

Hochdruckinduzierte Veränderungen bei schnittfester Rohwurst während der Reifung und Lagerung

High-pressure-induced changes in the dry sausage during ripening and storage

I. DEDERER und W.-D. MÜLLER

Zusammenfassung

Es wurden die durch die Hochdruckbehandlung (HDB) von schnittfester Rohwurst hervorgerufenen chemischen, physikalischen, mikrobiologischen und sensorischen Veränderungen untersucht. Dabei wurde bei diesen länger gereiften Erzeugnissen der günstigste Zeitpunkt einer HDB festgestellt, der, möglichst ohne negative Beeinflussung des Produktcharakters, eine effektive Abtötung unerwünschter Mikroorganismen sicherstellt. Dazu wurden die Proben direkt nach der Abfüllung des Brätes in den Darm bzw. jeweils an bestimmten Tagen während der Reifung (7., 14., 21., 28. Tag) bei 600 MPa für 10 Minuten bei 20 °C hochdruckbehandelt. Nach der HDB fand unabhängig von der Reifungszeit eine Reduktion der Gesamtkeimzahl um ca. 3 Zehnerpotenzen und eine Inaktivierung der Laktobazillen in der Reifephase statt. Die HDB bewirkte während der Reifung eine Zunahme der Festigkeit und eine Verblässung der Rohwürste. Durch die HDB wurde die Fettoxidation beschleunigt und die hydrolytischen Fettveränderungen vermindert. Sensorisch wurden Vorteile der HDB am Ende der Reifung festgestellt. Während der Lagerung der Rohwurst wurden durch den Hochdruck oxidative Fettveränderungen geringfügig induziert. Die sensorische Qualität der druckbehandelten Rohwürste war mit jener der Kontrollen vergleichbar.

Summary

Chemical, physical, microbiological and sensory changes caused by the high-pressure treatment (HPT) of dry sausage were studied. Besides, it was ascertained with this type of long ripened product the most favorable time of an HPT which, possibly without influencing the product character, guaranteed an effective inactivation of undesirable microorganisms. For this purpose, samples were subjected to an HPT at 600 MPa and 20 °C for 10 min directly after filling into the casing or on day 7, 14, 21 and 28 during ripening, respectively. The HPT caused a reduction of the total microbial count by about 3 log units regardless of the ripening time and an inactivation of the lactic acid bacteria during ripening. During ripening, the HPT resulted in an increase of the firmness and a discoloration of the dry sausages. By the HPT the fat oxidation was accelerated and the hydrolytic fat changes were decreased. With respect to sensory quality, advantages of the HPT at the end of the ripening were ascertained. Oxidative fat changes were slightly induced by the HPT during storage of the raw sausages. The sensory quality of the pressure-treated raw sausages was comparable to that of the controls.

Schlüsselwörter	Hochdruckbehandlung – Rohwurst – Reifung – Lagerung – Mikroflora – Farbe – Festigkeit – Nitrosomyoglobin – Fettoxidation – sensorische Qualität
Key Words	high pressure treatment – dry sausage – storage – ripening – microflora – colour – texture – nitrosomyoglobin – fat oxidation – sensory quality

Einleitung

Die Hochdruckbehandlung ist ein Erfolg versprechendes Verfahren, mit dem die Lebensmittel, wie auch Fleischerzeug-

nisse, auf relativ schonende Weise, ohne Anwendung hoher Temperaturen haltbar gemacht werden können. Durch die HDB ist es möglich, eine selektive Abtötung der einzelnen Mikroorganismenarten zu be-

werkstelligen. Vegetative Zellen von Mikroorganismen, auch Hefen und Schimmelpilze können durch Drücke von 200 bis 700 MPa und einer Haltezeit von wenigen Minuten inaktiviert werden, wobei manche Vertreter der Verderbnisflora von Lebensmitteln, wie *Enterobacteriaceen* und *Pseudomonadaceae*, oder Bakteriensporen eine höhere Resistenz zeigten. Wichtig ist es daher, die Hochdruckbehandlung so auszulegen, dass bei vollständiger Inaktivierung pathogener Mikroorganismen eine bestmögliche Qualität des Produktes erreicht werden kann. Durch eine nichtthermische Bearbeitung sollen sich unerwünschte Veränderungen bei Fleischerzeugnissen, wie z.B. Aroma-, Geschmacks- und Farbveränderungen, vermindern lassen. Andererseits ist jedoch sicherzustellen, dass keine druckinduzierten Reaktionen den Gesundheitswert der Fleischprodukte wiederum beeinträchtigen. Diese Auswirkungen einer HDB auf druckinduzierte Veränderungen, wie auch bisherige Untersuchungen zeigten, sollen nur direkt an einzelnen Produkten bewertet werden.

