

Einfluss der Lagerung von „Paio do Alentejo“ auf unterschiedliche Parameter

Physikalisch-chemische, mikrobiologische und sensorische Veränderungen bei der Lagerung einer traditionellen iberischen Trockenpökelswurst aus Portugal

Von Miguel Elías und Alfonso V. Carrascosa

Die vorliegende Studie befasste sich mit den Merkmalen der „Paio do Alentejo“, einer traditionellen iberischen Trockenpökelswurst, die in der Region Alentejo in zwei ausgewählten Industriebetrieben nach unterschiedlichen Verfahren – einmal mit, einmal ohne Räuchern – hergestellt wird. In beiden Werken wurden keine Starterkulturen eingesetzt. Bei dieser Forschungsarbeit wurde die Entwicklung dieses Produkts während der Lagerung bei 25 °C in Vakuum- und Schutzatmosphärenverpackung untersucht. Veränderungen bei den wichtigsten physikalisch-chemischen Parametern (pH-Wert, a_w -Wert, Chloride, TVBN, titrierbare Säure, L^* , a^* , b^*), Keimgehalt (mesophile aerobe Bakterien, psychrotrophe Bakterien, Schimmelpilze, Hefen, *Lactobacillus* spp., Milchsäurebakterien, Mikrokokkazeen, Enterobakteriaceen und Enterokokken) und sensorischer Bewertung (Farbintensität, Fremdfarbe, Aromaintensität, Fremdroma, Geschmacksintensität, Fremdgeschmack, Salzgehalt und Gesamtbewertung) wurden sowohl im Produkt direkt nach der Herstellung als auch nach 3, 6 und 9 Monaten Lagerung untersucht. Es wurde eine Multifaktoren-ANOVA/MANOVA mit Berücksichtigung der Faktoren „Betrieb“, „Verpackung während der Lagerung“ und „Lagerzeit“ und ihrer Wechselwirkungen durchgeführt. Diese Forschungsarbeit beweist, wie wichtig das Räuchern zur Erhaltung der physikalisch-chemischen, mikrobiologischen und sensorischen Merkmale einer hoch qualitativen Trockenpökelswurst aus Alentejo-Rasse-Schweinen ist, und die in Vakuum- und Schutzatmosphärenverpackung bei 25 °C mindestens 9 Monate gelagert wurde.

Schlüsselwörter

- Lagerung
- Iberische Wurst
- Paio
- Rohfleischwürste
- Physikalisch-chemische Merkmale
- Mikrobiologische Parameter
- Sensorische Bewertung

Die Alentejano-Schweine sind eine portugiesische Rasse, die in der Region Alentejo, im Südosten Portugals, beheimatet ist und der Rasse des Iberischen Schweins ähnelt. Trockenpökelswürste aus Alentejo sind hochwertige Produkte, die im Allgemeinen mit traditionellen Zutaten und Verfahren, Mischungen, Wursthüllen, Räuchern, Pökeln und Reifen und ohne Starterkulturen in kleineren Betrieben hergestellt werden. In den Mittelmeerländern ist der Verzehr von Trockenpökelswurst weit verbreitet, und in Portugal sind „Paio“ und „Linguiça“ die bekanntesten Trockenpökelfleischwaren. Zur Konservierung von Gepökelttem wird bis heute vielfach die gasdichte Verpackung verwendet (Gök et al., 2008). Die Vakuumverpackung wird in der Fleischindustrie seit langem eingesetzt und von den Verbrauchern akzeptiert.

tiert. Flexible Plastikfolienbeutel zur Vakuumverpackung besitzen nur geringe Gas- und Wasserdurchlässigkeit und schmiegen sich eng an das Produkt an.

Die Vakuumverpackung ist jedoch bekannt dafür, dass darin das Produkt Flüssigkeit abgibt und sich verformt (SANTOS et al., 2005). Eine alternative Verpackungsmethode zur Beseitigung dieses Problems ist die Schutzatmosphäre, bei der unterschiedliche Gas-mischungen eingesetzt werden. Die am häufigsten verwendeten Gase sind Sauerstoff (normalerweise bei Frischfleisch), Stickstoff und Kohlendioxid. Von letzterem wird berichtet, dass es in erheblichem Umfang bei rohen, gekochten und gepökelten Produkten verwendet wird, weil es eine starke Hemmwirkung auf Mikroorganismen besitzt. Mehrere Forscher berichteten von der Wirksamkeit von Kohlendioxid (20 – 30%) gegen aerobe Mikroorganismen (SØRHEIM et al., 2004). Stickstoff hat keine starke Hemmwirkung auf Mikroorganismen und wird allgemein in Verpackungen mit Schutzatmosphäre als Füllgas eingesetzt.

Obwohl bereits einige physikalisch-chemische und mikrobiologische Merkmale der spanisch-iberischen Wurstsorten wie „Corizo“ und „Salchichón“ (SANTOS et al., 2003; MARTÍN et al., 2007; BENITO et al., 2007; ANDRADE et al., 2010) und portugiesisch-iberischer Wurstsorten (ELIAS und CARRASCOSA, 2010) beschrieben worden sind, blieb bisher der Einfluss der Vakuum- und Schutzatmosphärenverpackung auf diese Wurstwaren unbeachtet.

Mit der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, wie sich die technologischen Prozesse (ungeräuchert oder geräuchert), die Verpackungsarten (Vakuum oder Schutzatmosphäre 20 : 80 CO₂/N₂) und die Lagerzeit auf die physikalisch-chemischen, sensorischen und mikrobiologischen Merkmale der „Paio do Alentejo“ auswirken. Es handelt sich um eine Studie auf dem aktuellen Stand für dieses portugiesische Wurstprodukt aus dem Alentejano-Rasse-Schwein, wenn man bedenkt, dass die Verpackung unter Vakuum und 20 : 80 CO₂/N₂-Schutzatmosphäre eine der am häufigsten eingesetzten Methoden zur Konservierung portugiesischer Wurstwaren ist.

