

Irisieren von Koch- und Rohpökelfleisch - Entstehung und mögliche Inhibierung



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelmaterialwissenschaften Prof. Dr. Jochen Weiss/Dr. Monika Gibis Hochschule Ostwestfalen-Lippe Institut für Lebensmitteltechnologie ILT-NRW Labor Fleischtechnologie Prof. Dr. Ralf Lautenschläger
Industriegruppe(n):	Bundesverband Deutscher Wurst- & Schinkenproduzenten e.V. (BVWS), Bonn
Projektkoordinator:	Ralf Engelhardt EDEKA Südwest Fleisch GmbH, Rheinstetten
Laufzeit:	2018 – 2021
Zuwendungssumme:	€ 504.603,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation

Bei der Herstellung von gepökelten, umgeröteten Fleischprodukten aus Ganzmuskelsystemen, wie Roh- und Kochpökelfleisch, kommt es immer wieder zu dem Problem, dass der Anschnitt dieser Produkte in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel unnatürliche Farbschattierungen mit schillernden, regenbogenartigen Farbtönen von gelborange bis grün aufweist. Dieses als „Irisieren“ bezeichnete optische Phänomen wird von den Verbrauchern mit einem beginnenden mikrobiologischen Verderb in Verbindung gebracht, obwohl diese Produkte mikrobiologisch nicht kontaminiert sind. Von Teilen der Verbraucher wird das Irisieren auch als Indiz für einen Zusatz chemischer Hilfsstoffe zu Pökelfleischerzeugnissen gedeutet. Das Irisieren gehört zu den bei DLG-Qualitätsprüfungen am häufigsten beanstandeten Mängeln und tritt bei ca. 5-10 % aller Produkte auf. Bislang existieren für diese Problematik keine Lösungsansätze.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss grundlegender Faktoren, wie z. B. die Abhängigkeit von Fleischqualität, Teilstück, Muskelgruppe, Fleischfasertyp und -anordnung, Herstellungsprozess und Zusatzstoffen, zu untersuchen, um den Entstehungsmechanismus aufzuklären und darauf basierend Inhibierungsansätze zu entwickeln. Es sollten Prozess- und Formulierungsempfehlungen erstellt werden, die die Menge der irisierenden Bereiche bei Roh- und Kochschinken reduzieren, um diesbezügliche Reklamationen seitens des Handels oder der Konsumenten zu verringern.

Forschungsergebnis

Im Rahmen des Vorhabens konnten neue Analysemethoden zur Quantifizierung des Irisierens entwickelt werden. Es wurde eine Bildanalysemethode entwickelt und etabliert, mit der das Ausmaß des Irisierens objektiv messbar gemacht wurde. Des Weiteren konnte eine spektroskopische Methode etabliert werden, die die Messung der stark winkelabhängigen Interferenzfarben ermöglichte.

In den durchgeführten Studien zum Einfluss der Prozess- und Formulierungsparameter konnte lediglich ein starker Einfluss von Salz und der Schnittgüte auf das Irisieren festgestellt werden. Ein klarer Zusammenhang zwischen dem Irisieren und anderen Rohmaterial-, Prozess- und Zusatzstoffparametern konnte nicht gefunden werden. Der Grad des Irisierens im Endprodukt korrelierte zum Teil mit der Hydratisierung des Muskelgewebes (z.B. durch einen höheren pH-Wert oder eine Salzzugabe), die aber nicht als einziger Erklärungsansatz herangezogen werden kann. Es muss davon ausgegangen werden, dass der Grad des Irisierens nicht das Ergebnis einfacher, unmittelbarer Kausalzusammenhänge mit einzelnen Einflussfaktoren ist, sondern durch ein multifaktorielles Kausalmodell beschrieben werden muss. So führte zwar einerseits eine stärkere Wasserbindung zum Aufquellen der Muskelstruktur, wodurch größere Faserdurchmesser und kleinere Zwischenräume zwischen den Muskelfasern und Myofibrillen auftraten, die ein stärkeres Irisieren aufgrund geringerer inkohärenter Lichtstreuung an der Mikrostruktur verursachen könnten. Dennoch konnte bei einer Phosphatzugabe und pH-Wert-Erhöhung, die beide das Wasserbindungsvermögen der Muskeln verbessern, kein unmittelbarer Zusammenhang mit dem Grad des Irisierens festgestellt werden. Bei der Salzzugabe hingegen wird neben der Erhöhung des Wasserbindungsvermögens auch Myosin aus dem Filamentgitter extrahiert, womit Veränderungen des Brechungsindex und der optischen Eigenschaften des myofilamentären Gitters eintreten. Es wäre möglich, dass durch die Kombination dieser beiden mikrostrukturellen Veränderungen (Aufquellen der Muskelfasern und Myofibrillen & Aufquellen des Filamentgitters + Extraktion des Myosins) die inkohärente Lichtbrechung reduziert wird, wodurch das Licht stärker reflektiert werden kann und damit ein stärkeres Irisieren sichtbar wird.

