

G.F. Hammer und F. Wirth
 Institut für Technologie
 Bundesanstalt für Fleischforschung

Einleitung

Fleischwarenkonserven, die ohne Kühlbedingungen lagerfähig sein sollen (Vollkonserven), dürfen keine gesundheitsgefährdenden und Fäulnis verursachenden Mikroorganismen enthalten. Diese Bedingung ist durch Autoklavieren in luftdicht verschlossenen Behältern auf F_c -Werte über 4,0 zu erreichen. Dabei erleidet die besonders hitzesensitive Leberwurst durch die langen oder hohen Autoklavierungstemperaturen deutliche Einbußen der Verzehrsqualität (1). Hitzeabtötung ist nicht die einzige Möglichkeit zur Inaktivierung von Mikroorganismen in Lebensmitteln. Auch durch Senkung der Wasseraktivität im Produkt, z.B. über technologische Maßnahmen, kann mikrobiologische Stabilität erreicht werden. Für viele Mikroorganismen ist der minimale a_w -Wert bekannt, unterhalb dessen sie sich nicht mehr vermehren (2). Durch Einstellen der Wasseraktivität der Erzeugnisse auf diese Grenzwerte können bestimmte Mikroorganismen gezielt im Wachstum gehemmt werden.

Die Effekte von Hitzeabtötung und a_w -Absenkung sind besonders vorteilhaft bei der Herstellung lange lagerfähiger Leberwurst zu kombinieren; Vegetative Keime sind nach Erhitzung auf 90 bis 100°C, eine Temperatur, die deutlichen Hoherhitzungsgeschmack nicht auftreten läßt, sicher abgetötet. Liegt gleichzeitig der a_w -Wert unter 0,95, dann ist gewährleistet, daß die nach der Erhitzung verbleibenden Keimarten, Clostridium und Bacillus, sich nicht vermehren können. Das relativ mild erhitzte Produkt kann dann die Lagerfähigkeit einer Vollkonserve besitzen, wenn es nicht über Undichtigkeit des Behältnisses rekontaminiert wird. Diese Überlegungen und Zusammenhänge haben zur Aufstellung eines sogenannten SSP-Konzeptes geführt (3).

Absenkung der Wasseraktivität von Fleischerzeugnissen ist generell durch Erhöhung der Menge an gelösten Stoffen im Produktwasser, d.h. durch Erhöhung der Ionenstärke oder des osmotischen Druckes, zu erzielen (4). Eine gängige technologische Methode ist Trocknung (Wasserabgabe), z.B. bei Rohwurst, Rohschinken, Brühdauerwurst. Weiterhin bietet sich für Produkte in undurchlässigen Behältnissen Austausch von Fleisch gegen weniger wasser-

haltige Gewebe, etwa Fettgewebe, oder verminderte Wasserzuführung, außerdem erhöhte Zugabe von Salzen, Zuckern und trocken zu verarbeitenden Eiweißen sowie Kombination dieser Möglichkeiten an. Stoffe, die vor ihrer Verarbeitung mit Wasser versetzt werden müssen, können wegen des zugegebenen Wassers zur a_w -Verminderung nicht oder nur minimal beitragen.

Wir haben die a_w -absenkende Wirkung von 11 Substanzen (Tab. 1) bei Leberwurst untersucht und gleichzeitig geprüft, ob sich die Wirkung mit variiertem Wasser- bzw. Fettgehalt der Ware ändert.

Versuchsdurchführung

Die maximal mögliche Stoffzugabe richtet sich neben lebensmittelrechtlichen Grenzen nach sensorischen Kriterien. Keiner der Zusätze ist in jeder Konzentration sensorisch neutral. Es sollte also nicht Ziel der Untersuchung sein, die wasseraktivitätsabsenkende Wirkung der Zusätze in Konzentrationsbereichen festzustellen, die für praktische Belange unrealistisch sind.

