

KÄSE-OBERFLÄCHENKULTUR AUF SALAMI

Technisch-wissenschaftliche Informationen



Inhalt

Einleitung und Problemstellung	3
Material und Methoden	
- Versuchsaufbau und Produkteherstellung	4
- Chemisch-mikrobiologische Untersuchungen	4
- Sensorische Beurteilung	4
- Aromaanalysen	5
- Physikalische Analysen	
- <i>Oberflächenhaftung</i>	6
- <i>Schälbarkeit (Haftung der Salamihaut)</i>	7
- <i>Schnittfestigkeit</i>	7
Ergebnisse und Diskussion	
- Chemisch-mikrobiologische Untersuchungen	8
- Sensorische Beurteilung	9
- Aromaanalysen	9
- Physikalische Parameter	10
Schlussfolgerung / Zusammenfassung	11
Literatur	12

ALP science (vormals FAM Info)

Titelbild

Verschiedene Salami während der Reifung

Erstveröffentlichung

Autoren

R. Hadorn, P. Eberhard, D. Guggisberg, D. Isolini,
P. Piccinalli und H. Schlichtherle-Cerny

Planung

R. Hadorn

Versuchsdurchführung

ABZ Spiez, R. Hadorn

(Versuchsbericht Produkt 32 – Projekt 326 – Versuch 04-33-17)

Fotos

Y. A. Michel (Abb. 1)

R. Hadorn (Titel, Abb. 2-3)

H. Schlichtherle-Cerny (Abb. 4)

D. Guggisberg (Abb. 5-8)

Herausgeber

Agroscope Liebefeld-Posieux

Eidg. Forschungsanstalt

für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP)

Schwarzenburgstrasse 161

CH-3003 Bern

Telefon +41 (0)31 323 84 18

Fax +41 (0)31 323 82 27

http: www.alp.admin.ch

e-mail: science@alp.admin.ch

Kontakt Rückfragen

Ruedi Hadorn

e-mail ruedi.hadorn@alp.admin.ch

Telefon +41 (0)31 323 89 48

Fax +41 (0)31 322 86 16

Gestaltung

Helena Hemmi (Konzept, Layout)

Erscheinung

Mehrmals jährlich in unregelmässiger Folge

ISBN 3-905667-33-9

ISSN 1660-7856 (online)

KÄSE-OBERFLÄCHENKULTUR AUF SALAMI

Einleitung und Problemstellung

In der Fleischverarbeitung werden Oberflächenkulturen – z.T. neben den eigentlichen Starterkulturen – vor allem bei gewissen schnittfesten, ausgereiften Rohwürsten (z.B. Salami, Salsiz, Salametti) bzw. bei einzelnen Rohpökelwaren (z.B. Trockenfleisch während der Herstellung) verwendet. In der Praxis gelangen vor allem Schimmel der Gattung *Penicillium* zum Einsatz, wobei die Spezies *Penicillium nalgiovensis* am weitesten verbreitet ist.

Die Wirkung der Oberflächenkulturen beruht auf der Aromabildung, dem Schutz vor zu starkem Austrocknen (Gefahr der Trockenrandbildung), der Konservierung (Konkurrenz zu nachteiligen Keimen), einem leichteren Schälen der Wursthaut, dem Schutz vor Lichtoxidation und damit einer einheitlicheren Farbgebung (Sunesen und Stahnke, 2002). Letztere wird vielfach nicht durch die Schimmelbildung alleine erreicht, weshalb die entsprechenden Produkte z.T. zusätzlich mit Reismehl oder Marmorpulver gepudert werden. In einzelnen Firmen wird bei der Rohwurstherstellung neben Schimmel ergänzend Hefe eingesetzt, um die Haftungseigenschaften des Schimmels zu optimieren (Sugimoto, 2004).

Als problematisch können sich jedoch verschiedene farbliche Veränderungen erweisen, die in der Form von Fehlschimmelbildungen auftreten und zu einer unerwünschten Fleckenbildung auf der Produktoberfläche führen können. Derartige Fleischerzeugnisse lassen sich - je nach Unbedenklichkeit der/s Fremdschimmel(s) – höchstens noch in geschnittener Form auf dem Markt absetzen.

ALP hat in der Entwicklung von Oberflächenkulturen bei Käse bereits viel Know-how erworben, was sich auch in der Entwicklung von praxistauglichen Kulturen zeigt (Bachmann et al., 2005). Es stellt sich nun die Frage, ob und inwieweit sich anstelle der heute üblichen Oberflächenschimmel auf Salami auch eine auf Käseoberflächen übliche Hefekultur (*Geotrichum candidum*, Abbildung 1) ohne nachteilige Effekte auf das Endprodukt einsetzen lässt.