Materialien und Methoden

Wursttechnologie und Probenahmeverfahren

Die traditionelle „Paio do Alentejo“ ist zylindrisch geformt mit unterschiedlichem Durchmesser (4 – 5 cm) und einer Länge von

25–30 cm. Sie besteht aus 70–80% magerem Schweinefleisch und 20–30% Rückenfett vom Alentejano-Schwein.

Die „Paio do Alentejo“-Würste wurden in zwei lokalen Fleisch verarbeitenden Betrieben in der Region Alentejo hergestellt. Betrieb A, gelegen im Dorf Barrancos (im Süden der Region Alentejo), produziert jährlich 200 t Wurst ohne Räucherbehandlung; Betrieb B befindet sich im Dorf Estremoz (im Norden der Region Alentejo) und produziert jährlich 600 t mit Räucherbehandlung. Beide Betriebe stellten die Würste nach traditionellen Verfahren her und verwendeten keine Starterkulturen.

In Betrieb A wurden Fleisch und Fett mechanisch in Würfelportionen mit 25 mm Kantenlänge geschnitten und nach dem Schneiden gemischt mit „Pimiento“-Paste (3%), Knoblauchpaste (2,2%), Wasser (3,5%), Salz (2%), 0,02% Dinatriumdiphosphat und 0,02% Natriumtripolyphosphat, 0,039% NaNO₃, 0,008% KNO₃ und 0,0076% KNO₂. Die Mischung wurde zum Reifen 96 Stunden lang in geregelten Lagerräumen bei 6 °C und einer relativen Feuchte von 80% gelagert. Danach wurde die Mischung in Naturhüllen aus Schweinedickdarm mit 50–60 mm Durchmesser gefüllt und zuerst 30 Tage lang in geregelten Kammern bei 10–12 °C und 75–80% relativer Feuchte und dann in natürlichen Lagerräumen bei 19,5 °C und durchschnittlich 65,7% relativer Feuchte 35 Tage lang gelagert.

In Betrieb B wurden Fleisch und Fett ebenfalls in Würfel mit 25 mm Seitenlänge geschnitten und nach dem Schneiden gemischt mit „Pimiento“-Paste (4%), Knoblauchpaste (3,5%), Wasser (4%), Salz (4%), 0,04% P₂O₅, 0,039% NaNO₃, 0,008% KNO₃ und 0,0076% KNO₂. Die Mischung wurde zum Reifen 48 Stunden lang in geregelten Lagerräumen bei 6 °C und einer relativen Feuchte von 85% gelagert. Danach wurde die Mischung in Naturhüllen aus Schweinedickdarm mit 50–60 mm Durchmesser gefüllt und in einer Räucherkammer 12 Tage lang bei 16–27 °C mit Steineichenholz geräuchert. Nach dem Räuchern folgte die 21-tägige Trocknung in geregelten Lagerräumen bei 15–17 °C und einer relativen Feuchte zwischen 65 und 80%.

Diese Trockenpökelwürste wurden für die physikalisch-chemischen, mikrobiologischen und sensorischen Analysen verwendet. Gleichzeitig wurden weitere Trockenpökelwürste aus denselben Chargen einzeln unter Vakuum (V) und Schutzatmosphäre (MAP) mit 20% CO₂ und 80% N₂, in einer Mehrschichtfolie aus Polyethylen, Ethylvinylalkohol und Polyamide mit 35 cm³/m²/24 h/bar Sauerstoffdurchlässigkeit, 150 cm³/m²/24 h/bar CO₂-Durchlässigkeit

Tab. 1: Mittlere ± Standardabweichung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der portugiesisch-iberischen Wurst Paio do Alentejo unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren¹

Tab. 1: Mean ± standard deviation of the physico-chemical properties of the Portuguese Iberian sausage Paio do Alentejo, considering different factors¹

	Lagerverpackung	Lagerzeit	pH	a _w	Chloride [% NaCl]	TVBN ²	Titrierbare Säure ³	L*	a*	b*
Betrieb A	Vakuum	0 M	5,43±0,43	0,820±0,063	5,02±0,41	101,23±6,81	6,55±1,02	40,42±4,21	17,81±5,11	13,77±5,91
		3 M	5,84±0,25	0,777±0,073	4,83±0,44	176,35±9,79	14,35±0,40	39,19±7,54	15,29±5,78	14,21±9,57
		6 M	5,76±0,04	0,783±0,015	4,63±0,13	237,20±9,13	23,30±1,79	46,40±1,79	14,77±1,73	12,29±0,60
		9 M	5,27±0,08	0,725±0,024	4,21±0,07	203,60±4,72	41,67±4,93	51,72±1,97	25,78±0,45	31,53±1,29
	MA	0 M	5,43±0,43	0,820±0,063	5,02±0,41	101,23±6,81	6,55±1,02	40,42±4,21	17,81±5,11	13,77±5,91
		3 M	5,91±0,24	0,786±0,058	4,51±0,41	195,55±18,02	14,65±0,94	42,31±8,12	17,02±3,32	14,90±4,55
		6 M	5,67±0,14	0,758±0,038	4,24±0,14	158,63±6,16	22,60±0,89	48,87±3,72	20,62±1,69	22,83±1,21
		9 M	5,50±0,22	0,738±0,041	4,41±0,18	219,47±18,93	41,00±4,73	48,86±1,88	24,22±2,32	27,90±4,46
		Vakuum	0 M	5,76±0,26	0,828±0,068	5,97±0,49	97,25±19,32	5,64±1,67	43,12±6,53	16,39±3,97
Betrieb B	Vakuum	3 M	5,70±0,17	0,803±0,076	5,81±0,01	140,10±49,96	10,37±0,54	37,10±3,19	15,47±2,91	10,08±3,16
		6 M	5,64±0,13	0,803±0,046	5,72±0,29	139,14±34,49	16,93±5,66	49,68±8,55	17,41±2,85	17,38±7,30
		9 M	5,70±0,09	0,762±0,039	5,80±0,04	155,10±22,23	22,50±4,88	45,83±5,34	17,52±2,97	14,07±3,94
		MA	0 M	5,76±0,26	0,828±0,068	5,97±0,49	97,25±19,32	5,64±1,67	43,12±6,53	16,39±3,97
	MA	3 M	5,80±0,19	0,814±0,031	5,81±0,01	133,97±35,84	11,57±0,63	39,14±8,34	11,78±3,16	8,48±3,76
		6 M	5,78±0,14	0,771±0,033	5,57±0,53	128,51±30,94	17,54±4,09	46,78±7,16	13,98±2,60	9,79±0,98
		9 M	5,67±0,10	0,777±0,044	5,62±0,28	184,90±35,43	21,77±3,37	52,77±2,82	19,68±1,45	20,40±3,91

¹ Abweichungen unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren: Betriebe (A und B), Lagermethode (Vakuum und modifizierte Atmosphäre) und Lagerzeit (0, 3, 6 und 9 Monate).