Deshalb wurde die Wirkung von Natrippökelsalz bei Dosierungsvariiierung von 1,6 auf 2,4 % festgestellt. Die Wirkungen der restlichen Salze wurde in einprozentiger, die Wirkung von Milcheiweiß, Zucker, Trockenblutplasma und Magermilchpulver in zweiprozentiger Dosierungsvariiierung, jeweils vergleichend zu Chargen ohne die jeweiligen Zusätze, untersucht (Tab. 1). Milcheiweiß wurde trocken zugesetzt.

Die Untersuchungen wurden als vollständige faktorielle Experimente geplant und ausgewertet. Da nicht alle 11 Zusätze in einen einzelnen Versuchsplan aufgenommen werden konnten, wurden zwei Gruppen gebildet. In Versuchsreihe A wurde die Wirkung von 8 Stoffen untersucht, in Versuchsreihe B die Wirkung der restlichen drei Stoffe.

Die Substanzen wurden in unterschiedlicher Kombination verarbeitet. Die Dosierung erfolgte zusätzlich zum Gewicht der Gewebeschargen, das als 100 % gesetzt war. Die prozentuale Geweberezeptur blieb somit konstant.

Die Wirkung der Substanzen wurde für drei Rezepturen untersucht (Tab. 2). Alle Rezepturen enthielten 35 % Leber, der Anteil an magerem Schweinefleisch nahm von Rezeptur 1 nach Rezeptur 3 ab. Rezeptur 1 war somit die magerste, Rezeptur 3 die fetthaltigste Rezeptur.

Die Gewebe, außer Leber, werden gewöhnlich vor ihrer Verarbeitung gegart. Die Kochverluste können dann sowohl in ihrer Höhe als auch in ihrer Zusammensetzung hinsichtlich des Wasser- und Fettanteils sehr variabel sein. Wiederzugabe des Garungsverlustes als Wasser oder andererseits Verwerfen des Verlustes läßt eine genaue Standardisierung der Chargenzusammensetzung nicht zu. Fleisch und Fettgewebe wurden deshalb in Folienbeuteln luftfrei bei ca. 100° auf ca. 85°C Kerntemperatur gegart und die Gewebe möglichst heiß in einem Kutter zerkleinert. Leber wurde separat vorgekuttet. Nachdem die Temperatur der gegarten Gewebe während des Homogenisierens auf ca. 50°C abgefallen war, erfolgte die Zugabe der rohen vorzerkleinerten Leber und der zu prüfenden Substanzen. Bei 35°C wurde die Zerkleinerung beendet, die Leberwurstmasse in weitgehend wasserdampf- und sauerstoffundurchlässige Kunststoffdärme gefüllt und erhitzt.

Ergebnisse

Die Wassergehalte der Chargen mit jeweils geringster Substanzzugabe waren 48,0 % (Rezeptur 1), 44,5 % (Rezeptur 2), 40,0 % (Rezeptur 3).

tur 2) bzw. 38,8 % (Rezeptur 3).

Tabelle 3 enthält die Ergebnisse der aw-Wert-Messungen der Versuchsreihen A und B. Bei Versuchsreihe A variierten je nach Rezeptur, Art und Menge des Stoffzusatzes und abhängig von den Substanzkombinationen die aw-Werte zwischen maximal 0,966 (Rezeptur 1, Lauf 16) bis minimal 0,917 (Rezeptur 3, Lauf 8). Der aw-Wert von Leberwurst war somit in sehr weiten Bereichen variierbar. Die aw-Werte der Chargen, denen nur 1,6 % Nitritpökelsalz zugesetzt wurde (Lauf 16), sanken von 0,966, Rezeptur 1, auf 0,962, Rezeptur 2, bzw. auf 0,957, Rezeptur 3. Durch rezepturbedingte Verdrängung von ca. 9 % Wasser durch Fett würde bei konstanter Salzzugabe somit eine Reduzierung des aw-Wertes um 0,009 Einheiten erreicht.

Zu Lauf 8 wurden alle Substanzen in hoher, zu Lauf 16 in niedriger Dosierung verarbeitet. Vergleicht man die aw-Werte dieser Läufe, dann sieht man, daß Verarbeitung aller Faktoren in hoher Dosierung im Vergleich zu niedriger Dosierung folgende aw-Wert-Absenkungen bewirkte: für Rezeptur 1 Absenkung um 0,034, für Rezeptur 2 um 0,036 und für Rezeptur 3 um 0,040 aw-Einheiten. Mit sinkendem Wassergehalt der Gewebeschichten nahm somit die aw-absenkende Wirkung der Summe der Substanzen zu.

