

Einarbeitung von Glukosinolat-haltigen pflanzlichen Zutaten in funktionelle Fleischerzeugnisse

Incorporation of glucosinolate-containing vegetable ingredients into functional meat products

S. MÜNCH, C. E. RÜFER¹ und B. WATZL²

¹Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut, Karlsruhe

²Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Max Rubner-Institut, Karlsruhe

Zusammenfassung

Zur Entwicklung Glukosinolat-haltiger funktioneller Fleischerzeugnisse (FF) wurden verschiedene Glukosinolat-Quellen wie Brokkoliextrakt, Brokkolipulver, diverse Brokkolisprossen, Brokkolisprossenextrakt sowie Senfmehl als Wurstzutaten untersucht. Als wünschenswerter Glukosinolatgehalt wurde mindestens 400 mg pro kg Brühwurst festgelegt. Dies konnte durch die kombinierte Einarbeitung von Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl bei sensorisch ansprechenden Gelbwürsten erreicht werden. Der Gesamtgehalt an Glukosinolaten lag bei den gewählten und später für eine Humanstudie verwendeten Rezepturen bei ca. 700 mg pro kg Wurst. Durch diese Zugabe pflanzlicher Zutaten wurde die Sensorik gegenüber einer herkömmlichen Gelbwurst leicht verändert. Allerdings wurden diese Gelbwurstvarianten in den Parametern Geruch, Geschmack sowie Gesamteindruck nur um je eine Einheit niedriger bewertet als die Kontrolle, Farbe und Biss wurden gleich beurteilt. Diese sensorische Beurteilung galt sowohl für Glukosinolat-angereicherte Würste als auch für die Kombination aus Glukosinolat-haltigen Komponenten und ω -3-Fettsäure-reichen Zutaten. Die Bestimmung von aerober Gesamtkeimzahl, Festigkeit (Bruchfestigkeit bzw. Härte), Wasser- bzw. Fettbindung und TBARS der FF zeigte auch nach Ende der sechswöchigen Kühllagerung keine wesentlichen Abweichungen zur Kontrolle. Die für Gelbwurst erzielten Ergebnisse konnten mit vergleichbaren Rezepturen auch auf umgerötete Brühwürste (Lyoner) übertragen werden.

Summary

For the development of functional boiled sausages (FS) rich in glucosinolates several sources, such as broccoli extract, broccoli powder, miscellaneous broccoli sprouts, extract of broccoli sprouts as well as mustard flour were tested as additional ingredients in sausage. It was determined that the desired glucosinolate content was to be at least 400 mg kg⁻¹ sausage. This content was obtained by incorporating a combination of broccoli sprouts extract and mustard flour into uncured emulsified sausages of sensory appeal. The total glucosinolate content for the chosen recipes that were later used for a human intervention study was approx. 700 mg kg⁻¹ sausage. By adding these vegetable ingredients, the sensory properties changed slightly compared to conventional uncured emulsified sausages. However, in the parameters smell, taste and overall impression these FS variations were rated only one point lower than the control, colour and bite were rated equal. This sensory rating applied not only to the glucosinolate-rich sausages but also to the combination of glucosinolate-enriched compounds and ingredients rich in ω -3 fatty acids. The determination of aerobic bioburden, stability (breaking strength respectively hardness), water respectively fat retention as well as TBARS of the FS showed no significant differences to the control even after the end of the 6-week cold storage period. The results obtained for uncured emulsified sausage could also be transferred to cured emulsified sausages with comparable recipes.

Schlüsselwörter Glukosinolate – (funktionelle) Fleischerzeugnisse

Key Words glucosinolates – (functional) meat products

Einleitung

Funktionelle Lebensmittel (FL) haben in den Bereichen Backwaren, Milchprodukte bzw. Getränke eine beachtliche Bedeutung erlangt. Dem Trend zu gesundheitsförderlichen Produkten bzw. Wellness-Erzeugnissen wird so Rechnung getragen. Der Sektor Fleisch- und Wurstwaren gilt dagegen im Hinblick auf FL in Europa als unterentwickelt, der Anteil der funktionellen Fleischerzeugnisse (FF) an allen FL in Deutschland ist nur gering, obwohl der Sektor Schlachten und Fleischverarbeitung den größten Umsatzanteil aller (konventionellen) Lebensmittelsparten stellt (CMA 2002, BVDF 2004).

