Ueber die L(+)- und D(-)-Milchsäurekonzentrationen von Joghurts verschiedener Fettgehalte

Autor(en): **Blumenthal, A. / Helbling, J. / Weymuth, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **64 (1973)**

Heft 3

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982296

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ueber die L(+)- und D(—)- Milchsäurekonzentrationen von Joghurts verschiedener Fettgehalte

A. Blumenthal, J. Helbling und *H. Weymuth*
Aus dem Zentral-Laboratorium des Migros-Genossenschafts-Bundes (MGB) Zürich

1. Einleitung

In einer ersten Arbeit konnten wir zeigen, daß ein Zuckerzusatz zu Vollmilch die Fermentation des Milchzuckers zu L(+)- und D(—)- Milchsäure beeinflußt (1).

Es interessierte uns nun, ob auch verschiedene Fettgehalte der Milch Aenderungen der Konzentrationen beider optischen Formen in den Fertigprodukten bewirken.

In der Schweiz sind nach der Lebensmittelverordnung für Joghurts die folgenden Fettstufen zulässig (Art. 75; Abs. 2 der LVO):

Magermilchjoghurt	max.	0,5 % Milchfett
Joghurt aus teilentrahmter Milch		2,0 % Milchfett
Vollmilchjoghurt	mind.	3,5 % Milchfett

Unsere Untersuchungen konzentrierten sich deshalb auch auf diese Fettstufen.

2. Untersuchungsmaterial

In die Untersuchung wurden einbezogen:

2.1 Selbsthergestellte Joghurts aus Milch mit 0 %, 1 %, 2 %, 2,8 % und 3,8 % Milchfett; bei 38 ° C und 43 ° C fermentiert.

2.2 Selbsthergestellte Joghurts aus Milch mit 0 % Milchfett, mit und ohne Zusatz von 5 % Magermilchpulver; bei 38 ° C und 43 ° C fermentiert.

2.3 Joghurts mit 0 %, 2 % und 3,8 % Milchfett aus der Großproduktion direkt nach der Fabrikation sowie dem Handel entnommen.

Fermentiert wurden alle Produkte mit den in der Schweiz üblichen Mikroorganismen, Lactobacillus bulgaricus und Streptococcus thermophilus.

3. Untersuchungsmethoden

Zur quantitativen Bestimmung der L(+)- und D(—)-Milchsäure wurden die bekannten enzymatischen Methoden herangezogen. Da genau nach Vorschrift gearbeitet wurde, sei auf deren Wiedergabe an dieser Stelle verzichtet (2).

4. Ergebnisse eigener Fermentationsversuche

4.1 *Fermentation von Milch verschiedener Fettgehalte bei 43 ° C*

Wir fermentierten Milch mit 0 %, 1 %, 2 %, 2,8 %, 3,8 % Fettgehalt direkt in Polystyrolbechern. Beimpft wurde mit 1,5 % Kultur (Verhältnis Lb. bugaricus zu Str. thermophilus 1 : 1).

