. Selbst bei vierfacher Strahlendosis waren weder die "Gesamtkeimzahlen" auf Normalnähragar noch die Lactobazillengehalte auf Briggs-Agar verändert.

Auch bei Brühwürsten von unterschiedlicher Zusammensetzung und verschiedenem Kaliber waren Poren, Spalten und Hohlräume auf dem Röntgenbild noch klar zu erkennen, wenn auch wegen des höheren Wassergehaltes (50 - 58 %) und des damit verbundenen höheren Streustrahlenanteils nicht so deutlich wie bei Rohwürsten. Roh- oder gekochte Schwartenteilchen traten hierbei jedoch besser in Erscheinung als bei Rohwürsten, gekochte infolge ihrer gequollenen Struktur (höherer Streustrahlenanteil) stärker als rohe.

Der "Verschattungsgrad"* nahm bei den Brühwürsten in der Reihenfolge Schwarten roh zugesetzt - Schwarten vorgekocht - Knorpel - roh zugesetzte Sehnen und Knochen zu, so daß rohe Schwarten auf dem Röntgenbild die geringste, Knochen die mit Abstand stärkste Verschattung ergaben. Hohe Gehalte an nicht homogen verteiltem kollagenen Gewebe (Schwarten, Sehnen, Knorpel) verleihen dem Röntgenbild in Abhängigkeit von Menge und Zerkleinerungsgrad des Zusatzes ein mehr oder minder marmoriertes Aussehen (Abb. 3). Grobe Partikel werden am deutlichsten, kleinste eigenartigerweise besser als kleinere abgebildet.

* Das Röntgenbild stellt ein photographisches Negativ dar. In Anlehnung an die photographische Nomenklatur werden daher helle Stellen als Schatten (low density) bezeichnet weil sie von weniger Strahlung getroffen werden. Dunkle Stellen nennt man entsprechend Aufhellungen (high density), da sie von mehr Strahlung erreicht werden.

419

Bei einiger Erfahrung des Untersuchers läßt das Röntgenbild Schlüsse auf den Kollagenanteil zu, bzw. auf die Art des verwendeten Ausgangsmaterials (z. B. Mitverwendung von "Knochenputz").

Kochwürste (Leberwürste, Blutwürste usw.) ergaben offenbar wegen ihres oft sehr beträchtlichen Wassergehaltes (50 - 67 %) verschleierte und nur schwach konturierte Bilder, lediglich Hohlräume, Knochen und Fremdkörper zeichnen sich gut ab. Kollagenes Gewebe ist hierbei stärker verleimt und wahrscheinlich aus diesem Grunde nicht mehr klar zu differenzieren (Abb. 2). Schwarten und sehnereiches Material ist aber bei Kochwürsten teilweise ohnehin integrierender Bestandteil.

Die Röntgendiagnostik erschließt für die Beurteilung von Fleisch-erzeugnissen neue Möglichkeiten. Diese sind noch genauer abzugrenzen, und für ein kontinuierliches Arbeiten wären die technischen Voraussetzungen zu erarbeiten.

Zusammenfassung:

Röntgenaufnahmen bieten bei der Produktionsüberwachung und Qualitätsbeurteilung von Fleischerzeugnissen eine Reihe von Kontrollmöglichkeiten. Ganz allgemein lassen sich sowohl Risse, Spalten, Poren und Vakuolen als auch Knochensplitter und Fremdkörper feststellen. Bei Rohwürsten können sekundär aufgetretene Mängel rechtzeitig erkannt werden. Bei wasserarmen Rohwürsten sind auch Anhaltspunkte für die Gehalte an Fett und Fleisch und deren Verteilung zu erhalten. Bei Brühwürsten sind gewisse Hinweise auf höhere Anteile an Binde- und Stützgewebe möglich.