Die zunehmende Verbreitung von Übergewicht und Fettsucht stellt ein enormes gesundheitliches Problem dar. Mehr als die Hälfte der über 30-Jährigen in Deutschland ist übergewichtig (BMI (Body Mass Index) > 25), mehr als 20 % der über 40-Jährigen in Deutschland ist adipös (BMI > 30) (NVSII 2008). Besorgnis erregend ist auch die Zunahme von Übergewicht und Adipositas im Kindesalter, insbesondere wegen der gesundheitlichen Konsequenzen. Übergewicht und Adipositas sind assoziiert mit einem erhöhten Risiko für ernährungsmitbedingte Krankheitsformen wie Metabolisches Syndrom, Typ 2 Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen und bestimmte Krebserkrankungen (Kolonkarzinom). Durch Modifikation des Ernährungsverhaltens können diese Risikofaktoren gesenkt werden. Dazu zählt die erhöhte Aufnahme von in Gemüse enthaltenen sekundären Pflanzenstoffen (SPS) wie z. B. Glukosinolaten. Für die in Kreuzblütlern (z. B. Brokkoli oder Senf) vorkommenden Glukosinolate liegen Daten zu physiologischen Wirkungen sowohl aus tierexperimentellen Studien als auch aus humanen Interventionsstudien vor. Glukosinolate zeigen z. B. anti-karzinogene Eigenschaften, die u. a. durch eine Modulation des Fremdstoff-Metabolismus über Phase I und Phase II Enzyme sowie durch eine Reduktion von oxidativen DNA-Schäden in Darmepithelzellen das Risiko für Dickdarmkarzinome senken (FINLEY 2005, WATZL 2005). Die Zufuhr von Glukosinolaten liegt bei ca. 40 mg/Tag. Hinsichtlich der Wirksamkeit ist von großer

Bedeutung, ob SPS als isolierte Verbindungen oder in der Matrix in Kombination mit weiteren Pflanzeninhaltsstoffen eingesetzt werden (MARWICK 1996). Deshalb wurden im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen Glukosinolate in einer natürlichen Matrix bzw. in Form eines Pflanzenextraktes/-konzentrates eingesetzt.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, FF (Brühwürste) mit zusätzlichen gesundheitsförderlichen Komponenten wie Glukosinolat-haltigen pflanzlichen Zutaten bzw. ω -3-Fettsäuren herzustellen und deren sensorische Qualität zu charakterisieren. Darüber hinaus wurden die Konzentrationen der funktionellen Inhaltsstoffe im FF ermittelt. Daten zu Bioverfügbarkeit und Wirksamkeit dieser funktionellen Zusätze in der Matrix Wurst wurden im Rahmen einer Humanstudie erhoben, wodurch der gesundheitliche Zusatznutzen bewertet werden konnte. Die Ergebnisse zu Bioverfügbarkeit und Wirksamkeit des hergestellten FF aus der Humanstudie werden separat veröffentlicht. Über die Resultate der 'Einarbeitung von ω -3-Fettsäure-reichen Zutaten in funktionelle Fleischerzeugnisse' wurde bereits im *Mitteilungsblatt Fleischforschung Kulmbach* berichtet (MÜNCH 2010).

Material und Methoden

Alle verwendeten Brühwürste wurden am MRI, Standort Kulmbach, hergestellt. Die entsprechenden Rezepturen können bei Bedarf beim Erstautor erfragt werden (s. auch Tab. 4). Folgende Glukosinolat-haltige pflanzliche Zutaten wurden verwendet und geprüft: Brokkoliextrakt (Fa. Denk, München), Brokkolipulver (Fa. Steinhäuser, Ravensburg), Brokkolisprossen (Fa. Koppert, Monster, Niederlande; Fa. van der Plas, Broek op Langedijk, Niederlande; Fa. Ziegler, Nürnberg), Brokkolisprossenextrakt (Fa. Eurochem, Gröbenzell), Senfmehl (Fa. Raps, Kulmbach).

Die folgenden Parameter wurden in den Würsten analysiert:

Asche (nach § 64 Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch [LFGB], L 06.00-4), Ballaststoffe (nach MÜNCH *et al.* 2009), Eiweiß (nach § 64 LFGB, L 06.00-7), Farbwerte (nach L*a*b-System mittels Hunter

Lab-Gerät Color-Quest, Reston, Virginia, USA), Festigkeit (mittels Instron-Gerät 1140 nach KLETTNER 1988), Fett (nach § 64 LFGB, L 06.00-6), Fettsäuren (nach SCHULTE *et al.* 1989), Gesamtkeimzahl (aerob, mesophil, nach § 64 LFGB, L 06.0018), Glukosinolate (nach der EU-Methode „Bestimmung des Ölsaaten Glukosinolatgehalts“, EWG Nr. 1864/90, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 170/27, 1990), Glukosinolat-Abbauprodukte (nach MATUSHESKI *et al.* 2001), pH-Wert (nach § 64 LFGB, L 06.00-2), Sensorik (einfache beschreibende Prüfung auf Basis des DLG-Prüfschemas), TBARS-Wert (nach BOTSOGLOU *et al.* 1994), Wasser (nach § 64 LFGB, L 06.00-3), Wasser-Fett-Bindung (gravimetrisch über Hoherhitzung Vollkonserve nach HAMMER *et al.* 2010).