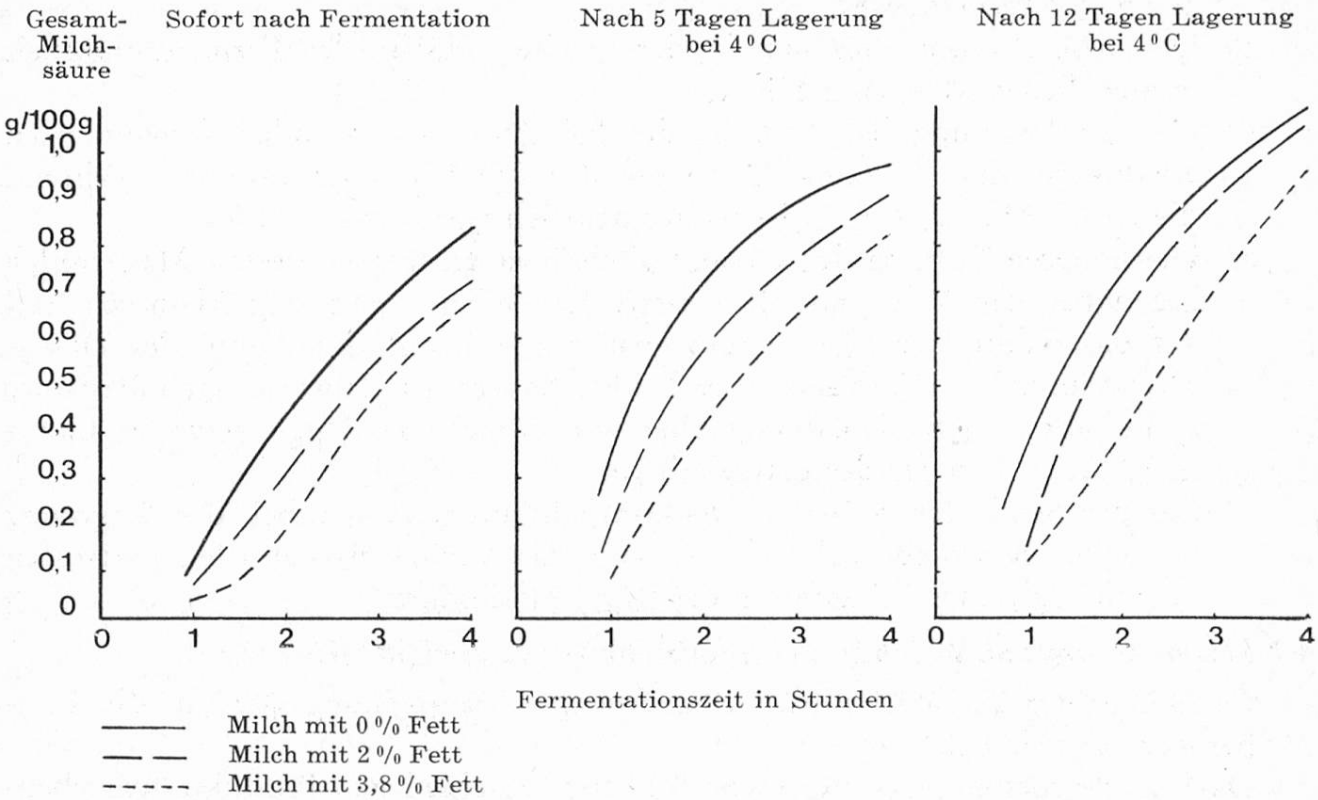
Beginnend nach einer Bebrütungszeit von 60 Minuten wurde jede Stunde bei je einer Probe der verschiedenen Fettgehalte die Fermentation durch Abkühlen auf 4 ° C abgebrochen. Die Muster wurden sofort auf ihren D(—)- und L(+)-Milchsäuregehalt untersucht, anschließend bei 4 ° C gelagert und nochmals nach 5 und 12 Tagen Lagerung analysiert.
Mikroskopisch entsprach die Joghurt-Flora den bekannten Angaben der Literatur:
Anfänglich starkes Ueberwiegen der Str. thermophilus (ca. 10 : 1 nach 1 Stunde, wenig Kultur vorhanden; ca. 5 : 1 nach 2 Stunden), nach 3—4 Stunden ein Verhältnis von ca. 1 : 1 der beiden Arten. Ein ins Auge springender Unterschied bei den Kulturen der verschiedenen Fettstufen wurde jedenfalls nicht festgestellt.
Die ermittelten Milchsäurekonzentrationen ergaben die in Tabelle 1 zusammengestellten Werte, wobei der besseren Uebersicht wegen die Resultate für 1 % und 2,8 % Milchfett, die für die Praxis keine Rolle spielen, weggelassen wurden.

Milchsäuregehalte

		L(+)-Milchsäure g/100 g			D(—)-Milchsäure g/100 g		
	Fermentationszeit	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C
Milch mit 0 % Fett	1 Std.	0,08	0,29	0,31	0,04	0,05	0,05
	2 Std.	0,39	0,55	0,55	0,06	0,18	0,19
	3 Std.	0,49	0,56	0,63	0,16	0,32	0,33
	4 Std.	0,55	0,60	0,64	0,29	0,37	0,45
Milch mit 2 % Fett	1 Std.	0,06	0,15	0,14	0,01	0,04	0,02
	2 Std.	0,26	0,46	0,53	0,04	0,11	0,12
	3 Std.	0,46	0,54	0,62	0,11	0,18	0,27
	4 Std.	0,54	0,60	0,65	0,18	0,31	0,40
Milch mit 3,8 % Fett	1 Std.	0,03	0,07	0,09	0,01	0,01	0,03
	2 Std.	0,15	0,34	0,31	0,02	0,08	0,07
	3 Std.	0,41	0,48	0,53	0,09	0,17	0,18
	4 Std.	0,52	0,56	0,65	0,16	0,26	0,30

Aus der Vielfalt der Möglichkeiten der graphischen Darstellung obiger Zahlen sei nur eine ausgewählt, nämlich die Gesamtmilchsäuregehalte in Relation zur Fermentationszeit, sofort nach der Fermentation und nach 5, bzw. 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C.