Keywords: starter culture, surface, *Geotrichum candidum*, yeast, mould, salami, sausage, meat, flavour, aroma, gas chromatography-olfactometry, nutrient, sensory, microorganism, texture



Abb 1: *Geotrichum candidum* unter dem Mikroskop

Material und Methoden

Versuchsaufbau und Produkteherstellung

In den Pilotanlagen des Ausbildungszentrums für die Schweizer Fleischwirtschaft (ABZ) wurden Salami gemäss der ABZ-Standardrezeptur für Spiezer Bergsalami hergestellt (Abbildung 2). Dazu wurde Schweinefleisch, Rindfleisch und Rückenspeck im Wolf zerkleinert und zusammen mit den Hilfsstoffen gemäss Rezeptur im Mischer vermischt. Nach dem Stossen in Naturdärme erfolgte das Eintauchen in die Oberflächenkulturen-Lösung, wobei die folgenden Oberflächenkulturen zum Einsatz gelangten:

- Kontrolle: Oberflächenkultur mit *Penicillium nalgiovensis*, Scheid Salami Schimmel weiss, Art.-Nr. 7615, Deklaration: Zuchtschimmelpilze → lyophilisiert (1 Beutel für 10 l Tauchlösung)
- Versuch: Oberflächenkultur mit *Geotrichum candidum*, ALP-Kultur 701 → flüssig (~ 80 ml für 10 l Tauchlösung)

Anschliessend erfolgte die Rötung während einer Woche und die Trocknung während fünf Wochen zwecks Vermeidung von allfälligen Kreuzkontaminationen in zwei verschiedenen Klimakammern. Die jeweils sieben Salami pro Verfahren wurden bis zur Untersuchung in Saugpapier verpackt bei 4°C zwischengelagert.



Abb 2: Herstellung der Salami mit Wolf (Mitte, hinten), Mischer (rechts, Mitte) und Füllmaschine (links, vorne)

Chemisch-mikrobiologische Untersuchungen

Für die Durchführung der chemischen Analysen wurde pro Verfahren je eine Salami in flüssigem Stickstoff gefroren, homogenisiert und anschliessend lyophilisiert. Für die übrigen Bestimmungen wurden die Salami in intakter Form an die einzelnen Labors weitergeleitet.

Die chemischen und mikrobiologischen Untersuchungen erfolgten gemäss den ALP-internen Prüfverfahren.

Sensorische Beurteilung

Die analytischen sensorischen Tests wurden mit 10 trainierten Prüfpersonen durchgeführt (Abbildung 3), wobei man für die beschreibende Prüfung folgende sensorischen Attribute definierte:

- Geruch: würzig, ölig, ranzig, seifig, rauchig
- Flavour: salzig, bitter, würzig, ranzig, rauchig, seifig
- Trigemiale Empfindung: stechend
- Textur: zart, faserig, gummig

Die Salami wurden den Testpersonen in randomisierter Weise vorgelegt und von diesen nach der Intensität der obgenannten Kriterien auf einer 10-Punkte Linienskala sensorisch beurteilt. Zum Neutralisieren gelangten Brot und Wasser zum Einsatz. Die statistische Auswertung erfolgte mittels ANOVA auf der Basis $p \leq 0.05$.



Abb 3: Das ALP-Sensorikpanel im Einsatz

Aromaanalysen

Solid-phase microextraction (SPME) mit einer dreiphasigen (DVB/Carboxen-PDMS) 2 cm langen Faser diente zur Extraktion und Adsorption der flüchtigen Verbindungen aus dem Kopfraum über den gehäuteten und anschliessend zerkleinerten Salamiprüben (7.5 g). Die flüchtigen Komponenten wurden an einer unpolaren Optima 5ms Kapillarsäule (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm Filmdicke) mit Helium als Trägergas (1.8 mL/min konstanter Trägergasstrom) aufgetrennt. Ein Agilent 6890 Gaschromatograf in Kombination mit einem 5973 massenselektiven Detektor (MSD) arbeitete im Elektronenstoss (electron impact) Modus bei 70 eV.

Gaschromatografie-Olfaktometrie (GC-O) mit sechs trainierten Prüfern wurde als bewährtes Mittel in der Analyse von Aromastoffen eingesetzt, um die geruchsaktiven Verbindungen von den flüchtigen Komponenten ohne Geruch zu unterscheiden. Der Säulenfluss wurde am Ende in drei Ausgänge aufgeteilt, d.h. «gesplittet». Damit können einerseits am Ende eines Ausganges die Geruchsnoten mit Hilfe der empfindlichen menschlichen Nase als Detektor charakterisiert und beschrieben (Abbildung 4), andererseits die entsprechenden Komponenten instrumentell durch Massenspektrometrie identifiziert werden. Der dritte Ausgang zum Flammenionisationsdetektor (FID) lässt sich für den semiquantitativen Vergleich der Signalhöhen zwischen den Proben verwenden und dient darüber hinaus zur Kontrolle der Signale.

