

## Einfluss der Reifung auf die Konzentrationen von Creatin und Lactat in weißen Belägen (Ausblühungen) auf Wursthüllen schnittfester Rohwürste

Influence of fermentation on creatine and lactate concentrations in white efflorescences on dry fermented sausages

L. KRÖCKEL

### Zusammenfassung

Unerwünschte weiße Beläge oder Ausblühungen wurden in den letzten Jahren regelmäßig auf vorverpackten schnittfesten Rohwürsten beobachtet. Um mehr Einblick in ihre Entstehungsbedingungen zu erhalten, wurden in der vorliegenden Untersuchung das Auftreten und die Zusammensetzung der Beläge zu Produktparametern wie Wursttyp, physikalische Eigenschaften sowie chemische und mikrobiologische Zusammensetzung der Würste in Beziehung gesetzt. Razemisches Magnesium-di-Lactat war die Hauptkomponente auf Rohwürsten, die einem Schnellreifeverfahren in Gegenwart von Starter-Milchsäurebakterien und fermentierbaren Kohlenhydraten unterworfen wurden. Diese Würste enthielten regelmäßig hohe Keimzahlen an Milchsäurebakterien, insbesondere Starterorganismen wie *Pediococcus pentosaceus* und *Lactobacillus plantarum*. Im Gegensatz dazu enthielten langsam gereifte Rohwürste (pH 5,7, 40 mm Kaliber) und dünnkalibrige Rohwürste (pH 5,9, 10 mm Kaliber), die mehr getrocknet als fermentiert waren, ausschließlich Creatin. Hohe pH-Werte in den Würsten korrelierten mit Creatin-Ausblühungen, niedrige pH-Werte dagegen begünstigten Mg-di-Lactat-Effloreszenzen. Die Untersuchungsergebnisse legen den Schluss nahe, dass bei pH-Werten um 5,7 die Bildung von razemischem Mg-di-Lactat in den Ausblühungen vernachlässigbar ist. Das Auftreten der Effloreszenzen korrelierte mit Wasseraktivitäten in den Würsten von 0,81-0,88. Einige Effloreszenzen enthielten sowohl Creatin als auch Mg-di-Lactat. Somit bestimmt der Fermentationsprozess die Zusammensetzung der Oberflächenbeläge. Die Belagbildung selbst wird durch physikalische Faktoren wie Wasseraktivität der Wurst und Lagerbedingungen bestimmt. Diese Informationen könnten zur Entwicklung geeigneter Strategien zur Verhinderung unerwünschter Effloreszenzen auf schnittfesten Rohwürsten beitragen.

---

<b>Schlüsselwörter</b>	Rohwurst – weiße Ausblühungen – Creatin – Magnesium-D,L-Lactat – Entstehungsbedingungen
<b>Key Words</b>	dry sausages – white surface blooms – creatine – magnesium-D,L- lactate – conditions of formation

---

### Summary

Undesired white surface blooms on packaged dry fermented sausages have been repeatedly observed in recent years. To get more insight into the conditions necessary for their generation their appearance and composition were related in this study to sausage parameters such as type of sausage, physical characteristics as well as chemical and microbiological composition. Racemic magnesium-di-lactate was the major component of efflorescences on dry fermented sausages which were subjected to a rapid fermentation in the presence of added starter cultures and fermentable carbohydrates. These sausages frequently contained high counts of lactic acid bacteria due to the addition of starter organisms like *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum*. In contrast, slowly fermented dry sausages (pH 5.7, 40 mm casing) and thin caliber dry sausages (pH 5.9, 10 mm casing) which were more dried than fermented contained creatine only. High pH values in the sausages correlated with creatine blooms while low pH values favoured Mg-

di-lactate blooms. The results suggest that at pH values around 5.7 the formation of racemic Mg-di-lactate in efflorescences is negligible. Appearance of the efflorescences is correlated with water activities of the sausages in the range of 0.81-0.88. Some efflorescences contained both, creatine and D,L-lactic acid. The results of this study show that the fermentation process determines the nature of the surface blooms while bloom formation itself is determined by physical factors such as water activity of the sausages and storage conditions. These informations may help to develop appropriate strategies for preventing undesired efflorescences on dry fermented sausages.