² TVBN (mg NH₃/100g Produkt); ³ trierbare Säure [1% Ölsäure auf Basis Trockengewicht]

Quelle: ELIAS und CARRASCOSA

keit und 20 g/m²/24 h Dampfdurchlässigkeit verpackt. Die verpackten Endprodukte wurden bei Raumtemperatur (25 °C) gelagert. Proben dieser Produkte wurden nach 0 (vor Verpackung), 3, 6 und 9 Monaten Lagerung (T0, T3, T6 und T9) analysiert. Die Untersuchung umfasste fünf Proben aus jedem Betrieb nach jeder Lagerzeit.

Physikalisch-chemische Analyse

Nach Entfernen der Wursthüllen wurden die physikalisch-chemischen Parameter bestimmt (pH, a_w, Chloride, Wassergehalt, Gesamtprotein, Fett, Gesamtasche, TVBN und Farbe). Die Farbbestimmung erfolgte direkt nach Eintreffen der Proben im Labor ohne Mischen oder Homogenisieren mit einem Farbmessgerät Minolta CR-300. Die CIE-Farbparameter L*a*b* (L*: Helligkeit, a*: Rotwert, b*: Gelbwert) wurden im Fleischanteil (ohne Berücksichtigung des Fettes) mit einem Farbmessgerät Minolta CR-200 (ARTIGAS, GIL und FELIPE, 1985) gemessen. Der pH-Wert wurde gemessen mit einem pH-Meter (Crison 507, Barcelona, Spanien), die Wasseraktivität (a_w) mit einem Hygrometer (Hygroskop Rotronic DT, Zürich, Schweiz) mit einem Messkopf WA-40 bei 25 °C; die Chloride (AOAC, 1990) mit allen Ergebnissen in Prozent; der Wassergehalt (ISO, 1997) als Prozentanteil. Der gesamte flüchtige Basenstickstoff (TVBN) wurde nach Conways Zellmethode (PEARSON, 1976) bestimmt, die Ergebnisse wurden in mg NH₃ pro 100 g des Produkts angegeben. Die titrierbare Säure wurde nach der AOAC-Methode (2000) gemessen und als % Ölsäure auf der Grundlage des Trockengewichts ausgedrückt.

Mikrobiologische Analyse

Die Entnahme der Proben erfolgte in den Betrieben und im Labor aseptisch in einer Laminarströmungskammer (Telstar AV-100, Barcelona, Spanien) nach Entfernen der Wursthüllen. Es wurden mesophile aerobe Bakterien, psychrotrophe Bakterien, Schimmelpilze, Hefen, *Lactobacillus* spp., Milchsäurebakterien, Mikrokokkazeen, Enterobakteriaceen und Enterokokken gezählt.

Zehn Gramm jeder Probe wurden mit 90 ml einer sterilen Tryptonlösung (0,3%) und NaCl (0,85%) 2 Min. lang in einem Labor-mischer Stomacher 400 (Seward Medical, London, Großbritannien) homogenisiert. Mit demselben Verdünnern wurden zehnfach verdünnte Lösungen hergestellt. Die Keimzahlbestimmung der meso-

philen aeroben Bakterien und der psychrotrophen Bakterien erfolgte in Trypton-Glukose-Extrakt-Agar (Merck) mit einer 48-stündigen Bebrütung bei 30 °C beziehungsweise einer 10-tägigen Bebrütung bei 6,5 °C; die Bestimmung der Hefen und Schimmelpilze in einem Hefeextrakt-Agar (Merck) mit 0,5% Zylohexamid mit einer 5-tägigen Bebrütung bei 25 °C; *Lactobacillus* spp. und Milchsäurebakterien in MRS-Agar (Man, Rogosa und Sharpe, Oxoid) bei einem pH-Wert von 5,7 bzw. 6,2 mit einer 72-stündigen Bebrütung bei 30 °C in einem GasPak-Gefäß (Oxoid); die Mikrokokkazeen in MSA (Mannitol-Salz-Agar, Oxoid) mit einer 72-stündigen Bebrütung bei 30 °C, wobei darauf geachtet wurde, dass nicht charakteristische Kolonien und Mannitol-Kolonien nicht mitgezählt wurden, da es sich hierbei vermutlich um Bazillen handelt; die Enterobakteriaceen in VRBG-Agar (Oxoid) mit einer 48-stündigen Bebrütung bei 37 °C und unter Zählung der charakteristischen Kolonien; zuletzt Bestimmung der Enterokokken in KAA-Agar (Oxoid) mit einer 48-stündigen Bebrütung bei 37 °C und unter Zählung der charakteristischen Kolonien. Die Ergebnisse wurden als Mittelwerte ± Standardabweichung von log KbE/g ausgedrückt.

