

FISCH ALS LEBENSMITTEL

Der Einsatz von Flüssigrauch: eine neue Technologie

Teil 2: Untersuchung zur Herstellung geräucherter Fischerzeugnisse mit Flüssigrauch

W. Münkner und C. Meyer, Institut für Biochemie und Technologie

1. Einleitung

Bisher liegen in der deutschen Fischwirtschaft zum versuchsweisen Einsatz von Flüssigrauch (FR) bei der Herstellung geräucherter Fischerzeugnisse wenig Erfahrungen vor. Die Bewertung der Qualität der bisher durchgeführten Versuchsherstellungen schwankt zwischen Akzeptanz und Ablehnung (vergl. hierzu Infn Fischw. 40(2), 75-80, 1993).

Da die Genehmigung der Anwendung von FR auch für Fischerei-Erzeugnisse diskutiert wird, waren entsprechende Untersuchungen zur Herstellung von Räucherfisch angezeigt. Über erste Arbeiten und Ergebnisse im Institut für Biochemie und Technologie soll im folgenden berichtet werden.

2. Versuchsdurchführung

2.1. Konventionelle Räucherung

Zur konventionellen Räucherung wurde eine 1-Wagen-Räucherammer mit ca. 2 m³ Rauminhalt und externer Glimmraucherzeugung benutzt. Die vorgesalzene und generell über Nacht bei + 5 °C und 85 % relativer Feuchte vorgetrocknete Rohware wurde in Anlehnung an die Vorgaben des Räucherammerherstellers bis auf eine Kerntemperatur von mindestens 60 °C gegart und geräuchert.

2.2. Flüssigrauchkonzentrat

Aus verschiedenen im Handel erhältlichen FR-Konzentraten wurde nach Vorversuchen ein wässriges Präparat mit einem pH von 2,2 und einem Gesamtsäuregehalt (als Essigsäure berechnet) von 15 % ausgewählt. Es handelte sich um eine klare, dunkelbraune Lösung mit charakteristischem intensivem Rauchgeruch.

Das FR-Konzentrat wurde über das Aerosol- und das Tauchverfahren eingesetzt. Das FR-Aerosol wurde in zwei Schritten über eine Zeitdauer von jeweils 10 min erzeugt.

Nach dem 1. und 2. FR-Vernebeln war je eine Absetzphase von 10 min und dazwischen zusätzlich eine Trocknungsphase von 20 min eingeschaltet. Bei der Aerosolbildung bzw. Trocknung herrschten Kammertemperaturen von 40 °C bzw. 55 °C. Während der Aerosol- und Absetzphasen blieben alle Klappen geschlossen.

Für die Aerosolerzeugung wurde eine Hochleistungsspritzpistole mit einem Düsendurchmesser von 1,5 mm und 7 bar Druckluft eingesetzt. Der FR-Durchsatz wurde so eingestellt, daß in 10 min 100 ml FR vernebelt wurden. Der FR-Einsatz betrug 1,5 %, bezogen auf die Rohwaremenge. Beim Tauchen wurde das FR-Konzentrat generell im Verhältnis 1 : 1 mit Wasser verdünnt. Das Fisch-Tauchbadverhältnis betrug 1 : 3. Die Tauchzeiten lagen in Abhängigkeit von der Fischart zwischen 15 und 30 s. Vortrocknen und Garen wurden wie bei der konventionellen Räucherung durchgeführt. Der FR-Verbrauch lag beim Aerosolverfahren zwischen 1 und 1,5 g/kg Rohware, entsprechend 5-7,5 % des erzeugten Aerosols. Beim Tauchen wurden 1,5 - 6 g/kg verbraucht. Die größere Schwankungsbreite ist durch die unterschiedliche äußere Beschaffenheit der verschiedenen Fischarten bedingt.

2.3. Lagerversuche

Zur Ermittlung der Qualität und der Lagereigenschaften von konventionell und mit FR hergestellten Räucherfischprodukten wurden Kühllagerversuche durchgeführt. Teilweise dienten entsprechende kommerzielle Räucherfischproben als Vergleich.

2.3.1. Rohware

Zur Räucherung und für Lagerungsversuche wurden eingesetzt:

- Makrelenfilet (*Scomber scombrus*)
- Heringsfilet (*Clupea harengus*)
- Makrele, entweidet mit Kopf
- Hering als Ganzfisch

Auf eine Eignung zum Einsatz von FR wurden weiter getestet:

Stückenfisch aus Kabeljau (*Gadus morhua*), Rotbarsch (*Sebastes marinus*), Schwarzer Heilbutt (*Rheinhardtius hippoglossoides*) und Dornhai (*Squales acanthias*). Die Stückenfisch-Rohware wurde als Gefrierware durch das Fischereiforschungsschiff „Walther Herwig“ angelandet und war zum Zeitpunkt der Räucherung nicht älter als 2 Monate. Die chemische Zusammensetzung der für die Lagerreihen eingesetzten Rohware wird in Tabelle 1 gezeigt und wurde als Gefrierware überwiegend aus dem Fischhandel bezogen. Die Gefrierlagerdauer ließ sich nicht in jedem Fall exakt ermitteln.

Tabelle 1: Zusammensetzung der eingesetzten Rohware

Rohware	Fangplatz	Gewicht g	Zusammensetzung des Fleischanteils %			
			Rohprotein	Rohfett	Wasser	Asche
Hering, gefroren	Nordsee	241 ± 47 (129-340; n = 20)	18,01	15,11	64,32	1,28
Makrele, gefroren	Irische See	595 ± 87,5 (470-777; n = 20)	17,50	25,80	54,44	0,98
Heringslappen, gefroren	Nordsee	122 ± 21,5 (85-165; n = 20)	18,56	9,36	70,21	1,47
Makrelenfilet, gefroren	Irische See	125 ± 29,6 (76-200; n = 25)	16,03	27,75	54,89	1,02

2.3.2. Lagerbedingungen

Die Räucherfischproben wurden in mit Pergamentpapier ausgeschlagenen Styroporkisten bei $+5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ (Kühlzelle) und einer relativen Feuchte von $78\% \pm 2\%$ gelagert.

