

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

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 62 (1971)

**Heft:** 2

**Artikel:** Ueber die L(+)- und D(-)-Milchsäurekonzentration verschiedener Sauermilcharten

**Autor:** Blumenthal, A. / Helbling, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983578>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Ueber die L(+)- und D(-)-Milchsäurekonzentration verschiedener Sauermilcharten

*A. Blumenthal und J. Helbling*

Aus dem Zentral-Laboratorium des Migros-Genossenschafts-Bundes (MGB), Zürich

## *Einleitung*

Ueber die ernährungsphysiologische Wirkung der Sauermilcharten, speziell des Joghurts, besteht noch heute keine absolute Klarheit. Nun scheint über die Bedeutung der Milchsäure ebenfalls Ungewißheit zu herrschen, werden doch der D(-)-Milchsäure in größeren Mengen sogar schädigende Eigenschaften zugeschrieben (1). Ohne uns diesbezüglich ein Urteil erlauben zu können oder zu wollen, schien es uns doch angezeigt, die gebräuchlichsten Sauermilcharten auf ihre Gehalte an L(+)- und D(-)-Milchsäure zu untersuchen, dies umso mehr, als in der Literatur nur spärliche und teilweise widersprüchliche Angaben zu finden sind.

## *2. Untersuchungsmaterial*

In die Untersuchung wurde einbezogen:

	fermentiert mit:
Joghurt nature (Fester Joghurt)	Lactobacillus bulgaricus und Streptococcus thermophilus
Joghurt mit Früchten (Rührjoghurt)	wie Joghurt nature
Sauermilch mit 3 % Fett	Streptococcus cremoris, Streptococcus lactis, Leuconostoc citrovorum, Leuconostoc paracitrovorum
Sauermilch mit 12 % Fett	wie Sauermilch mit 3 % Fett
Sauerhalbrahm mit 18 % Fett	wie Sauermilch mit 3 % Fett

Auf die Herstellung dieser Produkte sei nicht näher eingegangen. Bloß folgender Hinweis sei gestattet:

Die Bebrütung der Milch für die Joghurt-Herstellung erfolgt bei 43 ° C. Die Großproduktion des Joghurts nature erfolgt üblicherweise direkt in der Detailverkaufsverpackung, wobei nach Erreichen des gewünschten Säuregrades (ca. 2½ Stunden) die Gärung durch Kühlung abgebrochen wird. Bei Früchtejoghurt wird mit rund 10 % Zucker versetzte Milch in großen Reifetaufsätzen bebrütet. Nach Er-

reichen des gewünschten Säuregrades (ca. 4—5 Stunden) wird die Fruchtmasse zugerührt und gekühlt.

### 3. Untersuchungsmethode

Zur quantitativen Bestimmung der L(+)- und D(—)-Milchsäure wurden enzymatische Methoden herangezogen. Die beiden Milchsäuren werden durch Nicotinamid-adenin-dinucleotid in Anwesenheit der Enzyme L-, bzw. D-Lactat-Dehydrogenase zu Brenztraubensäure oxidiert. Da genau nach Vorschrift gearbeitet wurde, sei auf die Wiedergabe der Methode an dieser Stelle verzichtet (2).

### 4. Untersuchungsergebnisse

#### 4.1 Proben aus dem Handel

Eine erste Untersuchungsreihe an Mustern, die aus dem Handel erhoben wurden, ergab folgende Resultate:

	L(+)-Milchsäure	D(—)-Milchsäure
Joghurt nature	0,53 g/100 g	0,17 g/100 g
Joghurt mit Erdbeeren	0,59 g/100 g	0,43 g/100 g
Sauermilch 3 % Fett	0,66 g/100 g	0,02 g/100 g
Sauermilch 12 % Fett	0,60 g/100 g	0,06 g/100 g
Sauerhalbrahm 18 % Fett	0,54 g/100 g	0,04 g/100 g
Vollmilch	0,01 g/100 g	0,01 g/100 g

Eine Wiederholung dieser Untersuchungen zeigte mit Ausnahme der Joghurts praktisch die gleichen Ergebnisse.