Die Identifizierung der Verbindungen basiert auf identischen linearen Retentionsindices (RI), Geruchsqualitäten und Massenspektren mit authentischen Referenzverbindungen. Sollten keine Referenzen zur Verfügung wurden die Komponenten anhand eines Vergleichs ihrer RI-Werte, Geruchsqualitäten und Massenspektren mit einer Spektrendatenbank (Wiley Datenbank Version 7) sowie einer Zusammenstellung von RI-Werten und Geruchsnoten (www.flavornet.org) vorläufig identifiziert.



Abb. 4: Gaschromatographie-Olfaktometrie an einem sogenannten «Sniffing-Port»

Physikalische Analysen

Oberflächenhaftung

Bevor mit den eigentlichen Messungen von ausgewählten physikalischen Parametern begonnen werden konnte, stellte man sich die Frage, wie die Haftung der Oberflächenkultur auf der Salamihaut bzw. der Haut auf der Salami überhaupt objektiv gemessen werden kann. Dazu mussten die entsprechenden Methoden zuerst entwickelt werden.

Im ersten Vorversuch mit einer Apparatur mit Rollen (Abbildung 5) zeigte sich, dass der Wasserverlust der Salami grösser war als der Abrieb der Oberflächenkultur auf der Haut. Dabei erwies sich auch die Zeitspanne für die Gewinnung der geringen Abriebmenge als zu lange. Damit war klar, dass mit dieser Methode keine vernünftigen Aussagen zu den Haftungseigenschaften von Salami möglich sind, so dass nach einer rascheren und geeigneteren Methode gesucht werden musste.

Abb. 5: Mikrobiologische Keimzahlen (CFU/ml)



In einem zweiten Vorversuch legte man eine Halbröhre (Durchmesser: 62 mm) mit Sandpapier (Nr. 80) aus (Abbildung 6). Pro Verfahren wurden für die eigentliche Messung je drei Salami von einer Seite über eine Länge von 55 cm auf die gegenüberliegende gezogen. Der durch den Abrieb auf dem Sandpapier auftretende Masseverlust, der als Mass für die Haftung der Oberflächenkultur dient, wurde anschliessend zurückgewogen.



Abb. 6: Messung der Oberflächenschimmelhaftung über eine mit Sandpapier ausgelegte Halbröhre (nach P. Hofmann, SV ALP)

Schälbarkeit (Haftung der Salamihaut)

Damit die Haftung der Salamihaut auf der Salami bestimmt werden kann, muss die Haut unter definierten Bedingungen weggerissen werden. Zur Messung der Haftung wurde der Versuchsaufbau gemäss Abbildung 7 gewählt.

Eine auf 11 cm gekürzte Salami wird seitlich in der Mitte mit je einem frei drehbaren Dorn auf die «Basic-line»-Apparatur gespannt. Mit einem Messer schneidet man anschliessend die Haut auf. Diese wird auf der gesamten Länge von 11 cm von der Salami getrennt, damit sie in die Zugvorrichtung eingespannt werden kann. Danach wird in einem Zugversuch mit einer Universalprüfmaschine (Zwick Z2.5) die Salamihaut durch konstante Zuggeschwindigkeit (50 mm/min) «weggerissen».

Die Kraft wird über den gesamten Weg gemessen. Aus Standardisierungsgründen wird allerdings nur die Strecke zwischen 50 und 150 mm¹ ausgewertet.

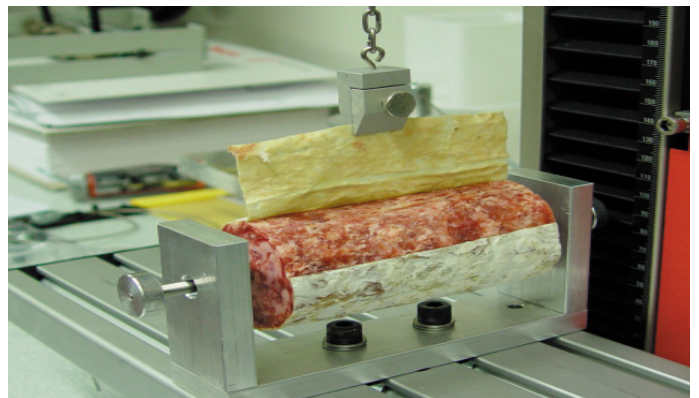


Abb. 7: Versuchsaufbau zur Bestimmung der Haftung der Salamihaut

Schnittfestigkeit

Mit Hilfe der Warner-Bratzler-Prüfeinrichtung wird die Schnittfestigkeit der Salami getestet. Eine Schneide übt Scherkräfte auf die Probe (Abbildung 8) aus.

