



Fettreduzierte Käse als Gaumenfreude!

Februar 2002, Nr. 431

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung	3
Versuchsaufbau	4
Resultate und Diskussionen	5
Folgerungen	12
Literatur	12

Titelbild:

Abbildung 1: In diesem Homogenisator wurde das Wasser-Ziger-Gemisch homogenisiert

Erstveröffentlichung

Impressum:

Herausgeber:

FAM

Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft

Liebefeld

CH-3003 Bern

Telefon +41 (0)31 323 84 18

Fax +41 (0)31 323 82 27

<http://www.admin.ch/sar/fam>

e-mail info@fam.admin.ch

Autoren:

Hans-Peter Bachmann

Kontaktadresse für Rückfragen:

Dr. Hans-Peter Bachmann

e-mail hans-peter.bachmann@fam.admin.ch

Telefon +41 (0)31 323 84 91

Fax +41 (0)31 323 82 27

Erscheinungsweise:

In unregelmässiger Folge mehrmals jährlich.

Ausgabe:

Februar 2002, Nr. 431

Fettreduzierte Käse als Gaumenfreude!

*H.P. Bachmann
Eidgenössische Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft (FAM),
Liebefeld, CH-3003 Bern*

Einleitung

Käse mit niedrigem Fettgehalt fallen durch eine härtere Textur auf und sind auch deutlich weniger aromatisch. Molkenproteine sind eine technologische Möglichkeit um diese negativen Einflüsse zumindest teilweise zu korrigieren. Ziger ist eine sehr einfache Art um die Molkenproteine zu gewinnen.

Zudem sind Molkenproteine auch aus ernährungsphysiologischer Sicht sehr wertvoll.

An der FAM wurde eine Technologie entwickelt um mit Ziger den Molkenprotein-Anteil in vollfetten Halbhartkäsen zu erhöhen (1). Mehrere Käser versuchen zur Zeit diese Technologie in die Praxis umzusetzen. Bei einem ersten Versuch mit Viertelfettkäse (2) wurden hohe Mengen an Restzucker gemessen. Der zweite Versuch (2, 3) zeigte, dass durch die Zugabe der gesamten Zigermenge „über das Ziel hinausgeschossen“ wird.

Steffl (4) und Schreiber et al. (5) untersuchten den Einfluss eines Zusatzes von partikulierten Molkenproteinen respektive Molkenproteinaggregaten bei Weich- und Schnittkäse. In beiden Fällen führte dieser Zusatz zu einer Verbesserung von Textur (weicher) und Flavour.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss einer reduzierten Zigermenge auf die Textur und das Flavour von halbharten Viertelfettkäse zu kennen.

Versuchsaufbau

Im Vergleich zu den früheren Versuchen (2, 3) wurde die zugesetzte Menge Ziger um ca. 60 % reduziert. Die Käse wurden aus 70 Liter thermisierter Milch hergestellt. Im Vergleich zur Rezeptur für viertelfetten Appenzeller-Käse ergaben sich folgende Abweichungen:

- Fettgehalt in Fabrikationsmilch 9 g/kg (ohne Ziger) bzw. 10 g/kg (mit Ziger)
- Vor der Wärmen 23 L Molke ablassen und durch 10 bzw. 20 L Wasser (gemäss Versuchsschema) ersetzen. Die abgelassene Molke des 1. Tages

wurde für die Herstellung des Zigers des 2. Tages verwendet. Dies entspricht einer Zigermenge von ca. 40 % im Vergleich zu den beiden früheren Versuchen (2)

- Impfmenge Kulturen 0.8 ‰
- Wärmen (in 15 Minuten auf 38 °C)
- Ausrühren 5 Minuten, Ausziehtemperatur 38 °C

Tabelle 1: Versuchsdesign (Multifaktorieller 2³-Versuch mit 1 Wiederholung = 8 Käse)

Nr.	Tag	Kessi	Zusatz von Ziger	Kultur	Wasserzusatz
1	1	1	nein	RMK 401	10 Liter
2	1	2	nein	RMK 401	20 Liter
3	1	3	nein	RMK 291	10 Liter
4	1	4	nein	RMK 291	20 Liter
5	2	1	ja	RMK 401	10 Liter
6	2	2	ja	RMK 401	20 Liter
7	2	3	ja	RMK 291	10 Liter
8	2	4	ja	RMK 291	20 Liter