2.4. Untersuchungen

Die Proben wurden 24 h nach der Herstellung und dann alle 2 bis 5 Tage sensorisch, chemisch und mikrobiologisch geprüft. Die sensorische Prüfung wurde nach dem modifizierten Karlsruher Bewertungsschema (Paulus et al., 1969) mit einer 9-Notenskala durchgeführt. Die Noten 9-7 bedeuten vorzügliche bis gute, 6-4 befriedigende bis ausreichende (Standard bis noch handelsfähig) und 3-1 mangelhafte bis sehr schlechte Qualität. Die Gesamtpunktbewertung von 4 stellt die Handelsgrenze dar. Wird eines der Merkmale mit weniger als 4 Punkten bewertet, gilt das Erzeugnis als nicht handelsfähig, auch wenn die Gesamtnote über 4 beträgt.

Folgende **chemische Bestimmungen** wurden vorgenommen: Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) (Institutsmethode), freie Fettsäuren (FFA) (Woyewoda et al., 1986), Thiobarbitursäure-Zahl (TBZ) (Vyncke, 1975), TMAO-, TMA- und DMA-N (Manthey, 1988), freier und freier/gebundener Formaldehyd (FA) (Rehbein, 1986), Nitrit (Sen und Donaldson, 1978; Karl, 1992), D-Milchsäure (UV-Test nach Fa. Boehringer, 1989) und pH.

Für die **mikrobiologischen Untersuchungen** wurden ausschließlich die eßbaren Anteile der Proben verwendet. Untersucht wurden jeweils die aufgetaute Rohware, die Rohware nach dem Salzen und Vortrocknen, und Proben der Räucherware in zeitlichen Intervallen während der Lagerung bei $+5\text{ °C}$.

Dafür wurde aus jeweils 2 - 3 Fischen bzw Filets eine Mischprobe des Gewebes von insgesamt 10 g steril entnommen. Die Proben wurden in einer NaCl-Pepton-Lösung homogenisiert, aus dem Homogenisat wurde eine Verdünnungsreihe hergestellt. Zur Ermittlung der Gesamtkeimzahl wurden aus den Verdünnungsreihen Standard-I-Agarplatten beimpft, in Einzelfällen wurde zur Feststellung von Hefen und Schimmelpilzen zusätzlich auf Malzextraktagar geimpft. Die beimpften Platten wurden für 3 Tage bei 20 °C bebrütet und anschließend ausgewertet. Die Nachweisgrenze betrug 50 Keime/g Einwaage.

3. Ergebnisse

3.1. Geräucherte Fileterzeugnisse

Zur Fileträucherung mit FR wurde ausschließlich das Aerosolverfahren eingesetzt. Gleichzeitig wurde konventionell geräuchert. Teilweise dienten Räucherfischerzeugnisse aus dem Handel als Vergleichsproben. Mit folgenden Produkten wurden Lagerreihen durchgeführt:

- geräuchertes Makrelenfilet
- gewürztes, geräuchertes Makrelenfilet
- geräuchertes Heringsfilet (Bücklingsfilet)

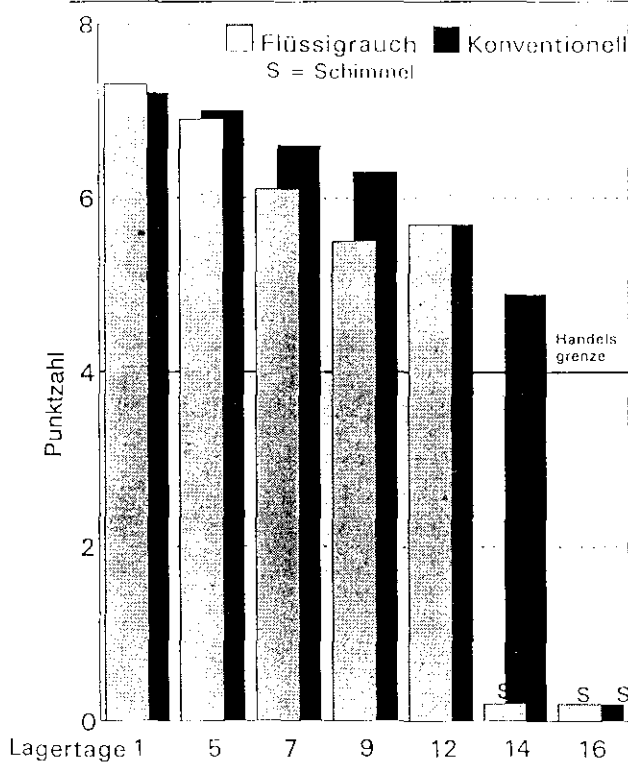


Abb. 1: Sensorische Gesamtbewertung von konventionell und mit Flüssigrauch geräuchertem Makrelenfilet in Abhängigkeit von der Lagerzeit (+5 °C±1 °C)