Sensorische Bewertung

Ein Panel von 14 trainierten Prüfern, zwischen 29 und 65 Jahre alt, bewertete fünf Wurstproben pro Betrieb nach jeder Lagerzeit (T0, T3, T6 und T9). Die Bewertung erfolgte zwischen 10 und 12 Uhr in einem Raum nach der Beschreibung von COSTELL und DURÁN (1981a, b, c, d). Die ganzen, verpackten Würste wurden 2 h vor der Bewertung aus der Verpackung genommen und 30 Min. vor dieser Analyse in Scheiben (3 mm dick) geschnitten. Pro Sitzung wurde eine Gruppe von fünf Wurstsorten in zufälliger Reihenfolge vorgelegt. Von jeder Trockenpökelswurst wurden drei Scheiben auf einem kleinen weißen Teller mit einer dreistelligen, zufällig vergebenen Nummer präsentiert. Es wurde die beschreibende quantitative Methode gewählt unter Verwendung einer strukturierten Intensitätsskala mit 100 Punkten von 0 (keine sensorische Wahrnehmung) bis 100 (maximale Wahrnehmung). Dabei wurden die Attribute Farbtintensität, Fremdfarbe, Aromaintensität, Fremd Aroma, Geschmacksintensität, Fremdgeschmack, Salzgehalt und Gesamtbewertung betrachtet. Für das Attribut „Salzgehalt“ war der beste Wert 50. Werte unter 50 geben ein nur leicht gesalzenes Produkt und Werte über 50 salzige Wurst an. Die Prüfer spülten

Tab. 2: Mittlere ± Standardabweichung der mikrobiologischen Ergebnisse der portugiesisch-iberischen Wurst Paio do Alentejo unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren¹

Tab. 2: Mean ± standard deviation of microbiological results of the Portuguese Iberian sausage Paio do Alentejo, considering different factors¹

	Lagerverpackung	Lagerzeit	Mesophile aerobe Bakterien	Psychrotrophisch	Schimmelpilze	Hefen	<i>Lactobacillus</i> spp. (1)	Milchsäurebakterien (1)	Mikrokokkazeen (1)	Enterobakteriaceen (log KbE/g)	Enterokokken (log KbE/g)
Betrieb A	Vakuum	0 M	6,60±0,65	5,73±0,80	1,36±1,80	5,05±1,31	7,82±0,70	7,68±0,70	5,98±0,76	0,14±0,53	0,82±1,02
		3 M	4,83±0,52	0,76±1,69	0,00±0,00	2,82±0,75	4,47±0,59	4,66±0,13	4,62±0,48	0,00±0,00	2,70±1,15
		6 M	5,38±0,07	0,54±1,21	0,00±0,00	0,00±0,00	3,65±0,42	3,48±0,54	4,41±0,19	0,00±0,00	0,26±0,58
		9 M	7,56±0,33	1,58±2,21	0,00±0,00	5,36±0,51	6,41±0,93	6,19±0,25	5,55±0,40	3,81±0,78	0,00±0,00
	MA	0 M	6,60±0,65	5,73±0,80	1,36±1,80	5,05±1,31	7,82±0,70	7,68±0,70	5,98±0,76	0,14±0,53	0,82±1,02
		3 M	5,05±0,79	0,00±0,00	1,66±1,61	3,22±1,39	4,86±0,23	4,75±0,43	5,04±0,73	0,00±0,00	1,33±1,88
		6 M	4,69±0,17	0,40±0,89	0,00±0,00	0,00±0,00	3,51±0,31	2,93±0,09	4,57±0,19	0,00±0,00	0,00±0,00
		9 M	6,94±1,44	0,70±1,56	0,00±0,00	5,08±0,56	5,04±0,48	5,96±0,44	5,22±0,44	3,27±0,74	0,00±0,00
Betrieb B	Vakuum	0 M	5,86±0,35	4,41±0,69	0,76±1,39	3,68±0,59	6,32±0,51	6,18±0,60	6,12±0,58	0,47±1,11	0,31±1,09
		3 M	4,01±1,10	0,60±1,34	0,00±0,00	0,40±0,89	5,25±0,69	3,54±0,51	6,04±0,87	0,00±0,00	0,86±1,18
		6 M	4,75±1,44	0,00±0,00	0,00±0,00	2,45±3,36	3,06±0,24	2,94±0,15	6,29±0,40	0,00±0,00	0,34±0,76
		9 M	2,80±0,13	0,00±0,00	0,80±1,12	0,76±1,69	3,50±1,07	0,00±0,00	6,56±0,19	0,00±0,00	0,2±0,45
	MA	0 M	5,86±0,35	4,41±0,69	0,76±1,39	3,68±0,59	6,32±0,51	6,18±0,60	6,12±0,58	0,47±1,11	0,31±1,09
		3 M	3,58±0,83	0,00±0,00	0,00±0,00	0,84±1,15	5,27±1,59	3,67±0,61	6,08±1,30	0,00±0,00	0,46±1,03
		6 M	3,33±1,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,91±2,78	2,53±0,20	2,31±0,24	5,42±0,28	0,00±0,00	0,52±1,16
		9 M	3,64±1,24	0,00±0,00	0,00±0,00	1,09±2,44	3,66±1,68	0,00±0,00	6,64±0,22	0,00±0,00	0,00±0,00

¹ Abweichungen unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren: Betriebe (A und B), Lagermethode (Vakuum und modifizierte Atmosphäre) und Lagerzeit (0, 3, 6 und 9 Monate)

den Mund mit neutralem Wasser aus und aßen zwischen den Wurstproben einen Toast Melba.

Statistische Analyse

Anhand der Faktoren „Betrieb“, „Lagerzeit“ und „Verpackungssystem“ wurde eine Varianzanalyse (ANOVA/MANOVA) durchgeführt. Die Wechselwirkungen „Betrieb x Lagerzeit“, „Betrieb x Verpackungsverfahren“ und „Lagerzeit x Verpackungsverfahren“ und der Post-hoc-Kontrast (HSD Türkei) wurden mit der STATISTICA-Software Version 5.1 ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Physikalisch-chemische Ergebnisse

Gemäß den ANOVA/MANOVA-Ergebnissen unterschieden sich die physikalisch-chemischen Parameter der beiden Betriebe (bis auf L*), waren nicht durch die Verpackungsart (Vakuum oder Schutzatmosphäre) beeinflusst und wiesen bei der Lagerzeit signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) auf.