Ziger: Herstellung, Suspendierung und Zusatz in Kessi

Rohstoff	Fettsirte mit pH- 6.4 – 6.6
Erhitzen	mit Direktampf auf 93 – 94 °C, möglichst kurze Brenndauer, abkühlen lassen auf 91 – 92 °C
Fällung	mit 0.1% tech. Milchsäure 90%. Säure ganz kurz einrühren, anschl. Rührwerk entfernen. Komplette Fällung abwarten (ca. 5 Minuten)
Ausziehen	Mit Tuch, nach kurzem abtropfen Ziger in Dorylform geben und ca. 1 h abtropfen lassen
Mischen	Ziger mit Wasser ca. 1 : 1 mischen und mit Stabmixer homogenisieren
Homogenisieren	Gemisch im Homogenisator homogenisieren (Abbildung 1)
Lagerung	Mischung lagern bei 5 °C
Verkäsen	Zugabe der Mischung zur Kessimilch am nächsten Morgen, vor der Thermisation

Resultate und Diskussion

Die über den Ziger zugegebenen (denaturierten) Molkenproteine wurden vollständig in die Kaseinmatrix des Käses integriert. In der Molke war kein höherer Gehalt an Molkenproteinen nachweisbar.

Die Molkenproteine schienen hingegen die Bildung der Kaseinmatrix zu stören, wie der höhere Verlust an Fett und an Kasein über die Molke zeigt. Die Ergebnisse von früheren Versuchen (2) werden somit klar bestätigt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Molke (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale						
			Fett [g/kg]	TN [g/kg]	NCN [g/kg]	NPN [g/kg]	Protein ¹⁾ [g/kg]	Kasein [g/kg]	Molkenprotein [g/kg]
Zigerzusatz	nein	4	1.7	1.32	1.18	0.32	6.40	0.88	5.51
	ja	4	2.2	1.32	1.16	0.31	6.50	1.08	5.43
Kultur	RMK 401	4	1.9	1.31	1.15	0.31	6.40	1.06	5.34
	RMK 291	4	2.1	1.33	1.19	0.31	6.50	0.89	5.60
Wasserzusatz	10 L	4	2.0	1.32	1.18	0.31	6.43	0.88	5.55
	20 L	4	2.0	1.33	1.16	0.31	6.47	1.08	5.39
Varianzanalyse	Zigerzusatz		***			*	+		
	Kultur		*						
	Wasserzusatz								

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

1) Protein = (TN - NPN) x 6.38

Die Untersuchungsergebnisse im 24-stündigen Käse befanden sich bei den Käsen mit Zigerzusatz in einem Bereich, der einen normalen Reifungsverlauf erwarten liess.

Die über den Ziger zugegebenen (denaturierten) Molkenproteine verfügten über ein sehr hohes Wasserbindungsvermögen, wie der deutlich höhere Wassergehalt nach 1 Tag zeigt. Dieser hohe Wassergehalt war sicher auch eine Folge einer schwächeren Synärese.

Tabelle 3: Säuerungsverlauf und Zusammensetzung des 1-tägigen Käses (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale						
			pH-Wert 2 Std.	pH-Wert 4 Std.	pH-Wert 24 Std.	Gesamt- Milchsre [mmol/kg]	Anteil L- Milchsre [% v. GMS]	Galaktose [mmol/kg]	Wasser [g/kg]
Zigerzusatz	nein	4	6.50	6.31	5.39	115	71	24	516
	ja	4	6.53	6.23	5.23	135	66	21	539
Kultur	RMK 401	4	6.52	6.24	5.28	128	65	20	526
	RMK 291	4	6.51	6.31	5.33	122	72	25	529
Wasserzusatz	10 L	4	6.50	6.27	5.29	129	69	24	526
	20 L	4	6.54	6.27	5.33	121	69	21	529
Varianzanalyse	Zigerzusatz				**	*	*		**
	Kultur					*	+		
	Wasserzusatz		+						

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

Beim vorliegenden Versuch war der Wassergehalt in einem deutlich weniger kritischen Bereich als bei früheren Versuchen (2) und die Gefahr der Übersäuerung des Käseteiges konnte somit klar vermindert werden. Selbst in den Käsen mit dem kleineren Wasserzusatz fanden sich keine Anzeichen einer Übersäuerung.

Die RMK 291 führte zu einer langsameren Milchsäuregärung und zu einem leicht höheren pH-Wert nach 24 Stunden: beides Faktoren, die sich bei Viertel-fettkäsen positiv auf die Teigqualität auswirken können.