Ergebnisse und Diskussion

Ziel war es, FF zu entwickeln, die eine möglichst hohe Konzentration an Glukosinolaten enthalten. Die Gesamtglukosinolatgehalte (Einzelverbindungen s. Tab. 2) der untersuchten Brokkoliprodukte sowie von Senfmehl sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Übersicht über die Glukosinolatgehalte (Summe aller ermittelten Glukosinolate) der verwendeten Glukosinolat-haltigen Zutaten [mg pro g Frischmasse FM, Mittelwerte aus Doppelbestimmungen]

	Glukosinolate [mg/g FM]
Brokkoliextrakt, Fa. O	3,0
Brokkolipulver, Fa. P	2,2
Brokkolisprossen, Fa. R	1,0
Brokkolisprossen, Fa. S	0,1
Brokkolisprossen, Fa. T	1,1
Brokkolisprossenextrakt, Fa. M	58,8
Senfmehl, Fa. Q	125,4

Die in Tabelle 1 dargestellten Werte der verschiedenen Glukosinolat-Quellen zeigen große Unterschiede. Die verschiedenen nativen Brokkolisprossen wiesen sehr geringe Konzentrationen auf, wobei die einzelnen Herkunftse deutliche Abweichungen offenbarten. Auch der Brokkoliextrakt und das Brokkolipulver besaßen nur relativ

niedrige Gehalte, vor allem im Vergleich zum Brokkolisprossenextrakt. In der Wurst sollte mindestens ein Glukosinolatgehalt von 400 mg pro kg erreicht werden. Um diesen Wert mit nativen Sprossen erreichen zu können, hätten selbst mit den Sprossen der Fa. Koppert ca. 360 g je kg Brät eingearbeitet werden müssen. Dies war jedoch nicht möglich, weil bereits 140 g je kg sensorisch an der Obergrenze lagen, von den technologischen Schwierigkeiten ganz abgesehen (Ergebnisse nicht dargestellt). Deshalb konnten native Sprossen aufgrund ihrer zu geringen Glukosinolatkonzentration nicht eingesetzt werden. Der Brokkolisprossenextrakt zeigte trotz seiner erheblich höheren Glukosinolatgehalte sowohl sensorisch als auch technologisch keine wesentlichen Nachteile gegenüber Brokkoliextrakt und Brokkolipulver (Abb. 1). Aus diesen Gründen konzentrierten sich die weiteren Ar-

Tab. 2: Gehalte einzelner Glukosinolate in Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl, Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

Brokkolisprossenextrakt	Gehalt [mg/g FM]
Glucioberin	11,19 ± 0,35
Progoitrin	3,79 ± 0,20
Sinigrin	1,50 ± 0,06
Glucoraphanin	24,39 ± 0,80
Glucoalyssin	0,41 ± 0,01
Gluconapsin	0,88 ± 0,05
4-Hydroxy-Glucobrassicin	1,31 ± 0,02
Glucobervirin	1,66 ± 0,17
Glucocerucin	12,60 ± 1,24
Glucobrassicin	0,36 ± 0,01
Gluconasturtiin	0,18 ± 0,02
4-Methoxy-Glucobrassicin	0,11 ± 0,01
Gluconapolieferin	0,31 ± 0,02
Neo-Glucobrassicin	0,17 ± 0,01
Sinalbin	0,00 ± 0,0
Gesamt	58,84
Senfmehl	Gehalt [mg/g FM]
Sinigrin	1,61 ± 0,05
4-Hydroxy-Glucobrassicin	0,15 ± 0,02
Glucobrassicin	0,09 ± 0,01
Sinalbin	123,52 ± 6,44
Gesamt	125,37

Tab. 3: Gehalte der Glukosinolatbauprodukte ($\mu\text{g/g}$ FM) in Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl, Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

	Brokkolisprossenextrakt	Senfmehl
Sulforaphannitril	421 \pm 13	0
Goitrin	91 \pm 7	0
Sulforaphan	114 \pm 10	0
Indol-3-acetonitril	46 \pm 2	0
Gesamt	672	0

beiten auf Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl.

In Tabelle 2 sind die Gehalte aller identifizierten Glukosinolate im verwendeten Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl aufgeführt. Tabelle 3 zeigt die Konzentrationen der Abbauprodukte von Glukosinolaten in Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl.

Sensorische Analysen

Abbildung 1 zeigt das Sensorikprofil von Gelbwürsten unter Zugabe verschiedener Brokkoliprodukte sowie Senfmehl, direkt nach der Herstellung. Die FF unter Verwendung von Senfmehl ließen die geringsten Unterschiede zur Kontrolle erkennen. Die Variante mit der niedrigsten Dosierung (0,52 g/100 g) wurde identisch zur Kontrolle bewertet. Die drei verschiedenen Erzeugnisse auf Brokkolibasis zeigten nur

relativ geringe sensorische Unterschiede, obwohl die Konzentrationen an Glukosinolaten stark unterschiedlich waren (Tab. 1).

Nach sechs Wochen Kühlung dieser FF zeigte sich jedoch gegenüber Abbildung 1 ein verändertes Bild, das in Abbildung 2 dargestellt ist. Auffallend war, dass die unter Verwendung von Senfmehl hergestellten Würste in ihren sensorischen Bewertungen deutlich abgefallen waren. Die mit 0,78 g Senfmehl je 100 g Würstbrät hergestellte Charge erzielte die schlechtesten Ergebnisse, vor allem bei Geschmack und Gesamteindruck. Auch die mit 0,52 g Senfmehl je 100 g Brät versehene Charge hatte nach 6 Wochen Kühlung gegenüber der Kontrolle deutlich ungünstiger abgeschnitten. Diese Daten deuten darauf hin, dass besonders bei mit Senfmehl hergestellten und gela-