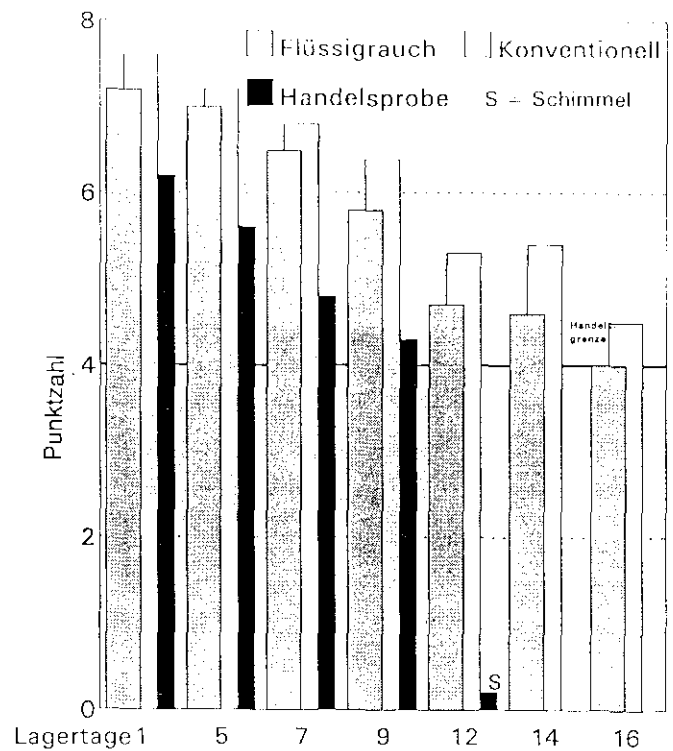


Abb. 2: Sensorische Gesamtbewertung von konventionell und mit Flüssigrauch geräuchertem Pfefferfilet im Vergleich zu einer Handelsprobe in Abhängigkeit von der Lagerzeit (+5 °C±1 °C)

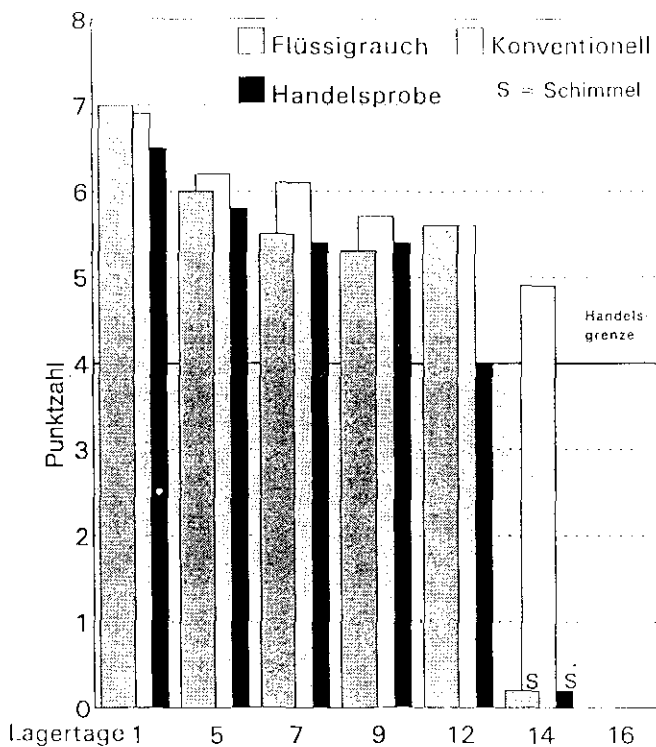


Abb. 3: Sensorische Gesamtbewertung von konventionell und mit Flüssigrauch geräuchertem Heringsfilet im Vergleich zu einer Handelsprobe in Abhängigkeit von der Lagerzeit (+5 °C±1 °C)

Die sensorischen Ergebnisse werden in den Abbildungen 1-3 wiedergegeben. Bei allen geräucherten Fileterzeugnissen zeigt sich, daß in der 1. Lagerungsphase (bis zu 5 Tagen) zwischen den konventionell bzw. mit FR geräucherten Proben nur geringe Unterschiede bestehen. In der mittleren Lagerungsphase (bis zu 9 Tagen) werden die konventionellen Proben leicht bevorzugt. Die Gründe liegen in einer leichten Aufhellung (leicht blaß) und stumpfem, wenig glänzendem Aussehen der FR-Proben mit zunehmender Lagerzeit. Am Ende der Lagerung (12. Lagertag) gleichen sich die Proben wieder an. Die bei zwei Lagerversuchen einbezogenen geräucherten Fileterzeugnisse aus dem Handel sind nur von durchschnittlicher Qualität und werden den entsprechenden Proben mit FR nicht vorgezogen.

Allgemein überraschen die relativ niedrigen Ausgangsbewertungen aller Erzeugnisse bei Beginn der Lagerversuche, so daß bereits nach kurzer Lagerzeit nur noch befriedigende bis ausreichende Qualitäten erreicht werden. Die Ergebnisse der **chemisch-physikalischen Untersuchungen** zeigen die Tabellen 2 und 3.

Tab. 2: Freie Fettsäuren (FFA), Thiobarbitursäurezahl (TBZ), D-Milchsäure und pH in konventionell (K), mit Flüssigrauch (FR) und geräucherten Produkten aus dem Handel (H) nach unterschiedlicher Lagerzeit bei + 5 °C

Kennzahl/ Räucherfischerzeugnis	Lagertage								
	1			7			14		
	K	FR	H	K	FR	H	K	FR	H
FFA (µM/g Gewebe, FS)									
Makrelenfilet	21,8	20,1	nb*	18,2	18,1	nb	25,9	28,9	nb
Makrelenfilet, gewürzt	26,7	21,7	18,4	23,5	32,5	19,7	35,3	31,8	19,9
Büchlingsfilet	24,3	21,6	nb	19,7	16,7	nb	23,1	21,8	nb
Makrele	26,5	24,8	27,6	27,4	30,9	29,9	25,2	26,0	30,5
TBZ (mg MA/kg Gewebe, FS)									
Makrelenfilet	0,96	0,82	nb	1,25	1,42	nb	1,40	1,41	nb
Makrelenfilet, gewürzt	0,97	0,86	0,89	0,80	0,50	1,00	1,60	1,70	1,40
Büchlingsfilet	0,35	0,44	nb	0,42	0,78	nb	0,53	0,72	nb
Makrele	0,83	0,46	1,34	1,02	0,83	1,65	1,63	1,31	1,83
D-Milchsäure (mg/100 g Gewebe/FS)									
Makrelenfilet	3,0	1,5	nb	3,5	2,1	nb	2,2	1,4	nb
Makrelenfilet, gewürzt	3,5	2,0	1,5	3,0	2,9	1,5	3,5	2,5	1,3
Büchlingsfilet	3,3	3,2	nb	nb	nb	nb	2,5	2,0	nb
Makrele	1,1	1,4	0,5	1,9	1,4	0,4	1,2	2,5	1,3
pH									
Makrelenfilet	5,75	5,90	nb	5,86	5,85	nb	5,77	5,93	nb
Makrelenfilet, gewürzt	5,70	5,85	6,00	5,88	5,87	5,91	5,79	5,80	6,06
Büchlingsfilet	6,53	6,34	nb	6,45	6,24	nb	6,31	6,24	nb
Makrele	5,98	5,89	5,98	6,15	5,90	6,09	6,19	5,89	6,07
* nb = nicht bestimmt									