Bei den vorherigen Versuchen (2) fand in den Ziger-Käsen während der Reifung kaum eine Entsäuerung statt. Auch in dieser Beziehung konnte ein grosser Fortschritt erreicht werden, stieg doch der pH-Wert in den Ziger-Käsen etwa in gleichem Umfang an wie in den Käsen ohne Zigerzusatz.

Ziger-Käse müssen wegen dem höheren Wassergehalt sicher weniger lang ins Salzbad gelegt werden als Käse ohne Zigerzusatz.

Tabelle 4: Grobchemische Zusammensetzung nach 60 Tagen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale						
			pH-Wert	Wasser [g/kg]	Fett [g/kg]	FIT [g/kg]	Wff [g/kg]	Roh- protein ¹⁾ [g/kg]	Salz [g/kg]
Zigerzusatz	nein	4	6.00	484	100	194	538	357	15.7
	ja	4	5.95	527	103	219	527	316	18.9
Kultur	RMK 401	4	5.95	505	102	206	563	334	18.1
	RMK 291	4	6.00	506	102	207	564	339	16.5
Wasserzusatz	10 L	4	5.89	500	102	204	557	340	16.9
	20 L	4	6.05	511	102	209	569	333	17.7
Varianz- analyse	Zigerzusatz			***	+	***	***	***	*
	Kultur								
	Wasserzusatz		+	+		*	+	+	

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

1) Rohprotein = TN x 6.38

Tabelle 5: Massenbilanzen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale					
			Gewicht 1 Tag [kg, nach Salzbad]	Gewicht 60 Tage [kg]	Gewichts- verlust [kg]	absolute Massen nach 60 Tagen		
						Wasser [kg]	Fett [kg]	Roh- protein ¹⁾ [kg]
Zigerzusatz	nein	4	5.09	4.90	0.19	2.37	0.49	1.75
	ja	4	5.76	5.53	0.23	2.91	0.57	1.74
Kultur	RMK 401	4	5.43	5.21	0.22	2.64	0.53	1.73
	RMK 291	4	5.43	5.22	0.21	2.65	0.53	1.76
Wasserzusatz	10 L	4	5.38	5.18	0.19	2.60	0.53	1.75
	20 L	4	5.48	5.25	0.23	2.69	0.53	1.74
Varianz- analyse	Zigerzusatz		***	***	***	***	***	
	Kultur							*
	Wasserzusatz		+		**	+		

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

1) Rohprotein = TN x 6.38

Das deutlich höhere Gewicht der Käse mit der Zugabe von Ziger war in erster Linie die Folge des höheren Wassergehaltes. Letzterer führte aber nur zu einem unwesentlich höheren Gewichtsverlust während der Reifung.

Die Proteolyse in die Breite (WLN) verlief in den Käse mit der Zugabe von Ziger intensiver. Auf der einen Seite war dies sicher eine Folge des höheren Wassergehaltes, auf der anderen Seite ist es auch denkbar, dass in der WLN-Fraktion Molkenproteine mitbestimmt wurden.

Die Rohstoffkosten werden beim Zusatz von Ziger um ca. 6 % vermindert.

Tabelle 6: Rohstoffkosten (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Rohstoff	Preis (CHF / kg)	Käse ohne Zigerzusatz		Käse mit Zigerzusatz	
		kg	CHF	kg	CHF
Magermilch	0.50	68.2	34.10	68.0	34.00
Rahm	5.00	1.8	9.00	2.0	10.00
Ziger	2.00	0		0.8	1.60
Total			43.10		45.60
Total pro kg Käse		4.9	8.80	5.5	8.30 = - 6 %

Tabelle 7: Proteolyse nach 60 Tagen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale					
			TN [g/kg]	WLN [g/kg]	WLN [% von TN]	NPN [g/kg]	NPN [% von TN]	NPN [% von WLN]
Zigerzusatz	nein	4	55.9	14.9	26.7	6.5	11.5	43.3
	ja	4	49.5	24.8	50.3	6.1	12.4	25.3
Kultur	RMK 401	4	52.3	21.0	41.1	6.2	11.9	32.8
	RMK 291	4	53.1	18.7	35.8	6.4	12.0	35.7
Wasserszusatz	10 L	4	53.2	19.4	37.1	6.3	11.8	34.5
	20 L	4	52.1	20.3	39.8	6.3	12.1	34.0
Varianzanalyse	Zigerzusatz		***	**	**	*	**	**
	Kultur							
	Wasserszusatz		+				+	

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

Die Proteolyse in die Breite (WLN) wurde durch die Zugabe von Ziger viel stärker beeinflusst als die Proteolyse in die Tiefe (NPN). Wie schon bei früheren Versuchen zeigte es sich, dass die Wirkung

der Proteinasen (Chymosin, Plasmin) viel stärker vom Wassergehalt abhängig ist, als die Wirkung der Peptidasen der Starterkulturen.