Abb. 1. Gesamtmilchsäuregehalte in Relation zur Fermentationszeit



Werden die Werte der L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen der 4 Stunden fermentierten Produkte im Verhältnis zueinander ausgedrückt, ergibt sich folgendes Bild:

L(+)-Milchsäure : D(—)-Milchsäure

	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C
0 % Fett	1,9 : 1	1,6 : 1	1,4 : 1
2 % Fett	3,0 : 1	1,9 : 1	1,6 : 1
3,8 % Fett	3,3 : 1	2,2 : 1	2,2 : 1

Diskussion der erhaltenen Resultate von 4.1

a) Unter gleichen Bedingungen beginnt die Milchsäureproduktion um so schneller einzusetzen und erreicht um so höhere Werte, je tiefer die Fettgehalte der Milch sind. Bei der Lagerung bei 4 ° C steigt die Gesamtmilchsäure bei allen Produkten ungefähr im selben Rahmen an, sodaß keine Ausgleichung stattfindet.

b) Entsprechend der anfänglich schnelleren Vermehrung von Str. thermophilus bei 43 ° C steigt der L(+)-Milchsäuregehalt in den ersten Stunden

stark an, erreicht die Größenordnung von 0,6 g/100 g und nimmt nachher nur noch bescheiden zu.

c) D(—)-Milchsäure wird erst in der zweiten Hälfte der Fermentationszeit in merklichen Mengen gebildet.

d) Bei der Lagerung bei 4 ° C findet bei den 3—4 Stunden fermentierten Produkten eine langsame Zunahme der L(+)-Milchsäure statt, während die D(—)-Milchsäuregehalte weiter deutlich ansteigen.

e) Die höheren Gehalte der Gesamtmilchsäure der fermentierten Magermilch gegenüber der Milch mit 2 %, bzw. 3,8 % Fett, geht zum kleineren Teil auf das Konto der L(+)-, zum größeren Teil auf das Konto der D(—)-Milchsäure. Das Verhältnis der beiden Säuren ist daher je nach Fettstufe nicht sehr verschieden, lautet aber um so mehr zu Ungunsten der L(+)-Milchsäure, je tiefer der Fettgehalt ist.
Entsprechend der höheren D(—)-Milchsäurezunahme bei der Lagerung bei 4 ° C verschiebt sich mit der Zeit das Verhältnis bei allen Fettstufen ungefähr gleich zu Ungunsten der L(+)-Milchsäure.

4.2 *Fermentation von Milch verschiedener Fettstufen bei 38 ° C*

Gegenüber der unter 4.1 niedergelegten Versuchsanordnung war nur die Temperatur verschieden.
Das sich ergebende mikroskopische Bild der verschiedenen Produkte war ebenfalls praktisch gleich.

Nachstehend die Ergebnisse in Tabellenform:

Milchsäuregehalte

		L(+)-Milchsäure g/100 g			D(—)-Milchsäure g/100 g		
	Fermentationszeit	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C
Milch mit 0 % Fett	2 Std.	0,21	0,45	0,54	0,01	0,07	0,08
	3 Std.	0,43	0,50	0,65	0,07	0,14	0,18
	4 Std.	0,48	0,53	0,64	0,15	0,18	0,28
	5 Std.	0,71	—	—	0,30	—	—
Milch mit 2 % Fett	2 Std.	0,25	0,50	0,45	0,03	0,09	0,10
	3 Std.	0,45	0,52	0,62	0,11	0,14	0,21
	4 Std.	0,48	0,60	0,66	0,18	0,24	0,30
	5 Std.	0,69	—	—	0,31	—	—
Milch mit 3,8 % Fett	2 Std.	0,24	0,53	0,50	0,05	0,06	0,10
	3 Std.	0,44	0,56	0,59	0,14	0,18	0,22
	4 Std.	0,52	0,54	0,64	0,17	0,26	0,32
	5 Std.	0,70	—	—	0,33	—	—

Die Resultate der L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen der 4 Stunden fermentierten Produkte als Verhältnis zueinander ausgedrückt, ergibt die nachstehenden Werte:

L(+)-Milchsäure : D(—)-Milchsäure

	Sofort nach Fermentation	Nach 5 Tagen Lagerung bei 4 ° C	Nach 12 Tagen Lagerung bei 4 ° C
0 % Fett	3,2 : 1	2,9 : 1	2,2 : 1
2 % Fett	2,7 : 1	2,5 : 1	2,2 : 1
3,8 % Fett	3,1 : 1	2,2 : 1	2,0 : 1

Diskussion der erhaltenen Resultate von 4.2

a) Unter gleichen Bedingungen beeinflussen die Fettgehalte der Milch weder den Beginn der Milchsäureproduktion merklich noch deren Konzentration.
b) Die unter 4.1 b, c und d gemachten Feststellungen betreffend die Bildung von L(+)-, bzw. D(—)-Milchsäure während der Fermentation und Lagerung treffen auch hier zu.
c) Das Verhältnis von L(+)- zu D(—)-Milchsäure ist bei allen Fettstufen nahezu identisch. Es verschiebt sich, entsprechend der höheren D(—)-Milchsäurezunahme bei der Lagerung bei 4 ° C bei allen Fettstufen ungefähr gleich zu Ungunsten der L(+)-Milchsäure.