Obwohl eine Sequenz von Hürden die Rohware, wie Rohwurst und Rohschinken, zu einem stabilen Produkt macht, stellen diese Erzeugnisse ein besonderes Risiko im Hinblick auf die Salmonellen und Listerien dar. Neuere Literaturergebnisse deuten darauf hin, dass die Hochdruckbehandlung (300 MPa, 17 °C, 10 min) eine zusätzliche Hürde für die mikrobiologische Stabilität von schwachsaurer Rohwurst hinsichtlich der Salmonellen darstellt. Für die Inaktivierung von Listerien war Druck von 600 MPa für 10 Minuten notwendig (MARCOS *et al.*, 2005).

Die Zielsetzung war, die Auswirkungen der HDB auf die druckinduzierten chemisch-physikalischen, mikrobiologischen und sensorischen Veränderungen bei schnittfester Rohwurst während der Reifung und nachfolgender Lagerung zu untersuchen. Dabei war es von Interesse, durch eine kombinierte Wirkung des Hochdruckes und der Reifung den günstigsten Zeitpunkt der HDB während der Rohwurstreifung ohne negative Beeinflussung der Rohwurstqualitätsparameter festzustellen.

Material und Methoden

Herstellen und Behandeln der Rohwürste

Die Rohwurst wurde aus 40 % Rindfleisch, 40 % Schweinefleisch und 20 % Schweinespeck mit Zugabe von 26 g/kg NPS, 5 g/kg Gewürzmischung, 2 g/kg Kristallpur, 0,5 g/kg Starterkulturen und 0,3 g/kg Na-Ascorbat hergestellt. Das Rohwurstbrät wurde in R2 Naturin 60/50 Därme abgefüllt und nach dem folgenden Reifungsprogramm (Tab. 1) 28 Tage gereift. Unmittelbar nach der Abfüllung des Brätes in den Darm bzw. jeweils an bestimmten Tagen während der Reifung (7., 14., 21., 28. Tag) wurden die Rohwurstproben hochdruckbehandelt. Die HDB erfolgte in der Hochdruckanlage Fa. EPSI mit dem Arbeitsvolumen von 2,3 Liter bei 600 MPa für 10 Minuten mit den auf 20 °C temperierten Proben und in entsprechend vortemperiertem Hochdruckbehälter.

Tab. 1: Reifebedingungen

Dauer, Std.	Temperatur, °C	r. F., %	Rauch
6	22	-	-
48	20	90	-
3	20	90	+
24	20	90	-
96	20	88	-
3	20	88	+
492	15	85	-

r. F. = rel. Luftfeuchtigkeit

Für die Lagerung bei 2 °C und 20 °C wurden die Rohwurstproben in 1 mm dicke Scheiben aufgeschnitten und jeweils 20 Scheiben einzeln liegend in einem evakuierten Verbundfolienbeutel verpackt. Als Kontrollcharge wurde jeweils eine bis auf die HDB gleich behandelte Rohwurstprobe verwendet. Die zu untersuchenden Parameter während der Reifung waren pH-Wert, a_w -Wert, Festigkeit, Farbe sowie Pökelfstoff- und Nitrosomyoglobingehalt. Die Einflüsse der HDB auf die oxidativen und hydrolytischen Fettveränderungen in der Rohwurst wurden mittels Fettkennzahlen (Peroxidzahl, Säurezahl, Thiobarbitursäure reaktiven Substanzen = TBARS-Werte) beurteilt.

Physikalische Analysen

Die Messung des pH-Wertes der Produkte erfolgte elektrometrisch mit dem pH-Meter 625 Climatic (Fa. Knick). Der a_w -Wert wurde mit dem a_w -Kryometer AWK-10 (Fa. Nagy) bestimmt. Die Farbe wurde mittels $L^*a^*b^*$ - System (Farbmessgerät Minolta Chroma-Meter CR 300, Fa. Konica Minolta) gemessen. Die Festigkeitsmessung wurde mit Instron 1140 (Fa. Instron) vorgenommen.