Auch die flüchtigen Fettsäuren nach 60 Tagen zeigten, dass die Reifung in den Ziger-Käsen anders verlief. Es ist aber unklar, was eine direkte Folge der Molkenproteine ist und was nur auf den deutlich höheren Wassergehalt zurückzuführen ist.

Der ungewöhnlich hohe Gehalt an i-Fettsäuren (die ja bekanntlich aus der Desaminierung von Aminosäuren stammen) in den Ziger-Käsen untermauert, dass bei der Interpretation des TN (siehe Tabellen 5 und 7) grosse Vorsicht angebracht ist, da sich der bei der Desaminierung abgespaltene Ammoniak verflüchtigt.

Ein grosser Teil der n-Buttersäure stammte sicher ebenfalls aus dem Aminosäuren-Katabolismus. Als Faustregel kann bei diesem Abbau mit einem Verhältnis von 1:1 zwischen der i- und n-Buttersäure gerechnet werden. Dies bedeutet, dass ungefähr 3 mmol n-Buttersäure einer Buttersäuregärung zugeordnet werden müssen. Der ebenfalls deutlich höhere Gehalt an Propionsäure unterstreicht, das grössere Risiko von Sekundärgärungen in den Käsen mit Zigerzusatz. Hauptverantwortlich hierfür ist sicher der Wassergehalt. Denkbar ist aber auch, dass bei der Zigerherstellung die Buttersäurebakterien-Sporen zum Auskeimen animiert werden.

Tabelle 8: Flüchtige Fettsäuren nach 60 Tagen (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale								
			Total fl.Fetts. [mmol/kg]	C1 [mmol/kg]	C2 [mmol/kg]	C3 [mmol/kg]	n-C4 [mmol/kg]	i-C4 [mmol/kg]	i-C5 [mmol/kg]	n-C6 [mmol/kg]	i-C6 [mmol/kg]
Zigerzusatz	nein	4	27.2	1.5	16.3	7.2	1.7	0.2	0.2	0.04	0.2
	ja	4	53.6	1.5	23.0	11.8	7.2	4.2	1.5	0.06	4.4
Kultur	RMK 401	4	38.1	1.5	18.4	8.6	4.1	2.2	0.9	0.06	2.3
	RMK 291	4	42.8	1.5	21.0	10.3	4.7	2.2	0.7	0.05	2.3
Wasserzusatz	10 L	4	35.1	1.5	18.1	7.8	3.9	1.6	0.6	0.05	1.6
	20 L	4	45.8	1.5	21.2	11.1	5.0	2.8	1.1	0.06	3.0
Varianzanalyse	Zigerzusatz		***		**	*	**	**	**		**
	Kultur				*						
	Wasserzusatz		*		*	+		+			+

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

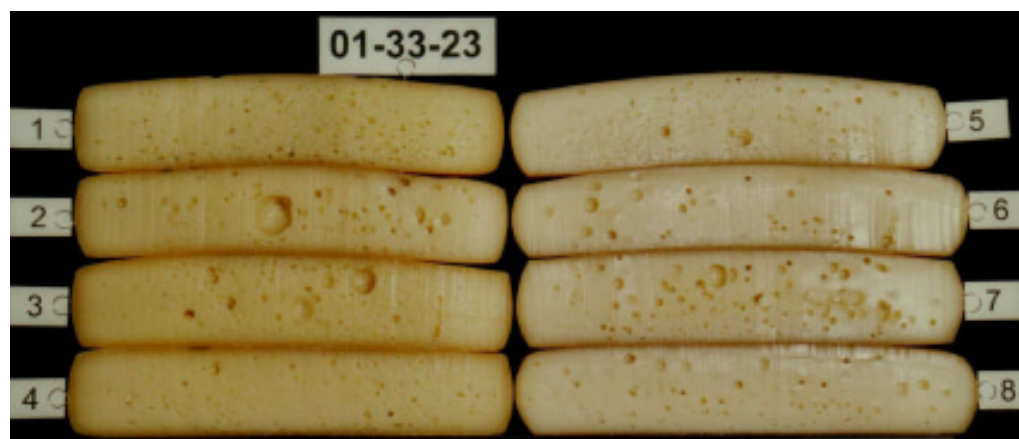


Abbildung 2: Schnittbild der Käse ohne (links) bzw. mit (rechts) Zigerzusatz

Der Zusatz von Ziger in die Kessmilch wirkte sich bei allen Qualitätskriterien positiv aus. Die Zugabe des Zigers führte - wie angestrebt - zu einem kürzeren und weicherem Käseteig. Der Teig war auch deutlich heller (weniger gelb).