Ausgewertet wird die Maximalkraft ($F_{max.}$) oder die gesamte Arbeit ($A_{tot.}$), die mit der Stabilität der Probe korreliert werden kann. Voraussetzung für vergleichbare Resultate ist, dass bei der Probenvorbereitung besonders auf eine sorgfältige Entfernung der Haut, einen gleichen Probenquerschnitt sowie eine hinreichende Probenlänge von 11 cm geachtet wird. Die definierten Lagerbedingungen vor der Messung sind ebenfalls sehr entscheidend.

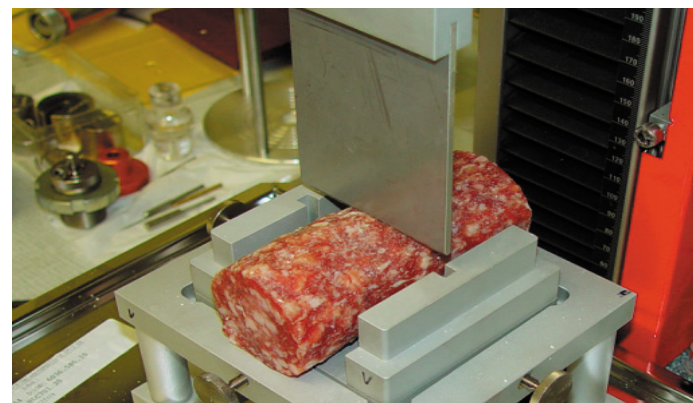


Abb. 8: Warner-Bratzler Apparatur mit gerader, konvexer Schneideeinrichtung

¹ Die Auswertung erfolgt durch Export in ein TRA-file und durch Mittelwertberechnung im Excel.

Ergebnisse und Diskussion

Chemisch-mikrobiologische Untersuchungen

Unter Berücksichtigung der nicht einfachen Homogenisierung des Probenmaterials kann die chemische Zusammensetzung der Salami als einheitlich beurteilt werden (Tabelle 1). Dies ist nicht unerwartet, zumal für beide Verfahren dasselbe Brät verwendet wurde.

Ein geringfügiger Unterschied deutete sich aber im Trockensubstanzgehalt der beiden Salami-Verfahren an, die aufgrund der Gefahr von Querkontaminationen in zwei separaten Kammern gerötet und getrocknet wurden. Ob diese Differenz mit einem unterschiedlichen Abtrocknungsgrad der beiden Verfahren zusammenhängt oder durch analytische Schwankungen bedingt ist, lässt sich nicht abschliessend beurteilen. Letztere können jedoch nur bedingt zutreffen, zumal die Summe des Gehaltes an Rohprotein, Rohfett und Rohasche jeweils nahezu dem Trockensubstanzgehalt entspricht (Restkohlenhydratgehalt ist vernachlässigbar).

Auch die Milchsäurewerte der beiden Varianten unterschieden sich nur unbedeutend; der Anteil von L(+)-Milchsäure am Gesamtlaktat war bei der Kontrolle vergleichsweise leicht erhöht. Dies deckt sich jedoch nur andeutungsweise mit den Ergebnissen der pH-Messungen, bei welchen im Versuchssalami ein um 0.34 Einheiten erhöhter Wert resultierte. Dagegen könnte der höhere pH im Versuchssalami auf eine erhöhte Reduktion von Nitrat zu Nitrit hinweisen, wie sich dies aufgrund des geringeren Nitrat- und des höheren Nitritgehaltes andeutete. Dies auch deshalb, weil bekannt ist, dass die Entwicklung von nitratreduktase-bildenden Micrococccaceen bei tieferen pH-Werten, wie diese am Ende der Rötungsphase auftreten, zumindest eingeschränkt wird.

Erstaunlich war hingegen das hohe pH-Niveau mit Werten zwischen 6.4 und 6.7. Eine Nachprüfung mit später hergestellten Salami ergab Normalwerte im Bereich von 5.5 bis 5.9. Daraus lässt sich schliessen, dass sich die Lagerdauer von rund 5½ Monaten stärker ausgewirkt hat als ursprünglich angenommen. Für zukünftige Versuche wäre es sicherlich auch von Interesse, neben dem pH-Wert auch die Wasseraktivität (a_w) als Mass für die Konservierbarkeit der Salamis zu messen (war in dieser Phase für Rohwürste noch nicht verfügbar).