In Betrieb B waren die pH-Werte während der Lagerzeit stabil (Tab. 1), wahrscheinlich infolge der Hemmung der Mikroorganismen durch das Räuchern. Die Schwankung des pH-Wertes in Betrieb A ist wahrscheinlich auf Proteolyse während der ersten drei Lagermonate zurückzuführen, wodurch freie Aminosäuren gebildet werden, die zu einem Anstieg der pH-Werte führen. Unterschiedliche pH-Werte wurden nachgewiesen bei spanischen Würsten mit langen Reifezeiten und ohne anfängliche Fermentationszeit bei hohen Temperaturen (LORENZO et al., 2000; MARTÍN et al., 2007) und italienischen Würsten (MAURIELLO et al., 2004; CENCI-GOGA et al., 2008). Nach diesem Zeitraum nahmen die pH-Werte kontinuierlich ab (Tab. 2), möglicherweise aufgrund der Aktivität der Milchsäurebakterien. Eine ähnliche Ansicht vertraten Gök et al. (2008). Die als Verpackungsmaterial verwendeten Mehrschichtfolien waren wasserdurchlässig, und demzufolge nahm der a_w -Wert während der Lagerzeit ab. Der Chloridgehalt war in Betrieb B höher, da hier bei der Wurstzubereitung mehr Salz hinzugefügt wurde und der Wasserverlust während der Reifezeit höher war. Seltsamerweise nahmen die Chloride zwischen den Lagerzeiten ab. Eine mögliche Ursache hierfür war eine Ansammlung von Wasser in der Wursthülle, das aus dem Wurstfleisch stammte. Vielleicht migrierten die Chloride mit dem Wasser, und demzufolge nahm ihr Gehalt im Fleisch der Wurst ab. Die TVB-N-Werte (freie basische Stickstoffverbindungen) nahmen während der Lagerzeit zu, wobei die Werte in den Würsten aus Betrieb A höher waren. Die Rolle der Enzyme mit Peptidaseaktivität aus den Mikroorganismen wurden mit den hohen TVB-N-Werten in Verbindung gebracht, wie auch FADDA et al. (1999) bezüglich der *Lactobacillus* spp.-Aktivität, sowie SELGAS et al. (1993) und BOVER-CID et al. (1999a, b) bezüglich der Mikrokokkazeen gezeigt haben. Diese Aktivität konnte in Verbindung gebracht werden mit einem intensiveren katabolischen Stoffwechsel von Peptiden aus Bakterien zur Energiegewinnung, wenn Würste kohlenhydratarm sind (MARTÍN-SÁNCHEZ et al., 2011). In unserer Studie lassen sich die niedrigeren TVB-N-Werte wahrscheinlich mit dem Räuchern und der geringeren Anzahl an Milchsäurebakterien in Betrieb B erklären. In der vorliegenden Arbeit nahm die titrierbare Säure mit der Lagerzeit immer mehr zu. Trotz der mikroaeroben Bedingungen in den Verpackungen infolge der geringeren Sauerstoffdurchlässigkeit des Tütenmaterials blieb die lipolytische Aktivität beständig, und zwar intensiver in Betrieb A, wo die Produkte nicht geräuchert werden. Von den untersuchten Mikroorganismen hatten wahrscheinlich die Hefen und Mikrokokkazeen die höchste lipolytische Aktivität. Dennoch nahmen die Hefen während der Lagerung signifikant ab, und die Anzahl der Mikrokokkazeen war höher in den Produkten aus Betrieb B, wo die titrierbare Säure geringer war. In Anbetracht dieser Fakten könnte die Zunahme der Lipolyse während der Lagerung hauptsächlich auf fleischeigene Lipasen, nämlich Säurelipase, zurückzuführen sein, die aktiv ist bei pH-Werten, wie man sie gewöhnlich in fermentierter Wurst findet (ORDOÑEZ, 1999). Die Werte $L^* a^* b^*$ nahmen mit der Lagerzeit zu. Oxidative Prozesse führen zur Gelbfärbung des Fettes und demnach zu höheren b^* -Werten. In der vorliegenden Studie nahmen die Chloride mit der Lagerzeit ab, und in der Literatur wird davon berichtet, dass eine größere Verfügbarkeit von NaCl sowohl eine intensivere Rotfärbung als auch eine Verringerung der Gelbintensität hervorrufen (PÉREZ-ALRVAREZ et al., 1999; SUMMO et al., 2006).

Bezüglich signifikanter Wechselwirkungen beim Faktor „Betrieb x Lagerzeit“, einer für TVB-N wichtigen Wechselwirkung, stiegen die Werte in beiden Betrieben zwischen T0 und T9 deutlich an. Die Proteolysewerte lagen in Betrieb A immer deutlich höher. ROSEIRO et al. (2010) untersuchten eine Proteolyse einer traditionellen por-

Tab. 3: Mittlere \pm Standardabweichung der Ergebnisse der sensorischen Bewertung (Werte in einer Skala von 0 bis 100) der portugiesisch-iberischen Wurst Paio do Alentejo unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren¹

Tab. 3: Mean \pm standard deviation of sensory evaluation results (values obtained in a scale from 0 to 100), of the Portuguese Iberian sausage Paio do Alentejo, considering different factors¹