Im Unterschied zu den ersten Versuchen war bei den Ziger-Käsen keine Marmorierung des Käseteiges mehr festzustellen. Die zusätzliche Homogenisierung zeigte demnach die erhoffte Wirkung.

Tabelle 9: Beurteilung des Teiges (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale			
			Teig [1=sehr schlecht 4=genügend 6=sehr gut]	Teiglänge [1=sehr kurz 4=normal 7=sehr lang]	Teigfestigkeit [1=sehr weich 4=normal 7=sehr fest]	gelb [1=ja 0=nein]
Zigerzusatz	nein	4	4.0	5.8	5.6	0.4
	ja	4	5.2	5.2	3.9	0.0
Kultur	RMK 401	4	4.5	5.4	4.8	0.2
	RMK 291	4	4.7	5.6	4.8	0.2
Wasserzusatz	10 L	4	4.6	5.3	4.9	0.2
	20 L	4	4.6	5.7	4.7	0.2
Varianzanalyse	Zigerzusatz		***		***	**
	Kultur		*			
	Wasserzusatz					

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

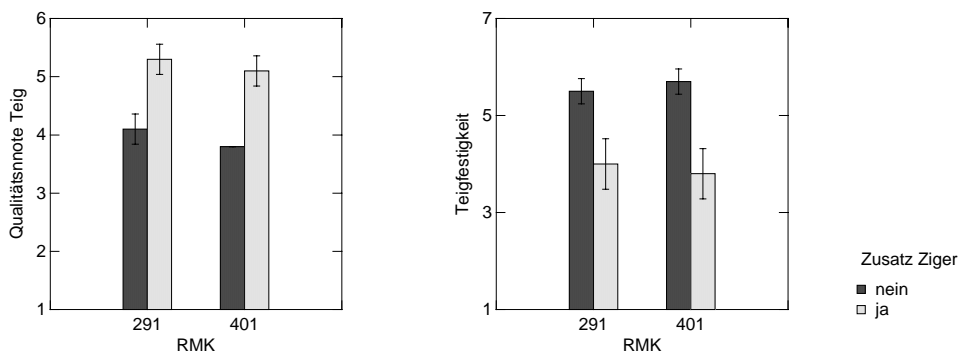


Abbildung 3: Qualitätsnote Teig und Teigfestigkeit in Abhängigkeit vom Ziger und von der Rohmischkultur (Interaction-Plot, Mittelwert und Standardabweichung)

Das intensive Gärgeschehen (siehe Tabelle 6) wirkte sich bei den Ziger-Käsen nicht etwa negativ auf das Aroma aus, ganz im Gegenteil: die Käse waren deutlich aromatischer und nur 40 % der Experten fanden ein leichtes Fehl aroma. Trotz des höheren Wassergehaltes waren die Käse mit dem Ziger-Zusatz

weniger bitter. Es ist denkbar, dass die deutliche höhere Aromaintensität die Bitterkeit zu überdecken vermochte. Auch die RMK 291 führte im Vergleich zur RMK 401 zu einer kleineren Bitterkeit.

Die höhere Aromaintensität ermöglicht eine Verkürzung der Reifungszeit um schätzungsweise 20 - 30 %.