Für Joghurts fanden wir dagegen:

	L(+)-Milchsäure	D(—)-Milchsäure
Joghurt nature	0,62 g/100 g	0,20 g/100 g
Joghurt mit Erdbeeren	0,54 g/100 g	0,33 g/100 g
Joghurt mit Ananas	0,58 g/100 g	0,57 g/100 g
	0,53 g/100 g	0,46 g/100 g
	0,43 g/100 g	0,40 g/100 g

Diese Befunde geben zu den folgenden Bemerkungen Anlaß:

1. Bei Joghurt nature schwankte nach unseren Untersuchungen je nach Probe das Verhältnis von L(+)- zu D(—)-Milchsäure.

2. Bei Rührjoghurt liegen D(—)- und L(+)-Milchsäure in ungefähr gleich großen Mengen vor, während im Joghurt nature L(+)-Milchsäure eindeutig überwiegt.
3. Der Gehalt an Gesamtmilchsäure ist im Früchte-Rührjoghurt merklich höher, speziell wenn man noch in Rechnung stellt, daß der eigentliche Joghurt-Anteil nur ca. 80 % beträgt.

Nach einer Arbeit über die enzymatische Milchsäurebestimmung in Weinen (3), liegen auch in diesen Produkten je nach Abbaugrad der Aepfelsäure variable Anteile an L(+)- und D(—)-Milchsäure vor.

#### 4.2 Eigene Fermentationsversuche

Um uns ein etwas genaueres Bild über die Verhältnisse bei den verschiedenen Joghurt-Arten machen zu können, stellten wir selber eine Reihe von Versuchen an.

##### 4.2.1 Fermentation von Vollmilch bei 43° C

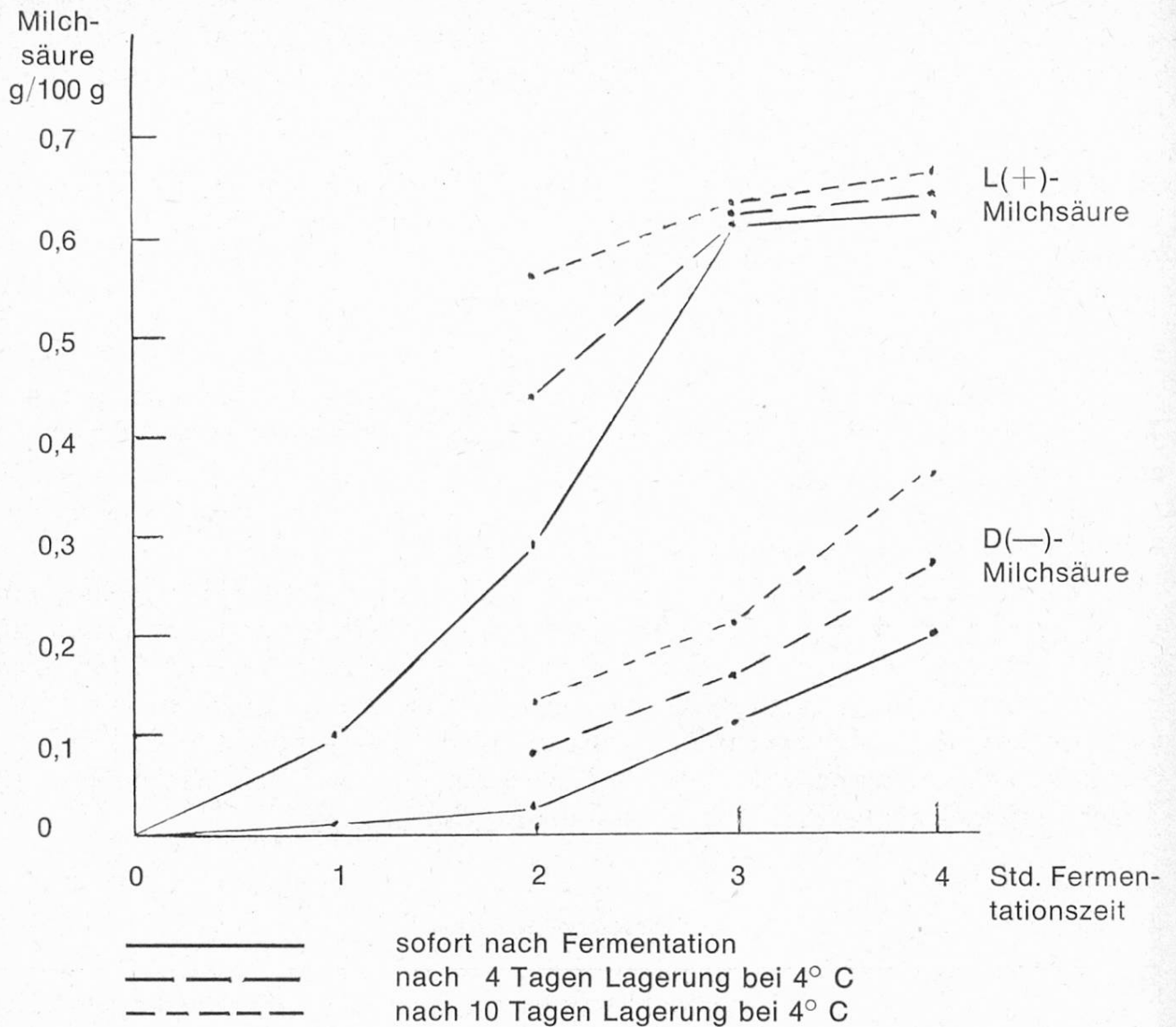
Wir fermentierten Vollmilch bei 43° C direkt in den Joghurt-Polystyrolbechern wobei beimpft wurde mit einer Kultur, in der das Verhältnis von *Lb.bulgaricus* zu *Str.thermophilus* 1:1 war. Beginnend nach einer Bebrütungszeit von 2 Stunden wurde jede Stunde bei einer Probe die Fermentation durch Abkühlen auf 4° C unterbrochen. Alle Muster wurden sofort auf den D(—)- und L(+)-Milchsäuregehalt untersucht, anschließend bei 4° C gelagert und nochmals nach 4 und 10 Tagen Lagerung analysiert. Nachstehend die Ergebnisse:

#### Milchsäure-Gehalte

Fermentationszeit	L(+)-Milchsäure g/100 g			D(—)-Milchsäure g/100 g		
	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4° C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4° C	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4° C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4° C
1 Stunde	0,11	—	—	0,01	—	—
2 Stunden	0,30	0,44	0,56	0,03	0,09	0,13
3 Stunden	0,61	0,62	0,62	0,11	0,16	0,21
4 Stunden	0,61	0,62	0,66	0,20	0,27	0,36

Mikroskopisch entsprach die Joghurt-Flora den bekannten Angaben der Literatur: Anfänglich starkes Ueberwiegen der *Str.thermophilus* (ca. 10:1 nach 1 Stunde, 5:1 nach 2 Stunden), nach 3 Stunden ein Verhältnis von ca. 1:1 der beiden Arten; nach längerer Bebrütungsdauer Ueberwiegen von *Lb.bulgaricus*, ca. 2:1 bis 3:1.

Graphisch präsentieren sich obige Zahlen wie folgt:



Werden die Werte L(+)- und D(-)-Milchsäurekonzentrationen im Verhältnis zueinander ausgedrückt, ergibt sich folgendes Bild:

*L(+)-Milchsäure : D(-)-Milchsäure*

Fermentationszeit	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4° C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4° C
2 Stunden	10 : 1	4,9 : 1	4,3 : 1
3 Stunden	5,7 : 1	3,9 : 1	3,0 : 1
4 Stunden	3,1 : 1	2,3 : 1	1,8 : 1

#### 4.2.2 Fermentation von Vollmilch bei verschiedenen Temperaturen

2 Proben Vollmilch wurden mit einer normalen Joghurt-Kultur bei unüblichen Temperaturen, nämlich bei 38 ° C und 50 ° C zu normal-saurem Joghurt fermentiert. Die Untersuchungen auf die Milchsäuregehalte fanden nach 2- bzw. 16tägiger Lagerung bei 4 ° C statt.