Die mikrobiologischen Resultate waren zwischen den beiden Verfahren vergleichbar und lagen innerhalb der gesetzlichen Vorgaben (Tabelle 2). Die Kontrolle wies interessanterweise eine Zehnerpotenz mehr Milchsäurebildner auf als die Versuchssalami. Dies ist zwar in Übereinstimmung mit dem vergleichsweise tieferen pH, zeigt sich aber nur andeutungsweise

im Laktatgehalt. *Bacillus cereus* konnte hingegen nur bei der Versuchssalami nachgewiesen werden.

Zudem fällt auf, dass sich in den gereiften Versuchssalami keine Hefen, jedoch ein vergleichsweise ähnlicher Schimmelgehalt nachweisen liess. Dies hängt damit zusammen, dass die Analysen zwar im Salami-Querschnitt vorgenommen, diesem aber vorgängig – analog zum Konsum von Salami – die Haut mit den sauerstoffabhängigen Oberflächenkulturen entfernt wurde. Hier wäre in einem Folgeversuch sicherlich auch von Interesse, wie sich die Hefe- bzw. Schimmelgehalte auf der Haut während der Reifung entwickelt haben.

Tab. 1: Rohnährstoff-, Laktatgehalt (jeweils pro kg Salami) und pH

Parameter	Kontrolle	Versuch
Trockensubstanz (g)	640	624
Rohprotein (g)	265	247
Rohfett (g)	325	317
Rohasche (g)	55	48
Nitrat (mg)	2.22	2.02
Nitrit (mg)	0.70	1.47
L-Laktat (mmol bzw. g)	35.8 bzw. 3.23	33.0 bzw. 2.95
D-Laktat (mmol bzw. g)	24.1 bzw. 2.14	25.4 bzw. 2.26
Gesamtlaktat (mmol bzw. g)	59.9 bzw. 5.37	58.5 bzw. 5.21
Anteil L-Laktat (%)	60.1	56.6
pH	6.39	6.73

Tab. 2: Mikrobiologische Keimzahlen (CFU/ml)

Keimart	Kontrolle	Versuch
Schimmel	7.6×10^3	7.1×10^3
Hefen	< 10	< 10
Milchsäurebildner	2.2×10^8	2.2×10^7
Salztolerante Keime	5.1×10^5	9.9×10^5
Enterokokken	6.6×10^3	4.1×10^3
Fakultativ heterofermentative Laktobazillen	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i>	< 10	50
Aerobe psychrotrophe Keime	1.8×10^8	1.1×10^8
Koagulasepositive Staphylokokken	< 10	< 10
Enterobacteriaceae	< 10	< 10
Koagulasenegative Staphylokokken	5.5×10^5	1.1×10^6
Pseudomonaden	< 10	< 10
Pediokokken	7.5×10^5	1.8×10^6

Sensorische Beurteilung

Die höchsten Intensitäten wurden generell bei den Merkmalen würzig (Geruch und Flavour), salzig (Geschmack) und zart (Textur) festgestellt (Abbildung 9). Obwohl sich bei der sensorischen Beurteilung verfahrensbedingte Differenzen in den Eigenschaften ranzig, bitter, seifig, faserig und gummig andeuteten, erwiesen sich diese in der statistischen Analyse als nicht signifikant ($p \geq 0.05$). Dies ist in Übereinstimmung mit Selgas et al. (2003), die – trotz der enzymatischen Aktivität der Hefen – ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der sensorischen Beurteilung zwischen den geprüften Kontroll- und mit Hefen applizierten Rohwürsten fanden.

An dieser Stelle ist zudem festzuhalten, dass mit dem vorliegenden sensorischen Test eine beschreibende Charakterisierung der Salami angestrebt wurde. Er liefert daher keine Angaben über die Beliebtheit der einzelnen Produkte.

Aromaanalysen

Beide Salamiprobe wiesen typische Fettoxidationsprodukte auf, wie z.B. das pilzig riechende 1-Octen-3-ol, Aldehyde wie Hexanal (Geruchsnote «grün», grasig), Heptanal und Nonanal (beide fettig, seifig) und Ketone wie 2-Heptanon und 2-Nonanon (seifig), jedoch unterschieden sich die Peakhöhen zwischen den Proben.

Ein intensiv röstiger, popcornartiger Geruch, vorläufig als 2-Acetyl-1-Pyrrolin identifiziert, war in beiden Proben vorhanden. Stahnke (1999) hatte 2-Acetyl-1-Pyrrolin erstmalig in Salami mit Oberflächenschimmel, vorwiegend *Penicillium nalgioense*, aus dem Mittelmeergebiet mittels statischer Headspace GC-O und GC-MS identifiziert. Die Autorin untersuchte sowohl das Wurstinnere als auch oberflächennahe Bereiche von fünf verschiedenen Würsten mit Oberflächenschimmel und konnte zeigen, dass in den oberflächennahen Bereichen deutlich höhere Konzentrationen an 2-Acetyl-1-Pyrrolin gebildet worden waren. In Modellstudien konnte die Bildung des popcornartigen Aromastoffes durch *Penicillium nalgioense* bestätigt werden. Auch Blank et al. (2001) wiesen 2-Acetyl-1-Pyrrolin als wichtigen Aromastoff in Salami Schweizer Herkunft mittels GC-O und GC-MS nach.