## Einleitung

Unerwünschte weiße Ausblühungen (Effloreszenzen) wurden in den vergangenen Jahren regelmäßig auf vorverpackten schnittfesten Rohwürsten (Stückware) beobachtet. Etwa seit den 1980er Jahren kennt man dieses Phänomen bei Erzeugnissen, die in Polyethylenbeuteln (PE) unter modifizierter Atmosphäre (Aromapackung) oder Vakuum verpackt sind. Im Gegensatz zur Umgebungsluft besteht die Atmosphäre der Aromapackungen aus reinem Stickstoff oder einem Stickstoff/Kohlendioxid-Gemisch (70/30). Das Problem tritt weltweit auf, wo immer auch schnittfeste Rohwürste hergestellt werden (KRÖCKEL, unveröffentlicht).

Man weiß inzwischen, dass racemisches Magnesium-di-Lactat mikrobieller (D,L-Lactat) und fleischeigener (L-Lactat, Magnesium) Herkunft und/oder fleischeigenes Creatin für diese Effloreszenzen verantwortlich sind (KRÖCKEL *et al.*, 2003; KUEHNE *et al.*, 1986). Taupunktveränderungen während der Lagerung der verpackten Würste begünstigen offenbar die Entstehung dieser Ausblühungen.

Gegenwärtig liegen keine Publikationen vor, die Daten zur chemischen Zusammensetzung der Effloreszenzen bei verschiedenen Typen schnittfester Rohwurst enthalten. Ebenso wenig weiß man, wie die Bildung dieser Beläge verhindert werden kann.

Um mehr Einblick in die Bedingungen der Entstehung der Effloreszenzen zu bekommen, müssen ihr Erscheinen und ihre Zusammensetzung mit Wurstparametern wie Art der Rohwurst, physikalische Eigenschaften der Rohwurst sowie deren

chemische und mikrobiologische Zusammensetzung in Beziehung gesetzt werden. Die vorliegende Untersuchung zielte darauf ab, diese Art von Informationen zu sammeln und Beziehungen zwischen diesen Parametern und der Entstehung der Ausblühungen zu finden.

## Material und Methoden

**Wurstproben.** Unterschiedliche Arten von Würsten mit charakteristischen Effloreszenzen wurden von verschiedenen nationalen und internationalen Herstellern bezogen (Abb. 1 und 2). Von allen Würsten wurde die Zusammensetzung der Ausblühungen analysiert. Ein Teil der Proben wurde in unterschiedlichem Umfang zusätzlicher Analysen unterworfen.

**Bestimmung von Creatin und Lactat.** Creatin und Lactat wurden so bestimmt wie bei KRÖCKEL *et al.* (2003) beschrieben. Physikalische (pH,  $a_w$ , Wassergehalt) und mikrobiologische Parameter wurden mit Hilfe von Standardmethoden bestimmt.

**Bestimmung von Magnesium.** Die Bestimmung von Magnesium ( $Mg^{++}$ ) in den Ausblühungen erfolgte komplexometrisch in Anlehnung an die JECFA-Vorschrift für Mg-D,L-Lactat (ANONYM, 1983). Der Ammoniak/Ammoniumchlorid-Puffer (A-Puffer) wurde in Anlehnung an die JECFA-Vorschrift für Testlösungen (ANONYM, 2004) hergestellt. Anstelle der vorgeschriebenen 28%igen  $NH_4OH$  Lösung wurde eine 25%ige  $NH_4OH$  Lösung zur Herstellung des A-Puffers verwendet, wobei entsprechend mehr von der schwächer konzentrierten Lösung eingesetzt wurde (64 ml statt 57 ml pro 100 ml A-Puffer).