4.3 *Fermentation von Magermilch bei 43 ° C, mit und ohne Zusatz von Magermilchpulver*

Nach Art. 75, Abs. 3 der Eidgenössischen Lebensmittelverordnung müssen Joghurts aller Fettstufen eine fettfreie Milchtrockenmasse von mindestens 9 % aufweisen. Um dies zu gewährleisten, aber auch um eine festere Konsistenz der Produkte zu erzielen, wird die zu fermentierende Milch entweder eingedickt oder mit Magermilchpulver angereichert. Der Zusatz beträgt normalerweise bei Vollmilchjoghurts ca. 1 %, bei teilweise entrahmten Joghurts 2—4 %, bei Magermilchjoghurts ca. 4—6 %.

Wir untersuchten den Einfluß des Magermilchpulvers, indem wir parallel Magermilch ohne und mit 5 % Magermilchpulverzusatz fermentierten. Die Versuchsanordnung war gleich wie unter 4.1 beschrieben, mit der einzigen Ausnahme, daß die Produkte nur nach 8 Tagen Lagerung bei 4 ° C untersucht wurden.

Das verwendete Magermilchpulver enthielt keine meßbaren Mengen von D(—)- und L(+)-Milchsäure.

Nachstehend die Resultate einer Versuchsreihe.

Milchsäuregehalte

		L(+)-Milchsäure g/100 g		D(—)-Milchsäure g/100 g	
	Fermentationszeit	Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 °C	Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 °C
Magermilch ohne Zusatz	1 Stunde	0,05	0,15	0,006	0,02
	2 Stunden	0,28	0,36	0,04	0,10
	3 Stunden	0,51	0,51	0,14	0,25
	4 Stunden	0,52	0,55	0,27	0,40
	5 Stunden	0,56	0,56	0,38	0,51
Magermilch mit 5 % Magermilchpulver	1 Stunde	0,08	0,26	0,01	0,06
	2 Stunden	0,46	0,71	0,07	0,20
	3 Stunden	0,67	0,75	0,20	0,43
	4 Stunden	0,71	0,77	0,40	0,50
	5 Stunden	0,74	0,77	0,54	0,65

4.4 *Fermentation von Magermilch bei 38 ° C, mit und ohne Magermilchpulverzusatz*

Die Versuchsverhältnisse waren, mit Ausnahme der Temperatur, gleich wie unter 4.1 beschrieben.

Wir erhielten die folgenden Resultate:

Milchsäuregehalte

		L(+)-Milchsäure g/100 g		D(—)-Milchsäure g/100 g	
	Fermentationszeit	Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 °C	Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 °C
Magermilch ohne Zusatz	1 Stunde	0,02	0,06	0,009	0,003
	2 Stunden	0,06	0,13	0,008	0,05
	3 Stunden	0,26	0,49	0,05	0,14
	4 Stunden	0,46	0,55	0,10	0,20
	5 Stunden	0,53	0,55	0,24	0,32
Magermilch mit 5 % Magermilchpulverzusatz	1 Stunde	0,03	0,06	0,02	0,02
	2 Stunden	0,07	0,21	0,02	0,05
	3 Stunden	0,28	0,57	0,06	0,14
	4 Stunden	0,59	0,73	0,15	0,31
	5 Stunden	0,66	0,75	0,27	0,40

Gegenüberstellung und Diskussion der erhaltenen Resultate von 4.3 und 4.4

Fermentation bei 43 ° C

Schneller Beginn der Fermentation

0,1 g Milchsäure / 100 g nach ca. 1 Stunde

In der mit Magermilchpulver angereicherten Magermilch werden praktisch von Anfang an höhere Milchsäurekonzentrationen produziert als in der normalen Magermilch

Fermentation bei 38 ° C

Langsamer Beginn der Fermentation

0,1 g Milchsäure / 100 g nach ca. 2 Stunden

In der mit Magermilchpulver angereicherten Magermilch werden erst ab ca. 3 Stunden höhere Milchsäurekonzentrationen produziert als in der normalen Magermilch

