

Technologische und mikrobiologische Ansätze zum Einsatz von Starterkulturen bei der industriellen Rohschinkenherstellung

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelphysik und Fleischwissenschaft Prof. Dr. Jochen Weiss/Dr. Monika Gibis
Forschungsstelle II:	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene Prof. Dr. Herbert Schmidt/Dr. Agnes Weiss
Industriegruppe:	Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. (BVDF), Bonn Projektkoordinator: Dr. Tim Seibert Chr. Hansen GmbH, Pohlheim
Laufzeit:	2013 – 2016
Zuwendungssumme:	€ 448.850,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die Qualität und Haltbarkeit von Fleischwaren kann durch eine Fermentation mit Starterkulturen verbessert werden. Neben der Entwicklung einer schützenden Mikrobiota, die das Wachstum von pathogenen Keimen und Verderbniserregern hemmt, werden spezifische Produkteigenschaften, wie z.B. das Aroma, die Textur und die Farbe, durch die proteolytischen und lipolytischen Prozesse erzielt. Im Gegensatz zum Bereich der fermentierten Rohwürste werden Starterkulturen bislang nur selten oder gar nicht bei der Produktion von Rohschinken eingesetzt. Ein Einsatz von Starterkulturen hätte den Vorteil einer verkürzten Produktionszeit und einer Differenzierung von Produkten durch definierte Aroma-, Farb- und Texturprofile. So kann die Produktion luftgetrockneter oder geräucherter Rohschinken, wie z.B. von Schwarzwälder, Westfälischen oder Ammerländer Schinken, mehrere Monate benötigen. Dabei ist die lange Produktionszeit nicht auf die Dauer der Trocknung, sondern auf die Dauer der Aroma- und Texturentwicklung zurückzuführen.

Zu Beginn des Projektes existierten keine systematischen Untersuchungen, die sich mit dem technischen Aspekt des Einbringens und dem Wachstumsverhalten geeigneter Starterkulturen in intakten Muskelstrukturen beschäftigten. Im Gegensatz zu Rohwürsten handelt es sich bei den Produkten um intakte Ganzmuskelsysteme, in die Starterkulturen nicht durch Einmischen eingebracht werden können. Auch waren noch keine systematischen Untersuchungen durchgeführt worden, die sich mit den Eigenschaften der Mikroorganismen beschäftigten, die bei einer gezielten Fermentation vorteilhafte Änderungen der Sensorik, insbesondere der Farbentwicklung und -stabilität, der benötigten Prozesszeit oder der Anzahl an Fehlfabrikaten, im Vergleich zu konventionell hergestellten Rohschinken bewirken könnten.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, derartige systematische Untersuchungen durchzuführen und die industrielle Produktion von Rohschinken unter Verwendung geeigneter Starterkulturen durch Entwicklung spezifischer, auf partikuläre Systeme spezialisierter Einbringungsmethoden zu ermöglichen. Der Einsatz von Starterkulturen in Rohschinken sollte einer

homogenen Farbentwicklung und einer raschen Bildung gewünschter Aroma- und Texturprofile dienen.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen des Vorhabens wurde ein Screening-Verfahren etabliert und auf die in diesem Projekt erstellten Stammsets angewandt, mit dem je fünf Stämme von *Staphylococcus carnosus* und *Staphylococcus equorum* als Rohschinkenstarter ausgewählt wurden. Diese insgesamt zehn Stämme zeichnen sich durch ihre hygienische Unbedenklichkeit und ihre Fermentationseigenschaften, wie Proteolyse, Lipolyse oder Nitratreduktaseaktivität, aus. Im weiteren Verlauf des Projektes wurden diese Stämme in vivo dahingehend untersucht, ob sich diese Eigenschaften positiv auf das organoleptische Profil des Rohschinkens auswirken. Die Erstellung eines Multilokus-Sequenztypisierung-Schemas (MLST) zur Typisierung von *S. carnosus* wurde erfolgreich umgesetzt. Dafür wurden die Gesamtgenome zweier Stämme des Stammsets sequenziert. Das MLST-Schema bietet erste Einblicke in die genetischen Verwandtschaftsverhältnisse von *S. carnosus* und teilt 41 untersuchte Stämme in neun Sequenztypen ein, die zum Teil mit den Fermentationseigenschaften übereinstimmen.