Proben- bzw. lagerzeitabhängige Veränderungen werden durch die ermittelten Kennzahlen nicht eindeutig manifestiert. Die FFA-Gehalte aller Proben liegen im gleichen Größenbereich. Eine Zunahme mit der Lagerzeit läßt sich nicht erkennen. Die TBZ steigen mit der Lagerdauer an, wobei ein Alternieren der Werte beobachtet werden kann. Die unterschiedliche Höhe der Ausgangswerte ist auf Qualitätsdifferenzen der Rohware zurückzuführen. Die Milchsäuregehalte sind insgesamt niedrig. Eine bedingte Eignung als Qualitätsindex, wie sie Schneider und Hildebrandt (1984) für vakuumverpackten Räucherlachs beschreiben, kann nicht abgeleitet werden. Die Makrele zeigt die rohwarenbedingten tieferen pH-Werte. Eindeutige Unterschiede zwischen den Proben sind nur bei den getauchten und den Büchlingsfiletproben erkennbar. Hier weisen jeweils die FR-Proben die tieferen pH-Werte auf. Die TMAO-N-, TMA-N- und die DMA-N-Gehalte bewegen sich bei beiden Proben in einem Bereich von 9-14,7, 2,2 - 4,4 bzw. 0,6 - 1,2 mg/100 g Gewebe. Lagerzeitabhängige Veränderungen sind nicht ableitbar. Bei allen Proben liegen die

NaNO₂-Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze. Auch die Gesamtformaldehydgehalte (freier und gebundener) weisen im Durchschnitt mit 8 - 18 (konventionell geräuchert) bzw. 9 - 12 mg/kg (mit FR hergestellt) nur auf geringe Belastungen hin (s. Tabelle 3) und stimmen gut mit Ergebnissen überein, die Karl (1992) bei nach verschiedenen Räucherverfahren hergestellten Räucherfischerzeugnissen findet.

Tab. 3: Durchschnittliche Formaldehydgehalte (FA, N = 7) von konventionell (K) mit Flüssigrauch (FR) und geräucherten Fischerzeugnissen aus dem Handel (H) nach Lagerung bei +5 °C bis zu 16 Tagen

Räucherfischerzeugnis	FA mg/kg Gewebe (FS)					
	K		FR		H	
	freier FA	geb. + freier FA	freier FA	geb. + freier FA	freier FA	geb. + freier FA
Makrelenfilet	9,9 ± 1,2 (8,8 - 12,2)	18,4 ± 4,4 (14,1 - 24,2)	7,9 ± 1,1 (7,2 - 9,7)	9,6 ± 0,9 (8,4 - 10,5)	nb*	nb
Makrelenfilet, gewürzt	8,7 ± 1,3 (6,0 - 10,1)	11,9 ± 3,3 (8,3 - 18,2)	8,3 ± 0,7 (7,6 - 9,2)	11,7 ± 2,5 (8,4 - 14,8)	9,5 ± 1,5 (7,9 - 11,5)	19,3 ± 6,2 (14,1 - 29,5)
Bücklingsfilet	5,7 ± 0,9 (4,7 - 7,1)	12,6 ± 3,4 (10,3 - 19,1)	5,3 ± 0,5 (4,5 - 5,9)	11,0 ± 2,0 (9,6 - 14,1)	8,9 ± 2,0 (6,3 - 12,5)	16,3 ± 4,1 (12,6 - 21,7)
Bückling	5,9 ± 0,8 (4,9 - 7,0)	7,7 ± 1,2 (5,6 - 9,0)	6,2 ± 0,7 (5,2 - 6,9)	9,1 ± 1,4 (7,2 - 10,7)	nb	nb

* nb = nicht bestimmt

Die **mikrobiologischen Ergebnisse** finden sich in den Abbildungen 4-6.

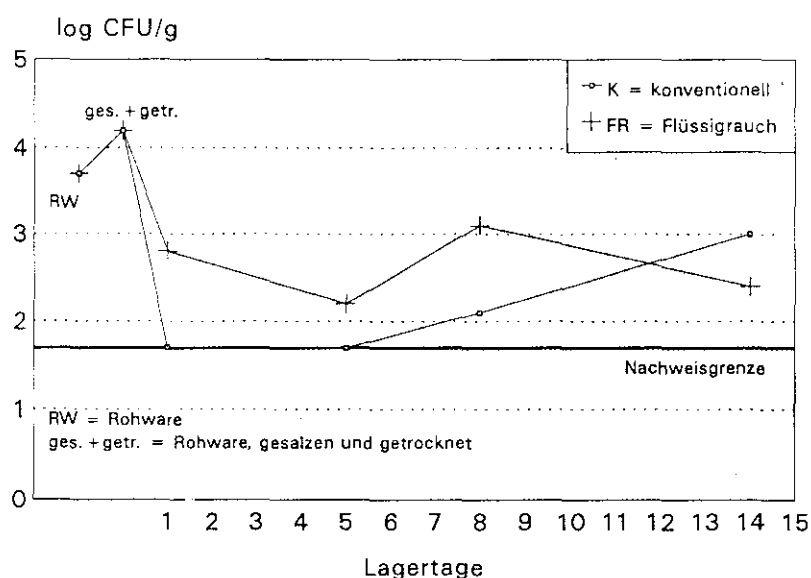


Abb. 4: Gesamtkeimzahl (CFU/g) in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei konventionell (K) bzw. mit Flüssigrauch (FR) geräuchertem Makrelenfilets