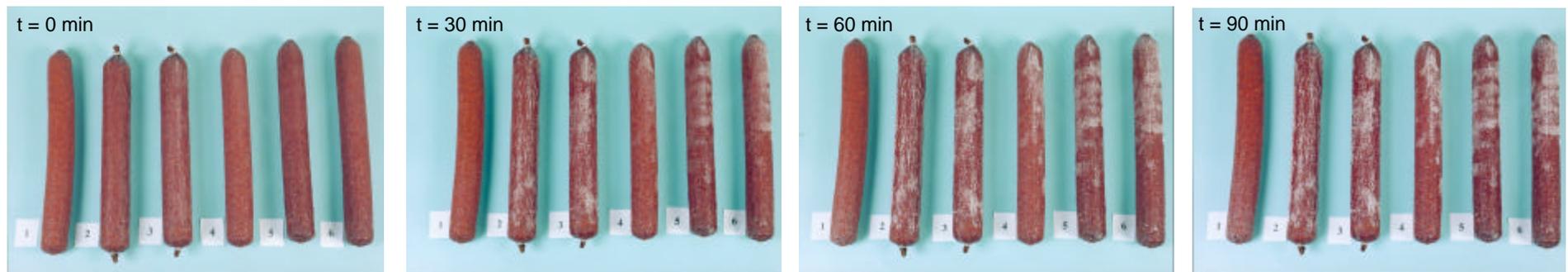


Abb. 1: Entwicklung von Mg-D,L-Lactat auf deutschen Paprika-Salamis nach Entfernen der Verpackungsfolie (Zeit t in Minuten)

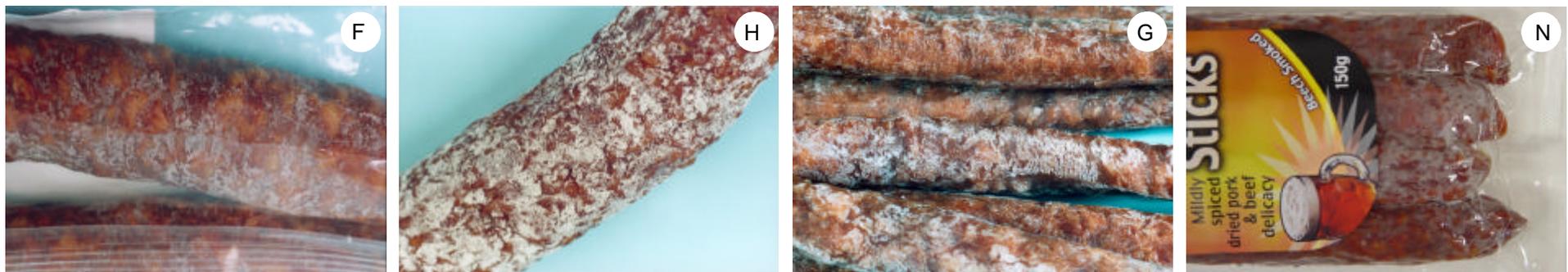


Abb. 2: Creatin-Ausblühungen auf französischer 'saucisse' (F), deutscher Rohwurst nach 'kolbascz'-Art (H), deutschen dünnkalibrigen Salamis (G) und neuseeländischen 'BierSticks' (N)

Für Kontrollbestimmungen wurde eine 50 mM  $MgCl_2 \cdot 6 H_2O$  (MERCK 5832) Lösung in *aq. dest.* verwendet. Die Titration erfolgte mit einer 10 bzw. 50 mM EDTA (Titriplex III  $\times 2 H_2O$ , MERCK 8418) Lösung. Eichgeraden wurden im Bereich 0-200  $\mu mol Mg^{++}$  aufgenommen (für 50 mM EDTA:  $y = 49,29x - 1,07$ , für 10 mM EDTA:  $y = 10,00x - 0,32$ ;  $y$ ,  $\mu mol Mg^{++}$ ;  $x$ , ml EDTA-Lösung). Dazu wurden 0-4 ml der 50 mM  $MgCl_2$  Lösung in einen 300-ml Erlenmeyerkolben pipettiert, mit *aq. dest.* auf 25 ml ergänzt und nacheinander unter leichtem Schwenken mit 5 ml A-Puffer und einer Spatelspitze Eriochromschwarz T (Verreibung in NaCl 1:200) versetzt. Die weinrote Lösung wurde mit EDTA-Lösung bis zum Farbumschlag nach Blau titriert. Dabei entsprechen 1 ml 50 mM EDTA-Lösung bzw. 5 ml 10 mM EDTA-Lösung 50  $\mu mol Mg^{++}$ . Die Nachweisgrenze lag unter den gewählten Bedingungen bei 5-10  $\mu mol Mg^{++}$ .

Von den kristallinen Ausblühungen der Rohwürste wurden 10-12 mg Probenmaterial in ein 1,5-ml Kunststoffreaktionsgefäß eingewogen, in 1 ml *aq. dest.* gelöst und quantitativ in einen 300-ml Erlenmeyerkolben überführt. Anschließend wurde mit *aq. dest.* auf 25 ml ergänzt und wie oben weiterverfahen.