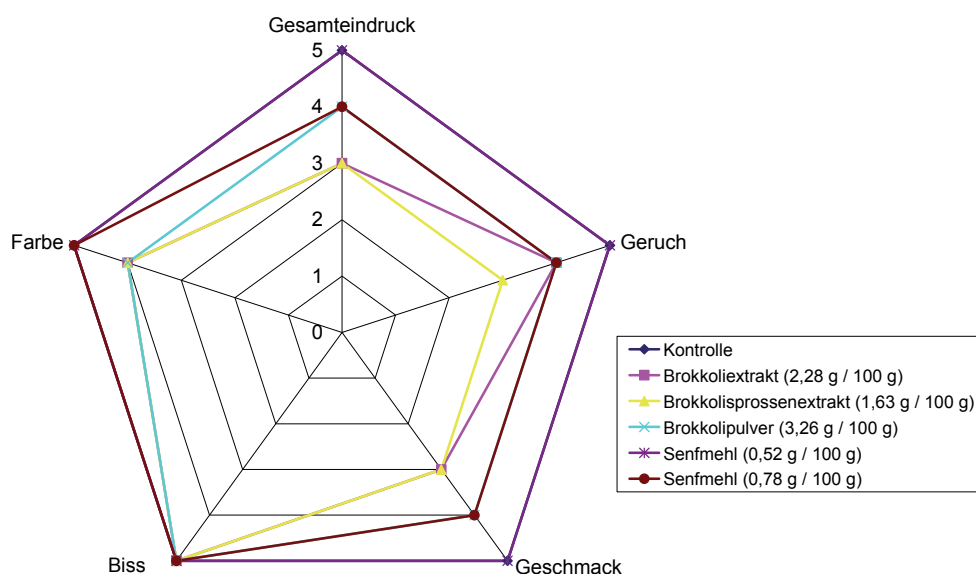


Abb. 1: Sensorikprofil von Gelbwürsten unter Zugabe verschiedener Glukosinolat-haltiger Zutaten, direkt nach der Herstellung.

Alle Proben wurden nach dem 5 Punkte Schema beurteilt (5: ausgezeichnet; 1: mangelhaft)

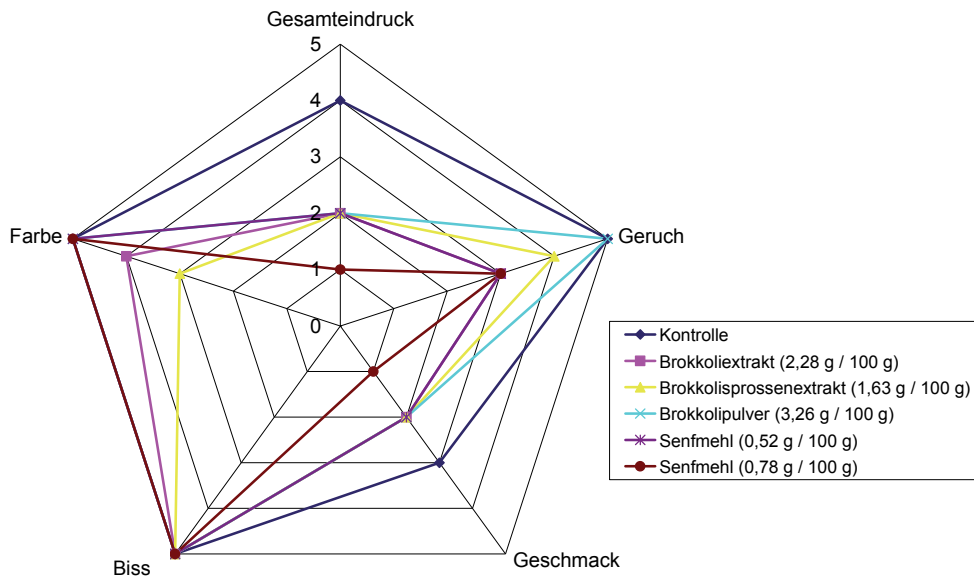


Abb. 2: Sensorikprofil von Gelbwürsten unter Zugabe verschiedener Glukosinolat-haltiger Zutaten nach 6 Wochen Kühllagerung bei 5 °C.
Alle Proben wurden nach dem 5-Punkte-Schema beurteilt (5: ausgezeichnet; 1: mangelhaft)

gerten FF bei höheren Dosierungen Vorsicht geboten ist, weil der Senfgeschmack bzw. eine einhergehende Bitternote zu stark in den Vordergrund rücken kann. Daraus wurde abgeleitet, dass die angestrebten Glukosinolatwerte nicht alleine durch Senfmehl erreicht werden können. Die Zutaten auf Brokkolibasis waren während der Kühllagerung in ihrer sensorischen Bewertung ebenfalls abgefallen, allerdings unterschieden sie sich in den

meisten Parametern untereinander nur geringfügig. Sie wurden unter diesen anfänglichen Versuchsbedingungen allesamt merklich schlechter als die Kontrolle bewertet, was besonders der Parameter Gesamteindruck belegt (Abb. 2). Das konnte durch Rezepturänderungen, die Kombination von Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl sowie Änderungen in der jeweiligen Dosierung (s. Tab. 4) deutlich verbessert werden, wie Abbildung 3 zeigt.