- Makrelenfilet

Es wurden drei Lagerversuche mikrobiologisch begleitet; die gemittelten Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Keimzahl der Rohware stieg nach dem Salzen und während des Trocknungsvorganges leicht auf $1,7 \times 10^4$ an. Durch den anschließenden konventionellen Räucherprozess wurde die Keimzahl bis unter die Nachweisgrenze von 50 Keimen/g Einwaage reduziert. Erst ab dem 5. Tage stieg in diesen Proben die Keimzahl langsam bis auf 1×10^3 am 14. Tag an. Im Vergleich zur konventionellen Räucherung wurden beim Einsatz von FR die Keimzahlen geringfügig weniger reduziert: Die Werte schwankten über den Lagerzeitraum zwischen 10^2 und 10^3 , am 14. Tag lag die Keimzahl mit $2,6 \times 10^2$ unter dem Wert der konventionellen Probe. In zwei von drei Lagerversuchen traten nach dem 12. bzw. am 14. Tag Schimmelbildung auf.

- Makrelenfilet, gewürzt („Pfefferfilet“)

Es wurden Proben eines Lagerversuches untersucht, die Ergebnisse zeigt Abbildung 5. Die Keimzahl der verwendeten Rohware war mit $1,6 \times 10^5$ relativ hoch. Der Verlauf der Keimentwicklung auf konventionellen und Flüssigrauchproben ist bis zum 8. Tag mit den Ergebnissen der Versuche

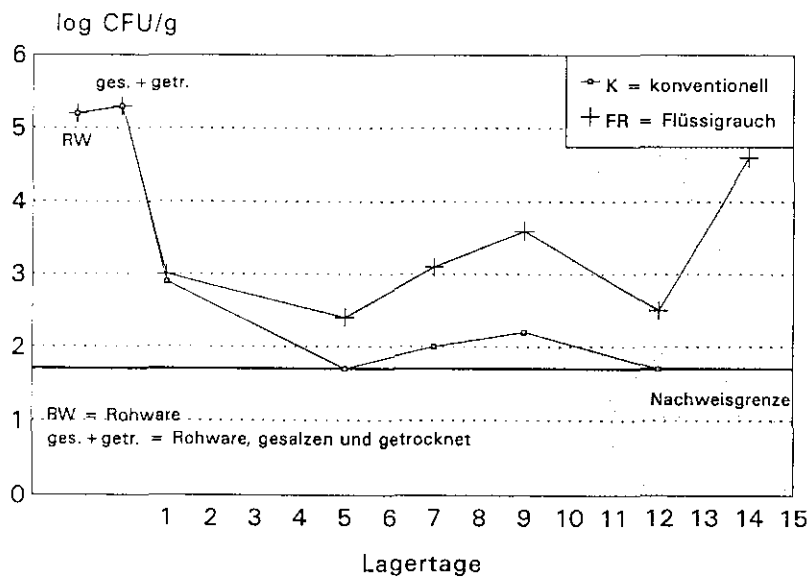


Abb. 5: Gesamtkeimzahl (CFU/g) in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei konventionell (K) bzw. mit Flüssigrauch (FR) geräuchertem Pfefferfilet (Makrelenfilet, gewürzt)

mit ungewürzten Makrelenfilets vergleichbar; die Keimzahlen gingen bei konventionell geräucherten Proben bis zum 5. Tag unter die Nachweisgrenze zurück und stiegen bis zum 9. Tag leicht auf $1,7 \times 10^2$ an. Ab dem 12. Tag waren keine Keime mehr nachweisbar. Demgegenüber wurde die Keimbelastung durch die Flüssigrauchung bis zum 5. Tag auf einen Wert von $2,3 \times 10^2$ reduziert und stieg dann mit Schwankungen bis zum 14. Tag auf $3,8 \times 10^4$ an. Um in dieser Versuchsreihe eventuell mit der Gewürzmischung eingebrachte Schimmelpilze zu erfassen, wurden zusätzlich Malzextraktagarplatten beimpft. Es konnten während der gesamten Lagerzeit keine Schimmelpilze nachgewiesen werden, in den Flüssigrauchproben wurden lediglich am 1. Tag 8×10^2 und am 7. Tag 1×10^2 Hefezellen nachgewiesen. Weiterhin wurde im Rahmen dieser Versuchsreihe die Keimentwicklung einer vergleichbaren, konventionell geräucherten Handelsprobe untersucht (nicht dargestellt). Die Keimzahlen schwankten zwischen 8×10^1 und 2×10^6 , der Spitzenwert am 12. Tag lag damit deutlich um 10^2 über den Werten der selbst hergestellten Räucherproben.

- Bücklingsfilet

Eine Lagerreihe mit Bücklingsfilets wurde mikrobiologisch untersucht, die Ergebnisse zeigt Abbildung 6. Durch die konventionelle Räucherung verringerte sich die nach dem Salzen und Vortrocknen ermittelte Keimzahl von $1,8 \times 10^5$ bis unter die Nachweisgrenze, durch den Flüssigrauch ging die Keimzahl bis auf $1,3 \times 10^2$ zurück. Nach einem geringfügigen Anstieg der Keimzahlen am 5. Tag auf $3,4 \times 10^2$ in konventionellen bzw. $1,6 \times 10^3$ in Flüssigrauchproben waren mit einer Ausnahme über den Lagerzeitraum keine Keime nachweisbar; nur am 14. Tag wurde in konventionell geräucherten Proben ein Wert von $6,3 \times 10^3$ ermittelt. Am letzten Lagertag wurde auf einzelnen Filets aus der konventionellen wie auch der Flüssigrauchbehandlung Schimmelbildung sichtbar, die aber auf Malzextrakt nicht nachweisbar war.