Allylmercaptan und Diallylsulfid (beide schweflig, zwiebel- oder knoblauchartig) sowie Terpene wie α -Pinen, β -Pinen, α -Phellandren, Limonene (zitrusartig) sowie das blumig

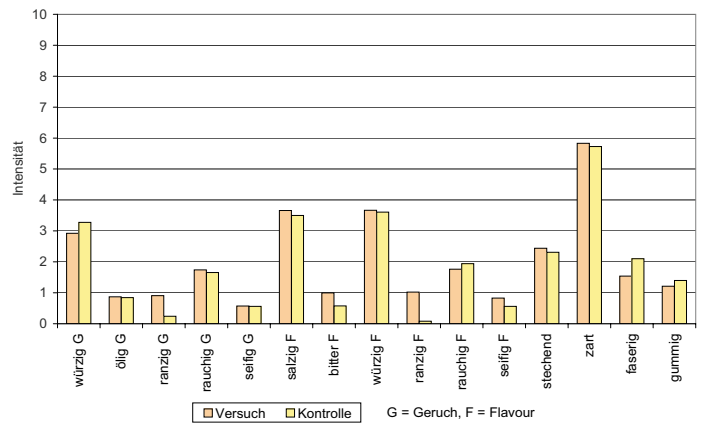


Abb. 9: Sensorische Beurteilung der beiden Salami-Varianten

Tab. 3: Aromastoffe

Aromastoff	Linearer Retentionsindex (RI)	Kontrolle (Peakhöhe/1000) [mm]	Versuch (Peakhöhe/1000) [mm]
1-Octen-3-ol	978	51	74
Hexanal	793	303	441
Heptanal	896	81	94
Nonanal	1'099	166	189
2-Heptanon	886	27	115
4-Heptanon	868	n.d.	96
2-Nonanon	1'087	67	309
2,3 Butandion	575	n.d.	nur durch GC-O nachweisbar
2,5-Dimethylpyrazin	908	22	n.d.
2,6-Dimethylpyrazin	904	226	23

n.d. = nicht detektiert

duftende Linalool waren ebenfalls in beiden Proben vorhanden und stammen vermutlich aus den zur Herstellung verwendeten Gewürzen oder aus Tierfutter pflanzlicher Herkunft.

Tabelle 3 nennt die Hauptunterschiede zwischen der Kontrollprobe und der Versuchssalami:

- Die Versuchssalami weist intensivere Signale für die aromatischen Lipidoxidationsprodukte 1-Octen-3-ol, Hexanal, Heptanal und Nonanal auf.

- Deutlich höhere Peaksignale in der Versuchsprobe zeigen die Komponenten 2-Heptanon, 4-Heptanon und 2-Nonanon.
- Das butterig, sahnig riechende 2,3 Butandion sowie 4-Heptanon wurden allein in der Versuchssalami wahrgenommen
- Nur die Kontrollprobe weist das röstig duftende 2,5-Dimethylpyrazin auf
- In der Kontrollprobe fand sich ein etwa 10fach intensiveres Signal für das röstig riechende 2,6-Dimethylpyrazin.

Die Untersuchungsergebnisse der Aromaanalysen bestätigen objektiv die Beobachtungen der sensorischen Beurteilung der beiden Proben (Abbildung 9, Seite 9): Die Versuchssalami wies z.T. deutlich höhere Peaksignale für seifig, fettig wahrgenommene Fett- oder Lipidoxidationsprodukte als die Kontrollprobe auf (vgl. Tabelle 3).

Die in Tabelle 3, Seite 9 aufgeführten Aromastoffe bestätigen die von Sunesen et al. (2001) beschriebenen Resultate. Die Autoren untersuchten den Reifungsverlauf von flüchtigen Verbindungen in italienischer Rohwurst über 50 Tage. Sie identifizierten 1-Octen-3-ol als vorherrschenden Alkohol und Hexanal als Hauptaldehyd, dessen Gehalt ab dem 18. Reifungstag deutlich zunahm. Andere Lipidoxidationsprodukte wie Heptanal, Nonanal, 2-Heptanon und 2-Nonanon stiegen während der Reifung ebenfalls an, vor allem nach dem 28. Reifungstag. 4-Heptanon wurde von den Autoren erst ab dem Reifungstag 39 an mit steigender Tendenz beobachtet.