## Ergebnisse und Diskussion

### *Schnell gereifte, geräucherte Salamis deutscher Herkunft*

**Paprika-Salamis von Hersteller H.** Alle Salamis (Proben Nr. 1-6 in Tab. 1) waren bei Ankunft vakuumverpackt. Die weißen Effloreszenzen wurden innerhalb von Minuten nach dem Entfernen der Verpackungsfolie sichtbar (Abb. 1) und erreichten ihre maximale Intensität innerhalb von 3-4 Stunden. Nach Angaben des Herstellers enthielten die Würste Schweinefleisch, Nitritpökelsalz, Gewürze (einschließlich Paprikaextrakt), Zucker (Lactose, Maltodextrin, Dextrose). Die Analyse der Ausblühungen ergab einen Gehalt von 60-64 % D,L-Lactat und nur 0,3 % Creatin (Tab. 1). Der Magnesiumgehalt in den Ausblühungen der Wurst

Nr. 2 war 8,7 %. Die Wurst mit der stärksten Effloreszenz (80-90 % der Wursthülle betroffen) hatte die niedrigste Wasseraktivität (Probe Nr. 2 in Tab. 1). Die Wurst mit der höchsten Wasseraktivität und dem höchsten Wassergehalt (Probe Nr. 1 in Tab. 1) zeigte nahezu keine Effloreszenz, obwohl der Lactatgehalt im Wurstinneeren sogar höher lag als in Probe Nr. 2. Die Bildung der Beläge war bei älteren Würsten stärker ausgeprägt, d. h. je näher diese am angegebenen MHD (MHD, Mindesthaltbarkeitsdatum) lagen.

Die Bildung der Effloreszenzen hängt daher nicht nur von der Wasseraktivität ab, sondern auch von der Lagerzeit nach dem Verpacken. Das Ausmaß der Ausblühungen war größer bei Würsten ohne Trockenrand, d. h. die Ausbildung eines solchen Trockenrandes verringert möglicherweise diese Erscheinung.

Die mikrobiologische Analyse zeigte relativ niedrige Keimzahlen von Startermilchsäurebakterien (*Pediococcus pentosaceus* und *Lactobacillus plantarum*) und anderer Milchsäurebakterien. D(-)- und L(+)-Lactat wurden in ähnlichen Verhältnissen in den Ausblühungen und im Wurstinneeren gefunden. Aber die Konzentrationen außen waren 13-20 mal höher als innen. D(-)-Lactat stammt ausschließlich aus mikrobiellen Aktivitäten, im Gegensatz zum L(+)-Lactat, das natürlicherweise bereits im *post rigor* Muskel vorkommt und zwar gewöhnlich in Konzentrationen < 1 %. Berücksichtigt man die Partizipation von Magnesium sowie die hydrierte Form des Mg-D,L-Lactat, das Trihydrat, dann entspricht der Wert von 63,9 % Milchsäure für Probe Nr. 6 einem Gehalt von etwa 91 %  $[Mg-D,L-Lactat] \times 3 H_2O$  in den weißen Ausblühungen.

**Paprika-Salami von Hersteller R.** Eine Probe (Kaliber 45 mm, pH 5,0) wurde in modifizierter Atmosphäre zugesandt. Im Oberflächenbelag wurde eine Milchsäurekonzentration von 57,9 % (D:L=1,0) gefunden. Der Gehalt an Magnesium betrug 7,0 % und Creatin lag unterhalb der Nachweisgrenze (< 30  $\mu g/g$ ). Im Wurstinneeren betrug der Gehalt an D,L-Milchsäure 2,0 % (D:L=0,95). Die abgeschabten Kristalle

bestanden demnach zu 58-69 % aus Mg-D,L-Lactat bzw. 74-87 % seines Tri-hydrats [Mg-D,L-Lactat] x 3 H<sub>2</sub>O. Die mikrobiologische Analyse ergab  $2 \times 10^7$  KBE/g Milchsäurebakterien (MSB) und  $10^4$  KBE/g *Micrococcaceae* (KBE, Kolonie bildende Einheiten).