L(+)- : D(—)-Milchsäure			L(+)- : D(—)-Milchsäure		
	Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 ° C		Sofort nach Fermentation	Nach 8 Tagen Lagerung bei 4 ° C
Normale Magermilch (5 Stunden fermentiert)	1,4 : 1	1,1 : 1	Normale Magermilch (5 Stunden fermentiert)	2,1 : 1	1,7 : 1
Mit 5 % Magermilchpulver angereicherte Magermilch (5 Stunden fermentiert)	1,4 : 1	1,1 : 1	Mit 5 % Magermilchpulver angereicherte Magermilch (5 Stunden fermentiert)	2,4 : 1	1,9 : 1

Die höheren Milchsäurekonzentrationen in den mit Magermilchpulver angereicherten Produkten verteilen sich proportional, wie obige Zahlen zeigen, auf das Konto beider optischen Formen.
Entsprechend den optimalen Wachstumsbedingungen, (Str.thermophilus 38 bis 43 ° C, Lb.bulgaricus 40—45 ° C), ergibt das Verhältnis L(+)- zu D(—)-Milchsäure bei der tieferen Temperatur höhere Werte.
Bei der Lagerung bei 4 ° C findet eine gleichmäßige Verschiebung des Verhältnisses zu Ungunsten der L(+)-Milchsäure statt.
Die graphischen Darstellungen der ermittelten Werte veranschaulichen die vorhergehenden Ausführungen.

Abb. 2. Fermentation von Magermilch bei 43 ° C

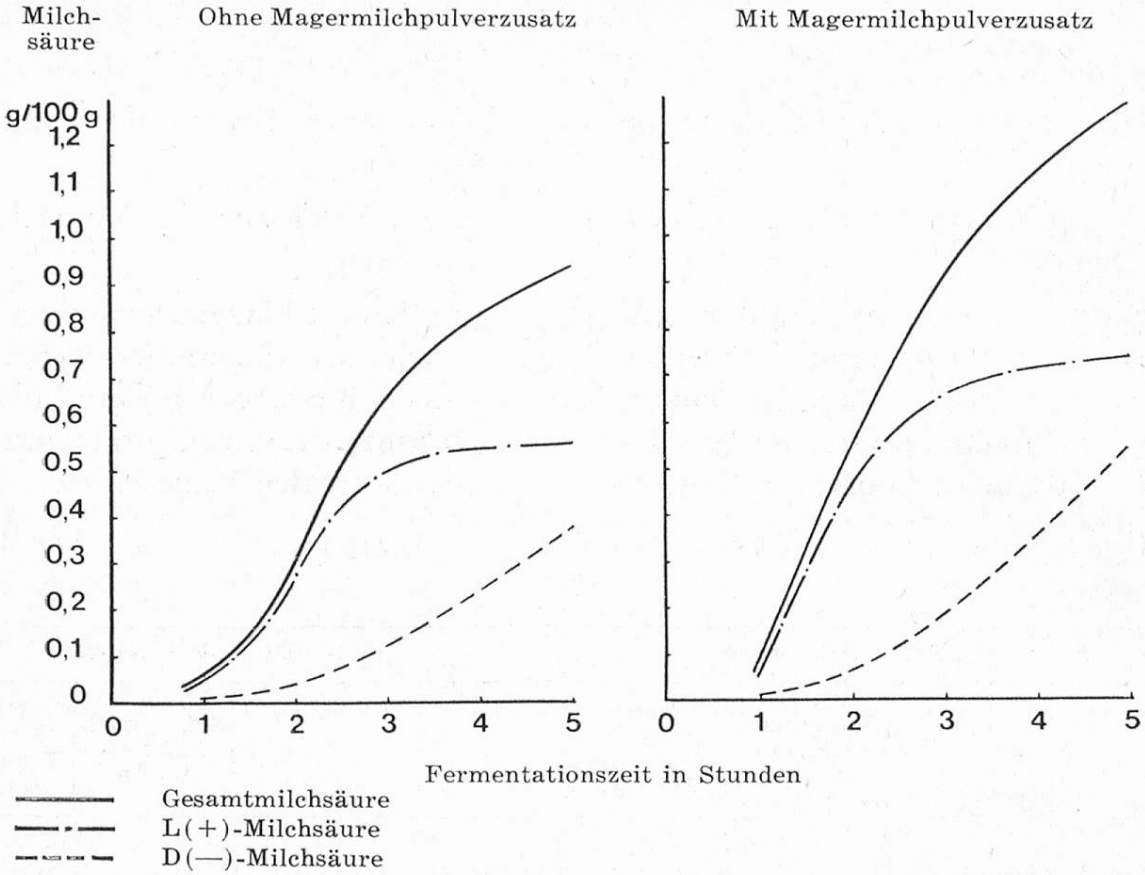
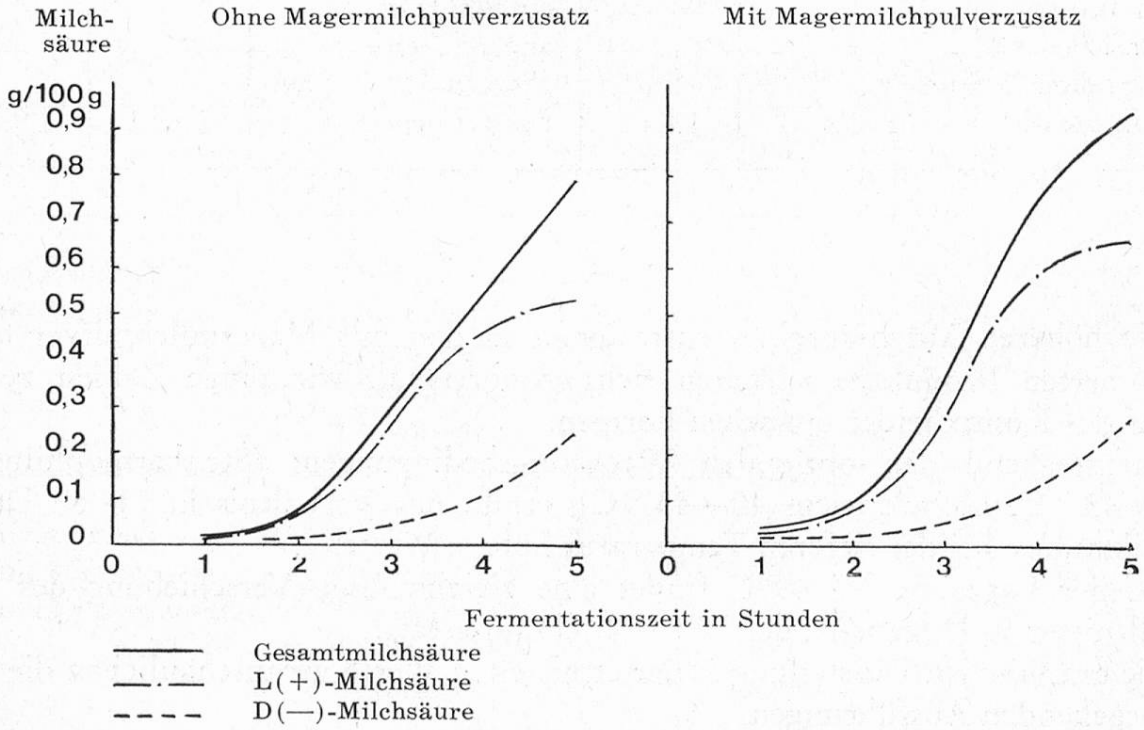