Chemische und mikrobiologische Analysen

Zur Bestimmung der mikrobiologischen und chemischen Parameter wurden die Methoden der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (Beuth Verlag, Berlin, 2006) angewendet. Die mikrobiologische Untersuchung umfasste die Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl (L06.00-18) sowie der Zahl der *Enterobacteriaceae* (L07.00-37). Proben von Rohwürsten wurden zur Bestimmung der Zahl der Milchsäurebakterien zusätzlich auf MRS-Agar angelegt. Die chemischen Analysen umfassten die Bestimmung der Pökelfstoffe (L08.00-14) sowie des Nitrosomyoglobingehaltes nach HORNSEY (1956). Die Peroxid- und Säurezahl wurden nach DFG-Einheitmethoden – Abteilung C – Fett und Thiobarbitursäure-reaktiven Substanzen (TBARS) – nach BOTSOGLOU *et al.* (1994) bestimmt.

Sensorik

Die sensorische Bewertung wurde von drei Sachverständigen bezüglich Aussehen, Konsistenz, Geruch und Geschmack nach DLG-5-Punkte-Schema durchgeführt (N.N., 2003)

Ergebnisse

Auswirkungen der HDB auf die Rohwurstreifung

Die Gewichtsverluste nach 28 Tagen der Reifung lagen zwischen 34 % bei der Kontrollcharge und der Rohwurstcharge HDB am 28. Tag und 35 % bei den Chargen, die am Tag 0 sowie am 7., 14. und 21. Tag hochdruckbehandelt worden waren.

Bei der Rohwurst kommt dem pH-Wert und der Wasseraktivität ein besonderer

Stellenwert zu, da diese Parameter während der Reifung und Lagerung als konservierende Faktoren angesehen werden. Es wurden keine Unterschiede im a_w -Wert-Verlauf der hochdruckbehandelten Rohwürste und der Kontrolle festgestellt. Nach 28-tägiger Reifung lagen die a_w -Werte von 0,921 (HDB am 14. und 21. Tag) bis 0,915 (Kontrolle) sehr nahe beieinander. Somit wird die Abtrocknung der Rohwürste während der Reifung von dem Zeitpunkt der HDB nicht beeinflusst.

Die pH-Werte der untersuchten Rohwurstproben verhielten sich ganz anders (Abb. 1). Während die pH-Werte der Kontrollcharge und der nach 7, 14, 21 und 28 Tagen hochdruckbehandelten Rohwürste während der Reifung von 5,70 auf 5,25 sanken, nahmen die pH-Werte der am Anfang der Reifung hochdruckbehandelten Proben nur um 0,1 Einheiten ab, was durch die Änderung des mikrobiologischen Status im Ausgangsbrät durch die Wirkung des Hochdruckes erklärt werden kann.

Einfluss auf mikrobiologische Vorgänge

Zu Beginn der Reifung waren im Rohwurstbrät auch gramnegative Bakterien der Familien *Pseudomonadaceae* mit 10^3 kbE/g und *Enterobacteriaceae* mit 10^3 kbE/g nachweisbar. Die Keimzahl der *Pseudomonadaceae* in der Kontrollprobe am Ende der Reifung ist bis zu 10^1 zurückgegangen, und die *Enterobacteriaceae* waren nicht mehr nachweisbar. Diese Keimarten waren in den hochdruckbehandelten Proben nicht mehr nachgewiesen. Nach der HDB unabhängig von der Zeit fand eine Reduktion der Gesamtkeimzahl um ca. 3 Zehnerpotenzen statt.

Während die Laktobazillen durch die HDB der Rohwürste in der Reifephase inaktiviert wurden, waren in den HDB-Würsten am Ende der Reifung noch 10^3 Keime/g dieser Spezies nachweisbar (Abb. 2). Die Inaktivierung der Milchsäurebakterien konnte im Zusammenhang mit pH-Werten und a_w -Werten interpretiert werden. Durch die HDB des frischen Rohwurstbrätes (pH-Wert = 5,7 und a_w -Wert = 0,97) wurde die Zahl der Milchsäurebakterien um 3 Zehnerpotenzen reduziert.