Literatur

- 1) Carević, K.:
Röntgenaufnahmen von frischer Kochwurst.
Tehnologija mesa 4 (1963), Heft 10;
ref.: "Der Fleischermeister", 18 (1964), 134;
- 2) Chochlow, A. u.a.:
Die Röntgenkontrolle von Fleischerzeugnissen.
Mjasnaja industrija SSSR 1960, Heft 5, 29;
ref.: Fleischwirtschaft, 14 (1962), 43;
- 3) Gillespie, E.L.:
The Science of meat and meat products.
H.W. Freeman and Co. London and San Francisco
1960;
- 4) Lacoste, R.:
Army inspects canned foods with X-rays equipment.
Western Canner and Packer 1951, March, S. 33;
ref.: Malčić, B. und S. Rapić: Röntgenologische
Qualitätsprüfungen in Dosenwürstchen, Fleisch-
wirtschaft 12, (1960), 23;
- 5) Malčić, B. und S. Rapić:
Röntgenologische Qualitätsprüfungen in Dosen-
würstchen.
Fleischwirtschaft, 12, (1960), 23;
- 6) Pleva, V. and M. Sovadina:
Histologické a Röntgenologické vyšetřování pánku
v konzervách.
Acta universitatis-agriculturae et silviculturae
Brno. 4 (1956), Schrift No. 261, Z. 1-2.

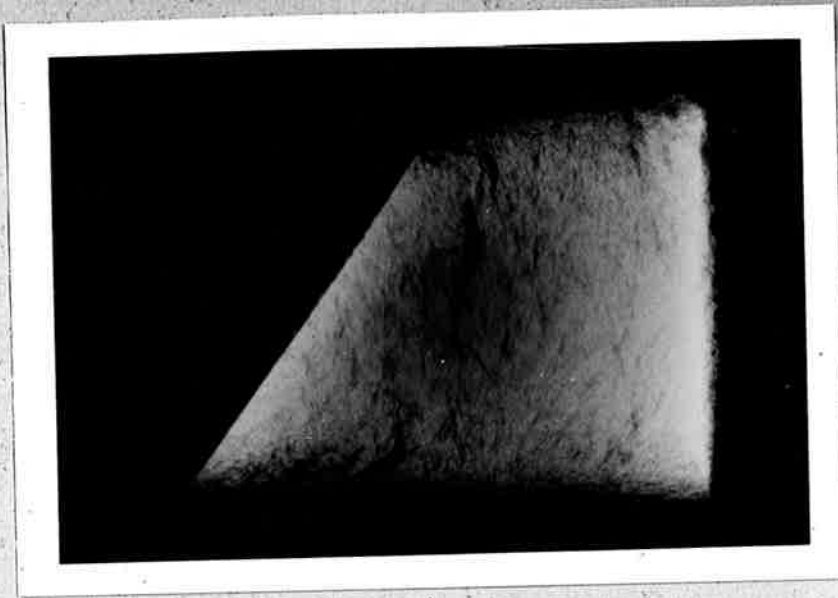


Abb. 1: Katenrauchwurst (Salami typ) mit Poren und Haarrissen

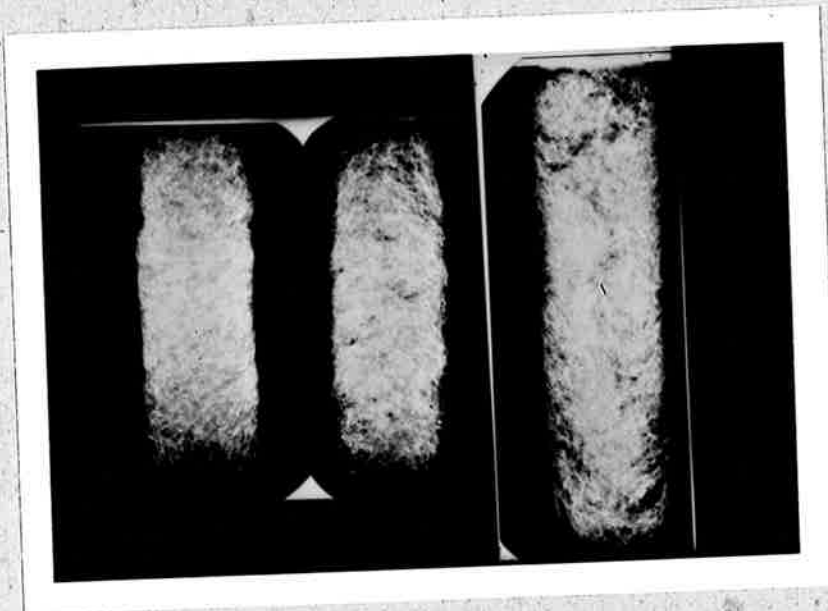


Abb. 2: Salami, luftgetrocknet

links: Kontrolle

Mitte: Längsspaltenbildung

rechts: Längsspaltenbildung sowie Querspalten an beiden
Wurstenden infolge Füllfehler.