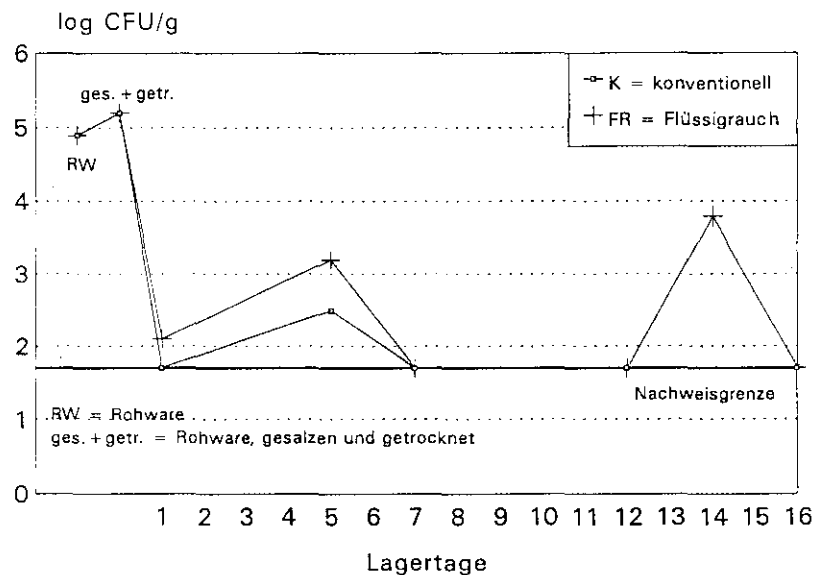


Abb. 6: Gesamtkeimzahl (CFU/g) in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei konventionell (K) bzw. mit Flüssigrauch (FR) geräuchertem Heringsfilets

3.2. Geräucherte Rundfische und Stückenfische

Für diese Rohware konnte ein ausreichender Räuchereffekt, d. h. eine ansprechende Raucharoma und Farbgebung über das Aerosolverfahren nicht erreicht werden. Nur über ein Tauchen in FR waren Teilerfolge möglich. Lagerreihen wurden mit folgenden Räucherfischerzeugnissen durchgeführt:

- geräucherte Makrele, ausgenommen mit Kopf
- Bückling

Die **sensorischen Ergebnisse** zeigen die Abbildungen 7 und 8. Bei der Räuchermakrele liegen am 1. Lagertag alle Proben im Prädikatsbereich gut. Die mit FR geräucherte Makrele zeigt eine ganz leicht fremdartige, leicht unreine, aufdringliche Note im Geruch und Geschmack, die sich allerdings im Gesamturteil nicht klar widerspiegelt. Diese Abweichung verliert mit der Lagerzeit an Intensität. Im Aussehen ist kein Unterschied feststellbar. Bis zum 7. Lagertag wird die Handelsprobe bevorzugt. Mit zunehmender Lagerzeit gleichen sich die Proben an. Die FR-Probe besitzt leichte Vorteile. Beim Bückling wird der konventionell geräucherten Probe klar der Vorzug gegeben. Die mit FR hergestellte Probe erreicht bereits zu Beginn nur das Prädikat befriedigend. Die Ursachen liegen in leicht fremdartig-teerigen, unreinen Geruchs- und Geschmacksabweichungen, die bereits bei der Makrele stark abgeschwächt beobachtet wurden.

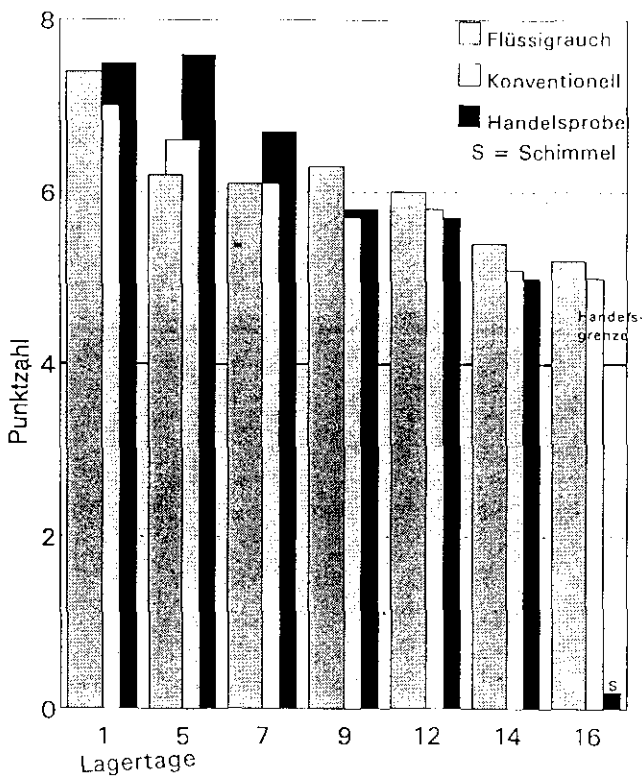


Abb. 7: Sensorische Gesamtbewertung von konventionell und mit Flüssigrauch geräucherter Makrele im Vergleich zu einer Handelsprobe in Abhängigkeit von der Lagerzeit (+5 °C±1 °C)

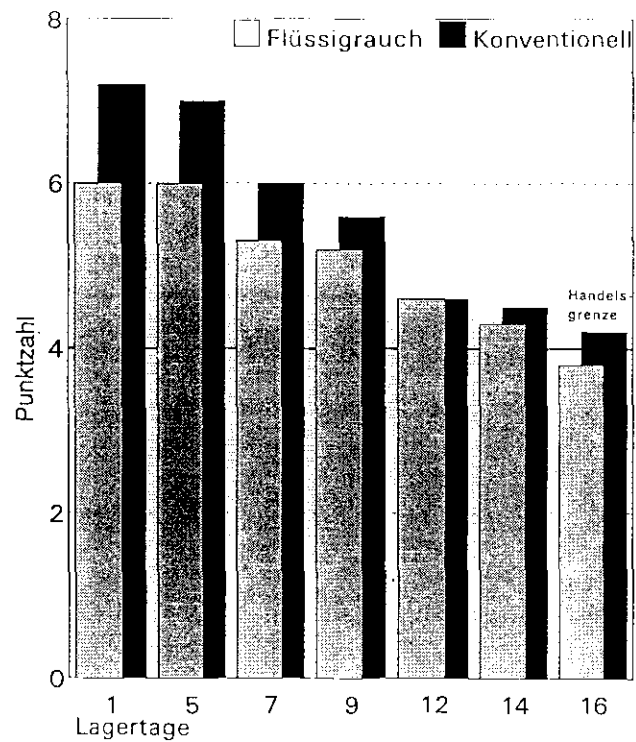


Abb. 8: Sensorische Gesamtbewertung von konventionell und mit Flüssigrauch geräuchertem Hering (Bückling) in Abhängigkeit von der Lagerzeit (+5 °C±1 °C)