##### Milchsäure-Gehalte

fermentiert bei	L(+)-Milchsäure g/100 g		D(—)-Milchsäure g/100 g	
	nach 2 Tg. Lagerung bei 4 ° C	nach 16 Tg. Lagerung bei 4 ° C	nach 2 Tg. Lagerung bei 4 ° C	nach 16 Tg. Lagerung bei 4 ° C
38 ° C	0,57	0,66	0,15	0,22
50 ° C	0,43	0,43	0,26	0,34

Entsprechend den optimalen Wachstumsbedingungen, *Str.thermophilus* 38 bis 43 ° C, *Lb.bulgaricus* 40—45 ° C, liegt bei praktisch gleicher Menge von Gesamtmilchsäure das Verhältnis von L(+)- zu D(—)-Milchsäure bei der tieferen Fermentationstemperatur bei 3,8:1, bzw. 3:1, während es bei der höheren Fermentationstemperatur 1,65:1, bzw. 1,3:1 beträgt.

Diskussion der unter 4.2.1 und 4.2.2 erhaltenen Resultate

a) Entsprechend der anfänglich schnelleren Vermehrung von *Str.thermophilus* bei einer Fermentationstemperatur von 43 ° C steigt der L(+)-Milchsäuregehalt in den ersten Stunden stark an, erreicht ein Maximum in der Größenordnung von 0,6 g/100 g und verbleibt auch nachher auf dieser Höhe.

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

c) Bei der Lagerung von Joghurt nature bei 4 ° C findet praktisch keine Zunahme der L(+)-Milchsäure mehr statt, während die D(—)-Milchsäure-Gehalte weiter deutlich ansteigen.

d) Bei üblicherweise fermentierten Joghurts nature ist ein Verhältnis L(+)- zu D(—)-Milchsäure von 3:1 bis 4:1 als normal anzusehen. Ein tieferes Verhältnis läßt schließen auf: Zu lange Lagerung, zu hohe Bebrütungstemperatur, zu lange Bebrütungszeit.

#### 4.2.3 Fermentation von Vollmilch mit 10 % Zucker

Wir fermentierten Vollmilch, die mit 10 % Zucker versetzt war, analog der Produktion von Rührjoghurt bei 43 ° C mit einer Kultur, in der das Verhältnis von *Lb.bulgaricus* zu *Str.thermophilus* 1:1 war.