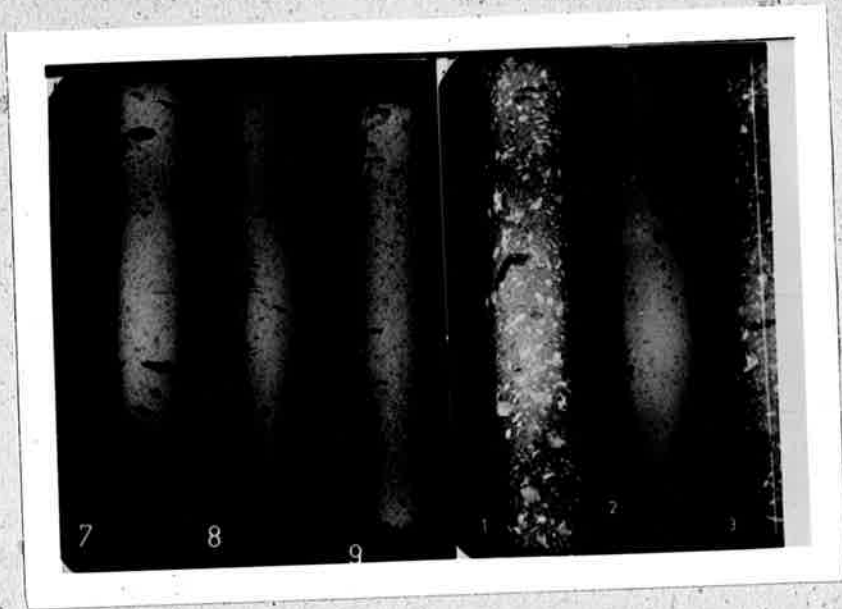


Abb. 3: Brühwürste mit Zusätzen an Knochen und kollagenem Gewebe.

Nr. 8: Kontrolle

Nr. 1: mit Knochen

Nr. 2: mit rohen Schwarten

Nr. 7: mit Knorpeln und Sehnen

Nr. 9: mit gebrühten Schwarten

Diese Bilder erreichten bei weitem nicht Güte und Aussagewert der Röntgenoriginale; erfahrungsgemäß verlieren Röntgenbilder bei fotografischer Reproduktion an Detail und Kontrast.

By W. Kreuzer, W. Zedler and R. Wollhäuser

F- 6

From the Institute for Food Science of the Faculty of Veterinary
Medicine of the Munich University, director: Prof. Dr. L. Netter,
and from the Central X-ray Department of the Veterinary Surgical
Hospital of the Munich University, director: Prof. Dr. H. v.
Westphal.

Starting from the reflection that X-rays are capable of penetrating
sausage meats even of bigger dimensions and that, in spite of tech-
nological influences being effective during the processing, dif-
ferences in density and atomic number of the raw material are
substantially kept in the finished product, X-rays have been tested
first of all with regard to their suitability for the control of
" Rohwurst " (fermented, dry and semi-dry sausages), " Brühwurst "
(cooked sausage Frankfurter type) and " Kochwurst " (cooked sausages).

These examinations were carried out especially in order to find out
whether faulty products, especially formation of cavities in fer-
mented sausages as well as differences in the composition can be
distinguished by means of X-radiation. Cavities like smaller and
bigger pores and fissures could be clearly distinguished as dark
spots, due to the intensified scattered radiation, on X-ray
photographs of sausages containing little water less clearly on
those of sausages with an increased water content. Additions of
bony, cartilaginous and sinewy particles caused, due to greater
density and higher atomic numbers, white to light-gray spots, bony
tissue showing the brightest, raw rinds the darkest spots. Raw or
cooked rinds could hardly be detected in fermented sausages; in
" Brühwurst " (cooked sausages, Frankfurter type), however, cooked
rinds, due to their swollen structure, could be better detected
than raw ones. A high content of collagen tissue results, according
to the quantity and the combination of the added substances, in a
more or less marbled appearance of the X-ray photograph, smallest
particles mostly being better recognized on account of the better
dissolving power of the eye and an increased contrasting effect.

Moreover, the X-ray photograph of fermented
sausages (containing little water) gives an information about the
content and the distribution of fat and lean meat.