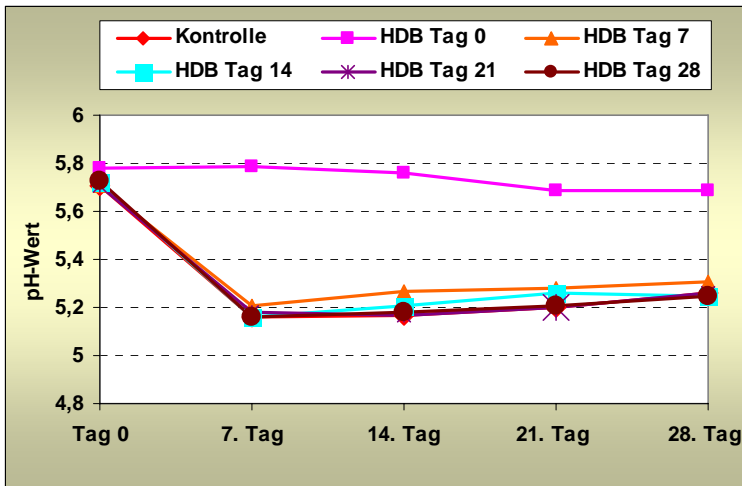


Abb. 1: Einfluss der HDB auf den pH-Wert in der Rohwurst während der Reifung

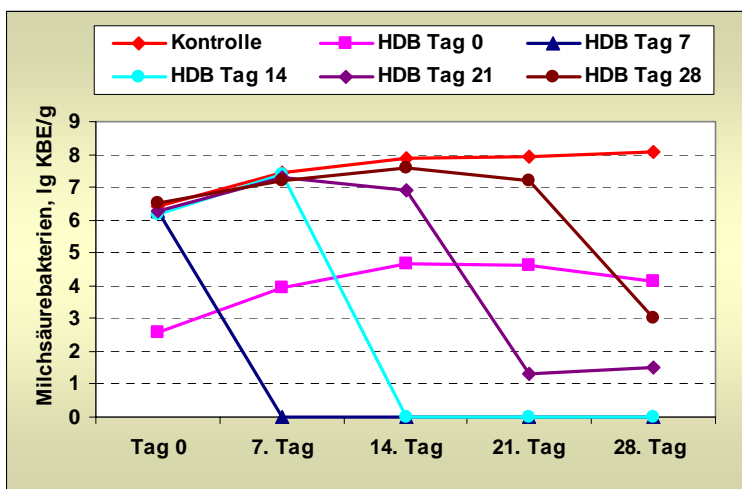


Abb. 2: Milchsäurebakterien der unbehandelten und hochdruckbehandelten Rohwurstproben während der Reifung

Während der Reifung nahm die Druckresistenz der Milchsäurebakterien mit den abnehmenden pH-Werten und a_w -Werten zu. Bei den HDB-Rohwurstchargen mit dem a_w -Wert zwischen 0,95 und 0,94 (HDB am Tag 7 und am Tag 14) waren die Milchsäurebakterien nicht nachweisbar. In der nach 21 Reifungstagen hochdruckbehandelten Charge wurden bei dem a_w -Wert von 0,925 10^1 Keime/g nachgewiesen. In der am Ende der Reifung behandelten Rohwurst mit dem a_w -Wert von 0,916 überlebten die HDB schon 10^3 Keime/g dieser Spezies. Die Restflora bestand aus druckresistenten Mikrokokken.

Einfluss auf die physikalischen Parameter

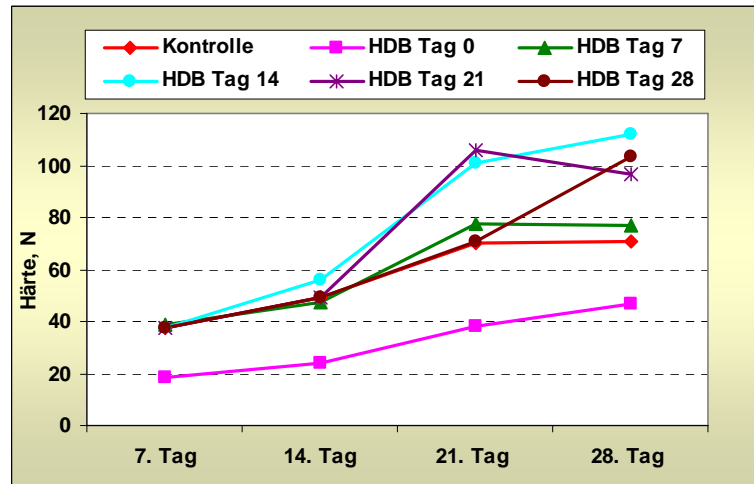
Wie die Messergebnisse der Farbe zeigten, nimmt die Helligkeit der Rohwurstproben nach der HDB, besonders bei den Rohwürsten, die am Anfang der Reifung

hochdruckbehandelt wurden, im Vergleich zur Kontrollcharge zu. Andererseits wurden bei den HDB-Würsten etwas niedrigere a^* - und b^* -Werte gegenüber den Kontrollen gemessen. Die Verblässung der druckbehandelten Rohwürste könnte durch die Hemmung der mikrobiologischen Vorgänge und durch den Druck von 600 MPa induzierte partielle Oxidation von Fe^{2+} -Myoglobin zur Fe^{3+} -Form mit einer gleichzeitigen Denaturierung des globulären Anteils des Myoglobins erklärt werden.