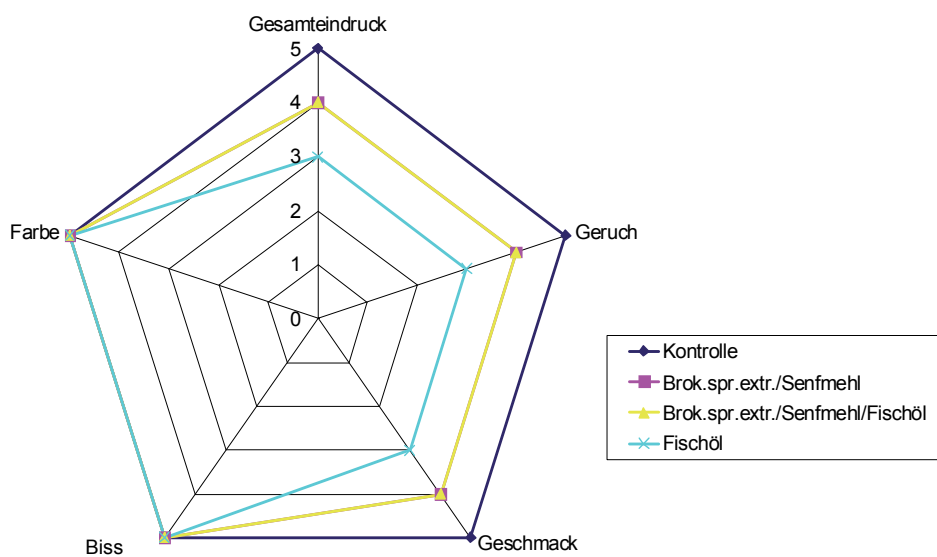


Abb. 3: Sensorikprofil von Gelbwürsten unter Zugabe verschiedener Glukosinolat-haltiger Zutaten oder bzw. und ω -3-Fettsäuren, direkt nach der Herstellung.
Alle Proben wurden nach dem 5 Punkte-Schema beurteilt (5: ausgezeichnet; 1: mangelhaft)

In weiteren Versuchen wurde eine zweite funktionelle Komponente – Fischöl – einbezogen. Fischöl wurde als Quelle für ω -3-Fettsäuren bereits in einer früheren Veröffentlichung (MÜNCH 2010) an gleicher Stelle beschrieben. Fortführend wird hier v. a. auf Mischungen von Fischöl mit Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl eingegangen.

Abbildung 3 zeigt das Sensorikprofil von Gelbwürsten direkt nach der Herstellung, die mit unterschiedlichen funktionellen Zutaten bzw. deren Mischungen hergestellt wurden. Interessant erschien hier, dass Fischöl bei gleicher Dosierung allein schlechter bewertet wurde als in Mischung mit Brokkolisprossenextrakt und Senfmehl.

Offenbar konnte der dem Fischöl zuzuordnende spezifische Geruch und Geschmack bzw. der resultierende Gesamteindruck durch die hier verwendeten pflanzlichen Komponenten mit eigenem sensorischem Profil vermindert werden.

Chemische Analysen

Die hergestellten FF sollten in einer Humanstudie eingesetzt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft werden. In Tabelle 4 sind die Rezepturen der vier zur Humanstudie eingesetzten Fleischerzeugnisse dargestellt. Die zugehörigen Gehalte der Hauptinhaltsstoffe sind in Tabelle 5 genannt. Hier sind zudem die jeweiligen Werte des Oxidationsparameters TBARS – direkt nach Herstellung wie auch gegen

Tab. 4: Beispielrezepturen der zur Humanstudie einzusetzenden Gelbwürste (1: Kontrolle; 2: reich an Glukosinolaten; 3: reich an ω -3-Fettsäuren; 4: reich an Glukosinolaten und ω -3-Fettsäuren)

(funktionelle) Zutaten	Einheit	Charge			
		1	2	3	4
Magerfleisch (S II)	kg	2,50	2,50	2,50	2,50
Schweinespeck	kg	1,25	1,133	0,829	0,713
Eis	kg	1,25	1,317	1,25	1,317
Kochsalz	g	80	80	80	80
Diphosphat	g	10	10	10	10
Gewürz	g	25	25	25	25
Ascorbat	g	1,5	1,5	1,5	1,5
Fischöl	g	0	0	420	420
Brokkolisprossenextrakt	g	0	40	0	40
Senfmehl	g	0	10	0	10
Rosmarinextrakt	mg	0	0	400	400

Tab. 5: Gehalte an Hauptinhaltsstoffen und TBARS- sowie pH-Werte der in Tab. 4 dargestellten Gelbwurstrezepturen direkt nach Herstellung, teilweise auch nach Ende der Lagerung (6 Wochen bei 5°C), Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

Parameter	Einheit	Charge			
		1	2	3	4
Wasser	g/100g	63,86	64,88	62,60	63,23
Fett	g/100g	22,58	20,84	24,42	22,92
Protein	g/100g	11,31	11,48	10,70	10,86
Asche	g/100g	2,40	2,51	2,32	2,57
Ballaststoffe	g/100g	0,09	0,28	0,05	0,28
TBARS nach Herstellung	mg MDA/kg	0,10	0,11	0,16	0,16
TBARS nach Ende Lagerung	mg MDA/kg	0,10	0,16	0,22	0,12
pH-Wert	-	6,22	6,11	6,18	6,09

Ende der Lagerung – sowie die gemessenen pH-Werte aufgeführt. Es ist zu erkennen, dass selbst gegen Ende der Kühlung ausgesprochen niedrige TBARS-Konzentrationen vorlagen.