Cooked sausages gave scarcely visible contours and very veiled pictures, though cavities, bones and foreign bodies stand out well, the differentiation of rings and cartilages is very difficult or even impossible.

The ionizing effect of X-rays being small compared to that of γ -rays, there is almost no need of taking into account unfavourable changes in sausages induced by radiation. The doses furnished were below the limit of 10 rad, tolerated by the Federal Republic of Germany for purposes of control and measuring, by the factor of about 1000. In the fermented sausages exposed to X-rays, fat oxidation has not been accelerated even by a supererogative dose of X-rays; however, an increase of the free fatty acids has been observed, without organoleptical changes being noted. The content of microorganisms (total bacterial count and lactobacilli) did not vary in any way by the irradiation.

This study shows that X-rays enable a series of possibilities within the supervision of production and quality control. Defective products of fermented sausages showing formation of fissures and pores can be distinguished in time, especially by repeating several times the X-ray photographing, and can be eliminated. Besides, the X-ray photograph indicates the content and the distribution of fat and lean meat in fermented sausages. Used with a certain experience, it also enables to get informations about the content of collagen tissue and thus about the quality of the sausage. An accumulation of bone and cartilage particles points to a lack of carefulness; an increased formation of cavities indicates either defects of stuffing or the utilization of objectionable materials.

3

n

h

Signification des rayons-X pour le contrôle des viandes

W. Kreuzer, V. Zeiler, et R. Weilhäuser
de l'Institut pour l'étude des denrées alimentaires de la
Faculté Vétérinaire de l'Université de Munich, sous la direc-
tion de Mr. le Professeur L. Kotter
et de la station centrale de rayons-X de la clinique chirur-
gique vétérinaire de l'Université de Munich, sous la direction
de Mr. le Professeur M. Westhaus Docteur h.c.

En partant de la réflexion que les rayons-X ont le pouvoir de
traverser des mélanges de la viande, même de grandes dimensions,
et que les différences de densité et de numéro atomique dans
les matières premières sont, quant à l'essentiel, conservées
dans le produit fini malgré des influences technologiques pen-
dant la fabrication, on éprouva d'abord leur utilité pour le
contrôle des "Roh-, Brüh- und Kochwürste". En particulier ces
examens devaient montrer si l'on pouvait reconnaître des fautes
de fabrication par de rayons-X, comme par exemple une formation
de vides dans les saucissons et des divergences dans leur compo-
sition. Des vides comme des pores, des fissures et des fentes
plus ou moins grandes étaient distinguées nettement sur la
radiographie des saucissons contenant une médiocre quantité de
l'eau; d'autre part ils étaient distingués moins nettement
sur celles à contenu d'eau plus grand par suite d'une diffrac-
tion plus forte. Des additions de particules osseuses, carti-
lagineuses et tendineuses donnèrent, en raison de leur densité
plus forte et de leur plus grand nombre atomique, de taches
blanches jusqu'aux taches gris-claires, les tissus osseux
donnèrent les taches les plus claires, la couenne que les
taches les plus sombres. Les couennes crues ou cuites ne sont
guère mises en évidence dans les "Rohwürste" mais ils apparais-
sent mieux dans les "Brühwürste" à cause de leur structure gon-
flée. Un contenu fort de tissu conjonctif donne à la radiographie
en relation avec la quantité et le degré de morcellement des
substances additionnées, une apparence plus ou moins marbrée, ce
qui permet à l'œil, en raison de sa meilleure capacité de dé-
composer et de l'effet de contraste augmenté, de mieux distin-
guer les particules les plus petites. La radiographie renseigne
en outre sur le contenu et la répartition de la matière grasse.

426

et de la viande dans les "Rohwürsten pauvres en eau. Les "Kochwürste donnent des images aux contours à peine distincts et très brouillés; bien que les vides, les os et les corps étrangers ressortent bien, la différenciation des couennes et des cartilages est rendue difficile ou même impossible.

L'action ionisante des rayons-X étant très petite par rapport à celle des rayons- γ il n'y a guère à redouter des conséquences défavorables causées par la rayonnement pour les saucissons.

Les doses fournies étaient à peu près un millième de fois plus petites que la dose limite de 10 rad., tolérée en République Fédérale d'Allemagne en vue de contrôle et de mesure.