Das Unterhautfettgewebe zeigt eine nicht charakteristische, abweichende Dunkelfärbung. Ab dem 12. Lagertag gleichen sich die Proben an. Die beobachteten Raucharomaabweichungen schwächen sich ab, die Aussehensnachteile sind weiterhin präsent.

Die **chemisch-physikalischen Ergebnisse** finden sich in den Tabellen 2 und 3. Die Kennzahlen lassen - wie bereits bei der Auswertung der geräucherten Filetprodukte beschrieben - bis auf den pH keine proben- bzw. lagerzeitabhängigen Veränderungen erkennen. Über die gesamte Lagerdauer weisen die mit FR geräucherte Makrele und der Bückling die tieferen pH aus. Die Gesamtformaldehydgehalte liegen unter 10 mg/kg Gewebe (nur stichprobenweise Bestimmung bei der geräucherten Makrele).

Die **mikrobiologischen Ergebnisse** finden sich in der Abbildung 9.

- Bückling

Es wurden zwei Lagerreihen untersucht, die gemittelten Keimzahlen zeigt Abbildung 9. Da es sich bei der Rohware dieser Reihen um Ganzfisch handelte und nur der eßbare Anteil ohne Haut untersucht wurde, waren die ermittelten Ausgangskeimzahlen mit $7,6 \times 10^2$ erwartungsgemäß niedrig. Sowohl durch die konventionelle wie auch durch die Flüssigräucherung wurden die Keimgehalte bis unter die Nachweisgrenze reduziert; während des Lagerzeitraums konnte keine Zunahme der Keime festgestellt werden.

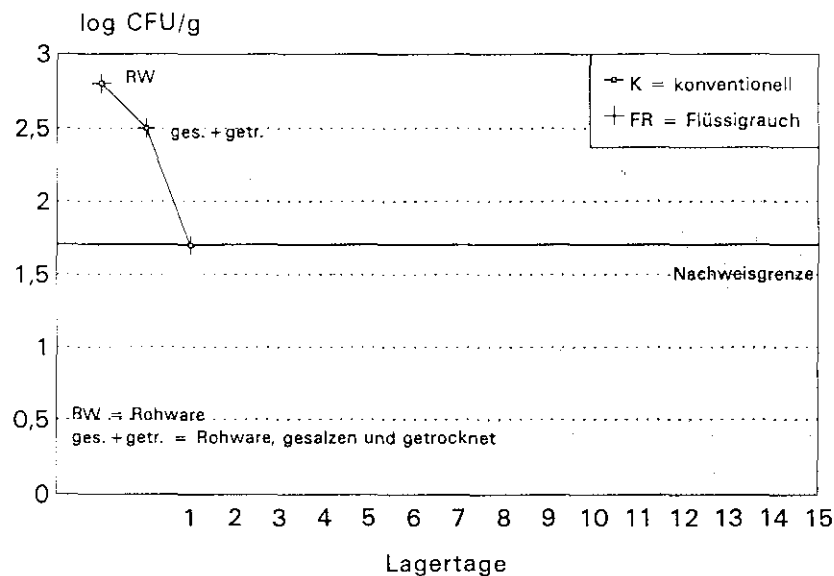


Abb. 9: Gesamtkeimzahl (CFU/g) in Abhängigkeit von der Lagerzeit bei konventionell (K) bzw. mit Flüssigrauch (FR) geräuchertem Hering (Büchling)

3.3. Räucherung von Stückenfisch

Das Tauchen von Stückenfisch in FR führte bisher zu keinen akzeptablen Räucherfischprodukten. Während im Aussehen eine ansprechende Räucherfarbe erzielt werden konnte, traten im Geruch und Geschmack die beschriebenen Abweichungen nach leicht unrein, nicht charakteristisch, leicht teerig auf. Diese konzentrierten sich besonders an den Schnittflächen, während der durch die Haut geschützte Muskel nur eine schwache Rauchnote aufwies. Eine Aerosolräucherung schied aufgrund zu schwacher Raucharoma- und Farbgebung aus.

3.4. Gehalte an PAH

Untersuchungen im Institut zeigten, daß sowohl mit FR hergestellter Büchling (Tauchen) als auch geräuchertes Makrelenfilet (Aerosol) nur sehr geringe Konzentrationen aufweisen. Der Benzo(a)pyrengehalt als Leitsubstanz für diese Verbindungsklasse liegt unterhalb von 0,03 µg/kg, dem z. Z. in der Ausnahmegenehmigung zur äußerlichen Anwendung von FR bei Fleisch und Fleischerzeugnissen durch das Bundesministerium für Gesundheit festgelegten Höchstwert (BMG, 1992).