Die Glukosinolatgehalte (Summe aller analysierten Glukosinolate, s. Tab. 2) der mit den in Tabelle 4 dargestellten Rezepturen hergestellten Gelbwürste sind in Tabelle 6 wiedergegeben. Daraus geht hervor, dass eine Gesamtkonzentration an Glukosinolaten bei den entsprechenden für die Humanstudie verwendeten Würsten von ca. 700 mg pro kg vorlag. Damit wurde das Ziel mindestens 400 mg Glukosino-

late pro kg Wurst einzuarbeiten deutlich übertroffen, wie Tabelle 6 zeigt.

Tab. 6: Gesamtgehalte an Glukosinolaten der in Tab. 4 dargestellten Gelbwurstrezepturen (s. Tab. 2), Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

Charge	Gesamtgehalt aller analysierter Glukosinolate (mg / kg Wurst)
1	-
2	705
3	-
4	705

Tab. 7: Aerobe Gesamtkeimzahl [KBE/g Wurst] in Gelbwürsten unter Zusatz verschiedener funktioneller Zutaten direkt nach Herstellung sowie nach Ende der Lagerung (6 Wochen bei 5 °C), Mittelwerte aus Doppelbestimmungen

funktionelle Zutat	Untersuchungszeitpunkt	
	nach Herstellung	Ende Lagerung (6 Wochen)
ohne	< 10 ²	< 10 ²
Brokkolisprossenextrakt	< 10 ²	6*10 ²
Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl	< 10 ²	2*10 ²
Fischöl	< 10 ²	< 10 ²
Fischöl + Brokkolisprossenextrakt	< 10 ²	2*10 ²
Fischöl + Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl	< 10 ²	2*10 ²

Mikrobiologische Analysen

Die Ergebnisse der aeroben Gesamtkeimzahlbestimmung in Gelbwürsten unter Zusatz verschiedener funktioneller Zutaten sowohl direkt nach Herstellung als auch nach Ende der sechswöchigen Kühlung (5 °C) sind in Tabelle 7 dargestellt. Nach der Herstellung wiesen alle Chargen weniger als 10² KBE (Kolonie bildende Einheiten)/g Wurst auf. Nach Ende der sechswöchigen Lagerungsperiode wurde in allen mit Brokkolisprossenextrakt hergestellten Chargen ein Anstieg der Keimzahlen auf maximal 6*10² KBE festgestellt. Die ermittelten Werte der aeroben Gesamtkeimzahl lagen somit auch nach Ablauf von sechs Wochen Kühlung im üblichen Bereich von im Darm gelagerten Brühwürsten und ließen keine besonderen Probleme erkennen.

Physikalische Analysen

In den Tabellen 8 und 9 sind die Messwerte der Bruchfestigkeit und Härte von mit verschiedenen funktionellen Zutaten hergestellten Gelbwürsten dargestellt. Die einzelnen zylinderförmigen Proben werden mittels der Apparatur Instron 1140 zweimal belastet. Durch die erste Belastung kommt es zum Zusammenbruch der Textur, die Höhe des entstehenden ersten Peaks wird als Bruchfestigkeit bezeichnet. Bei der zweiten Belastung kommt es zur Gesamtstauchung der Brühwurst, die Höhe des zweiten Peaks ist als Härte definiert. In den Tabellen 8 und 9 sind jeweils die Daten direkt nach Herstellung als auch nach sechs Wochen Kühlung enthalten. Während der Lagerung zeigten alle Wurstchargen sowohl bei der Bruchfestigkeit als auch bei der Härte mit dem

Tab. 8: Messung der Bruchfestigkeit von Gelbwurstchargen mit verschiedenen funktionellen Zutaten bzw. deren Mischungen direkt nach Herstellung sowie nach Ende der Lagerung (6 Wochen bei 5°C), Mittelwerte von 20fach Bestimmungen

Bruchfestigkeit [N] Charge	Funktionelle Zutat	Lagerungszeit [Wochen]	
		0	6
1	-	19,5 ± 3,4	21,9 ± 3,7
2	Brokkolisprossenextrakt	19,8 ± 2,7	21,0 ± 3,0
3	Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl	20,8 ± 2,1	22,3 ± 2,6
4	Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl + Fischöl	19,7 ± 2,0	23,9 ± 2,2
5	Fischöl	21,5 ± 2,2	23,1 ± 2,1
6	Fischöl + Brokkolisprossenextrakt	22,2 ± 2,3	23,7 ± 3,0

Tab. 9: Messung der Härte von Gelbwurstchargen mit verschiedenen funktionellen Zutaten bzw. deren Mischungen direkt nach Herstellung sowie nach Ende der Lagerung (6 Wochen bei 5°C), Mittelwerte von 20fach Bestimmungen