Einfluss auf die Umrötung

Der Einfluss der HDB auf die Umrötung der Rohwurst wurde durch Ermittlung des Nitrit/Nitrat-Gehaltes und der Nitrosomyoglobinbildung untersucht. Die Restnitritwerte aller druckbehandelten Chargen (außer Charge Tag 0) und der Kontrolle lagen nach der ersten Reifungswoche im Bereich von 4 bis 5 mg/kg. Bei der am Anfang der Reifung druckbehandelten Roh-

Abb. 3: Einfluss der HDB auf die Festigkeitszunahme der Rohwurst während der Reifung



wurst lagen die Restnitrit- und Nitratwerte grundsätzlich höher als bei den anderen hochdruckbehandelten Chargen und der Kontrolle, wahrscheinlich durch die Inaktivierung der nitratreduzierenden *Micrococcaceae* und der reduzierenden fleischeigenen Enzyme während der ersten Reifungsphase. Am Ende der Reifung wurden wiederum nur geringfügige Abweichungen im Restnitrit- und nitratgehalt der unbehandelten und druckbehandelten Rohwürste festgestellt.

Bei der Pökellung mit Nitrit (Nitritpökelsalz) läuft die Umrötung und Ausbildung der Pökelfarbe und des Pökelaromas ohne direkte Mitwirkung von Mikroorganismen ab. In frisch gekuttertem Wurstbrät wird Oximyoglobin, das die überwiegende Form des Muskelfarbstoffes ist, in Gegenwart von Nitrit zunächst zu Metmyoglobin umgesetzt, wobei aus Nitrit auch Nitrat entsteht. Durch die HDB des Rohwurstbrätes wird die Bildung von NO-Myoglobin

intensiviert. Somit wurde die Konzentration von Nitrosomyoglobin im hochdruckbehandelten Rohwurstbrät gegenüber dem unbehandelten Rohwurstbrät verdreifacht.

Nach einer Reifungswoche zeigten die HDB-Proben durch eine teilweise Denaturierung des Eiweißes gegenüber der Kontrolle grundsätzlich eine etwas niedrigere NO-Myoglobin-Konzentration auf. Während der nachfolgenden Reifung blieben die Nitrosomyoglobingehalte dieser Rohwürste stabil. Am Ende der Reifung waren zwischen HDB-Proben und Kontrollen bis auf die Charge Tag 0 kaum Unterschiede in der Umrötung feststellbar.

Die Analyse der NO-Myoglobin-Absorptions-Spektren zeigte, dass es während der Reifung zu einer kontinuierlichen Intensitätszunahme bei der Kontrollcharge kam, während bei den HDB-Proben am Tag 0 eine Intensitätsreduzierung stattfand (Abb. 4).

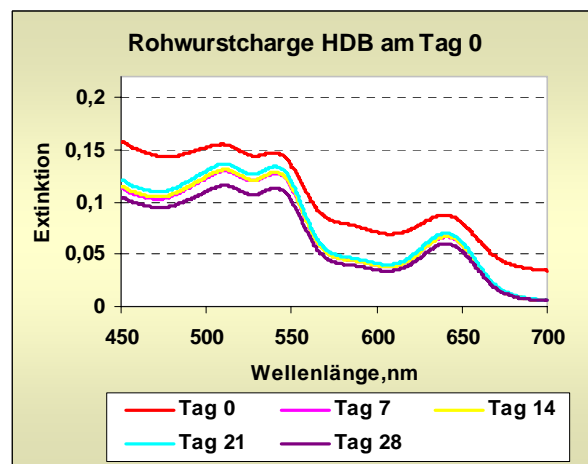
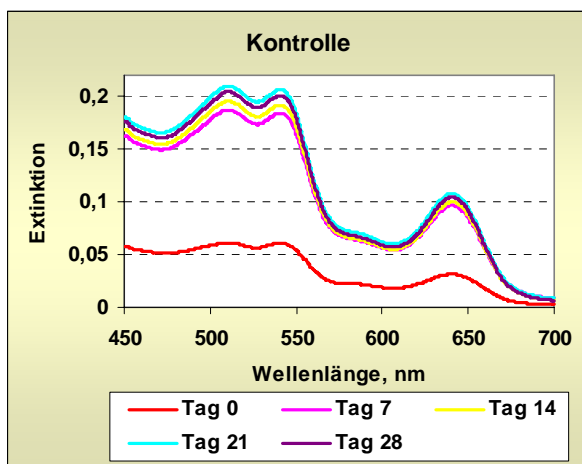