4. Zusammenfassung

Als bisheriges Fazit lassen sich folgende Feststellungen treffen: Mit FR können über eine Anwendung als Aerosol geräucherte Fileterzeugnisse aus Hering und Makrele hergestellt werden, die mit konventionell geräucherten in der Qualität vergleichbar sind bzw. ihnen nahe kommen. In der Haltbarkeit sind keine Unterschiede erkennbar. Bei Ganzfisch (Hering, Makrele) und Stückenfisch (Rotbarsch, Heilbutt, Kabeljau, Dornhai) konnten intensive Raucharoma- und Farbgebungseffekte nur über ein FR-Tauchen erreicht werden. Die Ergebnisse waren unterschiedlich. Während so geräucherte Makrele mit konventionell geräucherter bei geringen Raucharomaabweichungen ver-

gleichbar war, fiel Bückling in den sensorischen Merkmalen Aussehen (leicht stumpfe Oberfläche, subkutane bräunliche Fleischverfärbungen) und in der Raucharomaausbildung (leicht fremdartig-teerig, leicht unrein) stärker ab. Konventionell geräuchertem Bückling gebührt der Vorrang. Unterschiede in der Haltbarkeit konnten nicht beobachtet werden. Bei Stückenfisch konnten keine befriedigenden Qualitäten erzielt werden. Beide FR-Räucherverfahren führten zu sehr niedrigen Benzo(a)pyren- (maximal 0,02 µg/kg) und PAH-Gehalten.

Die vorliegenden Keimzahlbestimmungen lassen keine bzw. nur eine geringfügig schwächere keimabtötende und keimhemmende Wirkung des Flüssigrauches gegenüber dem konventionellen Räuchervorgang erkennen.

Eine Ausnahme bilden die Ergebnisse der Lagerreihen mit Bücklingen, in denen über einen Lagerzeitraum von 13 Tagen weder bei konventionellen noch bei Flüssigrauchproben Keime nachweisbar waren. Die Proben sind über die Lagerzeit als mikrobiologisch stabil einzustufen und geben keinen Hinweis auf eine unterschiedliche Wirkung der zwei Räucherverfahren.

Differenzierter sind die vorliegenden Ergebnisse aus den verschiedenen Lagerreihen mit Makrelenfilets. Hier tritt die verminderte keimabtötende und keimhemmende Wirkung des Flüssigrauches etwas deutlicher zu Tage, wenngleich auch bei konventionell geräucherten Filets ab dem 5. Tag eine Zunahme der Keimzahlen festzustellen ist. Die zu erwartenden höheren Keimzahlen auf den gewürzten Räucherfilets bestätigen sich deutlich in der Keimzunahme auf der Flüssigrauchware ab dem 5. Tag, wo mit Schwankungen eine leichte Zunahme von $2,3 \times 10^2$ auf $3,8 \times 10^4$ festzustellen ist. Die höchste erreichte Keimzahl von $3,8 \times 10^4$, (Makrelenfilet, gewürzt, Flüssigrauch, 14. Tag) ist unbedenklich und wurde von Keimzahlen mituntersuchter vergleichbarer Handelsproben übertroffen (2×10^6 , 12. Tag).

Eine in der Literatur beschriebene verstärkte Tendenz zu Schimmel- und Pilzbefall flüssiggeräucherter Ware gegenüber konventionell geräucherter konnte in den Untersuchungen nicht bestätigt werden; der Unterschied zwischen den Räucherverfahren war unter diesem Gesichtspunkt nicht signifikant.

Zitierte Literatur

- BOEHRINGER MANNHEIM: Bestimmung von D-Milchsäure. UV-Test Test-Combination, Bestell-Nr. 1112821, 1989.
- DER BUNDESMINISTER FÜR GESUNDHEIT: Ausnahmegenehmigung nach § 37 des LMBG für das Inverkehrbringen von Fleisch und Fleischerzeugnissen, die unter äußerlicher Anwendung von Raucharoma hergestellt werden. Gem. Minist.Bl. 43 (23), 462, 1992.
- KARL, H.: Schadstoffbelastung von Räucherfischen bei Anwendung verschiedener Räucherverfahren. FIMA SchrReihe 25, 35-52, 1992.
- KARL, H.: Bestimmung des Nitritgehaltes in Räucherfischen und anderen Fischprodukten. Dt. LebensmittlRdsch. 88(2), 41-45, 1992.
- MANTHEY, M.: Gaschromatographische Bestimmung von Dimethyl- und Trimethylamin in Fisch und Fischerzeugnissen. Infn Fischw. 35(3), 131-135, 1988.
- PAULUS, K.; J. GUTSCHMIDT; A. FRICKER: Karlsruher Bewertungsschema - Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. Lebensmittel-Wiss.u.-Technol. 2, 132-139, 1969.
- REHBEIN, H.: Formaldehyd in Fischprodukten. 2. Nachweis- und Bestimmungsmöglichkeiten. Infn Fischw. 33(3), 134-141, 1986.

- SCHNEIDER, W.; G. HILDEBRANDT: Untersuchungen zur Lagerfähigkeit von vakuumverpacktem Räucherlachs. Archiv Lebensmittelhyg. 35(3), 60-64, 1984.
- SEN, N.P.; B. DONALDSON: Improved Colorimetric Method for Determining Nitrate and Nitrite in Foods. J. Ass. Off. Anal. Chem. 61, 1389-1394, 1978.
- WOYEWODA, A.D.; S. J. SHAW, P. J. KE, B. G. BURNS: Recommended Laboratory Methods for Assessment of Fish Quality. Can. Technol. Rep. Fish Aquatic Sci. Nr. 1448, 82, 1986.
- VYNCKE, W.: Evaluation of the direct Thiobarbituric Acid Extraction Method for Determining oxidative Rancidity in Mackerel (*Scomber scombrus*). Fette Seifen AnstrMittel 77, 239-240, 1975.

SCHRIFTEN DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR FISCHEREI

Finfish Nutrition and Fishfeed Technology

Halver, J.E.; Tiews, K. (eds):

Band 14/15, 1979. Vol. I u. II, 1240 S. DM 262,--
ISBN 3-87903-052-9

Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation Systems

Tiews, K. (ed.):

Band 16/17, 1981. Vol. I u. II, 1179 S., DM 268,--
ISBN 3-87903-055-3

Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture

Tiews, K. (ed.)

Band 18/19, 1987. Vol. I u. II, 958 S., DM 395,--
ISBN 3-87903-067-7

zu beziehen bei der

Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Informations- und Dokumentationsstelle
Palmaille 9, D-22761 Hamburg