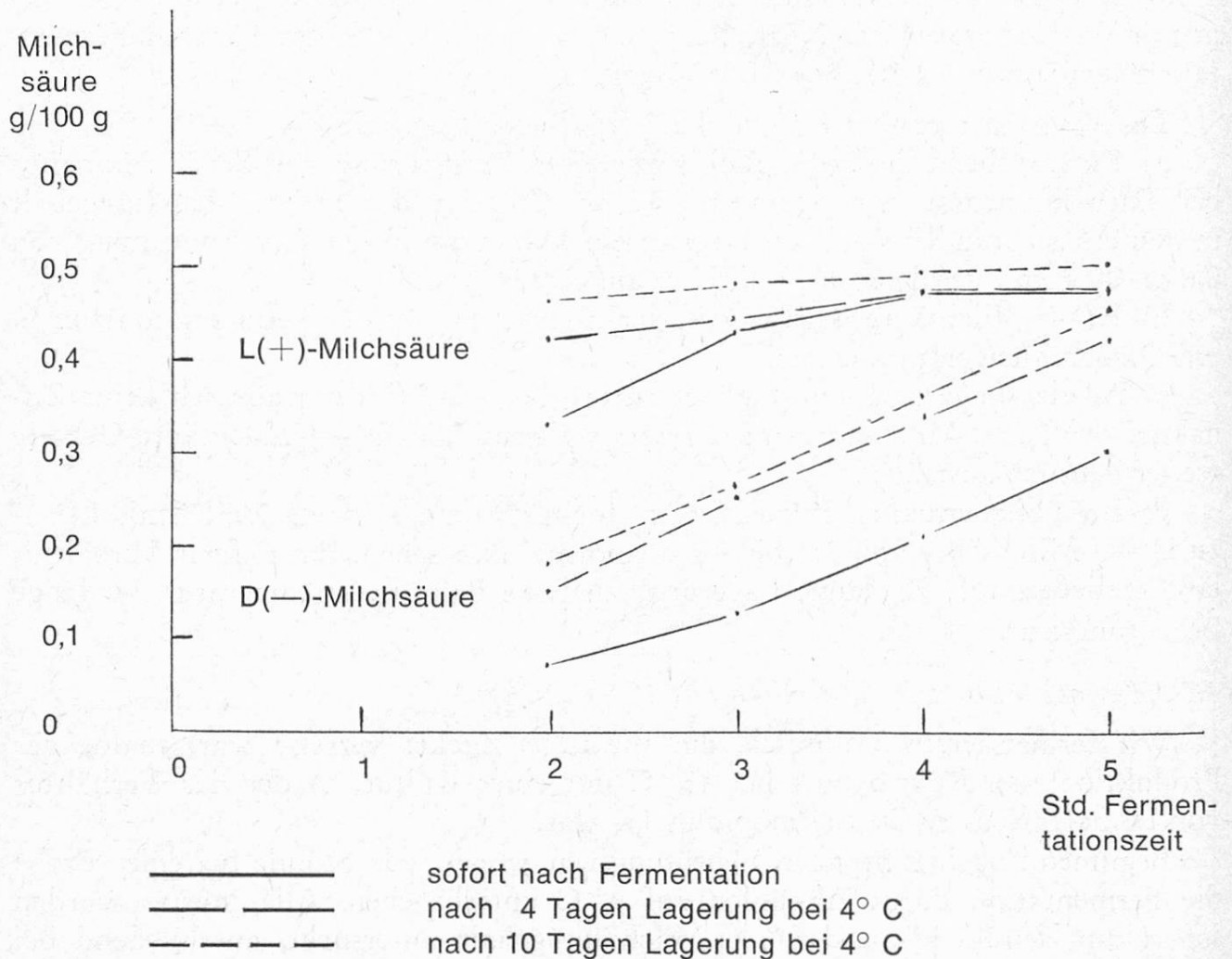
Beginnend nach 2 Stunden Bebrütungszeit wurde jede Stunde bei einer Probe die Fermentation durch Abkühlen auf 4 ° C unterbrochen. Alle Muster wurden sofort auf den L(+)- und D(—)-Milchsäuregehalt untersucht, anschließend bei

4 °C gelagert und nochmals nach 4 und 10 Tagen Lagerung analysiert. Wir fanden folgende Resultate:

*Milchsäure-Gehalte*

Fermentationszeit	L(+)-Milchsäure g/100 g			L(-)-Milchsäure g/100 g		
	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4 °C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4 °C	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4 °C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4 °C
2 Stunden	0,33	0,42	0,45	0,07	0,15	0,18
3 Stunden	0,43	0,43	0,48	0,13	0,25	0,26
4 Stunden	0,47	0,46	0,49	0,21	0,34	0,36
5 Stunden	0,47	0,46	0,50	0,30	0,42	0,46

Mikroskopisch waren die Verhältnisse ähnlich wie bei der Fermentation der Vollmilch ohne Zucker, ohne daß allerdings anfänglich *Str.thermophilus* derart dominierte. Graphisch ergaben sich obige Zahlen folgendes Bild:



Die Konzentration von L(+)- zu D(—)-Milchsäure im Verhältnis zueinander ausgedrückt, ergeben folgende Werte:

*L(+)-Milchsäure : D(—)-Milchsäure*

Fermentationszeit	sofort nach Fermentation	nach 4 Tg. Lagerung bei 4° C	nach 10 Tg. Lagerung bei 4° C
2 Stunden	4,8 : 1	2,8 : 1	2,5 : 1
3 Stunden	3,3 : 1	1,7 : 1	1,8 : 1
4 Stunden	2,2 : 1	1,3 : 1	1,4 : 1
5 Stunden	1,6 : 1	1,1 : 1	1,1 : 1