Abb. 4: Absorptionsspektren von Nitrosomyoglobin der Rohwurst während der Reifung

Fettoxidation

Ein weiteres wichtiges Problem bei rohen Fleischerzeugnissen (insbesondere bei Dauerwurst) ist die Fettoxidation. Die Peroxidzahlen wurden nur bei der Kontrollcharge im Bereich zwischen 0,1 Einheiten (Milliäquivalente aktiver Sauerstoff/kg Fett) nach 1 Woche und 0,6 Einheiten am Ende der Reifung ermittelt. In den HDB Rohwurst-Proben waren Peroxide nicht nachweisbar. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass während der Reifung Peroxide von vielen Laktobazillen gebildet werden, die durch die Wirkung des Hochdruckes inaktiviert werden können.

Bei der Reifung der hochdruckbehandelten und unbehandelten Proben wurde eine tendenzielle Zunahme der hydrolytischen Fettveränderungen festgestellt, wobei die Säurezahlen der Rohwurstproben HDB Tag 0 und HDB Tag 7 während der Reifung niedriger als bei anderen Proben lagen. Die TBARS-Werte nahmen unabhängig vom Tag der HDB zu. Bei der Charge HDB Tag 0 wurden höhere TBARS-Werte festgestellt. Am Ende der Reifung lagen die TBARS-Werte der hochdruckbehandelten Proben etwas höher als die der unbehandelten Kontrollprobe.

Sensorische Eigenschaften

In der Abbildung 5 sind Rohwürste im Anschnitt nach 28 Tagen Reifung dargestellt. Die während der Reifung hochdruckbehandelten Würste zeigten im Anschnitt den Fehler (nach DLG-5-Punkte-Schema)

„Schnittbild unklar“ mit geringfügiger Abweichung, in der Konsistenz waren diese Produkte etwas fester als die Kontrolle. Im Geschmack und Geruch wurde bei den Rohwurstproben HDB Tag 0, HDB Tag 7 sowie HDB Tag 14 „beginnende Fettveränderungen“ beanstandet und die Rohwurstproben HDB Tag 21 und HDB Tag 28 wurden als „säuerlich“ bewertet. In der sensorischen Gesamtbewertung zeigte nur die Rohwurstprobe, die nach der Reifung hochdruckbehandelt wurde, minimale Unterschiede zur Kontrolle.

Auswirkungen der HDB während der Lagerung

Oxidative Fettveränderungen. Bei der Lagerung bei 20 °C war der Anstieg der Oxidationsrate der Fette bei den unbehandelten und HDB-Proben deutlich erkennbar. Durch die HDB wurden auch etwas höhere TBARS-Werte gegenüber den Kontrollen erreicht (Abb. 6). Die gleichen Effekte wurden bei den hydrolytischen Fettveränderungen (Säurezahl) festgestellt. Eine tendenzielle Zunahme der hydrolytischen Fettveränderungen wurde bei der Lagerung bei 20 °C festgestellt, wobei die Säurezahlen der HDB-Proben nicht über den Säurezahlen der Kontrollen lagen (Abb. 7). In der 4. Lagerungswoche wurde Peroxidbildung sowohl in den Kontrollen als auch in HDB-Proben festgestellt. Die ermittelten Peroxidzahlen der Kontrolle und der HDB-Proben bei 2 °C lagen nahe beieinander im Bereich zwischen 0,63 und 0,7 Einheiten.