Bei Versuchsreihe B wurden in Lauf 1 alle Substanzen in niedriger, in Lauf 8 alle Substanzen in hoher Dosierung verarbeitet. Absenkung des Wassergehaltes um ca. 9 % (Rezeptur 3 vergleichend zu Rezeptur 1) ergab bei konstanter Nitritpökelsalzdosierung von 2,0 % ohne Zusatz weiterer Substanzen (Lauf 1) eine aw-Wert-Absenkung von 0,009 Einheiten. Das gleiche Ergebnis wurde bei Versuchsreihe A erzielt.

Verarbeitung aller Stoffe in hoher Dosierung (Läufe No. 8) bewirkte vergleichend zu Chargen mit nur 2,0 % Nitritpökelsalz eine aw-Absenkung von 0,018 Einheiten bei allen drei Rezepturen.

Tabelle 4 zeigt die faktoriellen Wirkungen der Substanzen auf den aw-Wert der Produkte. Es ist anzumerken, daß die Effekte bei den Rezepturen 1, 2 oder 3 nicht durch Veränderung des Wasser- oder Fettgehaltes der Chargen, also nicht durch Verdrängung des Produktwassers zustande kamen. Die Gewebeschichten wurden für jede Rezeptur jeweils konstant gehalten. Beobachtete Wirkungen sind direkt auf die Substanzen zurückzuführen.

Nitritpökelsalz war bei Dosierungsvariiierung um 0,8 % (von 1,6 auf 2,4 %) die am stärksten wirksame Substanz, es folgten Na-di-Phosphat, Na-Glutamat, Tri-Na-Citrat, Na-Ascorbat, Zucker, Trockenblutplasma und Milcheiweiß. Die Zugabe getrockneter Substanzen, wie Zucker, Trockenblutplasma oder Milcheiweiß ergab somit bei der untersuchten Dosierungsvariiierung nur sehr geringe aw-Wert-Verminderungen.

Eine gegenseitige Beeinflussung der Substanzen, etwa stärkere oder geringere aw-Beeinflussung als aufgrund der Summation der einzelnen Wirkungen zu erwarten ist, Wechselwirkungen, wurde nicht festgestellt.

Der Wassergehalt der Ware sank von Rezeptur 1 nach Rezeptur 3 ab. Es ist zu erkennen, daß bei sinkendem Wassergehalt die Wirkung von Nitritpökelsalz, Na-di-Phosphat, Tri-Na-Citrat und von Na-Ascorbat deutlicher wurde. Die stärkere aw-Wert-Depression bei niedrigerem Wassergehalt kam dadurch zustande, daß Zugabe der gleichen Stoffmenge zu einem kleinen und einem großen Wasservolumen die Ionenstärke bzw. den osmotischen Druck in dem kleinen Volumen deutlicher steigen läßt. Steigende Ionenstärke bzw. steigender osmotischer Druck bedingen Absinken des aw-Wertes.

Für Versuchsreihe B hatte Na-Acetat die deutlichste Wirkung, es folgte Na-Lactat, die geringste Wirkung hatte Magermilchpulver.

Der Praxis lassen sich zur Herstellung mild erhitzter, länger lagerfähiger Leberwurst folgende Hinweise geben:

1. Die Produktentwicklung muß von einer Rezeptur ausgehen, auf deren Basis Leberwurst mit vorhandener Maschinenausrüstung ohne Auftreten von Fehlproduktion (Fettabsatz) zu fertigen ist. Sie muß nach Wasser- oder Fettgehalt sowie Menge an Zusätzen (Salze, Stabilisatoren, Gewürze usw.) standardisiert sein, und ihr aw-Wert muß bekannt sein.
2. Die zur Erzielung der beabsichtigten aw-Absenkung notwendige Menge an Zusätzen muß berechnet werden. Unsere vorgelegten Versuchsergebnisse können hierzu Verwendung finden.
3. Danach folgt die Entscheidung, ob die gewünschte Wasseraktivitätsabsenkung mit sinnvollen Mengen an Zusätzen erzielbar ist. Ist das nicht der Fall, muß eine Ausgangsrezeptur mit geringerem Wassergehalt gewählt werden.
4. Falls die Wasseraktivitätsabsenkung mit sinnvollen Mengen an Zusätzen erzielbar ist, wird ein Produkt mit der errechneten Menge an Zusätzen hergestellt.
5. Zur Überprüfung der Wasseraktivitätsabsenkung ist Bestimmung des Produkt-aw-Wertes notwendig.

Zusammenfassung

Für Leberwurst verschiedenen Wasser- und Fettgehaltes wurden durch Zugabe von Salzen, Eiweißen und Zucker in unterschiedlicher Kombination aw-Werte zwischen maximal 0,97 und minimal 0,92 erzielt. Wurden mehrere Substanzen gleichzeitig verarbeitet, entsprach die Gesamtwirkung auf den aw-Wert der Summe der Einzelwirkungen. Die Wirkungen waren bei höherem Wassergehalt schwächer als bei niedrigerem Wassergehalt.

Rechnet man die Ergebnisse zur besseren Vergleichbarkeit auf eine einprozentige Variierung um und rundet auf drei Nachkommastellen, ergeben sich die Werte in Tabelle 5. Die stärkste aw-absenkende Wirkung zeigte Nitritpökelsalz. Vergleicht man die Wirkung der übrigen Substanzen bei einprozentiger Variierung mit der von Nitritpökelsalz, dann hatten Na-Acetat etwa zwei Drittel, Na-Lactat und Na-di-Phosphat etwa die Hälfte und Na-Glutamat, Tri-Na-Citrat sowie Na-Ascorbat etwa ein Drittel der Wirkung von Nitritpökelsalz. Nur etwa 1/10 des Effektes von Nitritpökelsalz zeigten Zucker, Trockenblutplasma, Magermilchpulver und Milcheiweiß.

Eine aw-Wert-Absenkung von Leberwurst in undurchlässigen Behältnissen auf einen Wert unter 0,95 ist für Ware mit über 47 % Fett und mindestens 2,2 % Salz möglich. Ein Grenzwert von unter aw 0,96 ist für Leberwürste mit einem Fettgehalt über etwa 36 % und 2 % Salzzugabe zu erreichen.

Literatur

1. WIRTH, F. et al.: Hitzebehandlung und F-Werte für langfristig lagerfähige Fleischkonserven ("Vollkonserven"). Die Fleischwirtschaft 51, 923, 1971
2. LEISTNER, L. und RÖDEL, W.: The Significance of Water Activity for Microorganisms in Meats. In: DUCKWORTH, R.B. (ed): Water Relations of Foods. Academic Press, London, New York, San Francisco, 1975, p. 309 - 323
3. LEISTNER, L. et al.: SSP (Shelf Stable Products) - Fleischerzeugnisse mit Zukunft. Die Fleischwirtschaft 59, 1313, 1979

4. KRISPIEN, K. et al.: Vorschlag zur Berechnung der Wasseraktivität (aw-Wert) von Fleischerzeugnissen aus den Gehalten von Wasser und Kochsalz. Die Fleischwirtschaft 59, 1173, 1979

Tabelle 1: Untersuchte Substanzen

Substanz	Substanzdosierung		Substanz	Substanzdosierung	
	-	+		-	+
Versuchsreihe A			Versuchsreihe B		
1: Nitritpökelsalz	1,6 %	2,4 %	(konstant 2,0 % Nitritpökelsalz zu allen Chargen)		
2: Na-Glutamat	0	1,0 %	9: Na-Lactat	0	1,0 %
3: Na-di-Phosphat	0	1,0 %	10: Na-Acetat	0	1,0 %
4: Tri-Na-Citrat	0	1,0 %	11: Magermilchpulver	0	2,0 %
5: Na-Ascorbat	0	1,0 %			
6: Trockenstärke	0	2,0 %			
7: Milcheiweiß	0	2,0 %			
8: Trockenblutplasma	0	2,0 %			