Es zeigte sich ebenfalls im Projektverlauf, dass die Herstellung eines Produktes ohne jegliches Irisieren nicht möglich war. Auch bei den von den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses für das Projekt bereitgestellten Produkten oder bei den aus dem Handel bezogenen Fleischerzeugnissen unterschiedlicher Art, Rezeptur und Herstellungsverfahren (Produkte aus Ganzmuskelsystemen) konnte bei entsprechender Betrachtung und Belichtung (direkte Belichtung, Beobachtung und Belichtung aus der gleichen vertikalen Ebene, Produktoberfläche $\sim 45^\circ$ weg geneigt vom Betrachter) immer ein Irisieren festgestellt werden. Dieses Irisieren, insbesondere der Kochpökelerzeugnisse, war allerdings für die Endverbraucher bei den im Handel vorherrschenden diffusen Beleuchtungsbedingungen meist nicht oder nur geringfügig wahrnehmbar. Das Irisieren in Rohpökelerzeugnissen war deutlich stärker in der Intensität ausgeprägt und dadurch auch für die Endverbraucher wahrnehmbar.

Ein möglicher Erklärungsansatz der unterschiedlichen Intensitäten in Koch- und Rohpökelerzeugnissen könnte die Veränderung der optischen Eigenschaften durch den Erhitzungsprozess sein. Durch die Erhitzung kommt es zur Denaturierung und Aggregation der Fleischproteine (z.B. des Muskelfarbstoffes Myoglobin und des myofibrillären Proteins Myosin), wodurch sich sowohl die Fleischfarbe als auch die optischen Eigenschaften verändern. Das stärker lichtdurchlässige Fleisch wird durch die Erhitzung lichtundurchlässig. Möglicherweise kann dadurch das in die Muskelfasern einfallende Licht nicht so tief in die optische Struktur eindringen und wird stärker inkohärent in alle Richtungen gestreut, so wie dies bei nicht erhitzten Rohpökelerzeugnissen der Fall ist. Dadurch würde nur ein geringer Anteil des einfallenden Lichtes konstruktiv interferieren und die Interferenzfarben hervorrufen. Ein ähnlicher Effekt zeigte sich bei Kochpökelerzeugnissen durch ein Aufrauen der Scheibenoberfläche durch Verwendung verschiedener Messergeometrien. Es konnte gezeigt werden, dass die Verwendung eines gezahnten Slicermessers das Irisieren in Kochpökelerzeugnissen signifikant reduzierte im Vergleich zu Messern mit glatter und graviertes Schneidfacette. Allerdings ergaben sich infolgedessen nicht tolerierbare Qualitätsveränderungen der Schnittgüte. Trotzdem scheint dies ein Ansatz zu sein, um speziell für Kochpökelerzeugnisse durch Neuentwicklung von speziellen Messersystemen eine Inhibierung des Irisierens zu erzielen.