	Lagermethode	Lagerzeit	Farbintensität	Fremdfarbe	Aromaintensität	Fremd-aroma	Geschmacksintensität	Fremd-geschmack	Salzgehalt	Gesamtbewertung
Betrieb A	Vakuum	0 M	63,63 \pm 16,87	4,53 \pm 9,46	61,68 \pm 16,22	5,85 \pm 12,55	67,47 \pm 14,79	5,34 \pm 8,90	57,39 \pm 13,45	59,08 \pm 16,12
		3 M	61,11 \pm 15,94	4,10 \pm 8,60	56,24 \pm 15,74	3,95 \pm 8,18	63,16 \pm 16,32	10,45 \pm 18,88	59,30 \pm 13,05	51,44 \pm 18,02
		6 M	62,50 \pm 14,42	5,03 \pm 10,21	65,31 \pm 13,22	4,78 \pm 10,00	65,37 \pm 16,91	16,63 \pm 20,01	59,37 \pm 8,95	43,43 \pm 20,19
		9 M	60,53 \pm 11,92	10,58 \pm 13,78	56,47 \pm 18,11	6,63 \pm 11,94	68,77 \pm 16,67	20,84 \pm 21,03	59,16 \pm 8,20	37,83 \pm 16,53
	MA	0 M	63,63 \pm 16,87	4,53 \pm 9,46	61,68 \pm 16,22	5,85 \pm 12,55	67,47 \pm 14,79	5,34 \pm 8,90	57,39 \pm 13,45	59,08 \pm 16,12
		3 M	58,42 \pm 14,57	5,28 \pm 9,93	57,55 \pm 13,69	2,65 \pm 6,13	61,02 \pm 17,20	6,88 \pm 12,68	59,37 \pm 11,39	51,86 \pm 18,57
		6 M	61,28 \pm 13,97	3,09 \pm 6,63	62,02 \pm 11,20	4,72 \pm 10,36	63,55 \pm 16,48	11,02 \pm 16,23	58,19 \pm 8,18	49,25 \pm 21,34
		9 M	62,35 \pm 13,28	7,24 \pm 11,62	56,34 \pm 16,25	5,83 \pm 9,59	67,18 \pm 13,90	18,53 \pm 20,18	57,44 \pm 9,75	42,94 \pm 19,47
Betrieb B	Vakuum	0 M	70,40 \pm 13,24	1,26 \pm 3,88	66,76 \pm 13,99	2,22 \pm 5,78	68,68 \pm 14,88	3,33 \pm 7,36	61,18 \pm 13,22	64,21 \pm 15,80
		3 M	68,56 \pm 13,36	1,31 \pm 4,23	65,53 \pm 13,38	1,98 \pm 4,73	67,31 \pm 14,31	3,94 \pm 8,41	62,56 \pm 13,07	62,16 \pm 16,09
		6 M	69,08 \pm 13,21	0,99 \pm 4,18	64,54 \pm 13,73	2,05 \pm 5,09	65,42 \pm 14,86	4,95 \pm 13,32	62,72 \pm 11,53	60,25 \pm 17,57
		9 M	70,07 \pm 13,46	2,01 \pm 6,24	61,38 \pm 15,53	3,21 \pm 7,77	69,08 \pm 12,48	7,29 \pm 13,70	63,50 \pm 12,94	60,67 \pm 16,28
	MA	0 M	70,40 \pm 13,24	1,26 \pm 3,88	66,76 \pm 13,99	2,22 \pm 5,78	68,68 \pm 14,88	3,33 \pm 7,36	61,18 \pm 13,22	64,21 \pm 15,80
		3 M	68,35 \pm 13,90	0,99 \pm 2,97	60,78 \pm 15,92	2,02 \pm 5,04	67,65 \pm 12,95	3,42 \pm 7,51	62,23 \pm 12,22	61,53 \pm 16,11
		6 M	69,25 \pm 12,51	1,31 \pm 4,89	61,53 \pm 14,10	1,81 \pm 4,44	66,47 \pm 13,60	5,88 \pm 14,99	61,94 \pm 10,54	59,59 \pm 17,26
		9 M	64,26 \pm 15,03	3,26 \pm 8,36	60,75 \pm 15,17	2,35 \pm 7,11	69,38 \pm 12,86	5,36 \pm 12,69	62,21 \pm 11,76	63,26 \pm 14,87

¹ unter Berücksichtigung verschiedenen Faktoren Betriebe (A und B), Lagermethode (Vakuum und modifizierte Atmosphäre) und Lagerzeit (0, 3, 6 und 9 Monate)

tugiesischen Wurstsorte, die der im Betrieb B produzierten ähnlich war, und schlossen daraus, dass die Umgebungsbedingungen bei der Herstellung während der Prozessschritte zu Beginn, der Trocknungs- und Räucherphasen, beachtlichen Einfluss auf die Anhäufung freier Aminosäuren im Endprodukt hatten. In derselben Arbeit wiesen diese Autoren die Zunahme freier Aminosäuren während der Lagerung in Vakuumverpackung bei Raumtemperatur nach. Die titrierbare Säure nahm in beiden Betrieben zu und war im Betrieb A deutlich höher. Die Farbkordinate b^* von Produkten aus Betrieb A war immer höher als in Betrieb B, und bei T9 signifikant höher als in Betrieb B. Diese Ergebnisse zeigten sich infolge der hoch titrierbaren Säure in Betrieb A, die Folge höherer Lipolyse in intramuskulärem Fett ist Gelbfärbung. Die Wechselwirkung „Lagermethode x Lagerzeit“ zeigte für TVB-N nur bei T6 Unterschiede zwischen der Vakuum- und der Schutzatmosphärenverpackung, wobei die vakuumierten Würste höhere Werte aufwiesen. Bei der Betrachtung der Wechselwirkung „Betrieb x Lagermethode“ war der Rotwert (a^*) bei Würsten in Schutzatmosphärenverpackung deutlich höher bei denen, die in Betrieb A produziert worden waren. Sobko et al. (2005) berichteten von einer starken Korrelation zwischen der Bildung von Bakteriensäure und ($pH \leq 5,5$) und der Bildung von NO in Produkten, denen Nitrat/Nitrit zugesetzt war, und dass die Intensität der roten Farbe auf eine MbFe^{II}NO-Konzentration zurückzuführen sein könnte. Rubio et al. (2008) haben in „Salsichón“, die unter Schutzatmosphäre (20%/80% CO₂/N₂) verpackt war, wesentlich höhere Rotwerte (a^*) – verwendet als Indikator für die Farbstabilität in Fleisch und Fleischprodukten – festgestellt als bei vakuumierter. In der vorliegenden Studie waren die L* - und a^* -Werte nach 210 Tagen Lagerung höher ($p < 0,05$) als nach 0 Tagen.