**Geräucherte Salami von Hersteller GH.** In Ausblühungen von drei Würsten (Kaliber 50 mm) wurden 50,5 % D,L-Lactat (D:L = 1,0), 7,8 % Magnesium und 23,4 % Creatin nachgewiesen. Geht man davon aus, dass das razemische Mg-di-Lactat als Trihydrat vorliegt, so erklären die analytischen Ergebnisse 100 % der Zusammensetzung der Effloreszenzen.

*Langsam gereifte Salamis und dünnkalibrige, trockene Rohwürste*

**Französische 'saucisse' von Hersteller B.** Alle Salamis wurden verpackt in PE Folie unter modifizierter Atmosphäre erhalten. Die vom Hersteller empfohlene Lagerungstemperatur war unter 18 °C. Weiße Effloreszenzen waren bereits vor der Entnahme der Würste aus den Packungen erkennbar. Nach Angaben des Herstellers enthielt die Wurstrezeptur Schweinefleisch, Kochsalz mit Nitrat, Gewürze, Zucker (Lactose, Dextrose, Saccharose), Milchsäurebakterien und Ascorbat.

Tab. 1: Chemische und mikrobiologische Eigenschaften von Paprika-Salamis von Hersteller H mit weißen Effloreszenzen nach Entnahme aus der Vakuumpackung

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6
Typ	scharf	scharf	scharf	süß	süß	süß
Charge Nr.	62	54	54	72	72	72
RLZ <sup>a</sup> , Tage	50 <sup>b</sup>	41	41	62	62	62
Trockenrand <sup>c</sup>	+	-	-	++	+	+
Oberflächenbelag % <sup>c</sup>	5 - 10	80 - 90	60 - 70	40 - 50	40 - 50	40 - 50
Wassergehalt %	36,9	28,7	nb	nb	nb	35,1
Wasseraktivität	0,8824	0,8572	0,8634	0,8730	0,8662	0,8636
pH	4,32	4,52	4,62	4,47	4,55	4,55
Creatin %						
in der Wurst	0,64	0,32	nb	nb	nb	0,45
im Belag	nb	0,30	nb	nb	nb	0,30
Milchsäure %						
in der Wurst						
L(+)	2,27	1,48	nb	nb	nb	2,71
D(-)	2,45	1,49	nb	nb	nb	2,36
L(+) + D(-)	4,72	2,97	nb	nb	nb	5,07
im Belag						
L(+)	nb	30,1	nb	nb	nb	31,8
D(-)	nb	29,4	nb	nb	nb	32,1
L(+) + D(-)	nb	59,5	nb	nb	nb	63,9
Keimzahlen <sup>d</sup>						
<i>Pc. pentosaceus</i>	5,00	7,54	7,67	7,70	7,60	8,00
<i>Lb. plantarum</i>	6,53	6,00	6,48	6,70	5,70	6,95
andere MSB	5,70	7,65	7,68	7,90	8,04	7,85

<sup>a</sup> Restlaufzeit (verbleibende Zeit bis zum Erreichen des MHD); <sup>b</sup> aus Chargen-Nr. abgeschätzt;

<sup>c</sup> visuell; <sup>d</sup> log<sub>10</sub> KBE/g Wurst, (KBE, Kolonie bildende Einheiten)

Tab. 2: Langsam gereifte Salamis ('saucisses') in modifizierter Atmosphäre mit weißen Ausblühungen bereits vor Entnahme aus der Verpackung

Probe Nr.	1	2	3
Typ	Collagen-Hüllen	Natur-Darm	Natur-Darm
RLZ <sup>a</sup> , Tage	52	52	52
Oberflächenbelag % <sup>b</sup>	50	50	50
Wassergehalt %	32,4	nb	nb
Wasseraktivität	0,8425	nb	nb
pH	5,68	nb	nb
Creatin %			
in der Wurst	0,67 - 1,15	nb	nb
im Belag	95	90	93
Milchsäure %			
in der Wurst			
L(+)	0,79	nb	nb
D(-)	0,88	nb	nb
im Belag	nb	nb	nb
Keimzahlen <sup>c</sup>			
<i>Lb. plantarum</i>	6,83	nb	nb
<i>Lb. sakei</i>	4,84	nb	nb
andere MSB	5,14	nb	nb
<i>Micrococcaceae</i>	5,67	nb	nb
Hefen	4,74	nb	nb

<sup>a</sup> Restlaufzeit (verbleibende Zeit bis zum Erreichen des MHD); <sup>b</sup> visuell; <sup>c</sup> log<sub>10</sub> KBE/g Wurst