Um die Verteilung von Starterkulturen im Muskel zu erhöhen, können mechanische Pökelfverfahren, wie Tumbeln, Vakuum oder das Verwenden von Gefrier-Tau-Material, angewendet werden. In Kombination mit einer genügend hohen Flüssigkeitsphase können diese homogen im Inneren des Schinkens verteilt werden. Weder der Injektionsprozess noch die weiteren mechanischen Pökelfverfahren führten zu einer Abnahme der Qualitätsparameter. Im Gegenteil, die Farbbildung und die Festigkeit wurden durch die Verwendung von Vakuum, Tumbeln und Vakuum-Tumbeln erhöht. Der Einsatz der Starterkulturen ist sowohl durch Injektion als auch durch Trocken-Nass-Pökeln möglich, so dass das Überleben und die metabolische Aktivität der Kulturen erhalten bleiben. Weiterhin konnte durch den Einsatz der Starterkulturen die mikrobiologische Stabilität der Produkte erhöht werden.

Ein Parameter, der die Farbentwicklung und die Farbstabilität signifikant beeinflusst, ist die Nitratreduktaseaktivität der Starterkulturen. Dabei kann der Einsatz einer Kultur mit hoher Nitrat-

reduktaseaktivität zu einem geringeren Restnitratgehalt führen, die Farbbildung beschleunigen und diese bei einer Lagerung bei Licht und Sauerstoff stabilisieren sowie den Oxidationsprozess durch eine erhöhte Bildung des als Antioxidans wirkenden Nitrits verringern. Oxidationsprozesse spielen bei der Bildung von Aromakomponenten eine entscheidende Rolle. Eine Methode zur Untersuchung der gebildeten flüchtigen Markeraromakomponenten wurde entwickelt und im Laufe des Projektes angewendet. Die Reifetemperatur und -zeit sind signifikante Parameter für die Steuerung der Produktsicherheit und -qualität; so führen erhöhte Temperaturen zu einer Erhöhung der Farbe, des Tyrosin- und Aromagehaltes, wenn Starterkulturen eingesetzt werden. Eine Reifung bei 5°C bis 15°C führt beim Einsatz von Starterkulturen zu einer Reduzierung der Produktionszeit auf 7 bis max. 9 Wochen. Die Erhöhung des Gewichtsverlustes auf bis zu 30 % verlängerte den Trocknungsprozess, hemmte aber nicht das Wachstum oder die Aktivität der Starterkulturen. Insgesamt wurden die inokulierten Rohschinken als aromatischer wahrgenommen, was auch durch die Ergebnisse der Aromaanalyse bestätigt wurde. Der Einsatz von Starterkulturen kann im Allgemeinen den Restnitratgehalt auch in Nitrit gepökelten Schinkens deutlich reduzieren. Insgesamt ist eine Kombination aus Stämmen mit hoher Nitratreduktaseaktivität und proteolytischer Aktivität sinnvoll, um die Farbe und das Aroma der Produkte zu verbessern.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die deutsche Fleischwarenindustrie ist mittelständisch strukturiert und beschäftigt ca. 86.000 Mitarbeiter. Sie ist mit einem Gesamtumsatz von ca. 30 Mrd. €/Jahr eine der wichtigsten Teilbranchen der Lebensmittelindustrie.

Bei Rohschinken handelt es sich im Gegensatz zu z.B. Brühwürsten oder Kochschinken um sehr hochwertige Produkte. Maßnahmen, die zu gesteigerten Verkaufszahlen, reduzierten Produktionskosten oder einer geringeren Anzahl an Fehlprodukten führen, können daher erheblich zu Ertragssteigerungen beitragen.