Hingegen konnten sie das aus dem Kohlenhydratmetabolismus stammende 2,3-Butandion nur ganz zu Beginn der Reifung nachweisen, bereits am 4. Tag der Reifung war es nicht mehr nachweisbar. Die beiden Pyrazine wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht nachgewiesen.

Physikalische Parameter

Die Oberflächenhaftung war trotz des weiterhin geringen Abriebes (im Bereich von 0.5 bis 0.8 Promille) bei der Kontrolle im Vergleich zur Versuchssalami signifikant höher (Tabelle 4).

Bezüglich der Haftung der Salamihaut sind die Unterschiede in der Kraft statistisch nicht signifikant (Tabelle 5). Sie zeigen aber eine Tendenz ($p \leq 0.10$) bezüglich einer leicht geringeren Haftung und damit einer besseren Schälbarkeit der Versuchssalami auf. Inwieweit diese mit dem geringeren Trockensubstanzgehalt der ganzen Salami zusammenhängt, kann aufgrund der vorliegenden Daten jedoch nicht abschliessend beurteilt werden.

In Bezug auf die Schnittfestigkeit konnte zwischen den Kontroll- und der Versuchssalami keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 6).

Zu erwähnen ist allerdings, dass die Streuung zwischen den drei Salami innerhalb desselben Verfahrens recht gross war. Diese Streubreite wird durch den Box-Plot verdeutlicht (Abbildung 10, Seite 11). Dabei fiel auf, dass die Resultate der Kontrolle wesentlich weniger streuten als diejenigen der Versuchssalami.

Tab. 4: Messung des Oberflächenabriebes (je drei Salami)

Parameter (n = 3)	Kontrolle	Versuch	p-Wert
Einwaage (g)	377.98 ± 16.90	397.47 ± 52.07	
Rückwaage (g)	377.81 ± 16.89	397.16 ± 52.07	
Differenz (g)	0.177 ± 0.032	0.317 ± 0.064	
Relative Differenz (‰)	0.468 ± 0.084	0.804 ± 0.173	≤ 0.05

Tab. 5: Messung der Haftung der Salamihaut (je drei Salami)

Parameter (n = 3)	Kontrolle	Versuch	p-Wert
Kraft-Mittelwert (50-150 mm) [N]	1.680 ± 0.169	1.141 ± 0.340	0.07
Kraft-Median (50-150 mm) [N]	1.674 ± 0.187	1.144 ± 0.360	0.09

Tab. 6: Resultate der Warner-Bratzler-Untersuchung

Parameter (n = 3)	Kontrolle	Versuch	p-Wert
Kraft-Maximum [N]	75.35 ± 22.02	82.39 ± 28.93	0.75
Gesamte Arbeit [mJ]	2'277 ± 195	2'351 ± 576	0.83

Schlussfolgerung / Zusammenfassung

Der Einsatz einer Oberflächenkultur mit *Geotrichum candidum* (ALP-Kultur 701) hatte in Salami im Vergleich zur Kontrolle mit *Penicillium nalgiovensis* folgende Auswirkungen:

- Die Gehalte an Rohnährstoffen und Milchsäure lagen in einem ähnlichen Bereich, während sich im Versuchssalami ein vergleichsweise geringerer Abtrocknungsgrad, ein höherer pH-Wert sowie eine erhöhte Reduktion von Nitrat zu Nitrit andeutete.
- Die mikrobiologischen Resultate waren vergleichbar. Die Kontrolle wies eine Zehnerpotenz mehr Milchsäurebildner auf, während *Bacillus cereus* nur in der Versuchssalami nachgewiesen werden konnte. In der Versuchssalami waren hingegen keine Hefen mehr feststellbar. Dies dürfte mit der vor den mikrobiologischen Bestimmungen vorgenommenen Entfernung der Haut – in Analogie zum Konsum von Salami – im Zusammenhang stehen.
- Bei den sensorischen Tests konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Verfahren aufgezeigt werden. Die grössten Intensitäten resultierten in den Merkmalen würzig (Geruch und Flavour), salzig (Geschmack) und zart (Textur). Obwohl nicht signifikant, so zeigte die Versuchssalami eine leicht höhere ranzige Note.
- Die Aromauntersuchungen ergaben intensivere Signale für aromaaktive Lipidoxidationsprodukte in der Versuchssalami. 4-Heptanon als Fettoxidationsprodukt wurde nur in der Versuchssalami identifiziert. Darüber hinaus wies nur die Versuchssalami das butterig-sahnig duftende 2,3-Butandion auf. Hingegen wurde das röstige 2,6-Dimethylpyrazin nur in der Kontrollprobe identifiziert und für das ebenfalls röstig riechende 2,5-Dimethylpyrazin ein etwa 10fach intensiveres Signal in der Kontrollprobe beobachtet.