Diskussion der erhaltenen Resultate von 4.2.3

a) Entsprechend der anfänglich schnelleren Vermehrung von *Str.thermophilus* bei einer Fermentationstemperatur von 43° C steigt der L(+)-Milchsäuregehalt in den ersten Stunden stark an, erreicht ein Maximum in der Größenordnung von ca. 0,45 g/100 g und verbleibt auch nachher auf dieser Höhe. Die Konzentration an L(+)-Milchsäure bleibt in der fermentierten gezuckerten Milch deutlich unter jener der fermentierten ungezuckerten Vollmilch.

b) D(—)-Milchsäure nimmt bei der Fermentation der gezuckerten Vollmilch ungefähr gleich schnell zu wie bei der Fermentation der ungezuckerten.

c) Bei der Lagerung des aus gezuckerter Vollmilch erhaltenen Joghurts bei 4° C findet wie bei Joghurt nature praktisch keine Zunahme der L(+)-Milchsäure statt, während die D(—)-Milchsäuregehalte weiter deutlich ansteigen und zwar ungefähr gleich wie bei Joghurt nature.

d) Beim üblichermaßen hergestellten Rührjoghurt ist ein Verhältnis (L(+)-Milchsäure zu D(—)-Milchsäure von 1,8:1 bis 1,1:1 als normal anzusehen. Die Befunde aus den eigenen Fermentationsversuchen decken sich mit jenen, die an aus dem Handel erhobenen Rührjoghurts ermittelt wurden.

*5. Schlußfolgerungen*

1. Joghurts nature, bei denen eine Gesamtmilchsäure von 0,7—0,85 g/100 g üblich und dem heutigen Geschmack angepaßt ist, weisen im Normalfall ein Verhältnis der Konzentrationen von L(+)- zu D(—)-Milchsäure von 3:1 bis 4:1 auf.

Wesentlich andere Werte lassen auf Mängel bei Produktion oder Lagerung schließen.

2. Rührjoghurts, bei denen üblicherweise eine 10 % Zucker enthaltende Vollmilch fermentiert wird, weisen im Normalfall eine Gesamtmilchsäure von 0,9 bis 1,1 g/100 g auf.



Das Verhältnis der Konzentrationen von L(+)- zu D(—)-Milchsäure liegt zwischen 1,8:1 bis 1,1:1.

Herrn *Hans Weymuth* sei auch an dieser Stelle für die gewissenhafte Durchführung der Fermentationsversuche und die mikroskopische Beurteilung der Joghurt-Kulturen bestens gedankt.

### *Zusammenfassung*

Die bei den verschiedenen Sauermilcharten ermittelten L(+)- und D(—)-Milchsäurekonzentrationen werden mitgeteilt. An Hand einiger Fermentations- und Lagerungsversuche werden die Unterschiede von Joghurt nature zu Rührjoghurt aufgezeigt. Es ergab sich, daß je nach Fermentationsart die Verhältnisse der Konzentrationen von L(+)- zu D(—)-Milchsäure verschieden sind, jedoch nur innerhalb enger Grenzen schwanken. Abweichungen weisen auf Mängel bei Produktion oder Lagerung hin.

### *Résumé*

Les concentrations d'acide L(+)- et D(—)-lactique mesurées dans divers laits fermentés sont communiquées. Des essais concernant la fermentation et le stockage ont montré les différences entre le yogourt nature et des yogourts brassés. Les résultats ont prouvé que le rapport des concentrations d'acide L(+) à D(—)-lactique varie suivant le genre de fermentation, les variations toutefois se situent à l'intérieur de limites étroites. Les écarts indiquent des défauts à la production ou au stockage.

### *Summary*

The concentrations of L(+)- and D(—)-lactic acid in various fermented milk products were published. Own fermentation and storage experiments have shown differences between yoghurt nature and stirred yoghurt. According to the type of fermentation, the ratios of the concentrations of L(+)- and D(—)-lactic acid are different, but vary only within narrow limits. Deviations indicate defects in production or storage.

### *Literatur*

1. *Kandler O.*: *Dialta* **15**, 23, 1969.
2. *Boehringer*, Mannheim GmbH, Enzymatische Analyse für Lebensmittel, L-Lactat; D-Lactat.
3. *Mayer K.* und *Pause G.*: *Mitt.* **60**, 230, 1969.