Dans les saucissons soumis au rayonnement, l'oxydation de la matière grasse ne fut pas provoquée, même par une quantité quadruplée de rayons; il fut cependant observé une augmentation des acides gras libres, sans qu'il y eût de déviation organoleptique. Le contenu en microbes (nombre total de microbes inclusivement les lactobacilles) ne souffrit d'aucun changement par l'exposition aux rayons.

Ce travail montre que l'emploi des rayons-X offre beaucoup de possibilités pour le contrôle de la production et de la qualité.

Les "Rohwürste" comportant des fautes de fabrication, comme formation de fissures, de fentes et de pores, peuvent être aperçues à temps et écartées, spécialement en répétant plusieurs fois l'opération.

La radiographie renseigne également sur la contenu et la répartition des matières grasses et de la viande dans les "Rohwürsten" dépourvues d'eau. Avec une certaine expérience, il est possible que la radiographie donne des indications sur le pourcentage en tissu conjonctif et aussi sur la qualité. L'accumulation des particules osseuses et cartilagineuses indique le manque de soins; une formation augmentée de vacholes indique au bien des défauts de remplissage ou bien l'emploi de matières non irréprochables.

Zur Bedeutung von Röntgenstrahlen bei der Überwachung 427
der Produktion von Fleischerzeugnissen

W. Kreuzer, W. Zedler und R. Wellhäuser

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, Vorstand: Prof. Dr. L. Kotter und der Zentralen Röntgenstation der Chirurgischen Tierklinik der Universität München, Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. M. Westhues.

Ausgehend von der Überlegung, daß Röntgenstrahlen Gemenge von tierischen Weichteilen auch in größeren Dimensionen zu durchdringen vermögen und daß Unterschiede in Dichte und Ordnungszahl im Ausgangsmaterial trotz technologischer Einflüsse während der Herstellung im Endprodukt im wesentlichen erhalten bleiben, wurden sie auf ihre Eignung vorerst für die Beurteilung von Roh-, Brüh- und Kochwürsten geprüft.

Durch die Untersuchungen sollte insbesondere festgest^ellt werden, ob mit Röntgenstrahlen Fehlfabrikate, speziell Hohlraumbildungen bei Rohwürsten, ferner Abweichungen in der geweblichen Zusammensetzung erkannt werden können. Hohlräume wie kleinere und größere Poren, Risse und Spalten waren auf dem Röntgenbild bei Würsten mit geringem Wassergehalt deutlich, bei solchen mit höherem Wassergehalt infolge vermehrter Streustrahlung weniger deutlich ^{als} entsprechend dunkle Stellen zu erkennen. Zusätze an Knochen-, Knorpel- und Sehmenteilchen ergaben aufgrund größerer Dichte und höherer Ordnungszahlen weiße bis hellgraue Stellen, Knochengewebe die hellsten, rohe Schwarten die dunkelsten. Rohe oder gekochte Schwarten traten in Rohwürsten kaum, bei Brühwürsten gekochte infolge ihrer gequollenen Struktur besser in Erscheinung als ungekochte. Hoher Gehalt an kollagenem Gewebe verleiht dem Röntgenbild in Abhängigkeit von Menge und Zerkleinerungsgrad des Zusatzes ein mehr oder minder marmoriertes Aussehen, wobei kleinste Partikel aufgrund des besseren Auflösungsvermögens des Auges und verstärkter Kontrastwirkung zumeist besser erkannt werden können.

Das Röntgenbild gibt außerdem bei wasserarmen Rohwürsten Aufschluß über Gehalt und Verteilung von Fett und Fleisch.

Kochwürste ergaben kaum konturierte und sehr verschleierte Bilder, obwohl sich Hohlräume, Knochen und Fremdkörper gut abzeichnen, wird die Differenzierung von Schwarten und Knorpeln sehr erschwert oder gar unmöglich.

Da die ionisierende Wirkung von Röntgenstrahlen im Vergleich zu der von γ -Strahlen gering ist, braucht in Würsten kaum mit strahleninduzierten nachteiligen Veränderungen gerechnet werden. Die verabreichten Dosen lagen etwa um den Faktor 1000 unter dem in der Bundesrepublik Deutschland für Kontroll- und Meßzwecke tolerierten Dosislimit von 10 rad. In den bestrahlten Rohwürsten wurde selbst bei vierfacher Strahlendosis die Oxydation des Fettes nicht gefördert, dagegen eine Vermehrung der freien Fettsäuren beobachtet, ohne dass organoleptische Abweichungen vorlagen. Der Keimgehalt (Gesamtkeimzahl und Laktobazillen) erlitt durch die Bestrahlung keine Veränderung.