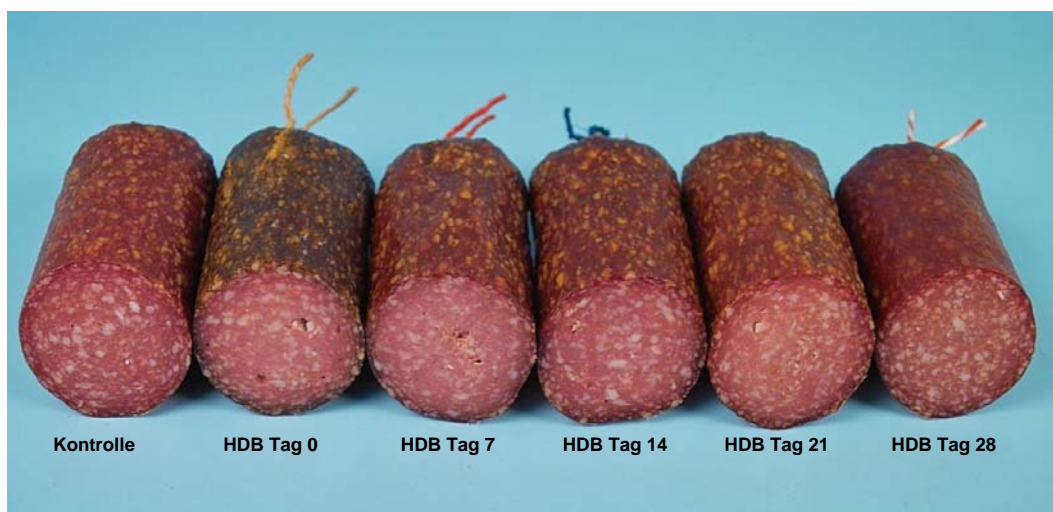


Abb. 5: Rohwürste im Anschnitt am Ende der Reifung

Abb. 6: Einfluss der HDB auf die oxidativen Fettveränderungen während der Lagerung bei 2 °C und 20 °C

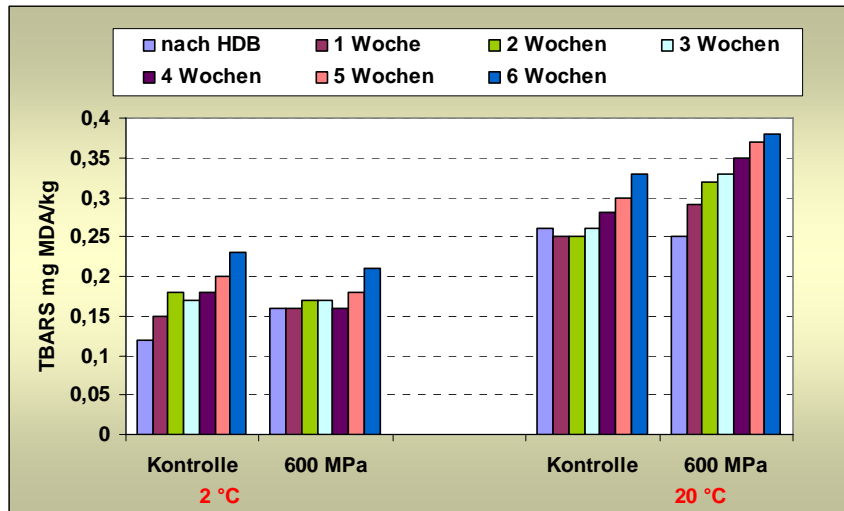
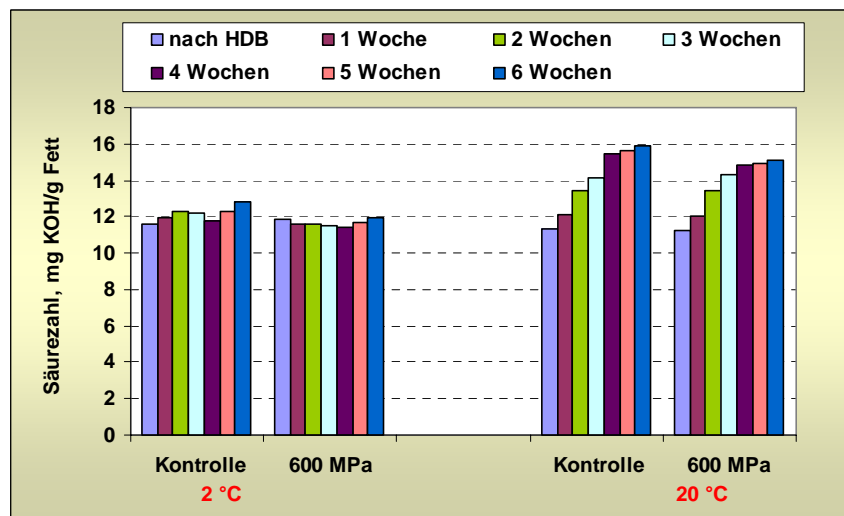