Verbesserungen in der Produktion von Rohpökelwaren mittels Starterkulturen, die zu einer Reduzierung der Fehlreifungen führen, kommen neben industriellen Betrieben auch den handwerklichen Betrieben der Fleischwaren-

branche zugute. Rohpökelwaren stellen generell nicht nur in Deutschland, sondern auch zunehmend im internationalen Ausland eine wichtige Produktkategorie der Fleischwarenindustrie dar. Sowohl Rohpökelwaren als auch Starterkulturen werden in Deutschland im Wesentlichen in kleinen und mittelständischen Unternehmen hergestellt. Die in diesem Projekt durchgeführten Arbeiten ermöglichen insbesondere diesen eine effizientere Produktion von Rohschinken.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2016.
2. Bosse, R., Müller, A., Gibis, M., Weiss, A., Schmidt, H. und Weiss, J.: Recent advances in cured raw ham manufacture. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 58 (4), 610-630 (2018).
3. Bosse (née Danz), R., Thiermann, N., Gibis, M., Schmidt, H. und Weiss, J.: Effect of mechanical curing treatments on particle distribution to simulate non-motile bacteria migration in cured raw ham. *J. Food Engin.* 194, 58-66 (2017).
4. Bückle (née Müller), A., Kranz, M., Schmidt, H. und Weiss, J.: Genetic diversity and population structure of food-borne *Staphylococcus carnosus* strains. *System. Appl. Microbiol.* 40, 34-41 (2017).
5. Bosse (née Danz), R., Wirth, M., Konstanz, A., Becker, T., Weiss, J. und Gibis, M.: Determination of volatile marker compounds in raw ham using headspace-trap gas chromatography. *Food Chem.* 219, 249-259 (2017).
6. Bosse (née Danz), R., Wirth, M., Schmidt, H., Gibis, M. und Weiss, J.: Kinetics of volatile marker compounds during ripening of cured loins inoculated with *Staphylococcus carnosus*. *J. Sci. Food Agri.* Doi: 10.1002/jsfa-8150 (2017).
7. Müller, A., Bosse, R., Weiss, A., Wolz, M., Fogarassy, G., Hermann, K., Gibis, M., Weiss, J. und Schmidt, H.: *Staphylococcus equorum* - Stämme als Starterkulturen in der Rohschinkenherstellung. *Fleischwirt.* 10, 94-97 (2016).
8. Müller, A., Fogarassy, G., Bajac, A., Weiss, J., Weiss, A. und Schmidt, H.: Selection of *Staphylococcus carnosus* strains based on in vitro analysis of technologically relevant physiological activities. *Ann. Microbiol.* 66, 479-487 (2016).
9. Müller, A., Reichhardt, R., Fogarassy, G., Bosse, R., Gibis, M., Weiss, J., Schmidt, H. und Weiss, A.: Safety assessment of selected *Staphylococcus carnosus* strains with regard to their application as meat starter culture. *Food Contr.* 66, 93-99 (2016).
10. Bosse, R., Gibis, M., Schmidt, H. und Weiss, J.: Nitrate reductase activity of *Staphylococcus carnosus* affecting the color formation in cured raw ham. *Food Res. Intern.* 85, 113-120 (2016).
11. Müller, A., Klumpp J., Schmidt, H. und Weiss, J.: Complete genome sequence of *Staphylococcus carnosus* LTH 3730. *Gen. Announce* 4, doi: 10.1128/genomeA.01038-16 (2016).
12. Müller, A., Huptas, C., Wenning, M., Schmidt, H. und Weiss A.: Draft genome sequence of *Staphylococcus carnosus* subsp. utilis LTH 7013, isolated from South Tyrolean Ham. *Gen. Announce.*, doi: 10.1128/genomeA.00456-15 (2015).
13. Bosse, R., Gibis, M. und Weiss, J.: Kinetics of migration of colloidal particles in meat muscles in the absence and presence of a proteolytic enzyme to simulate non-motile bacteria penetration. *Food Res. Intern.* 75, 79-88 (2015).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft
 und Biotechnologie
 FG Lebensmittelphysik und Fleischwissenschaft
 Garbenstr. 25, 70593 Stuttgart
 Tel.: +49 711 459-24415
 Fax: +49 711 459-24446
 E-Mail: j.weiss@uni-hohenheim.de

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft
 und Biotechnologie
 FG Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene
 Garbenstraße 28, 70593 Stuttgart
 Tel.: +49 711 4592-3156
 Fax: +49 711 4592-4199
 E-Mail: herbert.schmidt@uni-hohenheim.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

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via



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.