Die Arbeit zeigt, daß Röntgenstrahlen eine Reihe von Möglichkeiten in der Produktionsüberwachung und Qualitätskontrolle eröffnen. Rohwurstfehlfabrikate mit Riß-, Spalten- und Porenbildung können insbesondere bei mehrmaliger Wiederholung der Aufnahme rechtzeitig erkannt und aussortiert werden. Das Röntgenbild gibt zudem bei wasserarmen Würsten auch Aufschluß über Gehalt und Verteilung von Fett und Fleisch. Bei Brühwürsten ermöglicht es auch Hinweise auf hohen Kollagengehalt und somit auf die Qualität. Gehäuftes Vorkommen von Knochen- und Knorpelteilchen deutet auf mangelnde Sorgfalt und verstärkte Vakuolenbildung wie bei Roh- und Kochwürsten entweder auf Füllfehler oder die Verarbeitung von nicht einwandfreiem Material hin.

About the Signification of X-rays for the Supervision
of the Preparation of Meat Products.

429

3

by W. Kreuzer, W. Zedler, and R. Wellhäuser

from the Institute of Science of Nutrition of the Faculty of
~~Ecology~~^{Veterinary Science} of Munich University, under the direction of Prof.

Dr. L. Kotter

and from the central station of X-rays of the Veterinary
Surgical Hospital of Munich University, under the direction of
Prof. Dr. Dr. h.c. Westhues.

Proceeding from the reflexion that X-rays are capable of penetrating
aggregates of animal ~~meat~~^{soft tissues} even of bigger dimensions and that
differences in density and atomic number in the raw material are,
in spite of the technological influences, essentially conserved in
the finished product during the preparation, they have been tested
first of all with regard to their aptitude for the control of fer-
mented sausages (dry and semi-dry sausages), cooked sausages Frank-
furter type and boiled sausages.

These examinations were made especially in order to state whether
imperfect products, especially formations of hollow spaces in fer-
mented sausages, further anomalies in the structure of the tissue
can be recognized by means of X-radiation. Lacunae, like smaller
and bigger pores, fissures and splits, could be clearly distinguished
on the X-ray photograph of sausages containing little water and on
those of sausages with a higher water percentage less clearly, as
dark spots, due to the intensified scattered radiation. Additions
of bony, gristly and sinewy particles gave as a result, for the
reason of greater density and a higher atomic number, spots coloured
from white to light grey, ~~additions of~~ bony tissue gave the lightest
spots, and raw rinds gave the darkest ones. Raw or boiled rinds hardly
appeared with fermented sausages, boiled rinds appeared better with
cooked sausages Frankfurter type, because of their expanded structure.
A high content of collagen tissue lends to the X-ray photograph,
according to the quantity and the degree of disintegration of the
addition, a more or less marbled appearance, which on account of the

improved power of decomposition of the eye and a reinforced effect of contrast may mostly be better distinguished. Moreover, the X-ray photograph of fermented sausages (containing little water) gives an information about the content and the distribution of grease and meat.

Boiled sausages gave scarcely visible contours and very veiled images; in spite of the hollow spaces, the bones and the foreign bodies standing out very well, the differentiation of the rinds and the cartilages is made very difficult or even impossible.

The ionizing effect of X-rays being small, compared to that of γ -rays, there is almost no need of taking into account unfavorable transformations of sausages induced by radiation. The doses furnished were situated below the limit of 10 rad., tolerated by the Federal Republic of Germany for purposes of control and measuring, by the factor of about 1000. In the fermented sausages exposed to the X-rays the oxydation of the grease has not been accelerated even by a quadruple dose of X-rays; however an increase of the free fatty acids has been observed without organoleptical deviations. The content of germs (total number of germs and lactobacilli) has not suffered any alteration by the irradiation.