Härte [N] Charge	Funktionelle Zutat	Lagerungszeit [Wochen]	
		0	6
1	-	24,8 ± 2,4	27,6 ± 3,3
2	Brokkolisprossenextrakt	24,6 ± 1,8	26,4 ± 2,8
3	Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl	25,6 ± 2,5	26,9 ± 2,3
4	Brokkolisprossenextrakt + Senfmehl + Fischöl	25,9 ± 2,1	28,1 ± 2,2
5	Fischöl	24,7 ± 2,0	26,5 ± 3,5
6	Fischöl + Brokkolisprossenextrakt	24,5 ± 1,8	27,1 ± 2,6

Ansteigen der Werte tendenziell das gleiche Verhalten. Direkt nach der Herstellung variierten die verschiedenen Chargen in der Bruchfestigkeit zwischen 19,5 und 22,2 N, nach Ende der Lagerung zwischen 21,0 und 23,9 N. Bei der Härte wurden zu Beginn Werte zwischen 24,5 und 25,9 N, nach der Kühlung zwischen 26,4 und 28,1 N festgestellt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Chargen lagen bei der Bruchfestigkeit somit bei weniger als 3 N, bei der Härte bei weniger als 2 N, wobei die Rezepturen technologisch nicht ausgereizt waren. Sie ließen genügend Spielraum, um die dargestellten Werte zu verändern, falls dies gewünscht würde.

Tab. 10: Bestimmung der Wasserbindung der in Tab. 4 dargestellten Gelbwurstrezepturen, Mittelwerte von 20fach-Bestimmungen

Charge	Geleeabsatz [g/100 g Brät]
1	5,7 ± 0,88
2	5,0 ± 0,46
3	4,4 ± 0,36
4	4,9 ± 0,43

Über die Wasserbindung der aus den in Tabelle 4 dargestellten Rezepturen hergestellten Gelbwürste gibt Tabelle 10 Auskunft. Der Geleeabsatz variierte bei den zur Humanstudie verwendeten Wurst-

Tab. 11: Bestimmung der Farbwerte der in Tabelle 4 dargestellten Gelbwurstrezepturen direkt nach Herstellung sowie nach Ende der Lagerung (6 Wochen bei 5 °C), Mittelwerte von 10fach-Bestimmungen

Charge	nach Herstellung			Ende Lagerung (6 Wochen)		
	L *	a *	b *	L *	a *	b *
1	78,0 ± 0,3	7,1 ± 0,1	15,4 ± 0,2	77,9 ± 0,3	7,9 ± 0,1	15,9 ± 0,2
2	76,3 ± 0,3	7,3 ± 0,2	16,7 ± 0,2	76,7 ± 0,3	7,7 ± 0,2	16,8 ± 0,2
3	79,8 ± 0,3	6,7 ± 0,2	15,9 ± 0,2	80,0 ± 0,3	7,0 ± 0,2	16,0 ± 0,2
4	80,4 ± 0,2	6,3 ± 0,1	14,7 ± 0,2	80,6 ± 0,3	6,9 ± 0,3	15,1 ± 0,2

chargen zwischen 4,4 und 5,7 %, wobei die Kontrolle (Charge 1) den größten Wert zeigte. Ein Fettabsatz war bei keiner Charge zu verzeichnen. Die mit Glukosinolaten und bzw. oder ω -3-Fettsäuren angereicherten Fleischerzeugnisse besaßen somit auch in dieser Hinsicht einwandfreie technologische Eigenschaften.

Zusätzlich wurden die Farbwerte der für die Humanstudie eingesetzten Würste bestimmt, sie sind in Tabelle 11 dargestellt sowohl direkt nach Herstellung als auch gegen Ende der Kühlung bei 5 °C. Die verschiedenen Chargen unterschieden sich jeweils nur um wenige Einheiten, im L-Wert (Helligkeit) maximal um ca. vier, im a-Wert (Farbton für rot) maximal um ca. eine Einheit und im b-Wert (Farbton für gelb) maximal um ca. zwei Einheiten. Während der Lagerung stiegen die Rot- (a) als auch die Gelbwerte (b) aller Chargen an, die Rotwerte um maximal ca. 0,8 und die Gelbwerte um maximal ca. 0,5 Einheiten. Die Chargen 2 bis 4 wurden um maximal ca. 0,4 Einheiten heller (L-Wert), wohingegen die Kontrolle (Charge 1) um ca. 0,2 Einheiten dunkler wurde.

Schlussfolgerungen

Aus den beschriebenen Ergebnissen wird deutlich, dass das Ziel Glukosinolat-haltige Zutaten in Brühwürste einzuarbeiten – aus unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet – vollständig erreicht werden konnte. Zunächst wurde der Zielgehalt von 400 mg mit ca. 700 mg Glukosinolaten pro kg Wurst deutlich übertroffen. Die sensorischen Bewertungen waren trotz der

schwierigen Matrix der Zutaten ansprechend. Und auch aus mikrobiologischer, technologisch-physikalischer und chemischer Sicht waren keine wesentlichen Unterschiede zwischen Kontrolle und den mit Glukosinolaten angereicherten Chargen ersichtlich.