Die mikrobiologische Analyse zeigte eine bereits rückläufige Keimzahl von Starterbakterien (*Lactobacillus plantarum*, *Micrococcaceae*) und andere MSB (Tab. 2). Sowohl D(-)- als auch L(+)-Milchsäure waren in den Würsten in ähnlichen Verhältnissen aber in vergleichsweise geringen Konzentrationen vorhanden. Das weist darauf hin, dass vor der weiteren Reifung (Abtrocknung) nur eine milde Fermentation stattgefunden hat. Der relativ hohe pH-Wert von 5,7 ist ein typisches Ergebnis dieser Art von Salami-Technologie. Die Restlaufzeit (noch verbleibende Zeit bis zum Erreichen des MHD) war vergleichbar mit der Paprika-Salami Probe Nr. 2 in Tabelle 1, während die Wasseraktivität sogar noch niedriger lag.

Die Creatin-Konzentration in der Wurst war an der Obergrenze dessen, was normalerweise zu erwarten ist. Die Efflores-

zenzen bestanden ausschließlich aus Creatin. Magnesium war in den Ausblühungen nicht nachweisbar. Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass bei pH-Werten um 5,7 die Bildung von Mg-D,L-Lactat vernachlässigbar ist. Des Weiteren ist Creatin bei pH 5,7 stabiler als bei pH 4,5 (siehe Paprika-Salamis in Tab. 1).

**Deutsche dünnkalibrige Dauerwürstchen.** Würstchen im Schafsdarm nach Art einer Salami (10 mm Kaliber) wurden in PE-Verpackung unter modifizierter Atmosphäre erhalten mit einer Restlaufzeit von 24 Tagen. Der Produktkennzeichnung zufolge waren die Würste geräuchert und enthielten Schweinefleisch, Nitritpökelsalz, Gewürze, Glucose, Geschmacksverstärker und Würze. Die Ausblühungen waren bei Anlieferung nicht sichtbar, konnten aber induziert werden, indem die Packungen wiederholten Temperaturwechseln

(8 °C/20 °C) ausgesetzt wurden. Die so gebildeten Effloreszenzen bestanden fast gänzlich aus Creatin (83 %) und waren frei von Lactat. Die pH-Werte der Würste lagen bei 5,8-5,9, d. h. sogar höher als der pH der französischen 'saucisse' in Tabelle 2. Die Konzentration von D,L-Lactat in der Wurst war 10,9 mg/g (D:L = 0,36). Das D:L Verhältnis wies darauf hin, dass so gut wie keine mikrobielle Milchsäurebildung erfolgt war, d. h. die Würste waren mehr getrocknet als fermentiert. Die MSB-Keimzahl war niedriger als  $10^4$  KBE/g, wahrscheinlich wegen der

niedrigen Wasseraktivität von 0,812. Die Creatin- und Creatinin-Gehalte der Würste waren 2,4 mg/g und 0,4 mg/g.

**Andere dünnkalibrige Würstchen.** Creatin war im Oberflächenbelag vakuumverpackter 'BierSticks' aus Neuseeland enthalten und in den Effloreszenzen von vier losen Würstchen, die offenbar unter Bedingungen gelagert wurden, die die Ausbildung von Oberflächenbelägen begünstigen. Die pH-Werte der Würste reichten von 5,4 bis 6,1.

Tab. 3: Eigenschaften einiger dünnkalibriger Dauerwürstchen unterschiedlicher Herkunft

Art der Probe	Rohwurst nach 'kolbasz'-Art aus Deutschland	'BierSticks' aus Neuseeland	Dünnkalibrige Dauerwürstchen aus ökologischer Produktion aus Deutschland		
Probe Nr.	1	2	3	4	5
Kaliber, mm	20	10	10	10	10
geräuchert	+	+	+	+	+
verpackt	-	Vakuum	-	-	-
Fleisch	Schwein, Rind	Schwein, Rind	Schwein, Rind	Lamm, Schwein	Schwein, Rind
Oberflächenbelag % <sup>a</sup>	50	10-20	50	50	50
Wassergehalt %	29,9	nb	nb	nb	nb
Wasseraktivität	0,8386	nb	nb	nb	nb
pH	6,15	nb	6,01	5,71	5,37
Creatin %					
im Belag	13	8,5	2,9	2,6	2,1
Milchsäure %					
in der Wurst					
L(+)	0,90	nb	nb	nb	nb
D(-)	0,04	nb	nb	nb	nb
L(+) + D(-)	0,94	nb	nb	nb	nb
im Belag					
L(+)	0,7	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
D(-)	0,8	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
L(+) + D(-)	1,5	< 1,6	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Keimzahlen <sup>b</sup>					
Milchsäurebakterien	< 4	nb	8,2 <sup>c</sup>	7,9 <sup>c</sup>	8,5 <sup>c</sup>
<i>Micrococcaceae</i>	< 2	nb	6,0	5,2	6,0