Tabelle 2: Untersuchte Rezepturen

Gewebe	Rezeptur No.:		
	1	2	3
Schweineleber	35 %	35 %	35 %
mageres Schweinefleisch	25 %	15 %	10 %
Schweinebacken	10 %	20 %	10 %
Schweinespeck	30 %	30 %	45 %

Tabelle 3: Ergebnisse der aw-Wert-Messung

Versuchsreihe A										Versuchsreihe B								
Lauf	Substanz								Rezeptur			Lauf	Substanz			Rezeptur		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3		9	10	11	1	2	3
1	-	-	-	+	+	+	-	+	0,953	0,950	0,944	1	-	-	-	0,966	0,964	0,957
2	+	-	-	-	-	+	+	+	0,949	0,944	0,938	2	+	-	-	0,960	0,956	0,952
3	-	+	-	-	+	-	+	+	0,953	0,950	0,945	3	-	+	-	0,957	0,954	0,949
4	+	+	-	+	-	-	-	+	0,945	0,940	0,934	4	-	+	+	0,952	0,947	0,942
5	-	-	+	+	-	-	+	+	0,952	0,947	0,942	5	+	-	+	0,964	0,960	0,955
6	+	-	+	-	+	-	-	+	0,945	0,938	0,933	6	-	-	+	0,958	0,954	0,949
7	-	+	+	-	-	+	-	+	0,951	0,946	0,941	7	+	+	-	0,957	0,952	0,946
8	+	+	+	+	+	+	+	+	0,932	0,926	0,917	8	+	+	+	0,948	0,946	0,939
9	+	+	+	-	-	-	+	-	0,945	0,940	0,936							
10	-	+	+	+	+	-	-	-	0,949	0,944	0,937							
11	+	-	+	+	-	+	-	-	0,942	0,938	0,931							
12	-	-	+	-	+	+	+	-	0,953	0,949	0,943							
13	+	+	-	-	+	+	-	-	0,944	0,941	0,933							
14	-	+	-	+	-	+	+	-	0,952	0,949	0,944							
15	+	-	-	+	+	-	+	-	0,947	0,942	0,935							
16	-	-	-	-	-	-	-	-	0,966	0,962	0,957							

Tabelle 4: Wirkung der Substanzen auf den aw-Wert

Versuchsreihe A				Versuchsreihe B			
Substanz	Rezeptur			Substanz	Rezeptur		
	1	2	3		1	2	3
Nitritpökelsalz	-0,0100	-0,0110	-0,0120	Na-Lactat	-0,0065	-0,0066	-0,0062
Na-Glutamat	-0,0045	-0,0043	-0,0045	Na-Acetat	-0,0085	-0,0088	-0,0075
Na-di-Phosphat	-0,0050	-0,0063	-0,0063	Magermilchpulver	-0,0019	-0,0024	-0,0026
Tri-Na-Citrat	-0,0042	-0,0042	-0,0053				
Na-Ascorbat	-0,0032	-0,0033	-0,0045				
Trockenstärke	-0,0038	-0,0025	-0,0035				
Milchweiß	-0,0015	-0,0015	-0,0013				
Trockenblutplasma	-0,0022	-0,0030	-0,0027				

Tabelle 5: aw-Wert absenkende Wirkung der Substanzen bei einprozentiger Dosierungsvariierung

Substanz	Rezeptur		
	1	2	3
Nitritpökelsalz	-0,013	-0,014	-0,015
Na-Acetat	-0,009	-0,009	-0,010
Na-Lactat	-0,007	-0,007	-0,006
Na-di-Phosphat	-0,005	-0,006	-0,006
Na-Glutamat	-0,005	-0,004	-0,005
Tri-Na-Citrat	-0,004	-0,004	-0,005
Na-Ascorbat	-0,003	-0,003	-0,005
Trockenstärke	-0,002	-0,001	-0,002
Trockenblutplasma	-0,001	-0,002	-0,001
Magermilchpulver	-0,001	-0,001	-0,001
Milchweiß	-0,001	-0,001	-0,001