Da das Irisieren bereits im Rohmaterial (quergestreifte Muskulatur jeglicher Tierarten) vorhanden ist, ist darauf hinzuweisen, dass das Irisieren eine dem Fleisch inhärente Eigenschaft ist, die durch den streng geordneten Aufbau des quergestreiften Muskelgewebes hervorgerufen wird. Daraus ergibt sich als Konsequenz, dass der Herstellungsprozess lediglich in begrenztem Maß Einfluss auf die Intensität des Irisierens nehmen kann. Der Herstellungsprozess oder die Rezeptur der speziellen Fleischerzeugnisse sind demnach nie selbst der Auslöser für das Auftreten des Phänomens Irisieren. Es konnte kein praxisrelevanter Lösungsansatz zur Reduktion des Irisierens gefunden werden, da eine Erhöhung der Lichtstreuung mit einer reduzierten Ausbeute (Wasserbindungsvermögen) und einer Verschlechterung der Produktqualität (Textur, Geschmack, Mikrobiologie, Optik) einhergeht. Der genaue Mechanismus und die für die Interferenzfarben verantwortlichen Strukturen sind weiterhin noch nicht vollständig aufgeklärt. Die Hypothese eines Beugungsgitters auf der Produktoberfläche durch hervorstehende Myofibrillen kann ausgeschlossen werden. Die Hypothese einer Mehrschichtinterferenz an den A- und I-Banden erscheint weiterhin plausibel und konnte durch Ergebnisse dieses Projektes bestätigt werden. Allerdings führten die theoretischen Berechnungen nicht zu zufriedenstellenden Übereinstimmungen zwischen simulierten und gemessenen Reflexionsspektren. Für eine bessere Annäherung müssten die Brechungsindexdifferenzen deutlich größer sein als dies anhand der Literaturwerte der Fall ist. In anderen Mehrschichtsystemen, wie sie in der Natur verbreitet sind, liegt die Differenz der Brechungsindices der alternierenden Schichten bei ca. 0,5. Allerdings erscheint eine so hohe Brechungsindexdifferenz innerhalb eines Sarkomers als nicht plausibel, da die Differenz zwischen A- und I-Bande mit ca. 0,015 bestimmt wurde und damit um das 33-fache geringer ist als in typischen Mehrschichtsystemen. Der genaue physikalische Mechanismus des Irisierens in Fleisch ist somit weiterhin ungeklärt und es bedarf weiterer Forschung in diesem Bereich.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die deutsche Fleischwarenindustrie besteht überwiegend aus kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Eine Verringerung der durch Irisieren verursachten Fehlproduktzahlen bei Roh- und Kochpökelfleisch ist für diese Unternehmen von großer wirtschaftlicher Relevanz. Die Beurteilung des Irisierens als Produktfehler durch die DLG bewirkt eine Abwertung der Produkte bezüglich ihrer Qualität. Dies führt bei aufgeschnittenen und zur Selbstbedienung gedachten Produkten dazu, dass Konkurrenzprodukte vergleichbarer Qualität ohne Irisieren und damit mit höherer Prämierung von den Kunden bevorzugt gekauft werden. Dabei stellt das Irisieren keinen Qualitätsmangel dar, sondern ist eine inhärente Eigenschaft des Fleisches, bedingt durch den streng hierarchischen Aufbau der quergestreiften Muskulatur. Des Weiteren kann eine Fehlinterpretation des Irisierens durch Endverbraucher dazu führen, dass qualitativ hochwertige Produkte entweder nicht gekauft werden und dann nach Ablauf der Mindesthaltbarkeit vom Handel entsorgt werden müssen oder vom Endverbraucher noch vor Ablauf der Mindesthaltbarkeit fälschlicherweise entsorgt werden. Dadurch entstehen sowohl wirtschaftliche Kosten für die Hersteller und Lebensmittelhändler als auch gesellschaftliche Kosten durch Lebensmittelverschwendung, die in hohem Maße zum Klimawandel und vielen weiteren Umweltbelastungen beiträgt. Eine Verringerung der durch Irisieren verursachten Fehlproduktzahlen bei Roh- und Kochpökelfleisch würde somit nicht nur für die Unternehmen der Fleischwirtschaft von großer wirtschaftlicher Bedeutung sein, sondern könnte auch zu einer Minimierung der Menge an Lebensmitteln, die entsorgt werden müssen, beitragen.