Abb. 3. Fermentation von Magermilch bei 38 ° C



5. *Ergebnisse von Joghurts aus Großproduktion und Handel*

5.1 *Direkt der industriellen Großfabrikation entnommene Joghurts*

Wir erhoben Vollmilch- und Magermilchjoghurts direkt nach Abschluß der Fabrikation, lagerten sie bei 4 °C und verfolgten während 10 Tagen die Veränderungen des pH, des Säuregrades und der L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen. Gleichzeitig wurden Degustationen durchgeführt, um die Relation zwischen der Sensorik und den erhaltenen Meßwerten zu ermitteln.

5.1.1 Joghurts aus Magermilch

Lagerzeit nach Fermentationsende	pH	S°SH	Milchsäure g/100 g			L(+) : D(—) Milchsäure	Degustationsbefund
			L(+)-	D(—)-	Total		
6 Stunden	4,46	50,0	0,70	0,20	0,90	3,5 : 1	mild, wenig sauer
22 Stunden	4,45	51,2	0,72	0,21	0,93	3,4 : 1	mild, wenig sauer
30 Stunden	4,43	52,4	0,72	0,22	0,94	3,3 : 1	mäßig sauer
2 Tage	4,37	52,6	0,76	0,23	0,99	3,3 : 1	mäßig sauer
3 Tage	4,28	54,4	0,78	0,24	1,02	3,2 : 1	angenehm sauer
6 Tage	4,27	55,2	0,83	0,25	1,08	3,3 : 1	angenehm sauer
7 Tage	4,19	59,2	0,85	0,26	1,11	3,3 : 1	angenehm sauer
8 Tage	4,16	60,0	0,85	0,27	1,12	3,2 : 1	angenehm sauer
9 Tage	4,15	60,8	0,86	0,28	1,14	3,1 : 1	etwas zu sauer
10 Tage	4,14	61,2	0,88	0,29	1,17	3,0 : 1	etwas zu sauer