Mikrobiologische Ergebnisse

Hinsichtlich der mikrobiologischen Ergebnisse erbrachte die ANOVA/MANOVA, dass der Konservierungsprozess (Vakuum oder Schutzatmosphäre) diese Ergebnisse nicht beeinflusste, obwohl frühere Forschungen (DEVIEGHERE und DEBEVERE, 2000) zeigten, dass die Konzentration des gelösten CO₂ in der wässrigen Phase eines Lebensmittels die Hemmung des Wachstums von Mikroorganismen in Schutzatmosphäre bestimmte. Die Herkunft der Würste (Betrieb A oder B) und die Lagerzeit beeinflussten die mikrobiologische Population deutlich. Die Wechselwirkung „Betrieb x Lagermethode“ war bei keiner der Variablen signifikant, die Wechselwirkung „Betrieb x Lagerzeit“ war nur bei den psychrotrophen Bakterien signifikant und die Wechselwirkung „Lagermethode x Lagerzeit“ war nur für die Zahl der mesophilen aeroben Bakterien signifikant. Allgemein besaßen die Würste aus Betrieb A eine hohe Zahl von Mikroorganismen, aber Sulfite als Reduktionsmittel für Mikrokokkazeen und Clostridien war in Produkten aus Betrieb B deutlich höher.

Die Mikroorganismen mesophiler aerober Bakterien in Würsten aus Betrieb A nahmen zwischen T0 und T6 zuerst ab und wuchsen bis T9 wieder deutlich an (Tab. 2). In diesem letzten Zeitraum nahmen die Hefen bekanntlich auch zu; vermutlich handelt es sich hier um fakultativ anaerobe Hefen, deren Entwicklung den Anstieg der mesophilen aeroben Bakterien fördert. Die Milchsäurebakterien nahmen in Betrieb A zwischen T6 und T9 ebenfalls zu und trugen so zum Anstieg der mesophilen aeroben Bakterien bei. Normalerweise verbessern Proteolyse und Lipolyse das Wachstum von Hefen. Die Würste aus Betrieb A zeigten während der Lagerung ein Anwachsen von *Lactobacillus* spp., Milchsäurebakterien und Mikrokokkazeen, und dies könnte beigetragen haben zur Proteolyse in der Wurst, die allgemein das mikrobielle Wachstum fördert. Die Entstehung von Milchsäurebakterien und Mikrokokkazeen in Wurst steht in Verbindung mit ihrem Vorliegen im Frischfleisch. In den Würsten aus Betrieb B nahmen während der Lagerung die Mikroorganismen ab, aber die Zahl der Mikrokokkazeen blieb konstant. In

verschiedenen traditionellen fermentierten Wurstsorten besteht die Mikroflora hauptsächlich aus Milchsäurebakterien (LIZASO et al., 1999; GONZÁLEZ und DÍEZ, 2002; COMI et al., 2005; DROSINOS et al., 2005; RUBIO et al., 2007). Trotz dieser Tatsache werden die Milchsäurebakterien zur vorherrschenden Mikroflora, da sie sich gut an das Fleischmilieu anpassen können und während der Fermentation und Reifung der Wurst schneller wachsen (DROSINOS et al., 2005). Enterobakteriäzen blieben in Betrieb B bis T9 und in Betrieb A bis T6 auf niedrigem Niveau. In Betrieb A nahmen die Enterobakteriäzen von 0 log KBE/g in T6 auf 3 log KBE/g in T9 zu. Dieser Zuwachs könnte mit dem Substratabbau in Verbindung stehen, der die Bedingungen für das Wachstum der Enterobakteriäzen schuf, die bis dahin nur in kleiner Anzahl existierten und mit der angewandten Analyseverfahren nicht nachgewiesen werden konnten. In Betrieb B wurden keine Enterobakteriäzen festgestellt, und in beiden Betrieben gingen die Enterokokken während der Lagerung zurück. In anderen Studien (RUBIO et al., 2007) erfuhren die Enterobakterien eine deutliche Hemmung, und nach 15-tägiger Lagerung waren die Werte unter der Nachweisgrenze, wahrscheinlich infolge der starken Verdrängungswirkung der Milchsäurebakterien auf die restliche endogene Flora.

Die Wechselwirkung „Betrieb x Lagerzeit“ zeigte, dass die Zahl der mesophilen aeroben Bakterien in Betrieb A immer höher war und hier zwischen T6 und T9 signifikant zunahm, wahrscheinlich aufgrund eines Substratwechsels mit Wachstum fakultativer aerober und mikroaerophiler Mikroorganismen. Andererseits war die Zahl der mesophilen Bakterien in T0 bedeutend höher als zu anderen Probenahmezeiten. Die Anzahl der Hefen war in Betrieb A signifikant höher mit einer Ausnahme: In T6 hatte Betrieb B signifikant höhere Werte. Die Werte der Mikrokokkazeen waren in Betrieb B deutlich höher.

Sensorische Ergebnisse

Betrachtet man die ANOVA/MANOVA-Ergebnisse der sensorischen Bewertung, zeigten alle Attribute signifikante Unterschiede beim Faktor „Betrieb“; beim Faktor „Verpackungssystem“ gab es nur beim Fremdgeschmack keine Unterschiede, und hinsichtlich des Faktors „Lagerzeit“ zeigte nur das Attribut „Salzintensität“ signifikante Unterschiede. Die Wechselwirkungen „Betrieb x Konservierungsmethode“ und „Konservierungsmethode x Lagerzeit“ wiesen bei keinem Attribut signifikante Unterschiede auf. Die Ergebnisse der Wechselwirkung „Betrieb x Lagerzeit“ waren signifikant bei den Attributen Fremdfarbe ($p < 0,05$), Aroma ($p < 0,05$), Fremdgeschmack ($p < 0,001$) und Gesamtbewertung ($p < 0,001$). Die sensorischen Merkmale wurden durch die Konservierungsmethode nicht beeinflusst, jedoch waren unterschiedliche Prozesse in den beiden Betrieben und die Lagerzeit ausschlaggebend für Unterschiede bei den sensorischen Merkmalen. In Würsten aus Betrieb A nahmen Fremdfarbe, Fremdaroma und Fremdgeschmack mit der Lagerzeit zu, und zwar hauptsächlich bei den vakuumierten Würsten (Tab. 3), und sowohl Fremdfarbe als auch Fremdgeschmack waren in diesem Betrieb wesentlich stärker. Infolge dieser Ergebnisse wurde die Gesamtbewertung mit der Lagerzeit in Betrieb A schlechter. Bei den Attributen des Betriebs B blieben die Klassifizierungspunkte während der Lagerzeit konstant; die Klassifizierungen für Fremdfarbe, Fremdaroma und Fremdgeschmack lagen niedriger als bei Betrieb A und nahmen während der Lagerung nicht deutlich zu. In Betrieb B mit geringeren a_w -Werten als in Betrieb A waren sowohl die Aromaintensität als auch die Gesamtbewertung signifikant besser, was sich mit längerer Lagerung immer deutlicher zeigte. Niedrigere a_w -Werte schränkten die lipolytischen und proteolytischen Prozesse ein, wodurch sich die sensorischen Merkmale der Würste veränderten. Bei Würsten aus Betrieb A mit höheren a_w -Werten war die Proteolyse intensiver (bestätigt durch die TVB-N-Werte), was zu Veränderungen der Textureigen-