This study shows that X-rays open a series of possibilities within the supervision of production and the control of quality. Defective products of fermented sausages with formation of fissures, splits and pores may be distinguished and sorted out in time by repeating several times the X-ray photographing. Besides the X-ray photograph indicates the content and the distribution of grease and meat in dry sausages. With a certain experience it also enables to get informations about the content of collagen tissue and thus about the quality. An accumulation of particles of bones and cartilage points to a lack of carefulness, a reinforced formation of vacuolae either indicates defects of filling or the utilization of objectionable materials.

W. Kreuzer, W. Zedler et R. Wellhäuser
de l'Institut pour l'étude des denrées alimentaires de la
la Faculté de Zoologie de l'Université de Munich, sous la
direction de Mr. le Professeur L. Kotter
et de la station centrale de rayons X de la clinique
chirurgicale vétérinaire de l'Université de Munich,
sous la direction de Mr. le Professeur M. Westhues
Docteur h.c.

En partant de la réflexion que les rayons X ont le pouvoir de traverser des agrégats de ^{particules} ~~chaînes~~ animales, même de grandes dimensions, et que les différences d'épaisseur et de numéro atomique dans les matières premières sont, quant à l'essentiel, dans le produit final pendant la fabrication malgré des influences technologiques, on ~~XXX~~ essaya d'abord leur utilité pour le contrôle des saucissons, des saucisses (genre de Francfort) et des saucisses bouillies!

Ces examens devaient en particulier établir si l'on pouvait reconnaître avec des rayons X des fautes de fabrication, comme par exemple formation de vides dans les saucissons, ensuite les anomalies dans la composition du tissu. Des vides comme des pores, des fissures et des fentes plus ou moins grandes, étaient nets sur la radiographie de saucisses contenant une médiocre quantité d'eau, moins nets sur celles à contenu d'eau plus grand par suite d'une diffraction plus forte. Des additions de particules ~~XX~~ osseuses, cartilagineuses et nerveuses donnèrent, en raison de leur plus forte densité et de leur plus grand nombre atomique, des taches allant du blanc au gris clair; les tissus osseux donnèrent les taches les ~~XX~~ plus claires, la couenne crue les taches les plus sombres. Les couennes crues ou cuites ne sont presque pas mises en évidence dans les saucissons; les couennes cuites apparaissent mieux dans les saucisses (de Francfort) à cause de leur structure gonflée. Une forte teneur en tissu conjonctif donne à la radiographie, en relation avec la quantité et le degré de morcellement de l'addition, une apparence plus ou moins marbrée, ce qui permet à l'oeil, en raison de sa meilleure capacité de décomposer et de l'effet de contraste renforcé, de mieux distinguer le plus souvent les plus petites particules.

.../...

- 2 -

La radiographie renseigne en outre sur le contenu et la répartition de la graisse et de la viande dans les saucissons pauvres en eau. Les saucisses bouillies donnèrent des images aux contours à peine distincts et très brouillées; bien que les vides, les os et les corps étrangers ressortent bien, la différenciation des couennes et des cartilages est rendue difficile ou même impossible. 432

L'action ionisante des rayons X étant très petite par rapport à celle des rayons γ , il n'y a presque pas à redouter pour les saucisses de suites défavorables causées par le rayonnement.

Les doses fournies étaient un millième de fois plus petites que la dose limite de 10 rad., tolérée en République Fédérale Allemande à des fins de contrôle et de mesure.

Dans les saucissons soumis au rayonnement, l'oxydation de la matière grasse ne fut pas provoquée, même par une quantité quadruplée de rayons; il fut cependant observé une augmentation des acides gras libres, sans qu'il y eût de déviation organoleptique. Le contenu en germes (nombre total de germes et de lactobacillie) ne souffrit d'aucun changement lors de l'exposition aux rayons. h

Ce travail montre que les rayons X permettent une quantité de possibilités pour le contrôle de la production et de sa qualité.

Les saucissons comportant des fautes de fabrication, comme formation de fissures, de fentes et de pores peuvent être aperçus à temps, en particulier en répétant plusieurs fois l'opération, et écartés.

La radiographie renseigne également sur le contenu et la répartition des graisses et de la viande dans les pauvres en eau. Avec une certaine expérience, il est possible que la radiographie donne des indications sur le pourcentage en tissu conjonctif et aussi sur la qualité. L'accumulation des particules osseuses et cartilagineuses indique le manque de soins; la formation renforcée de vacuoles indique ou bien des défauts de remplissage ou bien l'emploi de matières non irréprochables.