Durch das Projekt konnte gezeigt werden, dass es für die Fleischwirtschaft momentan keine praxisrelevanten Lösungsansätze zur Reduktion oder Verhinderung des Irisierens gibt. Mögliche Lösungsansätze gehen mit Qualitätsverschlechterungen und einer Minderung der wirtschaftlichen und technologischen Effizienz einher. Allerdings könnten diese als Ansatzmöglichkeit für zukünftige Forschung dienen. Zurzeit wäre die Qualität deutlich stärker negativ beeinflusst als es durch das Irisieren der Fall ist. Durch die gewonnenen Erkenntnisse zum Entstehungsmechanismus ist zudem kritisch zu hinterfragen, ob das Irisieren weiterhin als Qualitätsmangel betrachtet werden sollte. Vielmehr sollte darüber diskutiert werden, wie man in der Fleischwirtschaft mit dem Phänomen Irisieren zukünftig umgeht. Es erscheint sinnvoller, die Endverbraucher über das Phänomen zu informieren. Denkbar wäre ein Hinweis für den Konsumenten auf der Produktverpackung, der auf die Unbedenklichkeit des Irisierens als rein physikalisches Phänomen und die Verzehrtauglichkeit des Produktes

hinweist. Dieses Vorgehen hat sich beispielsweise für Tyrosin-Kristalle in Rohschinken oder Effloreszenzen in Rohwürsten bewährt. Somit könnte man die vorgenannten Probleme in Bezug auf das Irisieren in Fleischerzeugnissen lösen.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2021.
2. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: Meat color and iridescence: Origin, analysis, and approaches to modulation. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 22 (4), 3366–3394, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13191> (2023).
3. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: A research note: Effect of Hofmeister salts on meat iridescence in cooked pork. *Food Sci. & Technol. Intern.*, 29 (2), 151-155 (2023).
4. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: A research note: Effect of pH on meat iridescence in precooked cured pork. *BMC Res. Notes*, 15 (77), 1-4, <https://doi.org/10.1186/s13104-022-05956-x> (2022).
5. Ruedt, C., Gibis, M., Barbut, S. & Weiss, J.: Colour change with longitudinal compression supports hypothesis of multilayer interference as cause for meat iridescence. *Intern. J. Food Sci. Technol.* 56 (1), 250-8, <https://doi.org/10.1111/ijfs.14626> (2021).
6. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: Influence of muscle type and microstructure on iridescence in cooked, cured pork meat products. *Food Sci.* 86 (8), 3563-73, <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15832> (2021).
7. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: Effect of varying salt concentration on iridescence in precooked pork meat. *Eur. Food Res. Technol.*, <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03850-7> (2021).
8. Ruedt, C., Gibis, M. & Weiss, J.: Quantification of surface iridescence in meat products by digital image analysis. *Meat Sci.* 163, 108064, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108064> (2020).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
 FG Lebensmittelmaterialwissenschaften
 Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
 Tel.: +49 711 459-24415
 Fax: +49 711 459-24446
 E-Mail: j.weiss@uni-hohenheim.de

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
 Institut für Lebensmitteltechnologie ILT-NRW
 Labor Fleischtechnologie
 Liebigstr. 87, 32657 Lemgo
 Tel.: +49 5261 702-5291
 Fax: +49 5261 702-85291
 E-Mail: ralf.lautenschlaeger@hs-owl.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
 Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
 Tel.: +49 228 3079699-0
 Fax: +49 228 3079699-9
 E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © AdobeStock_403744767-L

Stand: 18. Oktober 2024