5.1.2 Joghurts aus Vollmilch

Lagerzeit nach Fermentationsende	pH	S°SH	Milchsäure g/100 g			L(+) : D(—) Milchsäure	Degustationsbefund
			L(+)-	D(—)-	Total		
6 Stunden	4,36	38,6	0,57	0,16	0,73	3,6 : 1	sehr mild
22 Stunden	4,33	40,4	0,57	0,16	0,73	3,6 : 1	mild
30 Stunden	4,27	40,6	0,60	0,17	0,77	3,5 : 1	mild, wenig sauer
2 Tage	4,25	40,8	0,61	0,17	0,78	3,5 : 1	wenig sauer
3 Tage	4,23	42,0	0,62	0,20	0,82	3,1 : 1	angenehm sauer
6 Tage	4,23	44,4	0,64	0,20	0,84	3,2 : 1	angenehm sauer
7 Tage	4,13	45,2	0,64	0,22	0,86	2,9 : 1	angenehm sauer
8 Tage	4,10	46,4	0,66	0,22	0,88	3,0 : 1	angenehm sauer
9 Tage	4,08	46,8	0,67	0,23	0,90	2,9 : 1	angenehm sauer
10 Tage	4,05	47,2	0,68	0,23	0,91	2,9 : 1	angenehm sauer

Diskussion der erhaltenen Resultate von 5.1.1 und 5.1.2

Vergleicht man die vorstehenden Ergebnisse, so fällt vor allem folgendes auf: Die Abnahme des pH im Verhältnis zur Zunahme des Säuregrades verläuft bei beiden Produkten verschieden. Bei gleichem pH ist der Säuregrad und die Gesamtmilchsäure beim Magermilchjoghurt deutlich höher. Dies ist sehr wahrscheinlich auf die puffernde Wirkung des Mineralsalzgehaltes des größeren Zusatzes von Magermilchpulver zurückzuführen.

Die sensorischen Prüfungen ergaben: Joghurts mit pH über ca. 4,25 werden generell als mild, zu wenig sauer, beim Magermilchjoghurt teilweise als leer bezeichnet. Magermilchjoghurts mit pH im Bereich zwischen 4,25 und 4,15 wurden als angenehm sauer taxiert, bei pH unter 4,15 als zu sauer. Demgegenüber wurden Vollmilchjoghurts im Bereich von pH 4,25 bis 4,05 als angenehm sauer beurteilt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Vollmilchjoghurts vorzugsweise einen pH zwischen 4,25 und 4,05, entsprechend einer Gesamtmilchsäurekonzentration von ca. 0,75—0,9 g / 100 g aufweisen sollen; Magermilchjoghurts demgegenüber einen pH-Bereich von ca. 4,25—4,15, entsprechend einer Gesamtmilchsäurekonzentration von ca. 1,0—1,1 g / 100 g.

5.2 Dem Handel entnommene Joghurts

An je 5 Proben ermittelten wir die folgenden Werte:

	Probe	L(+)-Milchsäure g/100 g	D(—)-Milchsäure g/100 g	Gesamtmilchsäure g/100 g	L(+)- : D(—)-Milchsäure
Joghurt mit 0 % Fett	1	0,81	0,26	1,07	3,1 : 1
	2	0,78	0,30	1,08	2,6 : 1
	3	0,82	0,29	1,11	2,8 : 1
	4	0,87	0,31	1,18	2,8 : 1
	5	0,72	0,52	1,24	1,4 : 1
Joghurt mit 2 % Fett	1	0,77	0,34	1,11	2,3 : 1
	2	0,82	0,33	1,15	2,5 : 1
	3	0,72	0,60	1,32	1,2 : 1
	4	0,82	0,50	1,32	1,6 : 1
	5	0,80	0,61	1,42	1,3 : 1

Die oben ermittelten Zahlen lassen auf Grund unserer Untersuchungen die nachstehenden Schlußfolgerungen zu:

Verhältnisse von L(+)- : D(—)-Milchsäure von kleiner als 2 : 1 sind augenscheinlich mit einer erhöhten Gesamtmilchsäuremenge verbunden, zurückzuführen auf eine erhöhte D(—)-Milchsäurekonzentration.

Dies läßt auf Unzulänglichkeiten bei der Produktion — zu lange Bebrütungszeit, zu hohe Bebrütungstemperatur — oder bei der Lagerung — zu lange Lagerung, ungenügende Kühlung — schließen.

Schlußfolgerungen

Bei einer Fermentationstemperatur von 38 ° C konnte kein Einfluß der Fettgehalte der Milch auf die L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen der Endprodukte festgestellt werden. Demgegenüber ergab die Fermentation bei 43 ° C um so höhere Werte beider optischer Formen, je tiefer der Fettgehalt lag.