Tabelle 10: Beurteilung des Aromas (Mittelwerte und Varianzanalyse)

Faktoren	Stufen	N	Prüfmerkmale			
			Aroma [1=sehr schlecht 4=genügend 6=sehr gut]	Aroma-intensität [1=fad 4=normal 7=sehr aromatisch]	Fehl aroma [0=kein 1=leicht 2=stark]	bitter [0=nicht bitter 4=sehr stark bitter]
Zigerzusatz	nein	4	3.8	4.4	1.0	1.7
	ja	4	5.3	5.3	0.4	0.7
Kultur	RMK 401	4	4.4	5.0	0.7	1.5
	RMK 291	4	4.7	4.7	0.7	0.9
Wasserszusatz	10 L	4	4.6	4.8	0.7	1.2
	20 L	4	4.5	4.9	0.7	1.2
Varianz-analyse	Zigerzusatz		***	*	**	**
	Kultur		*			*
	Wasserszusatz					

* = signifikanter Effekt ($p \leq 0.05$) / ** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.01$) / *** = signifikanter Effekt ($p \leq 0.001$) / + = knapp nicht signifikant ($p \leq 0.10$)

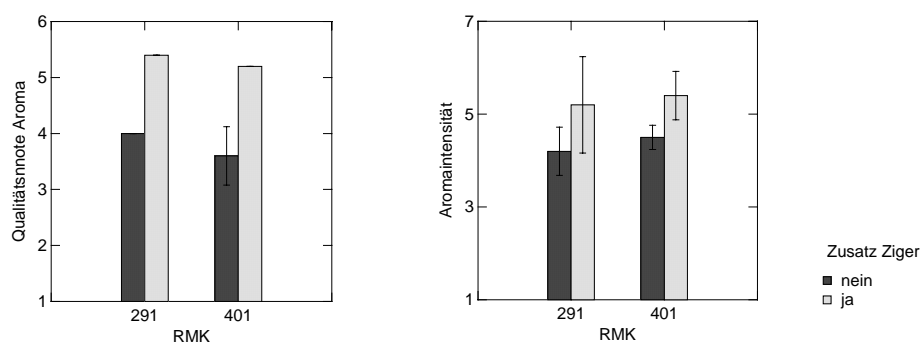


Abbildung 4: Qualitätsnote Aroma und Aromaintensität in Abhängigkeit vom Ziger und von der Rohmischkultur (Interaction-Plot, Mittelwert und Standardabweichung)

Folgerungen

a) technologisch

Auf Grund der Zusammensetzung der Molke kann gefolgert werden, dass die über den Ziger zugegebenen (denaturierten) Molkenproteine vollständig in die Kaseinmatrix des Käses integriert werden.

Die zugesetzte Menge Ziger war im Vergleich zu früheren Versuchen deutlich kleiner, da nur 40 % der Molke verzigert wurde. Diese Menge führte zu Käsen, welche die Experten bei allen Qualitätskriterien zu überzeugen vermochten. Dieses Verfahren stellt demnach eine gute Basis für die Umsetzung in die Praxis dar.

Das gewählte Vorgehen mit einer doppelten Homogenisierung des Zigers in Wasser (Stabmixer und Homogenisator) führt zu einer genügend feinen Verteilung des Zigers im Käseteig: im Unterschied zu früheren Versuchen konnte keine Marmorierung mehr festgestellt werden.

Bei weiteren Versuchen empfiehlt sich der Einsatz der RMK 291 und der Zusatz von 20 Liter Wasser beim Bruchwaschen. Käse mit Zusatz von Ziger haben ein höheres Risiko für eine Sekundärgärung.

b) wirtschaftlich

Mit der gewählten Technologie werden die Rohstoffkosten beim Zusatz von Ziger um ca. 6 % vermindert.

Die höhere Aromaintensität ermöglicht bei den Ziger-Käsen eine Verkürzung der Reifungszeit um schätzungsweise 20 - 30 %.

Mit der deutlich besseren Qualität kann bei den Ziger-Käsen sicher auch ein höherer Marktpreis ins Auge gefasst werden.

Literatur

- (1) Jenzer P., Schafroth K., Bachmann H.P.: Mit Ziger den Molkenprotein-Anteil erhöhen. Schweizerische Milchzeitung 126, 9- (1999)
- (2) Bachmann H.P. : Zusatz von Ziger in die Kessmilch bei der Fabrikation von halbhartem Viertelfettkäse. Interner Bericht FAM 10 (2001)
- (3) Schafroth K., Bachmann H.P.: Ziger führt zu weicherem Käseteig. Schweizerische Milchzeitung 127, 9- (2001)
- (4) Steffl A.: Weichkäse mit partikulierten Molkenproteinen. Dt.Molkerei-Ztg.Lebensmittelindustrie Milchwirt., 182-187 (1999)
- (5) Schreiber R., Neuhauser S., Schindler S., Kessler H.G.: Einbau von Molkenprotein-Aggregaten in Schnittkäse, 1.Teil: Prozessoptimierung. Dt.Milchwirt. 49, 958-962 (1998)