- Die Haftung der Oberflächenkultur war bei der Versuchssalami signifikant weniger gut; hingegen liess sich deren Haut tendenziell leichter entfernen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz einer Käse-Oberflächenkultur auf Salami grundsätzlich (technisch) möglich ist. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse bleibt jedoch nach wie vor die Frage offen, inwieweit sich die Hefekultur zur Verdrängung von in der Praxis auftretenden, unerwünschten Schimmelstämmen eignen würde.

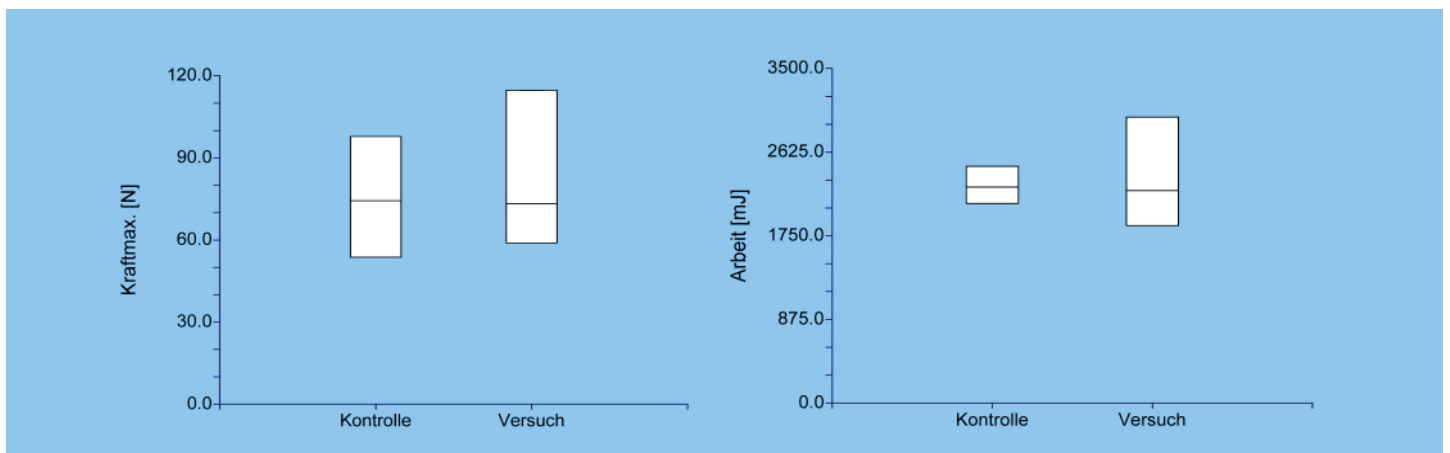


Abb. 10: Box-Plot der Kontroll- und Versuchsprobe (links maximale Kraft, rechts gesamte Arbeit)

Literatur

- Bachmann H.P., Bobst C., Bütikofer U., Casey M.G., Dalla Torre M., Froehlich-Wyder M.T. and Fuerst M., 2005: Occurrence and significance of *Fusarium domesticum* alias *Anticollanti* on smear-ripened cheeses. LWT – Food Sci. Techn., **38** (4), 399-407.
- Blank I., Devaud S., Fay L.B., Cerny C., Steiner M., Zurbriggen B., 2001: Odor-Active compounds of dry-cured meat: Italian-type salami and Parma ham. In: Aroma-active compounds in foods. Chemistry and sensory properties (Takeoka G.R., Güntert M., Engel K.H., eds.) ACS Symposium Series 794, American Chemical Society, Washington, D.C., 9-20.
- Selgas M.D., Ros J., Garcia M.L., 2003: The effect of selected yeast strains on the sensory properties of dry fermented sausages. Eur. Food Res. Techn., **217** (6), 475-480.
- Stahnke L.H., 1999: 2-Acetyl-1-pyrroline – key aroma compound in Mediterranean dried sausages. In: Frontiers of Flavour Science (Schieberle P., Engel K.H., Hrsg.), Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching, 361-365.
- Sugimoto C., 2004: Die Salami in der Reifeprüfung. Coop Zeitung, **24** (9.6.04), 54-57.
- Sunesen L.O., Dorigoni V., Zanardi E., Stahnke L., 2001: Volatile compounds released during ripening in Italian dried sausage. Meat Science, **58**, 93-97.
- Sunesen L.O. and Stahnke L.H., 2002: Mould starter cultures for dry sausages – selection, application and effects. Meat Science, **65**, 935-948.
- Vallone L., Dragoni I. and Cantoni C., 1995: *Scopulariopsis brumptii* as cause of black mouldiness of dry salami. Industrie Alimentari, **34** (441), 985-987.