Abb. 7: Einfluss der HDB auf die hydrolytischen Fettveränderungen während der Lagerung bei 2 °C und 20 °C



Etwas höhere Peroxidgehalte wurden bei den Proben, die bei 20 °C gelagert wurden, gemessen, wobei nur ein geringfügiger Einfluss der HDB beobachtet werden konnte. Die Bestimmung der Fettkennzahlen bestätigte, dass die Fettveränderungen nicht vom Druck beeinflusst wurden, allerdings war bei diesem Summenparameter ein stärkerer Einfluss der Lagerzeit erkennbar, was aber auch für die Kontrolle gilt.

Mikrobiologische Veränderungen. Durch HDB wurden die Keimarten *Pseudomonadaceae* und *Enterobacteriaceae* inaktiviert und waren in den hochdruckbehandelten Proben nicht mehr nachweisbar. Nach der HDB fand eine Reduktion der Gesamtkeimzahl um ca. 2 Zehnerpotenzen und der Milchsäurebakterien um ca. 1,5 Zeh-

nerpotenzen statt. Während der Lagerung bei 2 °C wurde eine Reduktion der Gesamtkeimzahl bei der unbehandelten und bei der HDB Rohwurst um ca. 10¹ festgestellt. Die Milchsäurebakterien waren in der HDB Rohwurst nach der 1. Lagerungswoche nur mit 10² Keimen/g nachweisbar. In der nach 6 Wochen gelagerten hochdruckbehandelten Rohwurst wurden wiederum 10³ Keime/g detektiert, wie am Anfang der Lagerung. Unmittelbar nach der HDB und nach 6 Wochen Lagerung bei 2 °C waren in der sensorischen Gesamtbewertung minimale Unterschiede zu der Kontrolle feststellbar.

Sensorische Bewertung. Bei der Lagerung bei 20 °C wurden nach 2 Wochen sowohl Kontrollen als auch HDB-Proben als „säuerlich“ mit geringfügiger Abweichung

bewertet. Außerdem wurde bei den hochdruckbehandelten Rohwürsten eine ölige Schicht an der Oberfläche der Rohwurstscheiben und im Geschmack nussige Komponenten festgestellt.

Nach 4 Wochen Lagerung wiesen alle Rohwurstproben „beginnende Fettveränderungen“ auf. Nach 6 Wochen waren sowohl Kontrollen als auch die hochdruckbehandelten Rohwürste „ranzig“ und „sauer“. Somit konnte festgestellt werden, dass die HDB nur geringfügig die sensorische Qualität der Rohwürste während der Lagerung beeinflusst. Der Vergleich der Lagerungstemperaturen 2 °C und 20 °C zeigte hinsichtlich der Oxidationsstabilität der Fette und der sensorischen Eigenschaften Vorteile für eine Lagerungstemperatur von 2 °C.

Schlussfolgerungen

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse lässt sich schließen, dass eine HDB von schnittfester Rohwurst am günstigsten und sinnvollsten am Ende der Reifung durchzuführen ist. Während der Lagerung der Rohwurst traten geringfügige oxidative hochdruckinduzierte Fettveränderungen auf. Die sensorische Qualität der hoch-

druckbehandelten Rohwürste war mit der der Kontrollen vergleichbar. HDB stellt eine zusätzliche Hürde hinsichtlich der mikrobiologischen Stabilität der Rohwurst dar. Die Rohwurstqualität wird durch diese neue Technologie nicht wesentlich beeinflusst.

Literatur

Marcos B, Aymerich T, Garriga M (2005): Evaluation of high pressure processing as an additional hurdle to control *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* in low-acid fermented sausages. *Journal of Food Science*, Vol. 70, Nr. 7, 339-344

Botsoglou NA et al. (1994): Rapid, sensitive and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and foodstuff samples. *J. Chem.* 42, 1931-1937

Hornsey HC (1956): The color of cooked cured pork. Estimation of the Nitric oxide-Haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, 7. August

N.N. (2006): Prüfbestimmungen für die DLG-Qualitätsbewerbe Fleischerzeugnisse, Fertiggerichte, Tiefkühlkost und Feinkost. 49. Auflage, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V., Frankfurt a. Main