Das Verhältnis L(+)- zu D(—)-Milchsäure ist, bedingt durch die verschiedenen optimalen Wachstumsbedingungen der verwendeten Mikroorganismen, temperaturabhängig, jedoch von Fettstufe zu Fettstufe nicht sehr verschieden. Während der Lagerung bei 4 ° C verschiebt sich das Verhältnis immer zu Ungunsten der L(+)-Milchsäure, entsprechend der höheren D(—)-Milchsäurezunahme unter diesen Bedingungen.

Eine Anreicherung der Magermilch mit Magermilchpulver bewirkt gegenüber normaler Magermilch generell eine schnellere und höhere L(+)- und D(—)-Milchsäureproduktion. Bei der Fermentationstemperatur von 43 ° C tritt dies sehr bald in Erscheinung, bei 38 ° C aber erst nach ca. 3 Stunden. Da die erhöhten Milchsäuremengen sich proportional auf beide optische Formen verteilen, ist deren Verhältnis wohl temperatur- und lagerdauerbedingt, jedoch unabhängig von einem Zusatz von Magermilchpulver.

Auf Grund von Lagerversuchen und Degustationen großtechnisch hergestellter Joghurts sollen Vollmilchjoghurts einen pH von 4,25—4,05, entsprechend einer Gesamtmilchsäurekonzentration von 0,75—0,9 g / 100 g aufweisen, Magermilchjoghurts einen pH von 4,25—4,15, entsprechend einer Gesamtmilchsäurekonzentration von 1,0—1,1 g / 100 g.

Ferner läßt sich sagen, daß ein Verhältnis von L(+)- zu D(—)-Milchsäure kleiner als 2 : 1 auf Unzulänglichkeiten während der Produktion oder der Lagerung schließen läßt.

Zusammenfassung

Der Einfluß der Fettgehalte auf die L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen von Joghurts wurde an Hand eigener Fermentations- und Lagerungsversuche ermittelt.

Die Fermentation bei 43 ° C ergab um so höhere Werte beider optischer Formen, je tiefer der Fettgehalt war, während bei 38 ° C keine Unterschiede gefunden wurden.

Der Einfluß eines Zusatzes von Magermilchpulver zu Magermilch wurde ebenfalls untersucht. Er bewirkte höhere L(+)- und D(—)- Milchsäurekonzentrationen im Endprodukt, veränderte aber das Verhältnis beider optischer Formen nicht.

Auf Grund von Lagerversuchen und Degustationen großtechnisch hergestellter Joghurts wurden für Vollmilch- und Magermilchjoghurts die optimalen pH-Werte und die entsprechenden Gesamtmilchsäurekonzentrationen ermittelt

Die gewonnenen Erkenntnisse erlauben auf allfällige Unzulänglichkeiten während der Produktion oder der Lagerung zu schließen.

Résumé

L'influence des teneurs en matière grasse sur les concentrations d'acide L(+)- et D(—)-lactique dans les yogourts a été déterminée par des essais de fermentation et d'entreposage. La fermentation à 43 ° C a donné des valeurs d'autant plus élevées des deux formes optiques que la teneur en matière grasse était plus faible, alors qu'on n'a pu constater aucune différence à une température de fermentation de 38 ° C.

L'influence d'une adjonction de poudre de lait écrémé au lait écrémé a été également analysée. Elle a entraîné des concentrations plus élevées d'acide L(+)- et D(—)-lactique dans le produit final, n'a cependant pas modifié le rapport des deux formes optiques.

Se basant sur des essais d'entreposage et des dégustations de yogourts fabriqués de façon industrielle, on a déterminé, pour les yogourts au lait entier et au lait écrémé, les valeurs pH optimales et les concentrations totales correspondantes d'acide lactique.

Les résultats obtenus permettent également de conclure à des insuffisances éventuelles durant la production ou l'entreposage.

Summary

The influence of different fat contents on the concentrations of L(+)- and D(—)-lactic acid in joghurts was studied.

Fermentation at 43 ° C effected increasing amounts of both optical forms with decreasing fat contents, while fermentation at 38 ° C showed no differences.

Furthermore the influence of the addition of skim milk powder to skim milk was examined. It caused higher amounts of L(+)- and D(—)-lactic acid, but did not change their ratio.

On the basis of storage experiments and sensoric tests of commercially manufactured whole milk and skim milk joghurts the optimum pH-values and the corresponding total lactic acid concentrations were determined.

According to the obtained findings, conclusions concerning defects in production and storage can be drawn.

Literatur

1. *Blumenthal, A.* u. *Helbling, J.:* Mitt. Gebiete Lebensm. Hygiene **62**, 159, 1971.
2. Boehringer Mannheim GmbH: Enzymatische Analyse für die Lebensmittelchemie, L-Lactat; D-Lactat.