schaften und in der Entstehung von Fremdaroma und Fremdgeschmack führt. Laut SUMMO et al. (2010) ergab sich, dass die oxidativen Prozesse in den anfänglichen Lagerphasen vakuumverpackt gereifter Würste intensiver waren, wahrscheinlich aufgrund der größeren Verfügbarkeit von Sauerstoff. Jedoch bestanden die hydrolytischen Phänomene, die die Lipidfraktionierung beeinflussen, mit signifikanter Zunahme der Anzahl der Hydrolyseprodukte während der gesamten Lagerzeit weiter, unterstützt durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt des Produkts. Trotz der außerordentlichen Bedeutung der Proteolyse für die Entwicklung der Endtextur, für Geschmack und Aroma (ORDOÑEZ et al., 1999; ROSEIRO et al., 2008; TOLDRÁ, 2002; VERPLAETSE, 1994; MARTÍN-SÁNCHEZ et al., 2011) führt eine übermäßige Proteolyse zu Textur-, Geschmacks- und Aromamängeln. Nimmt man 50 Klassifizierungspunkte als Untergrenze für die Akzeptanz von Würsten bei der Gesamtbewertung, waren die vakuumierten Würste aus Betrieb A nur während einer dreimonatigen Lagerzeit akzeptabel, und die unter Schutzatmosphäre verpackten Würste sechs Monate lang. Die Produkte aus Betrieb B blieben während der gesamten Studie akzeptabel. Der Hauptgrund für die niedrige Klassifizierung bei der Gesamtbewertung in Betrieb A war der von den Prüfern festgestellte Fremdgeschmack. Verschiedene Autoren haben unterschiedliche Studien zu traditionellen Wurstsorten durchgeführt (PÉREZ-CACHO et al., 2005; RASON et al., 2007; SUMMO et al., 2010; MARTÍN-SÁNCHEZ et al., 2011).

Schlussfolgerungen

Die physikalisch-chemischen Parameter wurden beeinflusst durch unterschiedliche Verfahren in den beiden Betrieben (mit geringeren Schwankungen in Betrieb B) und die Lagerzeit; das Verpackungssystem hatte keinen Einfluss. Die mikrobiologische Flora veränderte sich mit dem Ursprung der Wurst (Betrieb A oder B) und der Lagerzeit, aber beim Vergleich der beiden untersuchten Verpackungssysteme ergaben sich keine Unterschiede in der mikrobiologischen Population. Die Ergebnisse der sensorischen Analyse wurden – ähnlich wie bei den mikrobiologischen Ergebnissen – durch den Ursprung der Würste und das Verpackungssystem beeinflusst. In Betrieb A vakuumierte Würste waren nur während der ersten drei Lagermonate sensorisch akzeptabel und die unter Schutzatmosphäre verpackten Würste während sechsmonatiger Lagerung. Jedoch waren die Würste aus Betrieb B von höherer mikrobiologischer und sensorischer Qualität. Die Prüfer vergaben an die Würste aus Betrieb B höhere Punktzahlen bis auf die Attribute Fremdfarbe, Fremdaroma und Fremdgeschmack; außerdem blieben in diesem Betrieb die Attributwerte der Gesamtbewertung von T0 bis T9 sowohl für die Würste in Vakuum- als auch in Schutzatmosphärenverpackung gleich.

Literatur

Das umfangreiche Literaturverzeichnis kann bei den Autoren oder der Redaktion angefordert oder unter www.fleischwirtschaft.de/literatur als PDF abgerufen werden

Anschriften der Verfasser

Miguel Elias, Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia e Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal, and Alfonso V. Carrascosa (Korrespondenz-Autor: acarrascosa@ifi.csic.es), Departamento de Microbiología, Instituto de Fermentaciones Industriales. CSIC. Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid, Spanien

Summary

Physicochemical, microbiological and sensory changes during storage in „Paio do Alentejo“, a traditional Portuguese Iberian sausage

Elias, M. – Évora/Portugal and A. V. Carrascosa – Madrid/España

Storage | Iberian sausage „Paio“ | Fermented meat sausages | Physicochemical characteristics | Microbiological parameters | Sensory evaluation.

The present work studied the characteristics of „Paio do Alentejo“, a traditional Iberian dry cured sausage, produced in Alentejo region, in two selected industrial plants, that use different methods; one of them used smoking and the other one did not. Both factories did not use starter cultures. In this research work the evolution of that product during its storage at 25° C, vacuum- and modified atmosphere packaged was studied. Changes on the main physicochemical parameters (pH, a_w , chlorides, TVBN, Titratable acidity, L*, a*, b*), microbiological counts (mesophilic aerobic bacteria, psychotropic, moulds, yeasts, *Lactobacillus* spp., lactic acid bacteria, *Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae*, and *Enterococci*) and sensory evaluation (colour intensity, off colour, aroma intensity, off aroma, taste intensity, off taste, salt content and global evaluation) were studied in the final product and also at 3, 6 and 9 months of storage. A multifactor ANOVA/MANOVA was made, considering „factory“, „storage package“ and „storage time“ factors and their interaction. This research work evidences the importance of smoking in order to maintain physicochemical, microbiological and sensory characteristics of a high quality dry cured sausage from the Alentejano pig breed, using vacuum packaging and modified atmosphere packaging, at 25 °C, without energy consumption, during 9 months, at least.