Über die Ergebnisse der 'Einarbeitung von ω -3-Fettsäure-reichen Zutaten in funktionelle Fleischerzeugnisse' wurde bereits im *Mitteilungsblatt Fleischforschung Kulmbach* berichtet. Die Resultate der mit den hier beschriebenen funktionellen Fleischerzeugnissen durchgeführten Humanstudie werden in Kürze in einer separaten Veröffentlichung beschrieben werden.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben (AiF 15049 N) wurde im „Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert.

Literatur

- Arvanitoyannis, I.S., van Houwelingen-Koukaliaroglou, M. (2005): Functional foods: a survey of health claims, pros and cons, and current legislation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 45, 385-404
- Botsoglou, N.A., Fietouris, D.S., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J., Trakatellis, A.G. (1994): Rapid, sensitive and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and food-stuff samples. *Journal of Chemistry* 42, 1931-1937

- Briviba, K., Kulling, S.E., Watzl, B., Rechkemper, G., Bub, A. (2004): Effect of supplementing a low-carotenoid diet with a tomato extract for 2 weeks on endogenous levels of DNA single strand breaks and immune functions in healthy nonsmokers and smokers. *Carcinogenesis* 25, 2373-2377
- Bub, A., Watzl, B., Abrahamse, L., Delincée, H., Adam, S., Wever, J., Müller, H., Rechkemper, G. (2000): Moderate intervention with carotenoid-rich vegetable products reduces lipid peroxidation in men. *Journal of Nutrition* 130, 2200-2206
- Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie (BVDF) e.V. (2004): Geschäftsbericht 2003/2004
- CMA Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (2002): Marktanalyse Functional Food - ein Regionalvergleich.
- Danisco (2004): Pflanzliche Ballaststoffe in Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft* 84, 36
- Deutscher Fleischer-Verband (2004): Geschäftsbericht 2003/2004
- Finley, J.W. (2005): Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of Botany* 95, 1075-1096
- Guesry, P.R. (2005): Impact of functional food. Diversification and health promotion *Forum Nutrition*, 57, 73-83
- Hammer, G.F., Stoyanov S. (2010): Kutmesser – unterschiedliche Anschliff- und Gleitwinkel. *Fleischwirtschaft* 189, 183-195
- Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001): Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science* 59, 5-13
- Karg, G. (2003): Zweite Bayerische Verzehrsstudie, BVS II. <http://www.wzw.tum.de/wdh/Res/BVS2/bvs2.html> (Stand: Juni 2009)
- Keck, A.S., Finley, J.W. (2004): Cruciferous vegetables: cancer protective mechanisms of glucosinolates hydrolysis products and selenium. *Integrated Cancer Therapy* 3, 5-12
- Kleef, E. van, van Trijp, H.C.M., Luning, P. (2005): Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation. *Appetite* 44, 299-308
- Klettner, P.-G. (1988): Beziehung zwischen instrumentellen Festigkeitswerten und sensorischem Kaeindruck bei Brühwurst. *Fleischwirtschaft* 68, 1052-1054
- Kühl (2005): Vortrag anlässlich des 4. FEI-Kooperationsforums „Functional Food“, Bonn
- Marwick, C. (1996): Trials reveal no benefit, possible harm of beta carotene and vitamin A for lung cancer prevention. *Journal of the American Medical Association* 275, 422-423
- Müller, W.-D. (1998): Untersuchungen zur Eignung pflanzlicher Proteinisolate für die Brühwurstherstellung. *Fleischwirtschaft* 78, Nr. 11, 1150-1154
- Münch, S., Eigner, G. (2009): Analytik von Ballaststoffen in Fleischwaren. *Fleischwirtschaft* 89,12, 103-108
- Münch, S., Watzl, B. (2010): Einarbeitung von ω -3-Fettsäure-reichen Zutaten in funktionelle Fleischerzeugnisse. *Mitteilungsblatt Fleischforschung Kulmbach* 187, 39-48
- Nationale Verzehrsstudie II (2008): Max Rubner-Institut, Karlsruhe. http://www.mri.bund.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Archiv/Einzelthemen_Publikationen/nvs_ergebnisbericht_teil2-v2.pdf
- Schulte, E., Weber, K. (1989): Schnelle Herstellung der Fettsäuremethylester aus Fetten mit Trimethylsulfoniumhydroxid oder Natriummethylat. *Fat Sci. Technol.* 91, 5, 181-183
- Troeger, K., Nitsch, P., Müller, W.-D., Münch, S. (2005): Kein Angriff auf Geschmack und Textur. *Fleischwirtschaft* 85, 54-56
- Watzl, B. (2005): Glukosinolate. *Schweizerische Zeitschrift für Ernährungsmedizin* 3, 34-37
- Watzl, B., Kulling, S.E., Möseneder, J., Barth, S.W., Bub, A. (2005): A 4-wk intervention with high intake of carotenoid-rich vegetables and fruit reduces plasma C-reactive protein in healthy, non-smoking men. *American Journal of Clinical Nutrition* 82, 1052-1058
- World Health Organisation (WHO) 2004: Obesity and overweight. http://www.who.int/dietphysicalactivity/media/en/gsf_obesity.pdf (Stand August 2009)