<sup>a</sup> visuell; <sup>b</sup> log<sub>10</sub> KBE/g Wurst; <sup>c</sup> *Lactobacillus sakei*

Der weiße Belag, der von Probe Nr. 1 in Tabelle 3 gewonnen wurde, enthielt etwas D,L-Lactat, das jedoch in zehnfach niedrigerer Konzentration vorlag als Creatin. Interessanterweise war in dieser Wurst so gut wie kein D(-)-Lactat nachzuweisen. Dieser Befund stimmt mit der niedrigen MSB-Keimzahl überein, und spricht eher für einen überwiegend durch Trocknung bestimmten Reifungsprozess als für einen Verlauf bei welchem die Fermentation im Mittelpunkt steht. Allerdings könnte die MSB-Keimzahl in dieser Probe auch durch die niedrige Wasseraktivität reduziert worden sein. Im Gegensatz dazu zeigten die Proben Nrn. 3 - 5 Keimzahlen, die für eine Fermentationsmikroflora typisch sind.

### Schlussfolgerungen

Der Fermentationsprozess bestimmt die Art der Effloreszenzen auf Dauerwürsten. Die Bildung der Ausblühungen selbst wird durch physikalische Faktoren wie die Wasseraktivität der Würste und die Lagerungsbedingungen bestimmt. Razemische Milchsäure ist die Hauptkomponente der Effloreszenzen auf schnittfesten Rohwürsten, die einer schnellen Fermentation in Gegenwart von Starterkulturen und fermentierbaren Kohlenhydraten unterworfen wurden. Im Gegensatz dazu können langsam gereifte Rohwürste und dünnkalibrige Rohwürste, die mehr getrocknet als fermentiert sind, Creatin als einzige Komponente der Oberflächenbeläge enthalten. Hohe pH-Werte in der Wurst fördern Creatin-haltige Ausblühungen, während niedrige pH-Werte Mg-D,L-Lactat-haltige Ausblühungen begünstigen. Die Bildung der Effloreszenzen korreliert mit Wasseraktivitäten der Würste im Bereich 0,81-0,88. Einige Ausblühungen können sowohl

Creatin als auch Mg-D,L-Lactat enthalten. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung können helfen Strategien zu entwickeln, wie diese unerwünschten Effloreszenzen auf schnittfesten Rohwürsten vermieden werden können.

### Danksagung

Den Rohwurstherstellern und Einsendern danke ich für die Überlassung der Rohwurstproben, Frau Jutta Popp für die hervorragende technische Assistenz, Frau Hannelore Ponert für die Durchführung der  $a_w$ -Wert-Messungen und Herrn Blüchel für die Überlassung der Eriochromschwarz T Verreibung.

### Literatur

- Anonym (1983) 27th Session of the joint fao/who expert committee on food additives. FAO Food and Nutrition Paper 28: 72-73.
- Anonym (2004) Guide to specification: General notices, general analytical techniques, identification tests, test solutions and other reference materials - XIII. Test Solutions - ammonia/ammonium chloride buffer TS. In: [http://apps3.fao.org/jecfa/additive\\_specs/docs/t0368e/t0368e16.htm#N583](http://apps3.fao.org/jecfa/additive_specs/docs/t0368e/t0368e16.htm#N583).
- Kröckel, L., Jira, W., Kuehne, D., Mueller, W.-D. (2003) Creatine blooms on the surface of prepacked fermented sausages. *Eur. Food Res. Technol.* 217, 1-3.
- Kuehne, D., Stiebing, A., Kolb, R. (1986) Unerwünschter Belag der Rohwurstoberfläche. Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, C 20.